КРОВЛИ
ФАСА
ФУНДА
СООРУ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
МЕМБРАНЫ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ
МАСТИКИ
ЕРЕТИКА

Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ДОПОЛНЕННОЕ И ПЕРЕРАБОТАННОЕ

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО
«Московский государственный строительный университет»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков

Системы изоляции строительных конструкций

Учебное пособие

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области строительства в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 270100 — «Строительство (профили: «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций», «Промышленное и гражданское строительство», «Проектирование зданий и сооружений»)
(от 09.07.2013 г. № 102-15/793)

2-е издание, переработанное

Москва 2014

УДК 691.699.86+699.86
ББК 38.3
Р86

Р е ц е н з е н т ы:
доктор технических наук, профессор *В.Ф. Коровяков*,
заместитель директора по научно-организационной работе
ГУП «НИИМОССТРОЙ»;
доктор технических наук, профессор *Л.Н. Попов,*
заведующий кафедрой строительных материалов и изделий
ФГБОУ ВПО «МГОУ»;
доктор технических наук, профессор *В.М. Латыпов*,
заведующий кафедрой строительных конструкций
ФГБОУ ВПО «УГНТУ»

Румянцев, Б.М.
Р86 Системы изоляции строительных конструкций : учебное пособие / Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков ; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. 2-е изд., перераб. Москва : МГСУ, 2014. 640 с.
ISBN 978-5-7264-0885-9

Изложены с учетом опыта ведущих фирм особенности применения систем изоляции в различных условиях: в конструкциях кровли, фасадах зданий и сооружений, при устройстве периметра зданий и конструкций, контактирующих с грунтом. Рассмотрены способы изоляции строительных конструкций, работающих в условиях вечной мерзлоты; системы изоляции объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Для студентов строительных специальностей высших учебных заведений, а также для магистров, аспирантов, инженерно-технических работников, менеджеров строительных компаний, строителей-профессионалов.

УДК 691.699.86+699.86
ББК 38.3

© Корпорация «ТехноНИКОЛЬ», 2013
ISBN 978-5-7264-0885-9
© Корпорация «ТехноНИКОЛЬ», 2014, с изменениями

Оглавление

Предисловие 5
Введение 6

1. Материалы изоляционных систем 9
1.1. Рулонные битумные и битумно-полимерные материалы 9
1.2. Штучные кровельные материалы 53
1.3. Мастики 58
1.4. Строительные пленки и мембраны 77
1.5. Мембраны 88
1.6. Теплоизоляционные материалы 105

2. Кровельные системы 134
2.1. Функции кровельных систем 134
2.2. Конструктивные решения кровельных покрытий для плоской кровли 135
2.3. Системы скатной кровли 231
2.4. Системы мансардного остекления 252
2.5. Монтаж мансардных окон 267
2.6. Эксплуатация и ремонт кровельных систем 312

3. Системы изоляции фундаментов и подвалов 333
3.1. Особенности возведения конструкций, контактирующих с грунтом 333
3.2. Устройство гидроизоляционной мембраны 362
3.3. Защита гидроизоляционной мембраны 388
3.4. Дренажные системы 399
3.5. Системы гидроизоляции фундаментов 409
3.6. Системы изоляции малозаглубленных фундаментов 415
3.7. Изоляция подвалов 428

4. Системы изоляции фасадов и наружных стен 433
4.1. Основы энергосбережения и комфорта 433
4.2. Общие принципы конструирования систем изоляции 436
4.3. Системы изоляции фасадов и стен 440
4.4. Монтаж систем фасадной изоляции 450
4.5. Системы каркасных зданий 466

5. Системы отделки и изоляции внутри помещений 485
5.1. Формирование комфортных условий 485
5.2. Системы звукоизоляции строительных конструкций 486
5.3. Системы облицовок и перегородок 498
5.4. Системы подвесных потолков 508
5.5. Системы изоляции перекрытий и полов 512

6. Изоляция транспортных систем 526
6.1. Системы транспортной изоляции 526
6.2. Изоляция дорожных покрытий 531
6.3. Изоляция мостовых сооружений 547
6.4. Изоляция тоннелей 566

7. Системы технической изоляции и повышения огнестойкости 587
7.1. Системы технической изоляции 587
7.2. Теплоизоляция трубопроводов 596
7.3. Огнезащита и пожарная безопасность 604

Заключение 632
Библиографический список 633
Рекомендуемые нормативные документы 637

От авторов

Создание современных строительных материалов и, в частности, изоляционных материалов становится возможным, когда удается совместить вопросы теории и практики с потребностями строительного производства.

Учебные заведения высшей школы обладают необходимым научным и творческим потенциалом, а компании, производящие материалы, обладают опытом практической реализации и технологических, и строительных проектов.

В этом случае важным становится разработка профессиональных проектных решений применения материалов, формирование подразделений технической поддержки и центров профессиональной подготовки рабочих и непрофессиональных строителей, а также создание методических рекомендаций и учебных пособий по различным аспектам применения этих материалов.

Учебное пособие «Системы изоляции строительных конструкций» является реализованным совместным проектом Корпорации ТехноНИКОЛЬ и Московского государственного строительного университета. Авторы благодарят специалистов Корпорации ТехноНИКОЛЬ за помощь в подготовке материалов учебного пособия.

От Корпорации «ТехноНИКОЛЬ»

Качество и надежность построенных зданий напрямую зависят от профессионализма строительных кадров. Сегодня, когда строительные технологии меняются очень быстро, каждый год появляются новые современные материалы, отрасль остро нуждается в квалифицированных строителях, умеющих с ними работать. Данное пособие — результат совместной работы Корпорации ТехноНИКОЛЬ и МГСУ — призвано познакомить молодых специалистов с новейшими строительными системами и технологиями, продемонстрировать преимущества и возможности передовых материалов. Актуальные знания позволят сегодняшним студентам быстрее адаптироваться к требованиям отрасли, идти в ногу со временем, с легкостью выбирать правильные решения из всего многообразия представленных на рынке материалов и грамотно их применять.

Технический директор Корпорации ТехноНИКОЛЬ
Войлов Евгений Петрович

Введение

Характерной чертой современного строительства является использование строительных систем, объединяющих материалы различного функционального назначения. В состав строительных систем входят отделочные, теплоизоляционные, гидроизоляционные и кровельные материалы. Конструктивные решения, разработанные ведущими фирмами, отечественными проектными институтами, позволяют этим материалам проявить свою эффективность в наибольшей степени. Реализация строительных систем направлена на создание комфортных условий путем решения следующих основных строительных задач:

- минимизации потерь тепла через утепляемый периметр здания;
- исключения проникновения влаги в строительные конструкции и в помещение;
- создания оптимального температурно-влажностного режима в помещении;
- повышения долговечности конструкций.

Направление на экономию энергетических ресурсов отражено в Федеральном законе № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Повышение термического сопротивления конструкций до оптимального уровня достигается применением эффективных теплоизоляционных материалов.

Проникновение влаги в конструкцию связано с ухудшением ее теплоизолирующих свойств, влажностного состояния помещения и снижением надежности. Повышенная влажность конструкций увеличивает опасность биологической коррозии. Проникновению влаги в материалы препятствует такой обязательный компонент строительной системы, как паро- и гидроизоляция.

Комфортность помещения, хотя и является субъективной характеристикой, но зависит от ряда объективных параметров. Во-первых, это температурный режим в помещении. Средняя температура у пола и у наружных стен является показателем комфорта (или дискомфорта) и обуславливает нерегулируемую конвекцию воздуха. Во-вторых, это влажностный режим помещения, который в т.ч. зависит от паропроницаемости изоляционного слоя, влажности ограждающей конструкции.

При грамотном выполнении изоляционной оболочки здания, нагрузку на системы вентиляции и кондиционирования можно снизить до минимума, что, в свою очередь позволяет оптимизировать эксплуатационные затраты.

В-третьих, создание акустически комфортных условий также является обязательным элементом. Теплоизоляционные изделия обладают хорошей звукоизолирующей способностью и используются для защиты стен, перекрытий и конструкций кровли от воздушного и ударного шума. Снижение звукопроводимости в местах креплений достигается применением упругих прослоек из полимерных материалов.

В-четвертых, это пожарная безопасность зданий. Некоторые изоляционные материалы могут относиться к группе горючих, но их используют в конструкциях таким образом, чтобы минимизировать опасность возгорания. С другой стороны, существуют специальные конструктивные решения, в которых негорючая теплоизоляция выполняет функции огнезащитного барьера. Размещение изоляции и особенности реализации конструктивных решений также связаны с архитектурными аспектами и, в частности, с дизайном фасадов, крыш, интерьеров.

Долговечность любой конструкции зависит от того, насколько эффективно изоляционные и защитные слои выполняют свои функции. Большинство материалов имеют достаточную эксплуатационную стойкость. Условия эксплуатации постепенно изменяют свойства материалов, и чем агрессивнее среда, тем ниже долговечность конструкции в целом.

Например, наружные покрытия (кровельные покрытия, штукатурные слои, облицовочные элементы, гидроизоляция фундаментов) являются внешней защитой конструкции от атмосферных явлений. При нарушении их сплошности влага проникает к теплоизоляции и снижает ее эффективность. Снижение термического сопротивления теплозащитной оболочки делает промерзание несущей стены опасным. Результатом является постепенное разрушение стены, увеличивающийся дискомфорт в помещении, вплоть до сквозного промерзания стены.

Создание оптимального температурного режима в помещениях, экономия тепла (а следовательно, сокращение затрат на обогрев помещений и вредных выбросов от сжигания топлива), создание комфортных климатических и акустических условий, огнезащита, повышение

долговечности — вот цели применения современных эффективных строительных систем.

Строительные системы развиваются инжиниринговыми службами организаций, производственные мощности которых размещаются как в России, так и за рубежом. Например, плиты и маты из стеклянного волокна выпускают изоляционные отделения Sant-Gobain, расположенные в России, Финляндии, Польше, Швеции. Предприятия компании Knauf выпускают полный ассортимент продукции для комплектных систем Knauf. Системы компаний Rockwool ориентированы на использование изделий из каменной ваты, производящихся на заводах компаний, и комплектующих от поставщиков. Системы КРОЗ предполагают использование изделий из базальтового волокна и комплектующих от поставщиков. Отметим, что наибольшая эффективность достигается системами, в которых используются материалы одного производителя.

Одним из факторов, обеспечивающих эффективность и долговечность строительных систем, является качество комплектующих материалов и их соответствие нормативным требованиям. Заводы Корпорации ТехноНИКОЛЬ производят практически весь спектр материалов-компонентов строительных систем: рулонную гидроизоляцию, мастики и праймеры, строительные и кровельные мембраны, покрытия для плоских кровель, гибкую и композитную черепицу, теплоизоляцию из каменной ваты и экструдированного пенополистирола. Строительные системы ТехноНИКОЛЬ разработаны для плоских и скатных кровель, для изоляции стен зданий, фундаментов и подвалов, покрытий, чердачных перекрытий, перегородок, ограждающих конструкций мансард и полов отапливаемых зданий различного назначения, покрытий дорожного полотна, туннелей, для изоляции тепловых агрегатов, объектов ЖКХ и энергетического строительства.

1. Материалы изоляционных систем

1.1. Рулонные битумные и битумно-полимерные материалы

1.1.1. Общие сведения

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы классифицируют в соответствии с ГОСТ 30547-97. *По структуре* полотна подразделяют на основные (одно- и многоосновные) и безосновные. *Основные* материалы получают путем обработки основы — бумажного картона, стеклоткани, стеклохолста, нетканой синтетической основы (полиэстер), битумами и смесями на его основе. К ним относят рубероид, пергамин, стеклорубероид и все наплавляемые материалы. *Безосновные,* в виде полотнищ заданной толщины, могут получать путем прокатки на каландрах битумных смесей, подмазкой на силиконизированную бумагу или полимерную пленку или подмазкой на металлическую ленту (фольгу) или вал.

По виду основы подразделяют на материалы на картонной основе, на асбестовой основе, на стекловолокнистой основе, на основе из полимерных волокон, на комбинированной основе.

По виду компонента покровного состава, вяжущего или материала подразделяют на битумные (наплавляемые, ненаплавляемые), битумно-полимерные (наплавляемые, не наплавляемые), полимерные (эластомерные вулканизированные и невулканизированные, термопластичные). К битумно-полимерным материалам относятся битумосодержащие материалы с температурой гибкости не менее –15 °С, остальные — к битумным. Наплавляемые битумные материалы должны иметь не менее 1,5 кг битумного вяжущего, а битумно-полимерные не менее 2 кг (рис. 1).

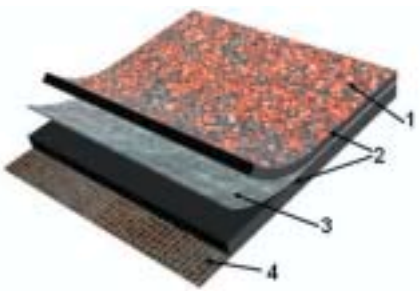


Рис. 1. Строение материала: *1* — посыпка; *2* — полимерно-битумная смесь (вяжущее); *3* — основа; *4* — полимерная пленка

По виду защитного слоя подразделяют на материалы с посыпкой (крупнозернистой, чешуйчатой, мелкозернистой, пылевидной), материалы с фольгой, материалы с пленкой. Битумные материалы с крупнозернистой защитной посыпкой применяют в качестве материалов верхнего слоя, а без посыпки в качестве нижних слоев. Мелкозернистую посыпку (песок) обычно используют сверху на материалах для улучшения сцепления с цементными растворами.

Кровельные материалы на основе битумов и других органических связующих делятся на рулонные и листовые (раньше рубероид был листовым материалом, сейчас к листовым можно отнести только гибкую черепицу).

Модификация битумов, типы вяжущего и его свойства

Листовые кровельные материалы появились в конце XVII в. Первым кровельным рулонным материалом был толь — бумажная основа пропитывалась каменноугольным дегтем. После Первой мировой войны стали выпускать битумный рулонный материал — рубероид.

В 60-х гг. XX в. появились битумно-полимерные материалы. Впервые в кровельные битумно-полимерные материалы добавляли отход от производства полипропилена — АПП (атактический полипропилен). И, следовательно, сами материалы были АПП-модифицированными. После разработки в 1967 г. компанией Шелл (Shell) специального термопластичного каучука СБС (SBS), появились СБС-модифицированные кровельные материалы. СБС-каучук специально разрабатывался для модификации битума, применяемого при устройстве дорог и кровель. Введение в битум полимерных добавок позволяет улучшить качественные и эксплуатационные характеристики материалов. Улучшение физико-механических характеристик материалов повлекло за собой существенное увеличение срока службы кровли.

Сегодня в России производятся и продаются различные кровельные наплавляемые материалы. Все наплавляемые материалы условно делят на битумные и битумно-полимерные. Несмотря на различия характеристик материалов, все они более чем на половину состоят из битума.

Как правило, под термином *«битум»* понимают жидкие, полутвердые или твердые соединения углерода и водорода с небольшим количеством кислород-, серо-, азотосодержащих веществ и металлов и

значительным содержанием асфальтено-смолистых веществ, хорошо растворимых в сероуглеродах, хлороформе и других органических растворителях. Битумы могут быть природного происхождения или получены при переработке нефти, торфа, углей и сланцев.

Для производства рулонных кровельных материалов используют товарные битумы, полученные при переработке нефти. Для получения нефтяных битумов используют три основных способа:

— концентрирование нефтяных остатков путем их вакуумной перегонки;

— окисление кислородом воздуха различных нефтяных остатков (мазутов, гудронов, полугудронов, асфальтов) при температуре 180÷300 °С;

— компаундирование (смешивание) различных нефтяных остатков с дистиллятами и с окисленными или остаточными битумами и др.

Для определения компонентного состава битумов разработано большое число методов. Общепринятым методом определения различных классов и групп является разделение веществ по их избирательному отношению к растворителям и адсорбентам. Часто пользуются делением битума на асфальтены и мальтены.

Мальтены — масла, самая низкомолекулярная часть битума. Битумные масла снижают твердость и температуру размягчения битумов, увеличивают их текучесть. Молекулярная масса масел колеблется в диапазоне 240÷800 (обычно 360÷500). Чаще всего соединения с числом атомов углерода от 20 до 35 и более имеют плотность 800÷870 кг/м^3. Масла включают в себя парафиновые соединения нормального и изостроения, ароматические соединения, а также гетероорганические соединения, включающие атомы серы, реже — азота и кислорода.

Смолы — это твердые вещества (при обычной температуре) красновато-бурого цвета, их плотность 990÷1080 кг/м^3. Они отвечают в битуме за твердость, пластичность и растяжимость. Смолы относятся к высокомолекулярным органическим соединениям циклической и гетероциклической структуры высокой степени конденсации, связанным между собой алифатическими цепями. В их состав входят, кроме углерода и водорода, кислород, сера, азот и другие элементы, включая металлы. Молекулярная масса смол находится в пределах от 300÷2500. Число атомов углерода в соединениях, составляющих смолы, доходит

до 80÷100. Температура размягчения составляет 35÷90 °С. Смолы являются промежуточными веществами между маслами и асфальтенами.

Асфальтены — продукт уплотнения смол. В свободном виде асфальтены представляют собой твердые неплавящиеся хрупкие вещества черного или бурого цвета.

Вяжущее кровельного материала

Рулонные кровельные битумно-полимерные материалы представляют собой многослойные композиции, состоящие из разных компонентов (основы, битумного вяжущего, защитных слоев), каждый из которых выполняет свою функцию, а сумма их свойств определяет свойства всего материала. Под вяжущим материалом подразумевают смесь битума, наполнителя и полимера, которую наносят на основу. В основном от характеристик битумного или битумно-полимерного вяжущего зависит насколько долго материал прослужит в кровельном ковре. Рассмотрим основные отличия битумных и битумно-полимерных смесей, используемых при производстве материала.

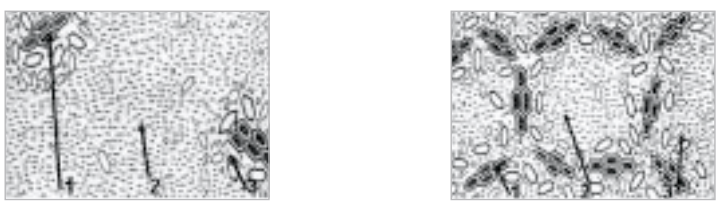
Для нормальной эксплуатации зданий от кровельного материала требуется, как минимум, водонепроницаемость и высокая температура размягчения вяжущего (определяется по методу кольца и шара (КиШ)). Если температура размягчения будет ниже 85 °С, то такой материал будет сильно размягчаться летом и сползать с вертикальных поверхностей. Поэтому сегодня для получения смеси, пригодной для кровельного материала используют битум с высокой температурой размягчения (окисляют битум в окислительной колонне, подняв его температуру размягчения, получив «окисленный битум»). Для окисления применяют слабоокисленный битум (БНК 45/190 или БНК 40/180) с температурой размягчения 45 и 40 °С и окисляют его, пока температура размягчения не станет 89÷94 °С. В слабоокисленный битум с небольшой температурой размягчения ввести полимеры для улучшения физико-механических свойств и увеличения температуры размягчения вяжущего.

Характеристики материала невозможно определить до его изготовления. Поэтому, когда готовят битумное вяжущее, определяют параметры вяжущего (температуру размягчения по методу кольца и шара, пенетрацию и температуру хрупкости), косвенно указывающие на будущие характеристики материала.

Битумное вяжущее с окисленным битумом. Используя окисленные битумы, производят самые дешевые кровельные материалы. Для приготовления вяжущего таких материалов в битум вводят наполнитель, который увеличивает вязкость смеси, упрощает ее переработку и одновременно служит для его удешевления смеси. Выпустить материал без наполнителя можно, но наплавить его будет невозможно из-за низкой вязкости вяжущего. При наплавлении таких материалов образуются неконтролируемые выплески вяжущего из-под рулона по боковой нахлестке полотнищ, а слишком тонкий слой расплава не даст хорошего сцепления в торцевых нахлестах. Избыток наполнителя придает слишком высокую вязкость. Такой материал проще перегреть (вплоть до кипения вяжущего), чем наплавить.

Впервые в промышленных масштабах окисленные нефтяные битумы начали производить в 1844 г. по предложению Ж.Г. Биерлея путем барботажа воздуха (пропускания в виде мелких пузырей) через слой нефтяных остатков при 204 и 316 °С. В зависимости от температуры и продолжительности процесса получали битумы различных свойств. Полученный продукт был назван «биерлитом». В России окисленный битум был впервые получен в 1914 г. в Грозном. Развитие производства окисленных битумов началось с 1925 г. в г. Баку.

Современная технология заключается в окислении нефтяных остатков кислородом воздуха без катализатора при температуре 230÷300 °С. При продувке сырья воздухом увеличивается содержание асфальтенов и уменьшается содержание масел. Если в процессе продувки содержание смол практически не меняется, то содержание масел непрерывно уменьшается, а содержание асфальтенов в той же мере увеличивается.



а *б*

Рис. 2. Структура битумов: *а* — малоокисленный битум; *б* — окисленный битум; *1* — асфальтены; *2* — масла; *3* — смолы

Образование смол из масел представляет собой промежуточную стадию образования асфальтенов. Однако асфальтены могут получаться непосредственно и из масел. Увеличение их доли в битуме повышает температуру размягчения и повышает жесткость битума. Асфальтены образуют в битуме структуру, благодаря чему у окисленных битумов появляется ярко выраженная температура размягчения (рис. 2).

Для производства материалов на окисленном битуме (Бикрост, Линокром), компания ТехноНИКОЛЬ не использует товарные окисленные битумы БНК 90/10 или БНК 90/30, в связи с достаточно низким качеством данных битумов. Повысить качество данных битумов — это трудновыполнимая задача, сильно сказывающаяся на стоимости готовой продукции. Поэтому компания сама доокисляет битумы в окислительных установках. Для доокисления используется товарный битум БНК 40/180 или БНК 45/190 (температура размягчения по КиШ +40 °С или +45 °С, пенетрация 180 или 190 мм). Из такого битума невозможно произвести наплавляемые материалы из-за малой температуры размягчения. В процессе доокисления в окислительную колонну закачивают разогретый битум со специальными добавками, а снизу подают через маточник разогретый воздух. Воздух, подымаясь вверх по окислительной колонне в виде небольших пузырьков, окисляет битум. В ходе окисления битум разогревается (рис. 3).

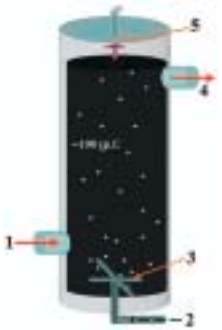


Рис. 3. Схема окислительной установки: *1* — подача битума; *2* — подача воздуха; *3* — маточник; *4* — окисленный битум; *5* — удаление газообразных продуктов реакции

При доокислении битума в окислительных колоннах температуру размягчения доводят до 89÷94 °С. Вместе с тем, стараются сохранить пенетрацию на уровне 3,0÷4,0 мм, так как именно пенетрация характеризует мягкость, эластичность и деформативность битума.

Введение специальных добавок в битум до его окисления позволяет корректировать характеристики и получать стабильное по свойствам битумное вяжущее. Это позволяет контролировать параметры

окисленного битума, поступающего на линию по выпуску рулонного материала, и получать материалы на окисленном битуме с более высокой гибкостью при отрицательных температурах. Из-за образования в битуме жесткой структуры при окислении, он теряет и свою эластичность. Именно поэтому срок службы кровли, выполненной из 2-х слоев материала с вяжущим из окисленного битума, не превышает 10 лет.

Кровли из битумных материалов очень требовательны к качеству подготовки поверхности под укладку и могут применяться только на жестких основаниях (армированных цементно-песчаных стяжках, бетонных плитах перекрытия). А при укладке битумного материала в 2 слоя по старому кровельному ковру срок службы такой кровли составляет 3÷5 лет. Такая разница объясняется тем, что кровельный материал, наклеенный на старый кровельный ковер, испытывает большее количество деформаций, которые и приводят к преждевременному выходу кровли из строя. Старый кровельный ковер содержит большое количество дефектов (воздушные вздутия, трещины, отслоения от основания, расслоения внутри старого ковра), при нагреве солнечными лучами происходит расширение полостей и деформации уже вновь уложенного материала. Деформации нового ковра происходят и при охлаждении кровли.

Невысокая эластичность битумного вяжущего в сочетании с частыми деформациями приводят к образованию трещин уже в новом материале. Именно по этой причине заплаточные ремонты лучше всего проводить битумно-полимерными материалами.

Битумно-полимерное вяжущее

В отличие от окисленного битума, используемого для производства рубероида и битумных наплавляемых материалов для производства битумно-полимерного вяжущего используется технология модификации битума полимером. При этом в битуме не происходит никаких изменений, доля асфальтенов не изменяется. И что самое главное, полимер образует в битуме непрерывную фазу, при этом битумно-полимерные смеси приобретают свойства, схожие со свойствами полимера-модификатора. Характеристики битумно-полимерной смеси намного превосходят свойства исходного битума. У смесей повышается теплостойкость и эластичность при отрицательных температурах, повышается стойкость к циклическим деформациям и ударным нагрузкам.

При модификации битума полимерами, в битуме не образуется жесткой структуры из асфальтенов. Кроме этого, полимер еще и защищает битум от дальнейшего окисления кислородом воздуха и от воздействия солнечного излучения. Поэтому любой битумно-полимерный материал будет служить дольше, чем самый хороший материал, произведенный из окисленного битума.

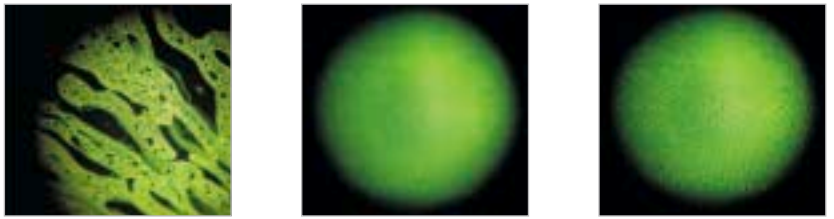
В качестве модификаторов битума наиболее распространены два типа полимеров: искусственный каучук СБС (стирол-бутадиен-стирол, дивинилстирольный термоэластопласт, ДСТ — принятое в России название СБС сополимера) и пластик АПП (атактический полипропилен).

СБС-модифицированные битумы. СБС — это искусственный каучук, относящийся к термоэластопластам, представляет собой полистирольные блоки, соединенные между собой полибутадиеном. Полибутадиен в структуре СБС-каучука выполняет роль эластичной «пружинки», соединяющей полистирольные блоки. При введении в битум, полимер адсорбирует ароматические мальтены битума, набухая в них. Полимер активно влияет на свойства битума, понижая его температуру хрупкости и повышая температуру размягчения. Введение СБС в битум аналогично армированию битума эластичными волокнами, при этом эластичность смеси вырастает в сотни раз и улучшаются усталостные свойства битума.

АПП-модифицированные битумы. АПП (атактический полипропилен) — пластик, представляет из себя один из изомеров полипропилена. АПП довольно легко растворяется в битуме, и для производства качественного материала достаточно высокоскоростного миксера. При производстве АПП-модифицированных материалов, кроме АПП в битум вводят и ИПП (изотактический полипропилен), повышающий теплостойкость материала. При высококачественном перемешивании полимер с растворенными в нем маслами образует защитную оболочку вокруг мелких частиц битума, предотвращая изменение его свойств. Чем лучше распределен полимер в битуме, тем большее количество битума защищено от преждевременного старения, естественно, и количество полимера также играет аналогичную роль. Поэтому важно не только ввести в битум полимер, но и правильно распределить его в битуме.

АПП-модифицированные смеси, применяемые для производства битумно-полимерных материалов, имеют очень высокую температуру размягчения до 140 °С. Небольшое относительно удлинение до разрыва — около 150 %. Температура хрупкости по Фраасу составляет от –15 до –20 °С.

При смешивании битума с полимером смесь наследует признаки полимера (рис. 4). При добавлении СБС каучука битумно-полимерная смесь становится резиноподобной и введение АПП придает смеси пластичность. К сожалению, невозможно создать материал, объединяющий гибкость СБС материалов и теплостойкость АПП материалов, введя оба модификатора в битум. Для материала, применяемого в гидроизоляции мостов, пешеходных переходов, проезжей части дорог особенно важны стойкость к постоянно возникающим сдвиговым и растягивающим нагрузкам и высокая теплостойкость. При гидроизоляции стальных мостов литой асфальт укладывают непосредственно на битумный материал. Именно по этой причине и необходима высокая теплостойкость, но она должна быть ниже температуры асфальта, укладываемого на материал.



а *б* *в*

Рис. 4. Модифицированный битум: *а, б* — СБС-модифицированный битум до и после гомогенизации; *в* — битум, модифицированный АПП

В этом случае асфальт спекается с гидроизоляцией, и вся дорожная конструкция работает на изгиб как единое целое. Постоянные деформации материала происходят при прогибах конструкции, нагреве и охлаждении частей дорожной одежды. Наиболее хорошо справляются с такими нагрузками материалы, модифицированные полиолефинами. Они совмещают в себе лучшие черты АПП- и СБС-модифицированных материалов.

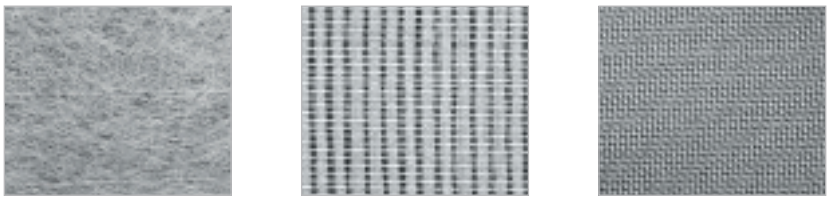
Если температура размягчения смеси, из которой изготавливают кровельные материалы, будет ниже 80 °С, то такой материал будет сильно размягчаться летом и сползать с вертикальных поверхностей.

Уменьшение температуры размягчения битумной смеси может происходить и при воздействии растворителей или масел на материал.

Армирующие основы

Кровельное покрытие в течение всего срока эксплуатации подвергается воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. При изменении температуры окружающей среды происходит деформация как самого кровельного материала, так и основания, на которое уложен кровельный материал. Способность противостоять таким деформациям является наиважнейшей характеристикой кровельного материала, а зависит она от основы, применяемой при выпуске материала.

Стеклохолст — основа, состоящая из резаного стекловолокна длиной 12÷25 мм. Волокна скреплены между собой связующим. Дополнительное армирование в продольном направлении стеклонитями необходимо только при производстве материала. Оно препятствует разрывам основы при ее пропитке и нанесении покровных слоев битумно-полимерного вяжущего (рис. 5).



а *б* *в*

Рис. 5. Основы из стеклянных нитей: *а* — стеклохолст; *б* — каркасная (ровинговая) стеклоткань; *в* — мягкая стеклоткань

На эксплуатационных характеристиках материала дополнительное армирование не сказывается. Удлинение материала, произведенного на такой основе, до разрыва не превышает 2 %. Как правило, такие материалы используют при ремонтах кровель в качестве материалов нижних слоев кровельного ковра, если для верхнего слоя применяется материал с основой из стеклоткани или полиэстера.

Материал может применяться при ремонте старого кровельного ковра в случаях, если необходимо восстановить защитный слой кровли, а в местах ремонта отсутствует повреждение армирующей основы старой кровли.

Кровельный ковер не может состоять из 2-х слоев материала на стеклохолсте. Разрывные характеристики материала с основой из стеклохолста недостаточны для сдерживания деформаций, возникающих в основании (стяжке, бетонных плитах) под кровлю. Именно по этой причине двухслойный кровельный ковер из материалов на стеклохолсте приходит в негодность в течение 3÷6 месяцев с начала эксплуатации.

Каркасная (ровинговая) стеклоткань — самая прочная из используемых основ. Разрывная нагрузка составляет не менее 800 Н на полоску шириной 5 см в продольном направлении и 1300 Н — поперек рулона. Основа состоит из тонких стеклонитей, переплетенных с плоскими ровингами. Ровинги производят из пучков стеклонитей, раздувая их воздухом, поэтому они прекрасно пропитываются битумом. Тонкие продольные нити практически не пропитываются битумом. Благодаря ровингам, в материале образуется отличная связь между нижним и верхним покровными слоями, а рулон приобретает необходимую каркасность и может транспортироваться в вертикальном положении.

Материал, произведенный на каркасной стеклоткани, можно порвать руками вдоль ровингов, несмотря на то, что это самая прочная основа, но на кровле рулонный материал, наклеенный на основание, не испытывает нагрузок, направленных перпендикулярно основе (на раздир).

Все нагрузки направлены вдоль основы кровельного материала. Битумные и битумно-полимерные материалы с основой из каркасной стеклоткани обладают достаточной эксплуатационной надежностью. Рекомендуем применять их при устройстве кровель из рулонных материалов по основанию из бетонных плит и цементно-песчаных стяжек. На таких основаниях битумно-полимерные материалы могут успешно эксплуатироваться до 30 лет.

Мягкая (гладкая, электроизоляционная) стеклоткань применялась при производстве дешевых битумных кровельных материалов. Состоит из переплетенных стеклянных нитей.

Разрывные характеристики выше, чем у каркасной стеклоткани (руками порвать невозможно), но имеется ряд существенных недостатков. Материал, произведенный на мягкой стеклоткани, не может храниться в вертикальном положении. Основа материала практически не про-

питывается битумным вяжущим, что приводит к плохой связи между верхним и нижним покровными слоями материала. При минусовых температурах материал достаточно легко расслаивался по основе.

Материалы с основой из стеклоткани применяются при устройстве и ремонте кровель по жесткому основанию (цементно-песчаным стяжкам, стяжкам из асфальтобетона, бетонным плитам перекрытия). Произведенные на стеклоосновах (стеклоткань, стеклохолст) материалы имеют высокую стабильность геометрических размеров при укладке и последующей эксплуатации. Материалы не рекомендуется применять при гидроизоляции фундаментов и устройстве инверсионных и эксплуатируемых кровель. Стеклоосновы нестойки к воздействию слабых кислот, щелочей, и даже длительное воздействие солей, содержащихся в грунтовых водах, изменяет разрывные характеристики материала. Для гидроизоляции предпочтительно применять специализированные материалы с основой из полиэфирного нетканого полотна (полиэстера).

Полиэстер — самая дорогая и надежная каркасная основа (рис. 6). Состоит из хаотично ориентированных полиэфирных волокон, скрепленных между собой связующим. Полиэстеровая основа может иметь разную плотность (развес) и, соответственно, разные характеристики. Так, например, материал на полиэстере развесом 180 г/м^2 имеет усилие на разрыв около 700 Н/5 см в продольном и 500 Н/5 см в поперечном направлении, удлинение на разрыв 50 %. При развесе основы 250÷320 г/м^2, усилие на разрыв составляет, соответственно, не менее 1000 Н/5 см и 900 Н/5 см, относительное удлинение до разрыва — 30÷40 %.

а *б*

Рис. 6. Основы из полиэфирных волокон: *а* — полиэстер; *б* — полиэстер, армированный стеклонитями

При меньших развесах полиэфирной основы материал имеет меньшие разрывные характеристики. Именно по этой причине важно соблюдать рекомендации производителя при выборе материала для

кровельного ковра. Принципиальным отличием полиэстера от других основ является его большое относительное удлинение (от 30 до 60 %). Полиэстер обладает стойкостью к воздействию кислот, щелочей, хлоридов и сульфатов. Такие характеристики делают полиэстер незаменимым при производстве надежных и долговечных материалов высшего качества, используемых в конструкциях, где вероятны значительные деформации кровельного ковра.

Для производства битумно-полимерных материалов, предназначенных для механической фиксации к основанию и укладки на мастики, применяют полиэфиры армированные стеклонитями вдоль и поперек полотна (кросармированный полиэфир). Это повышает механическую стойкость материала к разрыву в месте установки элемента крепления и придает материалам дополнительную каркасность при укладке.

Защитные посыпки

Покрытие крыш подвержено механическим воздействиям из-за суточных колебаний температуры, атмосферных осадков, ветров, солнечной радиации, а иногда и вредных выбросов промышленных предприятий. Излучение солнца ускоряет старение кровельного материала.

Для нормальной эксплуатации зданий и сохранения их долговечности большое значение имеет качество кровельных материалов, т.е. физико-механические свойства. Немаловажным составляющим в рулонных кровельных материалах является верхний слой — «посыпка». Незащищенный битум подвержен ускоренному старению (рис. 7).

а *б*

Рис. 7. Незащищенный битум: *а* — через 2 года; *б* — через 5 лет

Для получения минеральной посыпки могут быть использованы различные минеральные породы (рис. 8). Выбор породы зависит от имеющегося местного сырья, сложившихся традиций, производствен-

ных стандартов. Порода должна быть недорогой, твердой, химически инертной, непрозрачной для ультрафиолета, не должна образовывать высолов и пыли. В качестве посыпок используют в основном базальт, сланец, асбагаль (гранулят серый, зеленый, красный), вермикулит, гранит (гранулят коричневый).

Рис. 8. Защитные посыпки на рулонных материалах

Массовое применение на рубероиде получило дешевое покрытие из асбагаля, а гранитная крошка не получила широкого распространения, так как находящийся в граните в больших количествах кварц пропускает ультрафиолетовое излучение, которое приводит к образованию микротрещин в битуме под зернами посыпки. Гранит из-за высокого содержания кварца при дроблении дает гладкие грани гранулы, и битуму очень тяжело удержаться на грануле. Поэтому гранитная посыпка плохо держится на материале. Наибольшей светостойкостью обладают базальтовые гранулы, но такая посыпка является самой дорогой. Поэтому базальтовые посыпки применяют при изготовлении гибкой черепицы Шинглас и материала Техноэласт Декор.

Идеальной породой для создания защитного слоя является *кровельный сланец*. На рулонные материалы он ложится чешуйками, как черепица, только очень маленькая. Плоская форма просыпки из сланца позволяет сворачивать рулон без повреждений поверхностного защитного слоя, так как чешуйки, сдвигаясь, наезжают друг на друга, а потом опять возвращаются на свое место. При этом практически не происходит потерь зерен посыпки. Сланцевые чешуйки удобнее в производстве, хранении, транспортировке и укладке материала. На сланце не задерживается грязь, пыль и нет высолов.

После дробления сланцевую породу разделяют по размеру зерен на фракции. Для посыпки нужна сбалансированная смесь фракций, способная в один слой полностью закрыть защищаемую поверхность материала. Отобранные фракции очищают от пыли и подвергают обработке. Необработанные зерна служат недолго, так как они не защищены от внешнего воздействия и у них слабая адгезия к битуму.

При обработке зерна породы сначала покрываются полукерамическим слоем (остекление), содержащим краситель заданного цвета, и гидрофобизируются. Остекление закрывает мелкие поры, сглаживает поверхность зерен, делает ее химически пассивной. Обработанные зерна посыпки склеиваются между собой, образуя «каменный щит», который работает как единое целое по распределению нагрузок и температур.

1.1.2. Номенклатура и характеристики материалов

Наплавляемые кровельные материалы изготавливаются из окисленного модифицированного битума на стеклоосновах и полимерных основах, что обеспечивает им высокую надежность и долговечность. Все различия материалов (тип основы, класс материала, что нанесено на верхнюю и нижнюю стороны) отражены в маркировке материала. Для примера рассмотрим обозначению материала Техноэласт (рис. 9).

Техноэласт ЭКП (сланец серый) — произведен с основой полиэстер. На материал с верхней стороны нанесена защитная неокрашенная сланцевая посыпка серого цвета, нижняя сторона материала закрыта полимерной пленкой.

Рис. 9. Маркировка рулонных материалов: *1* — название материала; *2* — тип основы: *Э* — полиэстер, *Х* — стеклохолст, *Т* — каркасная стеклоткань, *С* — мягкая стеклоткань (производится только под заказ для материалов марки Бикрост); *3* — верхняя поверхность материала: К — каменная крошка, *П* — полимерная пленка, *М* — мелкозернистый кварцевый песок; *4* — нижняя поверхность материала: *П* — полимерная пленка, *М* — мелкозернистый кварцевый песок, *В* — вентилируемый слой, *С* — слой специального битумно-полимерного вяжущего в самоклеящихся материалах

Техноэласт ВЕНТ, Унифлекс ВЕНТ

Техноэласт ВЕНТ, Унифлекс ВЕНТ ЭКВ, ЭПВ получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, СБС (стирол-бутадиен-стирол) полимерного модификатора и минерального наполнителя (тальк, доломит и др.). Нижняя поверхность — вентилируемая, имеет полоски из

битумно-полимерного вяжущего, пространство между которыми заполнено мелкофракционным песком, и вся поверхность покрыта тонкой полимерной пленкой (табл. 1).

Материал применяется для устройства «дышащих» кровель, при капитальном ремонте, а также при наплавлении поверх влажных стяжек, что исключает образование пузырей за счет частичного приплавления материала к основанию. Лишняя влага выводится через парапетные продухи и аэраторы из расчета 1 аэратор на 100 м^2, расстояние между аэраторами не более 12 м. Основание перед наплавлением праймируется (расход 200÷250 мл). Техноэласт ВЕНТ наплавляется в один слой, материал с крупнозернистой посыпкой сверху. Унифлекс ВЕНТ — нижний слой двухслойного ковра, верхний слой — Техноэласт или Унифлекс.

Техноэласт ФИКС

Техноэласт ФИКС — материал рулонный кровельный битумно-полимерный, применяется для устройства нижнего, механически закрепленного слоя в двухслойных кровельных коврах.

Техноэласт ФИКС получают путем двустороннего нанесения на кроссармированную полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, бутадиенстирольного термоэластопласта и наполнителя. В качестве защитных слоев используют крупнофракционный песок снизу и полимерное покрытие сверху.

Техноэласт ФИКС — материал для механического крепления нижнего кровельного ковра. Верхний наплавляется. Особенность материала в его основе: полиэстер, армированный стеклосеткой в двух направлениях, полиэстер обеспечивает удлинение материала до разрыва 30 %, а стеклосетка ограничивает подвижность крепежа. Материал можно использовать на кровлях с уклоном до 60°.

Техноэласт СОЛО РП1

Техноэласт СОЛО РП1 — материал рулонный кровельный битумно-полимерный.

Техноэласт СОЛО РП1 получают путем двустороннего нанесения на армированную полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, СБС (стирол-бутадиен-стирол) полимерного

модификатора, минерального наполнителя (тальк, доломит и др.) и антипиренов. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец серый, сланец алюминизированный, базальт) посыпку сверху и нетканое полотно или пленку снизу.

Техноэласт СОЛО РП1 ЭКЭ с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и нетканым полотном с нижней стороны. Кромка продольного нахлеста, шириной 100÷120 мм, покрыта нетканым полотном или легкоплавкой пленкой. Отличается широкой цветовой гаммой. Обладает повышенными противопожарными характеристиками по СНиП 21.01: группа распространения пламени РП1 (не распространяющий пламя); группа воспламеняемости В2 (умеренно воспламеняемый).

Техноэласт СОЛО РП1 предназначен для устройства однослойного кровельного ковра зданий и сооружений. Применяется в однослойных кровлях и там, где необходима укладка безогневым методом — механическая фиксация, укладка на мастики, укладка при помощи автоматического оборудования. Возможна также традиционная укладка наплавлением (частичным наплавлением).

Физико-механические характеристики Техноэласт ВЕНТ, ФИКС, СОЛО РП1 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики Техноэласт ВЕНТ, ФИКС, СОЛО РП1

Показатели	Техноэласт ВЕНТ	Техноэласт ФИКС	Техноэласт СОЛО РП1
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2	2
Масса, кг/м^2 не менее	6	4	6,4
Толщина, мм	4,2	3,0	5,0
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее (на полиэфире)	1000/800	600/600	900/700
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—	1
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	–25	–25

Таблица 1 (окончание)

Показатели	Техноэласт ВЕНТ	Техноэласт ФИКС	Техноэласт СОЛО РП1
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	–25	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–35	–35
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная	—
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	—	1
Теплостойкость, °С, не менее	100	100	100
Сопротивление раздиру стержнем гвоздя, Н, не менее	—	260	260
Длина × ширина, м	8 × 1	10 × 1	8 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Сланец/ вентилируемое покрытие	Пленка/ крупнофракционный песок	Сланец, базальт/ нетканное полотно

Техноэласт ПРАЙМ

Техноэласт ПРАЙМ ЭКМ с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и мелкозернистой посыпкой с нижней стороны полотна применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра; Техноэласт ПРАЙМ ЭММ с мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна, применяется для устройства нижнего слоя кровельного ковра.

Техноэласт ПРАЙМ получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, бутадиенстирольного термоэластопласта и наполнителя. В качестве защитного слоя используют крупнозернистую или мелкозернистую посыпки.

Техноэласт ПРАЙМ предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений и гидроизоляции строительных конструкций. Применяется для устройства двухслойного кровельного ковра с мастичной приклейкой. Данная технология позволяет сочетать преимущества кровли из рулонных материалов (с высокими физико-механическими свойствами) и бесшовной монолитной мастичной кровли. Применяется для безогневой мастичной укладки. Сочетает преимущества бесшовной мастичной и рулонной кровли.

Физико-механические характеристики Техноэласт ПРАЙМ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики Техноэласт ПРАЙМ

Показатели	ЭКМ	ЭММ
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2
Масса, кг/м^2, не менее	4	3
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее (на полиэфире)	600/600	600/600
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–35
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1
Теплостойкость, °С, не менее	100	100
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Сланец/песок	Песок

Техноэласт С

Техноэласт С — рулонный кровельный и гидроизоляционный самоклеящийся СБС-модифицированный битумно-полимерный материал. Является полным аналогом Техноэласта с нанесенным на нижнюю поверхность клеящим битумно-полимерным слоем.

Техноэласт С получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, бутадиен-стирольного термоэластопласта или его модификаций и наполнителя, с последующим нанесением на нижнюю сторону полотна клеящего битумно-полимерного слоя. В качестве защитного слоя используют крупнозернистую или мелкозернистую посыпку, антиадгезионную полимерную пленку или бумагу.

Техноэласт С выпускается двух модификаций.

Техноэласт С ЭМС с мелкозернистой посыпкой с лицевой стороны применяется для устройства нижнего слоя двухслойного кровельного ковра.

Техноэласт С ЭКС с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны применяется для однослойного кровельного покрытия.

Материал Техноэласт С предназначен для устройства кровель без применения открытого пламени, при работах по сплошному деревянному основанию. Материал используют при локальном ремонте кровельного ковра (отдельные заплатки) и при укладке на металлические поверхности (окрашенные в том числе).

Физико-механические характеристики Техноэласт С приведены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-механические характеристики Техноэласт С

Показатели	ЭКС	ЭМС
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2
Масса, кг/м^2, не менее	5,0	3,4
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее (на полиэфире)	600/400	500/300
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–35

Таблица 3 (окончание)

Показатели	ЭКС	ЭМС
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1
Теплостойкость, °С, не менее	100	100
Прочность на сдвиг клеевого соединения, кН/м, не менее	2 (2)	2 (2)
Прочность сцепления с бетоном или металлом, МПа (кгс/см^2), не менее	0,2 (2,0)	0,2 (2,0)
Сопротивление раздиру клеевого соединения, кН/м (кгс/см), не менее	0,5 (0,5)	0,5 (0,5)
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	сланец/ пленка	песок/ пленка

Техноэласт ГРИН

Техноэласт ГРИН — это материал рулонный гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный корнестойкий. Обладает стойкостью к повреждению корнями растений, химической и механической защитой от прорастания.

В зависимости от вида защитных слоев и области применения Техноэласт ГРИН выпускают двух марок.

Техноэласт ГРИН К с крупнозернистой посыпкой с верхней стороны полотна и полимерным покрытием с нижней стороны полотна применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра. *Техноэласт ГРИН П* с полимерным покрытием с верхней и нижней сторон полотна применяется для устройства гидроизоляции строительных конструкций и сооружений.

Применяется для всех типов озелененных кровель, где возможен контакт гидроизоляционного слоя с корневыми системами растений.

Техноэласт ГРИН получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, бутадиен-стирольного термоэластопласта или его модификаций, наполнителя и антикорневых добавок, с последующим нанесени-

ем на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую, мелкозернистую (песок) посыпки и полимерные покрытия.

Таблица 4

Физико-механические характеристики Техноэласт ГРИН

Показатели	К	П
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2
Масса, кг/м^2, не менее	5	5
Толщина, мм	4,2	3,8
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее	600/400	600/400
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–35
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1
Теплостойкость, °С, не менее	100	100
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Сланец/пленка	Пленка

Техноэласт ПЛАМЯ СТОП

Техноэласт Пламя СТОП — наплавляемый гидроизоляционный материал с пониженными группой воспламеняемости В2 и группой распространения пламени РП1. Материал для устройства верхнего слоя кровельного покрытия.

Техноэласт ПЛАМЯ СТОП получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклоткань, стеклохолст) или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, полимерного модификатора, антипиренов и наполнителя, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. Для модифицирования битума применяют бутадиен-стирольный термоэластопласт или его модификации. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец), мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку.

Физико-механические характеристики Техноэласт ПЛАМЯ СТОП

Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2
Масса, кг/м^2, не менее	4,6
Толщина, мм	4,0
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н/50 мм, не менее	
на полиэфире	600 / 400
на стеклоткани	800 / 900
на стеклохолсте	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1
Теплостойкость, °С, не менее	100
Длина × ширина, м	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	пленка/песок

Техноэласт ТИТАН

Техноэласт ТИТАН — это материал рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный. Техноэласт ТИТАН получают путем двустороннего нанесения на полиэфирное нетканое полотно битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, АПП (атактический полипропилен), ИПП (изотактический полипропилен) полимерного модификатора и минерального наполнителя (тальк, доломит и др.), с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую, мелкозернистую (песок) посыпки и полимерные покрытия.

В зависимости от структуры основы, вида защитных слоев и области применения Техноэласт ТИТАН выпускают следующих марок:

Техноэласт ТИТАН ТОР — с крупнозернистой посыпкой с верхней стороны и полимерным покрытием с нижней стороны полотна; применяется для устройства верхнего слоя многослойного кровельного ковра;

Техноэласт ТИТАН BASE — с полимерным покрытием с верхней и нижней сторон полотна; применяется для устройства нижних слоев многослойного кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций;

Техноэласт ТИТАН SOLO — с крупнозернистой посыпкой с верхней стороны полотна и полимерным покрытием или мелкозернистой посыпкой с нижней стороны полотна; применяется для устройства однослойного кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций.

Техноэласт ТИТАН предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений и гидроизоляции строительных конструкций. Материал имеет базальтовую посыпку, обладающую широкой цветовой гаммой. Возможно применение на кровлях с большим уклоном.

Физико-механические характеристики Техноэласт ТИТАН приведены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-механические характеристики Техноэласт ТИТАН

Показатели	ТОР	BASE	SOLO
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2	2
Масса, кг/м^2, не менее	5,5	4,5	5.8
Толщина, мм	4,5	4,0	5,0
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее (на полиэфире)	600/600	600/600	1000/800
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—	—
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–35	–35	–35
Температура гибкости на брусе R =10 мм, °С, не выше	–35	–35	–35
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–40	–40	–40
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная

Таблица 5 (окончание)

Показатели	ТОР	BASE	SOLO
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1	1
Теплостойкость, °С, не менее	140	140	140
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1	8 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Базальт/ пленка	Пленка	Базальт/ пленка

Техноэласт

Техноэласт — многофункциональный СБС-модифицированный, наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал повышенной надежности. Наплавляется с помощью пропановой горелки. Предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений и гидроизоляции строительных конструкций

Техноэласт получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную или стеклооснову битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, бутадиенстирольного термоэластопласта и наполнителя. В качестве защитного слоя используют крупнозернистую и мелкозернистую посыпки, полимерные пленки.

Таблица 6

Физико-механические характеристики Техноэласт

Показатели	К	П
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2
Масса, кг/м^2, не менее	5,2	4,95
Толщина, мм	4,2	4,0
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее		
на полиэфире	600/400	600/400
на стеклоткани	800/900	—
на стеклохолсте	—	294
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—

Таблица 6 (окончание)

Показатели	К	П
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–35
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	—	Абсолютная
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1
Теплостойкость, °С, не менее	100	100
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Сланец/ пленка	Пленка

Техноэласт ТЕРМО

Техноэласт ТЕРМО — многофункциональный, АПП-модифицированный битумно-полимерный наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал повышенной надежности. Наплавляется пропановой горелкой на подготовленное основание.

Техноэласт ТЕРМО получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, полимерного модификатора и наполнителя, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. Для модифицирования битума применяют атактический и изотактический полипропилены или аналогичные полиолефины. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец, асбагаль) посыпку и полимерную пленку.

Предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений, гидроизоляции фундаментов, мостов, тоннелей и других строительных конструкций с повышенными требованиями надежности.

Техноэласт ДЕКОР

Техноэласт ДЕКОР — это материал рулонный кровельный наплавляемый битумно-полимерный водостойкий. Техноэласт ДЕКОР получают путем двустороннего нанесения на основу (кроссармированный полиэстер) битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, СБС (стирол-бутадиен-стирол) полимерного модификатора и минерального наполнителя (тальк, доломит и др.), с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев: крупнозернистой базальтовой посыпкой с верхней стороны и полимерной пленкой с нижней стороны полотна.

Предназначен для устройства верхнего слоя многослойного кровельного ковра. Может быть применен на кровлях с большой фасадностью благодаря основе из кроссармированного полиэстера. Широкая цветовая гамма верхней базальтовой посыпки: синий, зеленый, красный, коричневый.

Физико-механические характеристики Техноэласт ТЕРМО и Декор приведены в табл. 7.

Таблица 7

Физико-механические характеристики Техноэласт ТЕРМО и Техноэласт ДЕКОР

Показатели	Техноэласт ТЕРМО		Техноэласт ДЕКОР
	К	П	
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м², не менее	2	2	2
Масса, кг/м², не менее	5,1	4,4	5,2
Толщина, мм	4,2	4,0	4,2
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее			
на полиэфире	600/400	600/400	600/400
на стеклоткани	800/900	800/900	—
на стеклохолсте	294	294	—
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—	1
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–15	–15	–25
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–15	–15	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–25	–25	–35

Таблица 7 (окончание)

Показатели	Техноэласт ТЕРМО		Техноэласт ДЕКОР
	К	П	
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	—	Абсолютная	—
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1	1
Теплостойкость, °С, не менее	130	130	100
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Сланец/ пленка	Пленка	Цветной базальт/ пленка

Техноэласт ЭМП 5.5

Техноэласт ЭМП 5.5 — это материал рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный водостойкий и биостойкий. Техноэласт ЭМП 5.5 получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, СБС (стирол-бутадиен-стирол) полимерного модификатора и минерального наполнителя (тальк, доломит и др.). В качестве защитного слоя используют мелкозернистую посыпку и полимерную пленку.

Техноэласт ЭПП

Техноэласт ЭПП — многофункциональный СБС-модифицированный, наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал повышенной надежности, биостойкий. Предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений, гидроизоляции фундаментов и других конструкций с повышенными требованиями надежности во всех климатических районах

Техноэласт изготавливается путем нанесения на стекловолокнистую или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, содержащего битум, термопласт СБС и наполнители. В качестве защитного слоя используется мелкозернистая посыпка и полимерная пленка.

Техноэласт АЛЬФА

Техноэласт АЛЬФА — наплавляемый нижний гидроизоляционный материал, предназначенный для защиты фундамента и перекрытий от проникновения радона во внутренние помещения здания. Радиоактивность — это природный элемент среды, в которой мы живем. Все люди получают облучение от природных радионуклидов, содержащихся в почве, воде, воздухе и продуктах питания. Лишь недавно ученые поняли, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый газ (в 7,5 раза тяжелее воздуха) радон. Радон образуется из урана — природного минерала, который присутствует в камне и почве, таким образом, радон присутствует виртуально везде на земле и в частности над землей. Наибольшая часть природного облучения, которую мы получаем, идет от радиоактивного газа, радона.

Таблица 8

Физико-механические характеристики Техноэласт ЭМП 5.5,3, АЛЬФА и ЭПП

Показатели	Техноэласт ЭМП 5.5	Техноэласт АЛЬФА	Техноэласт ЭПП
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1	1
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	2	2	2
Масса, кг/м^2, не менее	5,5	4,95	4,6
Толщина, мм	4,7÷4,9	4	4
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее			
на полиэфире	600/400	600/400	600/400
на стеклоткани	—	—	800/900
на стеклохолсте	—	—	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	—	–25

Таблица 8 (окончание)

Показатели	Техноэласт ЭМП 5.5	Техноэласт АЛЬФА	Техноэласт ЭПП
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	—	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–30	–35
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Теплостойкость, °С, не менее	100	100	100
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Песок/ пленка	Пленка	Пленка

Техноэласт АЛЬФА состоит из полиэстера сдублированного со специальным газоизоляционным экраном, с обеих сторон которых нанесен битумно-полимерный компаунд. Материал содержит в своем составе антирадоновый экран. На поверхность данного материала наплавляется Техноэласт ЭПП, Техноэласт МОСТ Б.

Техноэласт АЛЬФА получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу, сдублированную с металлической фольгой, битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, полимерного модификатора и наполнителя, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. Для модифицирования битума применяют бутадиен-стирольный термоэластопласт или его модификации. В качестве защитных слоев используют полимерную пленку.

Физико-механические характеристики Техноэласт АЛЬФА, ЭМП 5.5 и ЭПП приведены в табл. 8.

Техноэласт БАРЬЕР

Техноэласт БАРЬЕР (БО) (безосновный) получают путем нанесения на толстую полимерную пленку битумно-полимерного самоклеящегося вяжущего, состоящего из битума, СИС (стирол-изопрен-стирол) полимерного модификатора и специальных адгезионных добавок. Снизу материал защищают силиконизированной антиадгезионной пленкой. Строение: толстая 100 мкм пленка для механической защиты и защиты от агрессивных сред, СИС клеящее вяжущее, защищенное силиконизированной пленкой. Так как у материала отсутствует основа, его растяжение до разрыва может достигать 100 %. Предназначен для устройства гидроизоляции фундаментов мелкого заложения, гидроизоляции внутренних помещений, пароизоляции строительных конструкций. Возможно применять там, где запрещено использовать открытое пламя, возможна укладка на горючие основания, укладка без дополнительного оборудования, укладка в замкнутом, ограниченном пространстве.

Техноэласт БАРЬЕР (БО) МИНИ представляет собой ролик шириной 20 или 25 см и состоит из специальной самоклеящейся смеси битумно-полимерного вяжущего, нанесенного на толстую полимерную пленку. С другой стороны лента покрыта защитной пленкой, которая легко снимается. Материал самоклеящийся, предназначен для гидроизоляции строительных конструкций и защиты труб от коррозии.

Техноэласт БАРЬЕР ЛАЙТ получают нанесением на силиконизированную антиадгезионную пленку битумно-полимерного самоклеящегося вяжущего, состоящего из битума, полимерного модификатора и специальных адгезионных добавок. Сверху материала наносится защитное покрытие в виде нетканого полипропилена (Spunbond).

Предназначен для устройства гидроизоляции внутренних помещений без применения защитной цементно-песчаной стяжки, с непосредственной укладкой керамической плитки на материал; пароизоляции строительных конструкций. Возможно применять там, где запрещено использовать открытое пламя, возможна укладка на горючие основания, укладка без дополнительного оборудования, укладка в замкнутом, ограниченном пространстве.

Физико-механические характеристики Техноэласт БАРЬЕР приведены в табл. 9.

Экофлекс

Экофлекс — рулонный кровельный гидроизоляционный наплавляемый материал. Получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумного вяжущего, состоящего из битума, наполнителя и технологических добавок, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец, асбагаль), мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку.

Таблица 9

Физико-механические характеристики Техноэласт БАРЬЕР

Показатели	Техноэласт БАРЬЕР (БО)	Техноэласт БАРЬЕР (БО) МИНИ	Техноэласт БАРЬЕР ЛАЙТ
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	—	1
Масса, кг/м^2 не менее	1,5	1,5	1,5
Толщина, мм	1,5	1,5	1,5
Условная прочность, МПа, не менее	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее	—	—	—
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	200	200	60
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–25	–25	–25
Температура гибкости на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	–25	–25
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–35	–35	–35
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Теплостойкость, °С, не менее	85	85	85
Прочность сцепления с бетоном или металлом, МПа (кгс/см^2), не менее	0,2 (2,0)	0,2 (2,0)	0,2 (2,0)
Сопротивление раздиру клеевого соединения, кН/м (кгс/см), не менее	—	—	—
Прочность на сдвиг клеевого соединения, кН/м, не менее	—	—	—
Длина × ширина, м	20 × 1	0,2 × 20 0,25 × 20	20 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Пленка/ пленка	Пленка/ пленка	Spunbond/ пленка

Физико-механические характеристики Экофлекс приведены в табл. 10.

Таблица 10

Физико-механические характеристики Экофлекс

Показатели	К	П
Масса, кг/м^2 не менее	4,7	3,7
Толщина, мм	3,8	2,8
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м^2, не менее	1,5	1,5
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее		
на полиэфире	500/350	500/350
на стеклоткани	800/900	800/900
на стеклохолсте	294	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–10	–10
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–15	—
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	—
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Теплостойкость, °С, не менее	130	130
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Гранулят, сланец/ пленка	Пленка

Биполь

Биполь предназначен для устройства кровель с малым уклоном. Состоит из прочной негниющей основы, на которую с двух сторон нанесено высококачественное битумно-полимерное вяжущее. Нижняя сторона Биполь покрывается легкоплавляемой полимерной пленкой, верхняя сторона — пленкой либо крупнозернистой минеральной посыпкой.

Биполь получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумного вяжущего, состоящего из битума, наполнителя и технологических добавок, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных

слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец, асбагаль), мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку.

Физико-механические характеристики Биполь приведены в табл. 11.

Бикроэласт

Модифицированный битумный кровельный и гидроизоляционный материал Бикроэласт для устройства кровель с малым уклоном.

Бикроэласт получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумного вяжущего, состоящего из битума, наполнителя и технологических добавок, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец, асбагаль), мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку.

Физико-механические характеристики Бикроэласт приведены в табл. 12.

Линокром

Линокром предназначен для устройства кровель с малым уклоном. Линокром получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумного вяжущего, состоящего из битума и наполнителя, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец, асбагаль), мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку.

Физико-механические характеристики Линокром приведены в табл. 13.

Бикрост

Бикрост изготавливается путем нанесения на стекловолокнистую или полиэфирную основу или пропитанный битумом кровельный картон битумного вяжущего, содержащего битум и наполнители. В качестве защитного слоя используются крупнозернистая посыпка и полимерная пленка. Предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений.

Физико-механические характеристики Бикрост приведены в табл. 14.

Таблица 11

Физико-механические характеристики Биполь

Показатели	П	К	Тропик П	Тропик К
Масса, кг/м² не менее	3	4	3	4
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м², не менее	1,5	1,5	1,5	1,5
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее				
на полиэфире	343	343	343	343
на стеклоткани	800	800	800	800
на стеклохолсте	294	294	294	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–15	–15	–5	–5
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–25	–25	–15	–15
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1	1	1
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная	Абсолютная
Теплостойкость, °С, не менее	85	85	120	120
Длина × ширина, м	15 × 1	10 × 1	15 × 1	10 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Пленка	Гранулят, сланец/ пленка	Пленка	Гранулят, сланец/ пленка

Таблица 12

Физико-механические характеристики Бикроэласт

Показатели	К	Тропик К	П	Тропик П
Масса, кг/м² не менее	4	4	3	3
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м², не менее	1,5	1,5	1,5	1,5
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	1	—	—
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее				
на полиэфире	343	343	343	343
на стеклоткани	800	800	800	800
на стеклохолсте	294	294	294	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–10	0	–10	0
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–25	–15	–25	–15
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1	1	1
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	Абсолютная	—	—
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	—	—	Абсолютная	Абсолютная
Теплостойкость в течение 2 ч, °С, не менее	85	100	85	100
Длина × ширина, м	10 × 1	10 × 1	15 × 1	15×1
Тип покрытия: верх/низ	Гранулят, сланец/ пленка	Гранулят, сланец/ пленка	Пленка	Пленка

Таблица 13

Физико-механические характеристики Линокром

Показатели	К	П
Масса, кг/м² не менее	5,1	3,85
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м², не менее	1,5	1,5
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—
Разрывная сила при растяжении в продольном/поперечном направлении, Н, не менее		
на полиэфире	343	343
на стеклоткани	800	800
на стеклохолсте	294	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	0	0
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–15	–15
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	—
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	—	Абсолютная
Теплостойкость в течение 2 ч, °С, не менее	80	80
Длина × ширина, м	10 × 1	15 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Гранулят/ пленка	Пленка

Таблица 14

Физико-механические характеристики Бикрост

Показатели	К	П
Масса, кг/м² не менее	4	3
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м², не менее	1,5	1,5
Потеря посыпки, г/образец, не более	1	—

Таблица 14 (окончание)

Показатели	К	П
Разрывная сила при растяжении в продольном/ поперечном направлении, Н, не менее		
на полиэфире	343	343
на стеклоткани	700	700
на стеклохолсте	294	294
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	0	0
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–15	–15
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	Абсолютная	—
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	—	Абсолютная
Теплостойкость в течение 2 ч, °С, не менее	80	80
Длина × ширина, м	10 × 1	15 × 1
Тип покрытия: верх/низ	Гранулят/ пленка	Пленка

Техноэласт МОСТ

Техноэласт МОСТ — материал рулонный гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный. Материал получают путем двустороннего нанесения на полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, АПО (альфаполиолефины — при производстве Техноэласт МОСТ С) и СБС (стирол-бутадиен-стирол — при производстве Техноэласт МОСТ Б) полимерного модификатора и минерального наполнителя (тальк, доломит и др.), с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют мелкозернистую посыпку и (или) полимерные покрытия.

Один из самых надежных материалов, используемых в качестве фундаментной гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений.

В зависимости от области применения Техноэласт МОСТ выпускают двух марок. *Техноэласт МОСТ Б* — для гидроизоляции железобетонной плиты проезжей части мостовых сооружений, гидроизоляции

других строительных конструкций. Имеет фиксированную толщину материала. *Техноэласт МОСТ С* — для устройства защитно-сцепляющего слоя на стальной ортотропной плите пролетных строений мостовых сооружений, а также для гидроизоляции пролетных строений с железобетонной плитой проезжей части, на которых непосредственно на гидроизоляцию укладывают асфальтобетонное покрытие, в том числе из литых смесей с температурой до 230 °С. Техноэласт МОСТ С выдерживает испытание на продавливание до 250 Н, имеет фиксированную толщину материала.

Физико-механические характеристики Техноэласт МОСТ приведены в табл. 15.

Таблица 15

Физико-механические характеристики материала Техноэласт МОСТ

Показатели	Марки материалов Техноэласт МОСТ	
	Б	С
Толщина (± 0,1), мм	5,0	5,2
Масса, кг/м^2, не менее	5,5	5,5
Масса верхнего слоя вяжущего с защитным покрытием, кг/м^2, не более	—	1,0
Разрывная сила при растяжении в продольном направлении, Н/50 мм, не менее	600	1000
Разрывная сила при растяжении в поперечном направлении, Н/50 мм, не менее	600	900
Относительное удлинение при растяжении в момент разрыва в продольном и поперечном направлениях, %, не менее	40	40
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1,0	1,0
Водонепроницаемость при давлении 0,2 МПа, в течение, ч	24	24
Гибкость на брусе R = 10 мм, °С, не выше	–25	–25
Теплостойкость в течение 2 ч, °С, не ниже	100	140
Длина × ширина, мм	8 × 1	
Тип покрытия: верх/низ	Песок/ пленка	

Техноэласт АКУСТИК

Техноэласт АКУСТИК — материал рулонный звукоизоляционный прокладочный (рис. 10, табл. 16). Производится на основе звукоизоляционного геотекстиля, на одну сторону которого нанесен слой битумно-полимерного вяжущего, защищенного полимерной пленкой; применяется для устройства звукоизолирующих прокладок в конструкциях «плавающих» полов или других конструкциях, где требуется изоляция от ударных шумов.

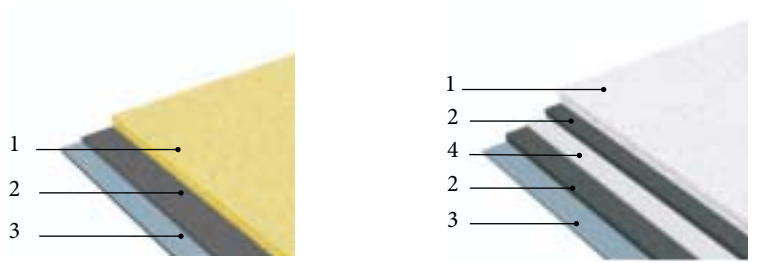
Таблица 16

Физико-механические характеристики Техноэласт АКУСТИК

Показатели	Техноэласт АКУСТИК	Техноэласт АКУСТИК СУПЕР
Масса, кг/м^2 не менее	1,45	3,3
Толщина, мм	2,5	4,8
Разрывная сила при растяжении, Н, не менее (стеклохолст)	170	300
Динамический модуль упругости при нагрузке 2 кПа, МПа, не более	0,20	0,25
Индекс снижения ударного шума, ΔL_n, дБ, не менее	21	26
Температура гибкости на брусе R = 25 мм, °С, не выше	–15	–15
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	–25	–25
Теплостойкость, °С, не менее	85	85
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	2	2
Водонепроницаемость в течение 2 ч при давлении не менее 0,2 МПа	Абсолютная	Абсолютная
Тип покрытия	Верх/пленка	Пленка
Длина × ширина, м	15 × 1	10 × 1

Техноэласт АКУСТИК СУПЕР — материал рулонный звуко- и гидроизоляционный. Производится на стекловолокнистой основе, на обе поверхности которой нанесено битумно-полимерное вяжущее, со слоем звукоизоляционного геотекстиля с одной и полимерной защитной пленкой с другой стороны полотна.

Применяется для устройства звукоизолирующих прокладок и гидроизоляции в конструкциях «плавающих» полов или других конструкциях, где требуется изоляция от ударных шумов и влаги. Для упрощения разогрева материала в местах нахлестов феном горячего воздуха, с нижней и верхней стороны полотна уложена силиконизированная полиэтиленовая полоска, которая удаляется в процессе укладки материала.



а *б*

Рис. 10. Звукоизоляционные материалы:
а — Техноэласт АКУСТИК, *б* — Техноэласт АКУСТИК СУПЕР;
1 — звукоизоляционный слой; *2* — полимерно-битумное вяжущее;
3 — защитная пленка; *4* — армирующая основа

Подкладочные материалы

Огромную роль в устройстве кровли играют подкладочные гидроизоляционные материалы, в основном, битумно-полимерные (рис. 11). Среди них существует множество различий: материалы выпускаются на различных основах (стеклохолст, полиэфир, безосновные) и с различными вариантами крепления (самоклеящиеся, механически закрепляемые).

а *б* *в*

Рис. 11. Подкладочные материалы: *а* — ANDEREP ULTRA; *б* — ANDEREP GL; *в* — ANDEREP PROF; *1* — песок; *2* — битумно-полимерная смесь; *3* — полиэфир; *4* — самоклеящаяся битумно-полимерная смесь; *5* — защитная пленка; *6* — стеклохолст; *7* — полипропилен (Spundond)

Подкладочный материал *ANDEREP ULTRA* — самоклеящийся гидроизоляционный рулонный материал. Производят путем двустороннего нанесения на прочную полиэфирную основу битумно-полимерного самоклеящегося вяжущего, состоящего из битума, полимерного модификатора и специальных адгезионных добавок. Сверху материал защищают мелкозернистым песком, снизу — силиконизированной антиадгезионной пленкой.

Применяется в коттеджном и малоэтажном строительстве, как при реконструкции, так и на вновь возводимых зданиях различного назначения в качестве подкладочного гидроизоляционного ковра в конструкциях скатных крыш под битумную черепицу.

Подкладочный материал *ANDEREP GL* — гидроизоляционный рулонный материал. Имеет прочную основу из стеклохолста, пропитанную высококачественной битумно-полимерной смесью, которая обладает свойством самоуплотнения. Данное свойство смеси обеспечивает герметичность в местах крепления гвоздями. Битумно-полимерная смесь защищена с обеих сторон слоем мелкозернистого песка.

Применяется в коттеджном и малоэтажном строительстве, как при реконструкции, так и на вновь возводимых зданиях различного назначения в качестве подкладочного гидроизоляционного ковра под гибкую черепицу. Укладывается по всей площади кровли за исключением карнизного свеса и ендовы.

ANDEREP PROF — универсальный подкладочный материал, который может применяться как в качестве подкладочного ковра под битумную черепицу, так и в качестве гидроизоляционного слоя в крышах с покрытием из штучных материалов. ANDEREP PROF имеет прочную основу из полиэфира, которая позволяет материалу идеально держаться при помощи кровельных гвоздей. На основу наносится слой битумно-полимерной смеси, обладающей свойством «самозалечивания». Верхний защитный слой материала из полипропилена, что делает его поверхность нескользящей в различных погодных условиях.

Применяется в коттеджном и малоэтажном строительстве, как при реконструкции, так и на вновь возводимых зданиях различного назначения в качестве подкладочного гидроизоляционного ковра в конструкциях скатных крыш под битумную черепицу, композитную черепицу, металлочерепицу, битумные волнистые листы или натуральную черепицу.

1.1.3. Совместимость материалов

При устройстве кровли допустимо совмещать любые кровельные материалы. Легко и непринужденно в одном кровельном ковре совмещаются битумные и битумно-полимерные материалы. Так как старению больше всего подвержены материалы верхнего слоя, то для него выбирают материал с большей долговечностью и большим содержанием полимера.

Не рекомендуется совмещать только битумно-полимерные материалы, модифицированные АПП- и СБС-модификаторами. У них слишком разнятся вязкости расплавов и температуры образования расплава. При наплавлении материалов одного на другой не получится взаимного проникновения битумно-полимерных структур. Впоследствии, в таких кровлях могут возникать расслоения по склейке при температурных деформациях кровельного ковра.

Наиболее часто встречающаяся ошибка при выборе материалов для кровельного ковра — выбор материалов с недостаточными разрывными характеристиками основы. В этих случаях кровля растрескивается при малейших деформациях, возникающих в основании (прогибах сборной стяжки, раскрытии трещин в цементно-песчаной стяжке при охлаждении). Несмотря на то, что основы скрыты от глаз, ошибки в их выборе довольно скоро становятся очевидными как в физическом, так и в финансовом плане.

При укладке двухслойных кровельных ковров идеальную совместимость имеют основы одного и того же типа. Усилие на разрыв материалов с одинаковыми основами практически удваивается.

Кровельные материалы на стеклоосновах (стеклоткань и стеклохолст) обладают сравнительно небольшими удлинениями 3÷4 %, при этом прочность на разрыв зависит только от развеса. Зависимость прикладываемого напряжения от удлинения практически линейна. Разрывные характеристики стеклооснов в составных кровельных коврах с основами стеклоткань и стеклохолст складываются.

Полиэфирная основа имеет наибольшее удлинение до 60 %. Чем больше развес, тем выше разрывная нагрузка. Причем в области малых деформаций до 4 % полиэфир растягивается при незначительных нагрузках.

При совмещении в кровельном ковре стеклотканевой основы и полиэстера, полиэфирная основа практически не влияет на график разрыва кровельного ковра. Фактически это означает, что в таком кровельном ковре все достоинства полиэфирной основы (высокое удлинение до разрыва) сведены на нет. Но полиэфирная основа хорошо пропитывается битумным вяжущим, а разрывных характеристик стеклоткани более чем достаточно. Поэтому такое совмещение делают в кровлях из материалов Биполь и Бикроэласт.

В битумном (на окисленном битуме с гибкостью от 0 до –5 °С) кровельном материале полиэфирная основа не работает, так как ее деформационные способности выше, чем способность битума растягиваться при температурах, близких к 0 °С. Поэтому битумные материалы (Линокром ЭКП, Бикрост ЭКП) необходимо комбинировать с материалом, имеющим основу из стеклоткани.

Совмещение материала с полиэфирной основой с материалом на стеклохолсте приводит лишь к небольшому изменению вида кривой разрыва на начальном участке. На относительное удлинение и разрывные характеристики кровельного ковра материал на стеклохолсте влияния не оказывает. В этом случае поведение кровельного ковра зависит от прочности полиэфирной основы. На новых кровлях только полиэфир высокого развеса, используемый в Техноэласт, может совмещаться с материалом на основе из стеклохолста. При укладке кровельных ковров с материалами, выпущенными на полиэстере, на нижний слой, как правило, выбирают аналогичный материал с полиэфирной основой.

Учет физических характеристик основ очень важен при составлении сметы затрат на кровельные материалы, выбора конструкции кровельного ковра и планирования эксплуатационных расходов. Правильно располагая в кровельном ковре материалы с различными основами, можно снизить затраты без потери качества кровельного ковра и его надежности. Как правило, неправильный подбор основы приводит к разрывам в кровельном ковре в первые месяцы эксплуатации.

Очень распространенной ошибкой является использование материалов на стеклохолстовой основе при устройстве новой кровли. В поперечном направлении усилие на разрыв стеклохолста не превышает 17÷20 кг на 50 мм полосу. У стеклоткани усилие на разрыв вдоль полотна не менее 80 кг на 50 мм полосу, а поперечное усилие на разрыв не менее 120 кг/на 50 мм полосу. Поэтому, чтобы компенсировать усилия, возникающие при охлаждении кровельного ковра и раскрытии трещин в стяжке, необходимо укладывать не менее 5 слоев материала с основой из стеклохолста или комбинировать стеклохолст с другими основами.

Правила подбора материалов для кровельного ковра при устройстве новой кровли

При устройстве новой кровли в 2 слоя недопустимо использовать материалы только на основе из стеклохолста (ХПП+ХКП) или сочетание материала с тонкой полиэфирной основой (в материалах Биполь и Бикроэласт) с материалом на стеклохолсте.

Аналогичные проблемы возникают и в битумных материалах (Бикрост и Линокром), произведенных на полиэфирной основе. В кровле они ведут себя совершенно также, как и аналогичные материалы, произведенные на стеклохолстовой основе. Для того чтобы избежать возникновения разрывов в новой кровле при подборе материалов достаточно руководствоваться одним из 4-х правил:

— хотя бы один из материалов должен быть с основой из стеклоткани;

— оба битумно-полимерных материала (Техноэласт, Техноэласт Термо, Унифлекс, Экофлекс) выполнены на полиэфирной основе;

— материал на стеклохолсте может комбинироваться с материалом на полиэфирной основе, только если материал с полиэфирной основой высокого развеса, например Техноэласт ЭКП;

— для кровель с механическим креплением к основанию можно применять только битумно-полимерные материалы на кроссармированном полиэфире с прочностью на раздир стержнем гвоздя не менее 260 Н или стеклотканевой основе с разрывными нагрузками не ниже 800/900 Н.

1.2. Штучные кровельные материалы

1.2.1. Гибкая черепица Шинглас

Гибкая черепица представляет собой небольшие плоские листы с фигурными вырезками по одному краю (один лист имитирует 3÷5 черепиц).

Также используются другие названия этого материала: мягкая черепица, битумная черепица, шинглс (амер. SHINGLES). История Шингласа насчитывает уже более 100 лет. Авторами принято считать американцев, переселенцев из Европы. В Старом Свете многие из них привыкли к кровлям из мелкоштучного материала — сланцевой плитки, керамической черепицы — и пытались найти им замену. Так родился Шинглас. Для его изготовления брали картон, пропитывали его битумом, а сверху посыпали каменной крошкой. Из-за легкости обработки основы этому материалу можно придавать любые формы, что вкупе с гибкостью обеспечивает воплощение самых причудливых фантазий на тему крыши. С годами производители усовершенствовали производство, используя более долговечные, чем картон, основы, предлагая различные цветовые решения и облегчая разными способами процесс монтажа таких покрытий. Все это, а также сравнительная простота технологии изготовления сделали Шинглас привлекательным и демократичным материалом, занявшим лидирующие позиции во многих странах мира.

В Европе Шингласом покрывается более 50 млн м^2 кровли в год, в США и Канаде — более 2 млрд, что составляет 80 % от всех кровель. В России за последние 10 лет его продажи увеличились с разовых поставок до 5,5 млн м^2 в год.

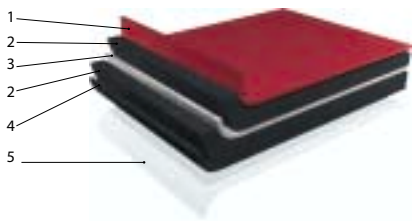


Рис. 12. Структура гибкой черепицы: *1* — верхний слой (базальтовая посыпка); *2* — битум улучшенный; *3* — основа (стеклохолст); *4* — нижний слой (морозостойкая самоклеящая битумно-полимерная масса; *5* — нижний слой (легкосъемная силиконизированная пленка)

Материал является штучным, а с другой стороны, его с полным основанием можно отнести к группе мягких кровель, так как по своей структуре и применяемым компонентам он близок к рулонным материалам.

Структура гибкой черепицы представлена на рис. 12. *Стеклохолст* (плотность 110 г/м^2) является основанием для нанесения битума, выполняет функцию каркаса черепицы, не позволяет гонтам терять заданную в процессе производства геометрическую форму. В процессе производства пропитывается битумом. Битум, обогащенный кислородом (ОК), в сериях Джаз, Классик, Финская черепица. Битум модифицированный СБС в коллекции Ультра.

Минеральная посыпка. Базальтовые керамизированные цветные гранулы, присутствуют во всех коллекциях, за исключением черепицы серого цвета серии Финская Черепица, в которой используется неокрашенный сланец. Преимущества базальтового гранулята в повышенной цветостойкости, так как краситель после нанесения, проходит керамизацию при температуре +800 °С. Основные функции посыпки: защита битума от воздействия ультрафиолета, защита материала от механических повреждений, благодаря использованию гранул различных цветов достигаются оригинальные цветовые решения.

Основные физико-механические характеристики (табл. 17): гибкость на брусе, теплостойкость и потеря посыпки. Как правило, при монтаже не происходит больших изгибов материала, поэтому существует возможность его монтажа до более низких отметок температуры воздуха: Шинглас ОК до 0 °С, Шинглас СБС до –20 °С.

Таблица 17

Физико-механические свойства SHINGLAS

Характеристики	SHINGLAS Classic	SHINGLAS Ultra	SHINGLAS Jazz	Коньково-карнизная черепица	Ендовный ковер
Основа	Стеклохолст	Стеклохолст	Стеклохолст	Стеклохолст	Полиэстер
Тип полимера (модификатора)	—	СБС	—	СБС	СБС
Водонепроницаемость, %	100	100	100	100	100
Вес 1 м^2 готового покрытия, кг	24	24	30	22	40
Метод установки	а	а	а	а	а/б

а — самонаклеивание с механической фиксацией к основанию крыши; *б* — наклеивание с применением мастики (Фиксер) с механической фиксацией к основанию крыши.

Номенклатура и характеристики

Гибкая черепица (рис. 13) производится на оборудовании завода «Шинглас» (Рязань) — предприятии корпорации ТехноНИКОЛЬ и на предприятиях «Гаргжду МИДА» (Литва). Производство гибкой черепицы SHINGLAS сертифицировано по международному стандарту качества ISO 9001:2000 и может гарантировать потребителю высокое качество продукции. Ассортимент выпускаемых материалов насчитывает более 30 видов разнообразных форм и расцветок. В зависимости от формы нарезки гонтов производят 5 серий черепицы (рис. 13).

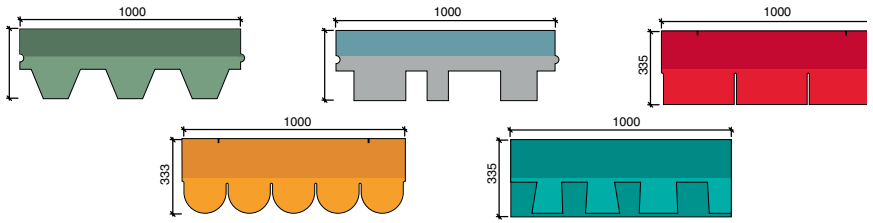


Рис. 13. Форма нарезки гонтов гибкой черепицы Шинглас

Рис. 14. Шинглас серии ДЖАЗ

Шинглас серии ДЖАЗ (ламинированный) — продукт премиум-класса, предназначенный для оригинальных дизайнерских решений. Многослойный Шинглас обладает повышенной прочностью, ветроустойчивостью, долговечностью и придает кровле объемную структуру (рис. 14). Гарантийный срок службы — 30 лет.

Шинглас серии УЛЬТРА (Джайв, Фокстрот, Самба) изготавливается на основе битума с использованием СБС-модификатора, который придает материалу отличные физико-механические свойства, усиливает его морозостойкость и эластичность (рис. 15). Гарантийный срок службы — 25 лет.

Шинглас серии КЛАССИК (Твист, Танго, Кадриль, Фламенко) — стандартный продукт, пользующийся особой популярностью благодаря оптимальному соотношению цены и качества. Изготавливается с использованием высококачественного битумного вяжущего (рис. 16). Гарантийный срок службы — 20 лет.

Шинглас серии ФИНСКАЯ ЧЕРЕПИЦА (рис. 17) идеально подходит для практичных людей, которым, прежде всего, важна экономичность, но при этом они хотят приобрести надежный и современный кровельный материал.

Рис. 15. Шинглас серии УЛЬТРА

Рис. 16. Шинглас серии КЛАССИК

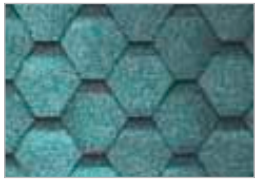


Рис. 17. Шинглас серии ФИНСКАЯ ЧЕРЕПИЦА

Коньково-карнизная черепица выпускается из СБС-битума на основе стеклохолста для большинства коллекций гибкой черепицы Шинглас. Для коллекций Танго, Твист и Трио карнизы и коньки оформляются из рядовой черепицы.

Ендовный ковер. СБС-модифицированный битум с основой из полиэфира. Ендовный ковер служит для герметизации внутренних углов кровли, а также для заделки примыканий к стенам и дымоходам. Производится на полиэстере (основе повышенной прочности), в рулонах.

Ендовный ковер имеет 9 цветовых решений, выбирается исходя из преобладающего цвета в коллекции монтируемой черепицы.

Рулонная черепица ТехноНИКОЛЬ (рис. 18) — это СБС-модифицированный битумный рулонный материал на основе кроссармированного полиэфира с нанесенной на лицевую поверхность специальной посыпкой. Обладает морозостойкими самоклеящимися швами. Угол применения от 5°.

Укладывается на подготовленный сплошной деревянный настил. Крепится механически к основанию, нахлесты полотен склеиваются за счет морозостойкой самоклейки.

Рис. 18. Рулонная черепица

1.2.2. Композитная черепица Luxard

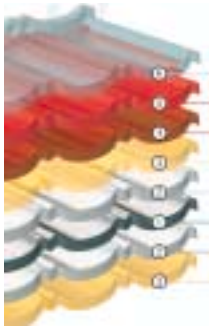


Рис. 19. Композитная черепица Luxard: *1* — стальной лист; *2* — алюмоцинковый слой; *3* — защитное покрытие SPT; *4* — акриловый грунт; 5 — керамические гранулы; *6* — УФ-стойкий защитный лак

Luxard относится к покрытиям премиум-класса по соседству с натуральной цементно-песчаной и глиняной черепицей. Шестиволновая форма панелей имитирует по внешнему виду натуральную черепицу, при этом имеет перед последней ряд преимуществ: она более легкая, более герметичная, не колется при транспортировке и монтаже, более простая в монтаже, требуется меньшее количество доборных элементов.

Luxard представляет собой многослойное кровельное покрытие (рис. 19), выполненное на основе высококачественного стального листа толщиной 0,5 мм, покрытого слоем алюмоцинка — сплава алюминия (55 %), цинка (43,5 %) и кремния (1,5 %). Благодаря своим антикоррозийным свойствам, металл, покрытый алюмоцинком, не подвергается коррозии, и не вступает в реакцию с соединениями, содержащимися в кислотных дождях. Для декоративной отделки внешней стороны используется базальтовая крошка. Полный размер панели 1220 × 405 мм. Полная площадь 0,49 м^2, полезная площадь составляет 0,41 м^2, вес одной панели 3,2 кг. Композитная черепица Luxard отлично подходит для всех типов и форм крыш с уклоном от 12° до 90° и может быть использована во всех климатических зонах России и стран СНГ.

1.3. Мастики

1.3.1. Общие сведения

Мастики — пластичные гидроизоляционные материалы, получаемые при смешивании органических вяжущих с минеральными наполнителями и различными добавками, улучшающими качество мастик.

В зависимости от вида основного исходного компонента (или того же вяжущего) мастики подразделяют на битумные, битумно-резиновые, битумно-полимерные, полимерные. По характеру отверждения мастики подразделяют на отверждающиеся (в том числе вулканизующиеся), которые могут быть одно- и многокомпонентными; неотверждающиеся.

По способу применения мастики подразделяют на горячие — с предварительным подогревом перед применением; холодные — не требующие подогрева (содержащие растворитель и эмульсионные). По назначению мастики подразделяют на кровельные, предназначенные для устройства мастичных и ремонта всех типов кровель; приклеивающие, предназначенные для приклеивания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, а также для устройства защитных слоев кровель; гидроизоляционные, предназначенные для устройства мастичных слоев гидроизоляции; пароизоляционные, предназначенные для устройства мастичных слоев пароизоляции. Для улучшения прочностных характеристик мастичных покрытий их армируют стеклохолстом или стеклосеткой. К преимуществам мастичных покрытий можно отнести отсутствие мест стыков и швов в гидроизоляционном ковре.

В рабочем состоянии мастики представляют собой жидко-вязкую однородную массу, которая после нанесения на поверхность и отверждения превращается в монолитное покрытие. Мастики на основе битумных (битумные, битумно-резиновые, битумно-полимерные) и полимерных вяжущих отличаются от аналогичных рулонных материалов тем, что формируются в покрытие (пленку, мембрану) на поверхности и, в принципе, должны обладать такими же свойствами. Мастики могут применяться как основа для создания самостоятельной гидроизоляционной системы (кровельные и гидроизоляционные) либо как часть системы (приклеивающие). Их можно применять как при новом строительстве, так и для ремонта всех видов покрытий. Современным мастикам может быть придан нужный цвет. Для этого в них добавляют красители, что можно делать как в заводских, так и в построечных условиях перед применением мастики. Потребитель может сам сделать мастику цветной, используя красители с как можно большим содержанием пигмента.

Мастики наносят механизированным (методом воздушного либо безвоздушного распыления) или ручным способом (кистями, валиками). Технологичность нанесения особенно заметна при гидроизоляции с многочисленными примыканиями, узлами и деталями. В этих местах (у шахт, труб, стоек несущих конструкций) толстые рулонные материалы нужно выкраивать по сложным формам, что заметно увеличивает трудоемкость работ и снижает качество. Кроме того, применение цветных мастик позволяет существенно улучшить архитектурную выразительность любой крыши, особенно сложной формы.

Мастики незаменимы при ремонте практически всех видов кровель: мастичных, рулонных, металлических, асбестоцементных, бетонных и т.п. При этом ремонт производится, как правило, без удаления старой кровли, кроме случаев с кровлей из рубероида, имеющей большое количество слоев после многочисленных ремонтов, когда расчистка от старого ковра становится необходимой. Преимущество мастик состоит еще и в том, что изоляционный слой образуется из одного материала за один рабочий цикл при помощи простейшего технологического оснащения.

Определенные марки современных мастик можно наносить на влажную или даже мокрую поверхность. При этом сохраняется высокая адгезия ко всем видам материалов, что позволяет продлить сезон выполнения строительных работ. Наносятся они и на ржавую металлическую поверхность без предварительной механической зачистки.

Особенно целесообразны мастики на совмещенных крышах, так как кровельное покрытие таких крыш в большей мере подвержено воздействию водяных паров, поднимающихся наверх и заставляющих «работать» кровельное покрытие на отрыв. В этом случае кровельная мастика обеспечивает повышенную надежность как за счет сильной адгезии к цементно-песчаному раствору стяжки или бетону кровельной панели, так и за счет паропроницаемости пленки, что исключает вздутие.

Недостаток мастичного покрытия состоит в том, что трудно добиться гарантированной толщины изолирующей пленки, особенно при больших уклонах и неровных поверхностях. Поэтому необходимо либо тщательно готовить поверхность, либо увеличивать расход материала. И то и другое приводит к росту стоимости покрытия. Но в настоящее время разработаны мастики, которые позволяют контролировать качество и толщину покрытия, а также минимизировать расход материала

благодаря применению оригинального метода — нанесению мастики в два слоя. Сначала наносится первый слой одного цвета, а затем второй — контрастного цвета. Причем толщина наносимого покрытия второго слоя должна быть такова, чтобы первый слой не просвечивал.

Однокомпонентная мастика (на растворителях) — это мастика, которая поставляется в готовом для применения виде, и отверждение ее состава происходит при улетучивании растворителя, чему при хранении препятствует герметичная тара. Поэтому срок ее хранения в ненарушенной герметичной заводской упаковке практически не ограничен. Исключение составляют полимерные мастики, например, полиуретановые, отверждение которых происходит под действием паров воды, всегда содержащихся в воздухе. Поэтому при отсутствии растворителя полиуретановая мастика отверждается (полимеризуется) без усадки. Срок хранения такой мастики в герметичной таре 12 месяцев.

Двухкомпонентная мастика — это мастика, которая поставляется в виде двух химически малоактивных составов, которые порознь могут храниться 12 и более месяцев. Практически все двухкомпонентные мастики на полимерной основе. Большой срок хранения двухкомпонентной мастики — существенное преимущество, так как позволяет сделать запас материала к сезону работ. Однокомпонентная полимерная мастика, в зависимости от основы, как правило, обладает намного меньшим сроком хранения. Однако современные качественные составы также не теряют своих свойств в течение 12 месяцев. Одним из основных преимуществ двухкомпонентных мастик является гарантированное время отверждения (вулканизации), которое в этом случае практически не зависит от условий окружающей среды (влажности, температуры), но полностью зависит от состава и соотношения двух компонентов.

Эксплуатационное качество мастичного покрытия в значительной мере зависит от правильного выполнения работ по приготовлению мастики непосредственно на строительной площадке и нанесения ее на основание. Однокомпонентная мастика имеет некоторое преимущество, так как готовый к применению состав сразу наносится на поверхность. При использовании двухкомпонентной мастики необходимо вначале приготовить смесь, а лишь затем нанести ее на поверхность. Это существенно повышает требования к соблюдению технологии работ. С другой стороны, приготовление двухкомпонентной мастики на

строительной площадке позволяет изменить ее свойства в соответствии с реальными требованиями. Для изменения отдельных свойств мастики (вязкость, цвет, твердость и др.) в нее при приготовлении вводятся специальные добавки. При использовании же однокомпонентной мастики для изменения ее свойств, приходится менять марку или тип мастики, что менее удобно.

Кровельные мастики

ТехноНИКОЛЬ выпускает холодные кровельные мастики на основе СБС-модифицированного битума с наполнителем, обладающего повышенным относительным удлинением при разрыве, низкой температурой хрупкости и высокой теплостойкостью: битумно-полимерная мастика Техномаст № 21 (на растворителе), битумно-полимерная эмульсионная мастика № 31, битумно-полимерная мастика горячего применения № 41 (Эврика).

Эти мастики наиболее распространенные из всех, так как сами по себе являются основой для создания гидроизоляционных систем (в то время, как, например, приклеивающие мастики применяются только в сочетании с рулонными материалами). Подобные Техномаст материалы известны как мастики «под кисть», потому что консистенция позволяет наносить их любым способом — кистями, шпателем, наливом, распылением. По вязкости материал напоминает густую масляную краску. Однако после высыхания Техномаст становится прочным резиноподобным материалом с высокими эксплуатационными характеристиками. В первую очередь Техномаст применяется для устройства мастичных кровель.

Гидроизоляционные мастики

Мастика гидроизоляционная (МГТН) № 24 на основе битума, содержащего технологические добавки и минеральные наполнители, предназначена для гидроизоляции фундаментов, свай и трубопроводов. Мастика на растворителе.

Для гидроизоляции также отлично подходят кровельные мастики: мастика Техномаст № 21 (на растворителе), мастика эмульсионная № 31, мастика Эврика № 41 (горячего применения).

В качестве гидроизоляции внутренних помещений может применяться только эмульсионная мастика № 31, поскольку при отверждении (высыхании) мастики выделяются лишь безвредные водяные пары. Эмульсионные мастики нельзя использовать при отрицательных температурах, поскольку при этих условиях начинается разрушение эмульсии.

Приклеивающие мастики

Для приклеивания примыканий гибкой черепицы к ендове, карнизам и фронтонам, а также приклеивания материалов на битумной основе к кирпичным, бетонным, металлическим, деревянным, керамическим и другим поверхностям используется мастика на растворителе битумно-полимерная № 23 (Фиксер). Благодаря низкому содержанию растворителя (менее 25 % по массе) и специально подобранным для модификации битума полимерам, мастика обладает высокой вязкостью и теплостойкостью, что позволяет ей хорошо держаться на вертикальных поверхностях. При высыхании мастики в процессе диффузии растворителя размягчение и сползание посыпки на приклеенном материале отсутствует вследствие низкого содержания растворителя в мастике.

Холодная (на растворителе) битумно-полимерная приклеивающая мастика № 22 (Вишера) применяется для приклеивания рулонных битумных и битумно-полимерных кровельных и гидроизоляционных материалов.

Для приклеивания плит из экструзионного пенополистирола (XPS-плит) к битумным, битумно-полимерным изоляционным материалам, к бетонным, металлическим и деревянным поверхностям используется мастика приклеивающая № 27. Мастика на основе битума, модифицированного наполнителем со специальным растворителем, не разрушающим XPS при нанесении.

Защитные мастики

Защитная алюминиевая мастика № 57 для защиты кровли от нагрева и ускоренного старения под действием УФ-излучения. Во время высыхания мастики, пока растворитель еще не испарился, благодаря наличию в мастике специальных веществ, «чешуйки» алюминиевого пигмента всплывают на поверхность мастики. Образующийся на поверхности мастики защитный слой с повышенной концентрацией алюминиевого пигмента выполняет защитные функции.

Лак битумный № 25 предназначен для антикоррозионной и гидроизоляционной защиты металлических конструкций, деталей техники, дерева, бетонных конструкций и др. Представляет собой раствор нефтяного битума в органических растворителях.

Праймеры (или грунтовки)

Это самые простые материалы группы «мастики», которые содержат низкое количество вяжущего (от 25 % до 45 % по массе). Праймеры применяют в любой отрасли, будь то дорожное строительство, внутренние отделочные работы (окраска стен, приклеивание обоев), электроника, косметология. На бытовом уровне всем нам известно, что на огрунтованную поверхность материал лучше ложится. Кровельные работы также не являются исключением. Праймирование решает задачу качественной надежной приклейки гидроизоляционных материалов к основанию.

Праймер связывает все несвязанные частицы (пыль, песок) на поверхности основания, которые при наплавлении образуют антиадгезионный слой. От момента создания стяжки до наплавления проходит длительное время, в течение которого поверхность загрязняется. Если мы производим наплавление на такое основание, то мы фактически приклеиваем рулонный материал к пыли. Конечно, в дальнейшем мы можем без особых усилий «снять» нашу гидроизоляцию с основания.

Праймирование повышает адгезию материала к основанию. Грунтовка проникает в поры основания на глубину до 3÷4 мм. Поэтому верхняя часть стяжки представляет что-то среднее между наплавляемым материалом и основанием. Праймер заполняет поры основания, образует сплошную гидрофобную пленку. Это препятствует проникновению воды в поверхность стяжки, она становится надежно защищена. Особенно это важно в межсезонье, когда температура меняется с положительной на отрицательную. Вода, попадая в капилляры, может многократно замерзать и оттаивать, постепенно разрушая поверхность стяжки. Кроме того, праймирование дает укрепление, насыщение основания. Праймер, как клей, связывает раствор, повышая прочность.

Праймер улучшает смачиваемость основания при наплавлении (рис. 20). Битумно-полимерный валик легче распространяется по праймированному основанию. Поэтому кровельщик меньше перегревает рулонный материал, снижая вероятность пережога.

а *б*

Рис. 20. Поверхность основания: *а* — не праймированная; *б* — обработанная праймером

Битумный праймер поставляется двух видов: готовый к применению и концентрат. Праймер можно приготовить из строительного битума прямо на площадке. Для этого битум плавят до температуры 160÷180 °С и при перемешивании порционно вводят в емкость с растворителем (бензин, керосин). Процесс этот небезопасный, случаи воспламенения помнят все. Дело в том, что пары растворителя, распространяясь, могут со временем дойти до источника пламени. Кроме того, при испарении происходят потери растворителя, отравление этими парами. Наконец, на такое производство праймера уходит много времени, что очень важно в сезон. Таким способом большинство кровельщиков пользовались еще недавно.

Применение концентрата праймера исключает все перечисленные сложности, потому что он легко разбавляется растворителем без предварительного разогрева. Разбавление производится в соотношении 1:2 по объему. Для разбавления концентрата можно применять любые доступные органические растворители: керосин, бензин, нефрас (уайт-спирит) и т.д. Важно помнить, что конечные свойства праймера будут зависеть от свойств применяемого растворителя. Себестоимость праймера, полученного из концентрата, ниже, чем у праймера, приготовленного из битума прямо на строительной площадке.

Праймер битумный (готовый к применению) не требует предварительного разбавления, он наносится на поверхность прямо из ведра. При этом экономится еще больше времени. Кроме того, у готового праймера всегда стабильны конечные свойства — время высыхания, вязкость, содержание сухого остатка, так как они контролируются при производстве на заводах. У концентрата же свойства во многом зависят от применяемого разбавителя. Расход готового праймера или разбавленного концентрата праймера 0,25÷0,35 л/м^2 (1 л праймера на 3,33 м^2 поверхности).

При температурах ниже 5 °С перед разбавлением концентрат праймера необходимо предварительно выдержать в теплом помещении (21 °С) для более легкого смешивания. Готовый праймер также желательно отогреть в тепле не менее суток. При этом вязкость материала снижается и расход всегда будет в пределах нормы.

Как известно, мостовая гидроизоляция работает в особых условиях. Поэтому данные продукты должны иметь двукратный запас по адгезии. Это можно обеспечить с использованием специальных праймеров с вяжущим битумно-полимерным. Кроме того, при использовании праймера мы получаем дополнительные преимущества. Перед наплавлением рулонных материалов большие площади моста подвергаются длительной дорогостоящей обработке, так называемой пескоструйной очистке. Часть подготовленной поверхности теряется из-за быстрого окисления. Праймирование позволяет этого избежать. Битумно-полимерный праймер за счет специального растворителя высыхает за считанные минуты, образуя пленку, которая надежно защищает поверхность моста от коррозии до наплавления.

1.3.2. Номенклатура и свойства

Мастика кровельная ТЕХНОНИКОЛЬ № 21 (Техномаст) — полностью готовый к применению материал на основе нефтяного битума, модифицированного искусственным каучуком, технологических добавок, минеральных наполнителей и органического растворителя. Применяют для устройства мастичных и ремонта всех видов кровель (в сочетании со стеклотканью, рулонными материалами и без них); гидроизоляционной защиты строительных конструкций; гидроизоляционной и антикоррозионной обработки металлических поверхностей.

Мастика приклеивающая ТЕХНОНИКОЛЬ № 22 (Вишера) применяется для приклеивания рулонных битумных и битумно-полимерных кровельных и гидроизоляционных материалов (без пленки) к бетонным, металлическим, цементно-песчаным и другим поверхностям. Использование «безогневого» метода укладки на мастику позволяет сочетать преимущества кровли из рулонных материалов и монолитной мастичной кровли. Рулонные материалы позволяют получить кровельный ковер с высокими физико-механическими характеристиками, а мастичная кровля образует монолитный бесшовный ковер — гарантированную защиту от возможных протечек. Материал, укладываемый на мастику, невозможно «пережечь», следовательно, гидроизоляционный ковер сохраняет свои физико-механические свойства и толщину.

Мастика для гибкой черепицы ТЕХНОНИКОЛЬ № 23 (Фиксер) используется для проклеивания швов гибких черепиц (Шингласа) и других материалов на битумной основе. Приклеивание материалов на битумной основе к кирпичным, бетонным, металлическим, деревянным, керамическим и другим поверхностям.

Мастика гидроизоляционная ТЕХНОНИКОЛЬ № 24 (МГТН) используется для наружной и внутренней гидроизоляции бетонных, железобетонных, металлических, деревянных и других строительных конструкций; для защиты металлических поверхностей, конструкций и изделий, в том числе труб, кузовов автомобилей.

Мастика для кровельных и гидроизоляционных работ ТЕХНОНИКОЛЬ № 31 применяется для устройства обмазочной гидроизоляции внутренних помещениях (ванных комнатах, полов бассейнов, балконов, подвалов); для устройства мастичных и ремонта всех видов кровель (в сочетании со стеклотканью, рулонными материалами и без них); устройства защитных слоев кровли; гидроизоляционной защиты строительных конструкций (фундаментов, подвалов, свай и других объектов, заглубляемых в землю или контактирующих с влажной средой).

Мастика защитная алюминиевая ТЕХНОНИКОЛЬ № 57 содержит алюминиевый пигмент. Образует светоотражающее покрытие для защиты кровель от ультрафиолетового излучения и теплового старения. Применяют для устройства защитного слоя на новых битумных, битумно-полимерных мастичных кровлях, восстановления защитного слоя на старых битумных, битумно-полимерных мастичных и рулонных кровлях, защиты металлических кровельных покрытий от коррозии.

Физико-механические характеристики мастик № 21, 22, 23, 24, 31, 57 представлены в табл. 18.

Мастику ТЕХНОНИКОЛЬ № 33 получают путем диспергирования битумов в водном растворе эмульгаторов с модификацией латексом, полимерными модификаторами.

Таблица 18

Физико-механические характеристики мастик

Показатели	№ 21 Технонаст	№ 22 Вишера	№ 23 Фиксер	№ 24 МГТН	№31	№ 57 алюминиевая
Температура размягчения, °С, не ниже	—	—	—	80	—	—
Условная вязкость, с, не ниже	—	—	—	10	—	—
Прочность сцепления между слоями, МПа, не менее:						
рулонный материал — бетон	0,3	0,3	0,5	—	—	—
рулонный материал — рулонный материал	0,4	0,3	0,5	—	—	0,2
Прочность на сдвиг клеевого соединения, Н/м, не менее	4	4	4	2	—	—
Условная прочность, МПа, не менее	1	—	75	—	0,5	0,2
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	500	—	—	—	700	200
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	0,4	—	—	0,4	1	2
Прочность сцепления с основанием при температуре (20±5) °С, МПа, не менее:						
с бетоном	0,45	0,6	0,5	0,1	0,45	0,3
со сталью	0,9	0,45	0,8	0,1	—	0,3
Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	50	70	—	65	50÷70	50

Таблица 18 (окончание)

Показатели	№ 21 Технонаст	№ 22 Вишера	№ 23 Фиксер	№ 24 МГТН	№31	№ 57 алюминиевая
Гибкость на брусе радиусом 5,0±0,2 мм, °С	–35	—	—	–5	–15	–150
Теплостойкость, °С, не менее	110	95	—	—	95	100
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	выдерживает	—	—	—	—	—
Водонепроницаемость в течение 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа	—	—	—	выдерживает	—	выдерживает
Водонепроницаемость при давлении 0,1 МПа, в течение ч	—	—	—	—	выдерживает	—

После одновременного напыления двух компонентов — компонента А (жидкий битумно-латексный состав) и компонента Б (жидкий катализатор — раствор гидратированного или кальцинированного хлористого кальция $CaCl_2$ в воде), мастика высыхает и образует резиноподобную однородную пленку черно-серого цвета с высокими механическими характеристиками, стойкую к атмосферным воздействиям.

Физико-механические характеристики мастики № 33

Прочность сцепления с основанием, МПа, не менее:	
с бетоном	0,6
с металлом	0,5
Условная прочность, МПа, не менее	0,7
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	900
Водопоглощение в течение 24 ч, %, не менее	0,4
Теплостойкость в течение 5 ч, °С, не менее	140
Гибкость на брусе радиусом (5,0±0,2) мм при температуре не выше, –25 °С, трещин	нет
Водонепроницаемость в течение 24 ч при давлении 0,1 МПа	выдерживает
Время высыхания до степени 2 при 20 °С, при ручном нанесении, час, не более	4

Массовая доля нелетучих веществ, %,	53÷65
Условная вязкость, с,	10÷28

Битумный лак ТЕХНОНИКОЛЬ № 25 — готовый к применению раствор, приготовленный с использованием битумов определенных марок, различных добавок и органического растворителя. Предназначен для защиты поверхностей металлических конструкций и изделий при непродолжительном их хранении и транспортировке (шесть месяцев в умеренном климате для однослойного покрытия), для грунтовки и окрашивания бетонных и других твердых поверхностей, для приготовления антисептических составов, защищающих древесину, а также для изготовления алюминиевой краски.

Физико-механические характеристики битумного лака ТЕХНОНИКОЛЬ № 25

Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	45÷55
Условная вязкость при температуре 20 °С по вискозиметру типа ВЗ-4, с,	20÷65
Время высыхания слоя до степени 3, ч, не более	
при 20 °С	24
при (100÷110) °С	20
Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	1,0
Твердость пленки по маятниковому прибору М-3, усл. ед., не менее	0,2
Стойкость пленки к статическому воздействию 3 % раствора NaCl при 20 °С, ч, не менее	3,0
Стойкость пленки к статическому воздействию воды при 20 °С, ч, не менее	48

Мастика приклеивающая ТЕХНОНИКОЛЬ № 27 имеет пастообразную консистенцию, которая позволяет надежно закреплять теплоизоляционные плиты на вертикальных поверхностях. Материал полностью готов к применению, прост в использовании. Предназначена для приклеивания плит из экструзионного пенополистирола к битумным, битумно-полимерным изоляционным материалам, а также к бетонным, металлическим, деревянным поверхностям.

Физико-механические характеристики мастики приклеивающей ТЕХНОНИКОЛЬ № 27

Плотность, кг/м^3,	0,1
Прочность сцепления с основанием (бетон или металл), МПа, не менее:	0,1
Прочность на сдвиг клеевого соединения, кН/м, не менее	0,1
Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	75÷80
Теплостойкость, °С,	90

Кровельная мастика горячая ТЕХНОНИКОЛЬ № 41 (Эврика) изготавливается из битума, модифицированного стирол-бутадиен-стиролом (СБС) и минеральными материалами.

На кровле мастику используют для:

— приклеивания битумных и битумно-полимерных рулонных материалов к основанию;

— выравнивания основания (заделки трещин и сколов в основании из цементно-песчаной стяжки, бетонных плит, асфальтовых стяжек; шпатлевки поверхностей с выбоинами);

— выравнивания блюдец и застойных зон глубиной до 5 мм;

— устройства мастичных и ремонт всех видов кровель;

— устройства защитных слоев кровли;

— при установке водосточных воронок;

— в местах примыкания кровельного ковра к кровельным конструкциям.

При гидроизоляции мастику используют для обмазки стальных конструкций и бетонных блоков, колонн, контактирующих с грунтом; мастичной гидроизоляции строительных конструкций и трубопроводов.

Физико-механические характеристики кровельной горячей мастики ТЕХНОНИКОЛЬ № 41

Температура размягчения, °С, не ниже	105
Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм, не более	50
Прочность сцепления между слоями, МПа, не менее	0,15
Прочность на сдвиг клеевого соединения, Н/м, не менее	500
Условная прочность, МПа, не менее	0,1
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	1100
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1
Прочность сцепления:	
с бетоном при температуре (20±5) °С, МПа, не менее	0,2
со сталью при температуре (20±5) °С, МПа, не менее	0,25
с бетоном при температуре (–20±2) °С, МПа, не менее	0,8
со сталью при температуре (–20±2) °С, МПа, не менее	1,0

Мастика битумная кровельная МБК-Г (табл. 19) предназначена для приклеивания рулонных битумных кровельных и гидроизоляционных материалов, для устройства битумных мастичных кровель, армированных стеклосеткой, в качестве обмазочной гидроизоляции, для металлических, бетонных, железобетонных, деревянных и других строительных конструкций, в том числе контактирующих с грунтом. Не применяется для защиты подземных, подводных или иных трубопроводов, в качестве антикоррозийного покрытия и изоляции электрических установок. Характеризуется хорошим сцеплением со склеиваемыми материалами, высокой термоустойчивостью, надежностью и долговечностью при эксплуатации в любых атмосферных условиях.

Таблица 19

Физико-механические характеристики МБК-Г

Показатели	МБК-Г	Евро	Евро-2
Температура размягчения, °С, не ниже	95	90	83
Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм, не более	22	22	22
Прочность на сдвиг клеевого соединения, Н/м, не менее	4000	4000	4000
Прочность сцепления с основанием (бетон, сталь), МПа, не менее	0,1	0,1	0,1

Таблица 20

Физико-механические характеристики битума нефтяного строительного

Показатели	БН 90/10	БНК 90/30
Температура размягчения, °С, не ниже	95÷105	80÷95
Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм, не более	5÷20	25÷35
Температура вспышки, °С, не ниже	240	240

Битум нефтяной строительный (табл. 20) является основой для множества композитных материалов, применяемых при кровельных и дорожных работах. Кроме того, битум строительный используется в качестве составного компонента инженерных систем, например, многослойных кровельных покрытий. Эксплуатационные характеристики битума в немалой степени определяют свойства всей гидроизоляционной конструкции, поскольку именно строительный битум является основополагающим элементом.

Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ № 01 производится из битумов и органических растворителей. При этом для получения раствора используются только те битумы, температура размягчения которых не менее 80 °С. Предназначен для подготовки разного рода поверхностей к укладке материалов при проведении гидроизоляционных и кровельных работ. Он обеспечивает качественное и надежное приклеивание к цементно-песчаным стяжкам, бетонным плитам и любым шероховатым и пористым поверхностям.

Праймер битумно-полимерный ТЕХНОНИКОЛЬ № 03 представляет собой раствор нефтяного битума, полимеров и адгезионных добавок в органических растворителях. Применяют для обработки поверхности стальной ортотропной плиты пролетных строений мостовых сооружений перед укладкой защитно-сцепляющего слоя; для обработки поверхности железобетонной плиты проезжей части пролетных строений мостовых сооружений перед укладкой гидроизоляционного слоя; для обработки других поверхностей строительных конструкций перед укладкой гидроизоляции.

Праймер битумный эмульсионный ТЕХНОНИКОЛЬ № 04 — это готовый к применению материал, являющийся водной эмульсией нефтяного битума, модифицированного технологическими добавками. Не содержит растворителей.

Физико-механические характеристики праймеров представлены в табл. 21.

Таблица 21

Физико-механические характеристики праймеров

Наименование показателя	Праймер		
	№ 04	№ 03	№ 01
Содержание битума с эмульгатором, % по массе	25÷40	25÷30	45÷55
Условная вязкость при (20,0±0,50) °С, с	5÷30	10÷30	15÷40
Время высыхания, мин, не более	60	10	12

Герметик битумно-полимерный ТЕХНОНИКОЛЬ № 42 — это однокомпонентный материал горячего применения, состоящий из нефтяного битума, модифицированного искусственным каучуком, и технологических добавок. Применяют для герметизации деформационных швов и для санации трещин бетонных и асфальтобетонных покрытий аэродромов и автомобильных дорог.

Таблица 22

Физико-механические характеристики БП-Г

Показатели	БП-Г25	БП-Г35	БП-Г50
Температура размягчения, °С, не ниже	90	90	90
Гибкость на стержне диаметром 20 мм, °С, не выше	–25	–35	–50
Относительное удлинение в момент разрыва, %, не менее, при температуре –20 °С	75	75	75
Температура липкости, °С, не ниже	50	50	50
Выносливость, кол-во циклов, не менее	30000	30000	30000
Водопоглощение, %, не более	0,2	0,2	0,2
Сохранение свойств под воздействием УФ-облучения в течение, ч, не более	1000	1000	1000

В зависимости от климатических условий герметик выбирается в соответствии с СНиП 23-01. При температуре воздуха выше –25 °С применяют герметик марок Г25, Г35, Г50, при температурах воздуха от –25 до –35 °С — марок Г35, Г50; при температурах воздуха ниже –35 °С — герметик марки Г50.

Герметик бутилкаучуковый ТЕХНОНИКОЛЬ № 45 предназначен для герметизации наружных поверхностей, швов и стыков строительных конструкций жилых, общественных, производственных зданий и сооружений. Поставляется белого и серого цвета.

Физико-механические характеристики герметика бутилкаучукового ТЕХНОНИКОЛЬ № 45

Плотность рабочего состава, кг/м^3,	800÷1000
Условная прочность в момент разрыва, МПа, не менее	0,2
Адгезионная прочность к бетону МПа, не менее	0,2
Относительное удлинение в момент разрыва, %, не менее	100
Массовая доля сухого остатка, %, не менее	45
Время высыхания до «отлипа», не более, мин,	60
Температура применения, °С	от –20 до +40
Температурный диапазон эксплуатации, °С	от –45 до +45

Вяжущее дорожное полимерно-битумное (ВДПБ) ТЕХНОНИКОЛЬ (табл. 23) состоит из нефтяных дорожных битумов, модифицированных термопластичным синтетическим каучуком, и адгезионной добавки. Обеспечивает более широкий, по сравнению с вязкими дорожными битумами, температурный интервал работоспособности. Увеличивает срок службы дорожных покрытий в 2÷3 раза, тем самым существенно снижая затраты, связанные с их эксплуатацией и текущим ремонтом.

Таблица 23

Физико-механические характеристики ВДПБ

Показатель	ВДПБ 200	ВДПБ 130	ВДПБ 90	ВДПБ 60	ВДПБ 40
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, не менее:					
при 25 °С	200	130	90	60	40
при 0 °С	70	50	40	32	25
Растяжимость, см, не менее:					
при 25 °С	30	30	30	25	15
при 0 °С	25	20	15	11	8
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	49	50	53	56	58
Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	–35	–32	–25	–20	–15
Эластичность, %, не менее					
при 25 °С	85	85	85	80	80
при 0 °С	75	75	75	70	70
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	7	6	5	5	5
Температура вспышки, °С, не ниже	220	220	220	230	230
Сцепление с мрамором и песком	Выдерживает по контрольному образцу № 2				
Однородность	Однородно				

Эмульсия битумная дорожная ТЕХНОНИКОЛЬ (ЭБК) (табл. 24) представляет собой однородную маловязкую жидкость, получаемую путем диспергирования битума в водном растворе эмульгатора. Относится к классу прямых битумных эмульсий. За счет относительно низкой вязкости битумная эмульсия обеспечивает наиболее приемлемые условия для обработки дорожных материалов.

Таблица 24

Физико-механические характеристики ЭБК

Показатель	ЭБК-1	ЭБК-2	ЭБК-3
Содержание вяжущего с эмульгатором, % по массе, в пределах	50÷70	50÷60	55÷60
Условная вязкость при (20,0±0,5) °С, с, в пределах	10÷65	10÷25	15÷25
Устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов:			
плотного зернового состава	Не смешивается	Не смешивается	Смешивается
пористого зернового состава	Не смешивается	Смешивается	Смешивается
Сцепление с минеральными материалами, балл, не менее	5	5	4
Остаток на сите № 014, % по массе, не более	0,25	0,25	0,25
Устойчивость при хранении (остаток на сите с сеткой № 014), % по массе, не более:			
через 7 сут	0,3	0,3	0,3
через 30 сут	0,5	0,5	0,5
Устойчивость при транспортировании	Эмульсии не должны распадаться на воду и вяжущее		
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, не менее:			
при 25 °С	60	90	90
при 0 °С	20	28	28
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	47	43	43
Растяжимость, см, не менее:			
при 25 °С	55	65	65
при 0 °С	3,5	4,0	4,0

1.4. Строительные пленки и мембраны

1.4.1. Полимерные мембраны

Полимерная мембрана — это особый класс материалов, с которым связан принципиально новый подход к устройству кровель и совершенствованию технологий гидроизоляции. Кровля из полимерных мембран характеризуется высокой прочностью, эластичностью, пониженной степенью горючести, повышенной стойкостью к атмосферным и климатическим воздействиям, обладает эластичностью в широком диапазоне температур, стойкостью к УФ-излучению и агрессивным воздействиям окружающей среды. Срок службы таких кровель составляет от 30 лет. Мембраны имеют нулевую водопроницаемость, что делает их предельно устойчивыми к воздействию стоячей воды и льда.

Одна из важных особенностей ПВХ мембран — их способность выводить в атмосферу избыточное давление водяного пара из подкровельного пространства. Таким образом, влага, попавшая в утеплитель при монтаже или накопленная в холодный период, когда точка росы находится внутри утеплителя, выводится через мембрану в теплый период года.

Кровельная ПВХ мембрана, произведенная по технологии TRI-P, состоит из трех слоев. Верхний третий слой — это специальный слой, содержащий высокую концентрацию УФ-абсорберов и антиоксидантов, что создает плотный барьер для проникновения УФ-излучения. Воздействие УФ-излучения способно разрушать полимер и активизировать в нем окислительные процессы. Молекулы ПВХ непрозрачны для УФ-лучей, поэтому разрушение происходит только в верхнем слое, именно его необходимо защищать для сохранения гидроизоляционных свойств мембраны.

Полимерные мембраны армированы по всей поверхности материала. В качестве армировочного материала может выступать полиэстеровая сетка (для кровельных систем с механическим креплением) или стеклохолст (для балластных кровельных систем). Это очень важно, так как именно армирующий слой оказывает решающее значение на показатель прочности. Армирующая сетка обеспечивает 95 % прочности полимерных мембран и 5 % зависит от прочности самих ПВХ

слоев. Прочность определяет способность сопротивляться ветровым нагрузкам, тепловым и механическим воздействиям. Минимальная прочность полимерных мембран ТехноНИКОЛЬ составляет не менее 1100 Н на полосе шириной 5 см по всей площади материала.

При реконструкции старых кровель необходимо учитывать, что ПВХ не совместим с битумосодержащими материалами и продуктами группы полистиролов, поэтому при укладке на старый битумный ковер необходимо предусмотреть разделительный слой из геотекстиля либо стеклохолста. Для гидроизоляции туннелей используется неармированная ПВХ мембрана с желтым сигнальным слоем, не защищенным от УФ-излучения. Толщина материала зависит от глубины его заложения.

Применение кровельных и гидроизоляционных мембран особенно эффективно и экономически оправдано на крупных коммерческих кровлях, когда качество и скорость монтажа являются решающими факторами для заказчика. Для устройства мембранной кровли используются рулоны шириной до 2 м и длиной до 25 м, тем самым сводя количество стыков и швов на кровельном покрытии к минимуму. Хорошие гибкостные показатели и паропроницаемость позволяют вести монтаж круглогодично.

Кровля из полимерной мембраны — одна из наименее пожароопасных кровель. В материале содержатся специальные добавки — антипирены, которые снижают степень горючести материала. Такая кровля по группе горючести может быть отнесена к группе Г1. Таким образом, при укладке ПВХ мембран на гражданских объектах по стяжке либо по утеплителям группы горючести НГ или Г1 в соответствии с приложением 8 СНиП II-26-76 «Кровли» максимальная площадь кровли не ограничивается разделительными противопожарными поясами и не требует дополнительных противопожарных мероприятий.

Вес полимерной мембраны составляет 1,4÷2,0 кг/м^2, в зависимости от толщины материала. Вес рулона составляет около 75 кг. Двое рабочих могут перенести материал в любое место кровли без применения дополнительной техники и механизмов. Так как масса кровельного материала сравнительно небольшая, он не создает дополнительной нагрузки на несущую конструкцию.

Высокая скорость укладки кровельного покрытия из полимерных мембран достигается за счет большой ширины и длины рулонов. Ширина рулона — до 2 м, длина до 25 м. Сварка швов происходит при помощи автоматического и ручного сварочного оборудования.

Безогневой метод укладки и пониженная группа горючести материала позволяет укладывать мембрану на объектах любой степени ответственности, в том числе на атомных электростанциях и на объектах с повышенными требованиями к огнестойкости. Поэтому мембрану можно укладывать на кровлях, где запрещено применение открытого пламени.

Маркировка полимерных мембран включает название мембраны, сведения о типе полимера и об армировании. Типы полимера: V — Vinyl (ПВХ); P — Polyolefine (ТПО). Наличие армирования: RP — Reinforcement Polyester (армирование полиэстровой сеткой); SR — Sine Reinforcement (без армирования); GR — Glassfiber Reinforcement (армирование стеклохолстом).

Полимерные ПВХ мембраны LOGICROOF

Полимерные ПВХ мембраны LOGICROOF (табл. 25) применяются в качестве гидроизоляции кровельных систем, фундаментов и тоннельных сооружений. ПВХ мембраны LOGICROOF укладываются в один слой и свариваются горячим воздухом при помощи автоматического оборудования. Мембраны исключительно устойчивы к климатическим воздействиям. Запрещен прямой контакт со всеми материалами, содержащими битум и растворители, а также с полимерными материалами из пенополистирола и полиуретана.

LOGICROOF V-RP с флисом — ПВХ мембрана, армированная полиэстровой сеткой. Дублирована снизу флисовой подложкой. Содержит край 10 см без флиса для осуществления монтажа мембраны. Область применения: реконструкция старых битумных кровель без демонтажа существующего пирога, для применения в клеевой кровельной системе.

LOGICROOF V-RP ARCTIC — ПВХ мембрана, армированная полиэстеровой сеткой с улучшенной гибкостью. Применяется в холодных регионах в качестве гидроизоляционного слоя в кровлях. Имеет антискользящую поверхность, что обеспечивает дополнительную безопасность, если работы ведутся в сезон сырой погоды и выпадения снега. Кроме того, становится возможным проведение работ на кровлях с уклоном более 10 %.

Таблица 25

Физико-механические характеристики LOGICROOF V-RP и V-SR

Показатель	LOGICROOF V-RP 1,2 мм	LOGICROOF V-RP 1,5 мм	LOGICROOF V-RP ARCTIC 1,2 мм	LOGICROOF V-RP ARCTIC 1,5 мм	LOGICROOF V-SR
Тип полимера	ПВХ	ПВХ	ПВХ	ПВХ	ПВХ
Армирование	Полиэстер	Полиэстер	Полиэстер	Полиэстер	Без армирования
Толщина, мм	1,2	1,5	1,2	1,5	1,5
Прочность при максимальном напряжении, МПа	20	20	20	20	15
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	120	120	125	125	305
Водопоглощение по массе, %, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Гибкость на брусе 5 мм, °С	–45	–45	–55	–55	–45
Сопротивление статическому продавливанию, 250 Н × 24 ч	Выдерживает испытание на водонепроницаемость				
Группа горючести	Г1 (1,2 мм), Г2				Г4

LOGICROOF V-RP — трехслойная полимерная гидроизоляционная мембрана на основе высококачественного пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ) с внутренним армированием полиэстеровой сеткой. Стабилизирована против УФ излучения с использованием системы TRI-P. Содержит антипирены и специальные стабилизаторы. Обладает повышенной эластичностью для облегчения укладки при низкой температуре.

LOGICROOF V-RP ARCTIC — трехслойная полимерная гидроизоляционная мембрана на основе высококачественного пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ) с внутренним армированием полиэстеровой сеткой. Стабилизирована против УФ излучения с использованием системы TRI-P. Содержит антипирены и специальные стабилизаторы. Обладает повышенной эластичностью для облегчения укладки при низкой температуре. Применяется в холодных регионах.

LOGICROOF V-SR — однослойная гидроизоляционная мембрана на основе пластифицированного ПВХ. Стандартный цвет — светло-серый. Неармированная ПВХ мембрана. Применяется для изготовления элементов усиления и сопряжения с различными кровельными конструкциями, такими как трубы, воронки, мачты.

LOGICROOF T-SL (Тоннельная) (табл. 26) — неармированная двухслойная гидроизоляционная ПВХ мембрана. Мембрана содержит тонкий сигнальный верхний слой ярко-желтого цвета, позволяющий быстро обнаружить повреждения гидроизоляционного ковра. Особенности мембраны T-SL: наличие специального сигнального слоя для диагностики повреждений; возможность устройства ремонтнопригодной системы (инъекционной системы); относительное удлинение более 200 %; гибкость на брусе 5 мм при температуре –40 °С. Мембрана предназначена для устройства гидроизоляции зданий и сооружений, в том числе гидроизоляции тоннелей, выполненных открытым или закрытым способом.

ПВХ мембраны ECOPLAST V-RP (табл. 27) армируются полиэстеровой сеткой. Сетка обеспечивает высокую прочность на разрыв, что является важным показателем для систем с механическим креплением. Качественные пластификаторы, применяемые в производстве ECOPLAST V-RP, позволяют сохранять эластичность материала при низких температурах.

ECOPLAST V-RP — трехслойная полимерная мембрана на основе высококачественного пластифицированного поливинилхлорида с внутренним армированием плоской полиэстеровой сеткой. Стабилизирована против УФ-излучения с использованием системы TRI-P.

Таблица 26

Физико-механические характеристики LOGICROOF T-SL

Показатель	LOGICROOF T-SL 1,5 мм	LOGICROOF T-SL 2,0 мм
Тип полимера	ПВХ	ПВХ
Армирование	Без армирования	
Толщина, мм	1,5	2,0
Прочность при максимальном напряжении, МПа	15	15
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	400	400
Водопоглощение по массе, %, не более	0	0
Гибкость на брусе 5 мм, °С	–50	–50
Сопротивление статическому продавливанию, 250 Н × 24 ч	Выдерживает испытание на водонепроницаемость	
Группа горючести	Г3	Г3

Таблица 27

Физико-механические характеристики ECOPLAST

Показатель	ECOPLAST V-RP	ECOPLAST V-RP
Тип полимера	ПВХ	ПВХ
Армирование	Полиэстер	
Толщина, мм	1,2	1,5
Прочность при максимальном напряжении, МПа	19	19
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	115	115
Водопоглощение по массе, %, не более	0,2	0,2
Гибкость на брусе 5 мм, °С	–40	–40
Сопротивление статическому продавливанию, 250 Н × 24 ч	Выдерживает испытание на водонепроницаемость	
Группа горючести	Г1(1, 2), Г2	

Таблица 28

Физико-механические характеристики ECOPLAST V-GR и ECOPLAST V-SR

Показатель	ECOPLAST V-GR	ECOPLAST V-SR
Тип полимера	ПВХ	ПВХ
Армирование	Стеклохолст, фиброволокно	Без армирования
Толщина, мм	1,2÷1,5	1,5
Прочность при максимальном напряжении, МПа	13,3	15
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	244	345
Водопоглощение по массе, %, не более	0,2	0,1
Гибкость на брусе 5 мм, °С	–35	–40
Сопротивление статическому продавливанию, 250 Н × 24 ч	Выдерживает испытание на водонепроницаемость	
Группа горючести	Г4	

1.4.2. Пароизоляция строительных конструкций и ветро-влаго защита

Основы пароизоляции

Пароизоляция применяется в строительстве для защиты ограждающих конструкций. Пароизоляционный слой должен препятствовать конвективному и диффузионному проникновению влаги (насыщенного водяного пара) из помещений в теплоизоляционные материалы и в прочие слои конструкции (утепленные кровли и перекрытия, наружные стены и полы). Это необходимо, поскольку даже при незначительном увлажнении теплопроводность волокнистой теплоизоляции существенно возрастает. Переувлажнение утеплителя не только увеличивает потери тепла, но и является причиной грибкового поражения деревянных и коррозии металлических деталей конструкции.

Как правило, пароизоляция предусматривается для следующих видов конструкций:

— многослойных ограждающих конструкций;
— скатных и плоских крыш;
— перекрытий с применением волокнистых или насыпных утеплителей;
— в помещениях с влажным и мокрым режимами;
— в стенах с утеплением;
— в полах со всеми видами утепления.

Основным правилом пароизоляции конструкции, является увеличение паропроницаемости материалов конструкции, от теплой поверхности к холодной. Поэтому паробарьер располагают на наиболее теплой (обладающей большим содержанием влаги в воздухе) стороне стены, перекрытия или пола (рис. 21).

Photo credit: DuPont™ Tyvek®

Рис. 21. Расположение паробарьеров в конструкциях

Пленка пароизоляционная для скатной кровли, стен и полов, применяется в сочетании с любыми волокнистыми утеплителями, а при устройстве утепленных перекрытий — со всеми видами насыпных и прочих видов утеплителей.

Пароизоляционный слой должен быть непрерывным (сплошным) на всей площади защищаемой от пара конструкции. Паропроницаемость и воздухопроницаемость стыков (нахлестов) полотен материала пароизоляционного слоя, мест примыканий пароизоляционного слоя к различным конструкциям (стенам, парапетам, вентиляционным шахтам и пр.), а также мест кровельных проходок должны быть не более значений, полученных по расчету.

Пароизоляционная пленка должна быть долговечна, экологически безопасна, не вступать в реакцию с химическими веществами и не должна быть подвержена воздействию бактерий.

Материалы пароизоляционного слоя

Материалы для изготовления пароизоляционного слоя довольно разнообразны, в различное время данный слой изготавливали из строительного картона (пергамин), толя (бумага пропитанная дегтем), рубероида или металла. Применяются такие методы защиты от проникновения пара в конструкцию как окраска (пропитка) поверхности лаками или красками. Современные пароизоляционные материалы чаще всего изготавливают из полиэтилена, полипропилена, металла или их различных вариаций и модификаций.

Существуют материалы, где в качестве отражающего слоя и паронепроницаемого барьера применена алюминиевая фольга, а ее прочностные характеристики улучшены за счет дублирования полиэтиленовыми или полипропиленовыми полимерными полотнами, усиленными (армированными) плоской полиэтиленовой сеткой. Также материалы могут различаться по способу производства и способу соединения слоев, например: тканные и нетканые материалы. Слои пароизоляционного материала могут быть соединены посредством склеивания (устаревший способ), термоскрепления или низкотемпературной сварки ультразвуковыми волнами. Низкотемпературная сварка является способом, требующим высокой подготовки, как персонала производителя материала, так и исходных компонентов. Данное требование выполняется не всегда, поэтому среди материалов слои которых скреплены посредством ультразвука, довольно часто происходит расслоение материалов еще до его монтажа в конструкцию, рекомендуется выбирать материалы среди тех которые изготавливаются по проверенной технологии и у производителей заслуживших доверие.

Современное развитие строительной науки и промышленности позволило разделить группу материалов предназначенных для пароизоляции конструкций еще в одном аспекте. Пароизоляционные материалы теперь это уже не просто паро- и воздухонепроницаемый слой, это высокотехнологичные строительные материалы.

Данные материалы можно разделить на: пароизоляционные материалы, парозадерживающие (с частичным паропроницанием) и материалы с переменным показателем сопротивления диффузии (*Sd*). Если существование первого типа материалов понятно, то последующие типы материалов требуют разъяснений.

Часто деревянные конструкции подвергаются прямому воздействию влаги: дождь, туманы. Влага может попасть в конструкцию и вместе с непросушенными строительными материалами (сырыми пиломатериалами). Возможно попадание влаги при проведении работ по реконструкции или в течение срока эксплуатации и.т.п. Данная влага должна быть оперативно удалена из конструкции для сохранения или возврата рабочих характеристик строительной системы.

Парозадерживающие и материалы с переменным показателем сопротивления диффузии позволяют максимально быстро вернуть конструкции свои нормальные эксплуатационные характеристики, они дают возможность конструкции просыхать не только в сторону улицы, но и в сторону помещения.

Данное свойство становится особенно полезно в летний период времени, когда парциальное давление в помещении ниже, чем снаружи сооружения. Во время нормальной эксплуатации, частичная паропроницаемость материалов данного назначения тоже оказывает положительное воздействие на микроклимат внутри помещения и непосредственно на самочувствие человека. Проявление этой стороны характеристик парозадерживающей мембраны, заметно при проблемной вентиляции и при устройстве энергоэффективных решений (имеются в виду потери на кратности вентилирования помещений).

Гидроизоляция и ветрозащита

В процессе эксплуатации здание подвергается целому ряду воздействий, оказывающих влияние на его функционирование, долговечность, а также безопасное и комфортное проживание его обитателей. К ним можно отнести атмосферные осадки, ветер, а также конденсат, скапливающийся в материалах конструкции или образующийся в помещениях в результате жизнедеятельности человека. Конденсат снижает эффективность работы теплоизоляции, приводит к образованию плесени и грибков, постепенно разрушат элементы конструкции.

Одним из основновных преимуществ мембран применяемых в качестве гидроизоляции скатных кровель и ветрозащиты стен, заключается в том, что они надежно защищают от атмосферных осадков, ветра и одновременно позволяют водяному пару свободно выходить сквозь них наружу за пределы конструкции, которая остается сухой и следовательно, долговечной, энергоэффективной. В конструкции кровли мембраны также осуществляют отвод конденсата образующегося в вентилируемом зазоре после выхода насыщенного пара из утеплителя и соответственно защищают утеплитель от увлажнения конденсатом.

Правильно установленные мембраны предотвращают конвективные потери тепла из здания и сохраняют стабильным сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций при значительных ветровых нагрузках.

Сопротивление теплопередаче R ограждающих конструкций может снижаться на 40÷60 % при движении потока воздуха через теплоизоляцию (в зависимости от скорости ветра и типа конструкции), причем изменение толщины утеплителя не решает этой проблемы. Поэтому использование мембран Tyvek® в качестве ветрозащиты стен дает как функциональные, так и экономические преимущества при эксплуатации здания.

Мембраны должны быть использованы как в конструкциях кровель, домов каркасного типа, так и в системах с вентилируемым фасадом.

Также в системах с вентилируемым зазором где возможно возникновение ветровых нагрузок мембраны предохраняют волокнистые утеплители от эмиссии, как волокон самого утеплителя, так и тепла из здания.

Одним из высокоэффективных решений является совместное применение *ветрогидрозащитных мембран* с эффективным волокнистым утеплителем. Применение современного волокнистого утеплителя дает возможность при относительно небольших толщинах слоя утепления, достигать высоких показателей термического сопротивления конструкции. При эксплуатации утеплитель подвергается увлажнению. Наличие влаги в толще утеплителя очень серьезно повышает его теплопроводность. Так 5 % увлажнение, а это показатель так называемой эксплуатационной влажности, повышает теплопроводность на 25÷35 % , что существенно отражается на снижении коэффициента термического сопротивления слоя теплоизоляции. В виду того что волокнистые материалы характеризуются «открытой пористостью», то они так же подвержены конвективному (ветровому) теплопереносу. Вследствие проникновения потоков холодного воздуха на толщу утеплителя, происходит замещение теплого воздуха находящегося в «открытых порах» на более холодный воздух, принесенный ветровым потоком, вследствие чего происходит выхолаживание конструкции. Исследования, направленные на выявление степени влияния ветрового потока скоростью 0,5÷0,9 м/с на термическое

сопротивление утепленной конструкции, выявили снижение показателя термического сопротивления на 15 %.

Эмиссия волокон утеплителя возникает из-за ветровых нагрузок (поверхностная эрозия), постоянных знакопеременных температурных и влажностных и прочих воздействий на слой утепления. Все эти воздействия ухудшают качество работы утеплителя, материал быстрее теряет свои исходные характеристики и приходит в негодность.

Для обеспечения более стабильной и долговечной работы утеплителя (и конструкции в целом) при максимально возможном сохранение его исходных характеристик, в строительных конструкциях применяют ветрогидрозащитные мембраны.

1.5. Мембраны

1.5.1. Диффузионные мембраны

Начиная с середины 80-х годов прошлого века, сначала в Северной Америке, а затем и в Европе, началось активное использование различных мембранных (паропроницаемых) материалов в строительстве. Их появление было вызвано необходимостью решения целого ряда задач по защите строительных конструкций, оптимизации влажностно-теплового баланса и улучшения энергоэффективности.

Диффузионная пленка или ветрогидрозащитная диффузионная мембрана (ВГЗМ): — это строительный материал защищающий конструкцию от аэродинамического и конвективного теплопереноса, осуществляющий сепарацию влаги по агрегатному состоянию при заданном давлении, то есть позволяет эксфильтрацию пара и сопротивляется инфильтрации капельной влаги.

Характеристики качества мембраны

Устойчивость к ультрафиолетовому излучению не менее 4-х месяцев. Данное свойство необходимо мембранам, потому что основным разрушающим действием в процессе эксплуатации является образование в полимере свободных радикалов, которые существенно снижают срок службы мембраны (рис. 22), который должен составляться не менее 50 лет.

Паропроницаемость — так как материал является мембраной, его свойством является выпуск пара из конструкции (эксфильтрация пара), мембрана не должна оказывать большого сопротивления проходящему пару, данный параметр обозначается как *Sd*.

Рис. 22. УФ нестабилизированный материал через несколько лет службы

Коэффициент Sd — это эквивалентная толщина слоя воздуха относительно диффузии водяного пара (толщина неподвижного слоя воздуха, обладающего таким же сопротивлением паропроницанию, что и образец толщиной *d*). Соответственно, чем меньше данный показатель, тем меньшее сопротивление оказывается выходящему пару. Этот показатель влияет еще и на намерзание льда на поверхность мембраны в зимний период времени, на основании проведенных исследований рекомендуется применять мембраны с показателем *Sd* не более 0,03 м. (рис. 23)

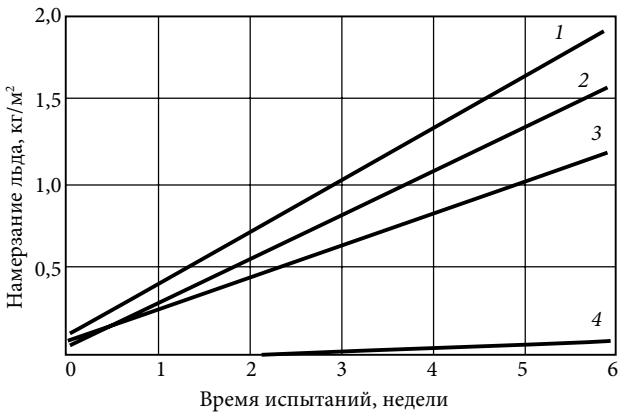


Рис. 23. Результаты испытаний намерзания льда при коэффициентах *Sd: 1* — 2,0; *2* — 0,13; *3* — 0,04; *4* — 0,02 (мембрана Тайвек®)

Влагонепроницаемость. По мембране стекает влага, вышедшая из конструкции в виде пара и сконденсировавшаяся в вентиляционном зазоре и влага попавшая на мембрану от атмосферных воздействий (в соответствии с СНиП «Кровли» — 1 м вод. ст.). Также в качестве временной кровли мембрана может защищать утеплитель и в случае дефектов кровли и протечек.

Термостойкость. В реальных условиях эксплуатации в строительных конструкциях (например, в подкровельном пространстве на поверхности мембраны) зафиксированы относительно высокие температуры, приблизительно 80÷96 °С. Поэтому эксплуатационный температурный диапазон мембраны должен быть от –40 до +100 °С с учетом климатических условий в России.

Прочность. Мембраны располагается поверх утеплителя в вентилируемом пространстве и подвержена ветровым нагрузкам и разрывным нагрузкам в процессе монтажа, этот параметр в соответствии с действующей нормативной документацией не должно быть менее 117,6 Н/5 см.

Толщина функционального слоя — чем толще функциональный слой, тем дольше и качественнее служит мембрана. Не путать с толщиной материала, многие материалы имеют в своем составе большое количество слоев выполняющих различные функции: защитные (функционального слоя), повышающие прочностные характеристики или дополнительно защищающие от УФ воздействия. Функциональный слой (рис. 24) — это слой, который обеспечивает сепарацию влаги по агрегатному состоянию. Лучше всего, когда один слой материала выполняет все функции, возложенные на мембрану. Однородность материала чаще всего определяет его долговечность.

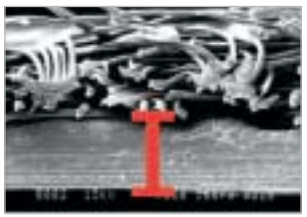


Photo credit: DuPont™ Tyvek®

Рис. 24. Функциональный слой: *а* — пример тонкого функционального слоя; *б* — функциональный слой мембран Tyvek

Описанные показатели являются ключевыми для мембраны, но не окончательными. Существует еще целый ряд показателей, применимых к этому типу материалов, но они не оказывают сильного влияния на цели энергоэффективности и долговечности.

1.5.2. Мембраны Dupont Tyvek®

Tyvek® — состав и принцип работы

Tyvek® — состоит из миллионов мельчайших волокон, которые создают «лабиринт» (рис. 25) через который за счет положения волокон их количества, формы и расстояния между ними, может пройти только газовая фракция, вода за счет поверхностного натяжения не в состоянии пройти через такой лабиринт. Подобная структура материала гарантирует качественное и равномерное распределение добавок по всей толщине материала для защиты от УФ и высоких температур, что обеспечивает долговечность.

Исходным сырьем для производства мембран Tyvek® является полиэтилен высокого давления, низкой плотности (ПЭВД) LDPE, для производства материала Tyvek® используется технология flash-spunbond (флэш спанбонд).

Photo credit: DuPont™ Tyvek®

Рис. 25. Структура Tyvek®

Применение данной технологии позволяет иметь материал, для которого не важно какой из сторон его укладывают к утеплителю, а какой к вентилируемому зазору, материал одинаково отлично работает в любом варианте укладки, но для удобства потребителя на одну из сторон наносится логотип компании, соответственно монтажник должен после монтажа мембраны иметь возможность видеть логотип.

Ассортимент и области применения Tyvek®

Tyvek® Soft. Мембрана разработана для мансардных (утепленных) кровель. Обладает всеми свойствами всеми свойствами высококачественной мембраны, в которой общая толщина равна толщине функционального слоя, но требует бережного обращения при монтаже.

Монтируется по внешней стороне утеплителя без зазора к утеплителю. Применяется в конструкциях скатных кровель и во всех прочих деревянных каркасных конструкциях. Возможно, применять в качестве временной кровли до 4 месяцев. Рекомендуется применять в «теплых кровлях».

Таблица 29

Характеристики мембран Tyvek®

Показатели*	Soft	Solid	House-wrap	Supro / Supro Tape	Solid Silver	Fire Curb Housewrap
Структура материала	Однослойный	Однослойный	Однослойный	Двухслойный	Однослойный	Однослойный
Толщина материала (функционального слоя), мкм	175	220	175	220/420	220	175
Размеры рулона, м	1,5×50 2,8×50	1,5×50 2,8×50 3,00×50	1,5×50 2,8×50 3,00×50	1,5×50	1,5×50	1,5×50
Масса рулона, кг	5 9	7 13 14	4,5 8,5 9	12	6,5	4,5
Плотность, г/м^2	60	82	60	149	150	60
Огнестойкость	Не подлежит обязательной сертификации	Не подлежит обязательной сертификации	Не подлежит обязательной сертификации	—	Не подлежит обязательной сертификации	Г1
Паропроницаемость Sd, м	0,025	0,03	0,02	0,02	0,03	0,014
Паропроницаемость ASTM E-398-83, г/м^2 за 24 ч	1375	1300	1750	1400	1300	1750
Паропроницаемость ГОСТ 25898-83, г/м2 за 24 ч	744	683	994	606	683	994
Сопротивление паропроницанию ГОСТ 25898-83, м^2×ч×Па/мг	0,09	0,10	0,70	0,11	0,10	0,70
Водяной столб EN 20811, м	1,85	2,35	1,55	2,55	2,35	1,55
Относительное удлинение при разрыве (вдоль), EN 12311-1, % не менее	10	10	17	23	13	17

Таблица 29 (окончание)

Показатели*	Soft	Solid	House-wrap	Supro / Supro Tape	Solid Silver	Fire Curb Housewrap
Максимальная разрывная нагрузка, EN 12311-1, Н/50 мм						
— вдоль	165	245	300	340	245	300
— поперек	140	215	310	295	215	310
Прочность на разрыв гвоздем EN 12310-1, Н						
— вдоль	65	90	54	165	90	54
— поперек	65	85	50	170	85	50
Температура применения, °С	От –40 до 100	От –40 до 100	От –40 до 100	От –40 до 100	От –40 до 100	От –40 до 100
Стабильность против УФ-воздействия, мес. не менее	4	4	4	4	4	4

*Все мембраны этих типов обладают стойкостью против ветра и осадков, а так же имеют возможность утилизации

Tyvek® Solid. Мембрана повышенной прочности с антибликовым покрытием (антибликовое покрытие необходимо на кровлях в целях безопасной работы с материалом и повышения удобства в ходе монтажа для рабочих).

Универсальное решение для мансардных кровель и фасадов. Оптимальное сочетание прочности и высокой паропроницаемости. Монтируется по внешней поверхности утеплителя в конструкциях скатных кровель, вентилируемых фасадов и стен каркасных домов. Возможно, применять в качестве временной кровли до 4 месяцев. Данную мембрану можно применять в изоляции холодных чердачных пространствах.

Tyvek® Housewrap. Мембрана с повышенной прочностью и водостойкостью, легкая (63 г/м^2) подходит для использования в качестве защитного слоя деревянного, стального каркаса и железобетонных конструкций.

Мембрана должна применяться на поверхности и монтируется непосредственно на обшивочную фанеру или обшивку из OSB3 или блочную кладку. Данная мембрана в виду своих высоких и хорошо сба-

лансированных свойств получила очень широкую область распространение для выполнения слоя ветрогидрозащиты в конструкции навесных вентилируемых фасадов (НВФ).

Tyvek® Supro (Supro Tape). Сверхпрочная паропроницаемая мембрана на нетканой основе с возможностью укладки на сплошной настил. Supro Tape — обладает нанесенной в заводских условиях специальной влагостойкой, клейкой лентой, что позволяет создавать полностью герметичный ветронепроницаемый барьер на внешней поверхности утеплителя в кровлях и стенах, защищая от атмосферных воздействий.

Монтируется по внешней поверхности утеплителя в конструкциях скатных кровель, вентилируемых фасадов и стен каркасных домов. На этот материал можно укладывать утеплитель в конструкции пола. Может служить в качестве временной кровли до 4-х месяцев.

Таблица 30

Применения материалов Tyvek® в зависимости от конструкции

Варианты применения	Supro Tape	Soft	Solid	House Wrap	FireCurb HouseWrap	Solid Silver
Скатная кровля						
Холодный чердак	*	—	*	—	—	
Утепленная мансарда	*	*	*	—	—	**
Стены						
Деревянный каркас	*	*	*	*	**	**
Металлический каркас	*	*	*	*	*	**
Вентилируемый фасад	—	—	*	*	**	—
Доутепление фасада	*	*	*	*	*	—
Полы	*		*	—	—	*

* рекомендуется
** особо рекомендуется
— не рекомендуется

Tyvek® Solid Silver. Мембрана повышенной плотности с металлизированной поверхностью высокой плотности с металлизированной поверхностью. Энергосберегающая мембрана с отражающим напылением для фасадов и кровли. Снижает нагрев конструкции летом, является практически единственным вариантом решений при использовании мембраны при устройстве промышленных холодильников. Идеально подходит для металлических и битумных скатных кровель.

Применение данной мембраны позволяет сократить перерасход энергии на охлаждение помещений с сохранением всех прочих свойств и характеристик материала (является материалом следующей линейки развития строительных материалов в область энергоэффективности). Монтируется по внешней поверхности утеплителя в конструкциях скатных кровель, вентилируемых фасадов и стен каркасных домов.

Tyvek® FireCurb™ Housewrap. Паропроницаемая мембрана с эффектом самозатухания. Особенностью материала является самостоятельное затухание в случае возгорания от случайного источника. Препятствует распространению пламени, имеет огнезащитное покрытие, не содержащее галогенов. Существенно сокращает образование капель, и выделение дыма.

Материал, предназначенный для защиты утеплителя и конструкций навесных вентилируемых фасадов (НВФ). Свойства этого материала позволяют достичь более высокого уровня безопасности во время и после установки, сократить страховые издержки в процессе эксплуатации.

1.5.3. Пароизоляционные материалы DuPont™ AirGuard®

Слой пароизоляции в конструкциях выполняет очень важную роль. Фактически именно от качества и долговечности этого слоя зависит качество, энергоэффективность и долговечность работы всей конструкции. К основным требованиям предъявляемым к данному слою в первую очередь необходимо отнести герметичность и воздухонепроницаемость. Если проклейка (герметизация, уплотнение) нахлестов на мембране носит чаще всего рекомендательный характер, то герметизация всех нахлестов, примыканий и проходок на слое пароизоляции, является обязательной.

Если пароизоляционный слой смонтирован неверно или выбраны некачественные материалы, это может привести к переувлажнению элементов конструкции и утеплителя (что в свою очередь вызывает промерзание конструкции, разрушение утеплителя и конструкции, возникновение коррозии и биокоррозии всех элементов конструкции). Негерметичность пароизоляционного слоя приводит к большим теплопотерям, что существенно снижает энергоэффективность конструкции. Именно высокие требования по организации данного слоя сто-

ят на первом месте при создании проектов и строений со сниженным энергопотреблением (пассивный дом, дом нулевого цикла).

Выбор материала для исполнения пароизоляционного слоя зависит от нескольких факторов: условий строительства, характеристик объекта строительства, условий эксплуатации.

Основным определяющим фактором выбора является показатель сопротивления диффузии водяного пара *Sd*, а также ряд дополнительных факторов, таких как наличие отражающего слоя, высокая прочность и т.д. Отражающие поверхности при условии наличия не менее чем 20 мм зазора между поверхностью пленки и последующим конструктивным слоем (например: гипсокартон или вагонка) способны отражать обратно в помещение от 85 до 95 % инфракрасного излучения.

Ассортимент пароизоляционных материалов Dupont™ AirGuard™

AirGuard® Reflective — пароизоляционный материал с металлизированным отражающим слоем, имеющий в своем составе упрочняющую полипропиленовую подложку (ПП) и армированную полимерную сетку (ПЭ). Обладает 100 % воздухонепронецаемостью. Относится к энергосберегающим материала: использование этого материала увеличивает коэффициент термического сопротивления R на 0,652 м^2×°С/Вт, фактически только за счет отражающей поверхности. Материал позволяет снизить теплопотери на 12÷15 % и способен отражать до 95 % инфракрасного излучения.

Характеристики материала

Размер рулона, м	1,5×50
Масса рулона, кг	12
Плотность, г/м^2	149
Сопротивление диффузии водяного пара *Sd*, м	2000
Максимальная разрывная нагрузка, EN 12311-1, Н/50 мм	
— вдоль	440
— поперек	210
Рабочий диапазон температур, °С	от –40 до +80
Прочность на разрыв гвоздем, EN 12310-1	
— вдоль	230
— поперек	250
Толщина	0,43 мм

Областью применения данного материала являются строения, помещения или конструкции, работающие с постоянно высоким показателем влажности (бассейны, душевые, ванные комнаты, помещения кухни и санузлов). Данный материал в виду высоких отражающих свойств может быть применен в качестве отражающего слоя в конструкции теплых полов (при условии соблюдения температурного ограничения). Материал может располагаться в любом пространственном положении.

Материал имеет очень высокий показатель *Sd* и для того чтобы не замыкать накопившуюся в конструкции влагу, следует устанавливать его только после полного высыхания строительных материалов располагаемых в конструкции.

Чем выше значение *Sd* воздухо-пароизолирующего слоя, тем выше защита теплоизоляционного слоя от теплой и влажной среды внутренних помещений. Однако более высокое значение *Sd* также означает меньшую способность к испарению влаги. В ходе строительства (и различных его процессов), брак или иные причины могут привести к накоплению влаги в конструкции и к проблемам по ее удалению. Это в свою очередь может привести к появлению конденсата, наледи, разрастанию плесени, повреждающих здание и представляющих угрозу здоровью и самочувствию его обитателей.

Пароизоляция со значением *Sd* более 20 м (например, полиэтиленовые листы) чрезвычайно требовательны к качеству монтажа, не прощает мелких дефектов, а пароизолирующие характеристики такого плана материалов препятствуют испарению влаги во внутренние помещения. Поэтому в помещениях с нормальным уровнем влажности и при использовании снаружи мембраны, для внутренних помещений рекомендуют выбирать пароизолирующие слои с более низким показателем *Sd*.

AirGuard® Sd 5. Материал на основе 100 % полиолефина и полипропилена (PP). Полимерная пленка, дублированная для придания материалу высоких прочностных характеристик, термоскрепленным геотекстилем.

Характеристики материала

Структура: двухслойный	
Размер рулона, м	1,5×50
Масса рулона, кг	9
Плотность, г/м^2	108
Толщина, мм	0,3
Сопротивление диффузии водяного пара *Sd*, м	2÷10

Максимальная разрывная нагрузка, EN 12311-1, Н/50 м	
— вдоль	200
— поперек	170
Прочность на разрыв гвоздем, EN 12310-1, Н	240
Рабочий диапазон температур, °С	от –40 до +80

Универсальная ограниченно проницаемая пароизоляция для всех типов мансардных кровель. Удаляет из помещения избыточные испарения, поддерживает нормальный микроклимат (в комплексе с мембранами Tyvek®). Рекомендована для изоляции домов с непостоянным проживанием, деревянных домов и холодных чердачных помещений. Материал может применяться в любом пространственном положении в помещениях с нормальным и сухим влажностным режимом.

Таблица 31

**Применения материалов DuPont™, AirGuard®
в зависимости от конструкции**

Варианты применения	DuPont™ AirGuard® Sd5	DuPont™ AirGuard® Reflective***
Скатная кровля		
Холодный чердак	*	**
Утепленная мансарда	**	**
Стены		
Деревянный каркас	**	**
Металлический каркас	**	*
Полы	**	*

* рекомендуется
** особо рекомендуется
*** для плоской кровли возможно применение DuPont™ AirGuard® Reflective

1.5.4. Комплектующие материалы

Для качественного выполнения работ по устройству внешнего слоя ветрогидрозащиты и внутреннего пароизоляционного слоя требуется применение ряда дополнительных материалов. В случае исполнения слоя пароизоляции, герметизация всех стыков, нахлестов и проходок является обязательной. В случае монтажа мембраны для создания более энергоэффективной конструкции, герметизация настоятельно рекомендуется.

Линейка дополнительных продуктов, полностью обеспечивающих герметизацию любого из вариантов соединения или оформления прохода конструктивных или прочих элементов, примыкания к любым поверхностям строительным материалов приведена в табл. 32, табл. 33.

Условно можно разделить все дополнительные материалы Dupont™ на две группы: акриловые клейкие ленты и бутилкаучуковые клейкие ленты. *DuPont™ Tyvek® Acrylic Tape* — полиэтиленовый спанбонд с односторонне нанесенным акриловым клеем и антиадгезионной, защитной бумажной лентой. *DuPont™ Tyvek® Butyl Tape* — 100 % бутиловая масса и антиадгезионная, защитная бумажная лента. *DuPont™ Tyvek® Double Sided Acrylic Tape* — акриловая двусторонняя клеящая лента, защитная бумажная лента с армирующей сеткой ПВА. *DuPont™ Tyvek® Metallised Tape* — металлизированный полиэтиленовый спанбонд с односторонне нанесенным акриловым клеем и с антиадгезионной защитной бумажной лентой. *DuPont™ FlexWrap NF* — верхний лист из крепированного материала DuPont™ Tyvek®, бутиловая масса и антиадгезионная, защитная бумажная лента.

Таблица 32

Характеристики комплектующих материалов

Показатели	DuPont™ Tyvek® Acrylic Tape	DuPont™ Tyvek® Bulyt Tape	DuPont™ Tyvek® Double Sided Acrylic Tape	DuPont™ Tyvek® Metallised Tape	Tyvek® UV Façade Tape	DuPont™ Flex Wrap NF
Ширина рулона, мм	75	50 (20)	50	75	75	150
Длина рулона, м	25	30	25	25	20	22,9
Масса рулона, кг	0,7	2,5 (1,0)	0,3	0,7	0,7	4,5

Таблица 33

Применение комплектующих материалов в системах изоляции DuPont

Применение	Акриловая лента Tyvek®	Односторонняя металлизированная лента Tyvek®	Двухсторонняя акриловая лента Tyvek®	Бутиловая Tyvek®	DuPont™ Flex Wrap NF
Кровельные мембраны					
Tyvek® Supro	×	—	×	×	×
Tyvek® Soft	×	—	×	×	×
Tyvek® Solid	×	—	×	×	×
Tyvek® Solid Silver	×	×	×	×	
Стеновые мембраны					
Tyvek® Houstwrap	×	—	×	×	×
Tyvek® FireCurb™ Houstwrap	×	—	×	×	×
Tyvek® Solid	×	—	×	×	×
Tyvek® Solid Silver	—	×	×	×	—
Пароизоляция					
DuPon™ AirGuard® Sd5	×	—	×	×	×
DuPon™ AirGuard® Reflective	—	×	×	×	—
Материалы					
Кладка/бетон/штукатурка (гладкий)	×	×	×	×	×
Кирпич/блок/бетон (неровный)	—	—	—	×	×
Гипсокартон	×	×	×	×	×
Водосточный желоб	—	—	×	×	—

Таблица 33 (окончание)

Применение	Акриловая лента Tyvek®	Односторонняя металлизированная лента Tyvek®	Двухсторонняя акриловая лента Tyvek®	Бутиловая Tyvek®	DuPont™ Flex Wrap NF
Оконная (дверная) рама	×	×	×	×	×
Металлическая поверхность	×	×	×	×	×
Древесина (неровный срез)	—	—	×	×	—
Древесина строганая	×	×	×	×	×
Детали (проходки)					
Проникание трубы (пластик)	×	×	—	—	×
Проникание трубы (металл)	×	×	—	—	×
Проникание кабеля проводки	×	×	—	—	—
Дымовые трубы	—	—	—	×	×
Дымовые трубы (заделка углов)	×	×	—	—	×
Вокруг электрических розеток	×	—	×	×	×
Иное					
Ремонт повреждений	×	×	—	—	—
Места прохода мех. креплений	—	—	—	×	—
Уплотнение перехлестов	×	×	×	—	×

× рекомендуется
— не рекомендуется

Акриловые ленты предпочтительно использовать для герметизации на гладких поверхностях (например, листы между собой). Бутилкаучуковые ленты в виду большей толщины и особенностей материала, имеют возможность самозалечивания повреждений слоя ленты. Ленты надежно герметизируют места прохода механических креплений (герметизация брусков обрешетки в конструкции скатной кровли) и примыкания к шероховатым поверхностям (спил дерева, штукатурные и каменные поверхности).

Для выполнения качественного соединения необходимо перед использование клейких лент DuPont™ убедиться в соответствии условий на месте. Эффективность клея, его способность произвести подходящее соединение, может снизиться из-за низкой температуры (ниже +5 °С), загрязнения склеиваемых поверхностей или при наличии влаги.

В ассортименте дополнительных материалов особо необходимо отметить продукт DuPont™ FlexWrap. Данный материал представляет из себя крепированную широкую ленту с увеличенным коэффициентом растяжения (рис. 26).

Photo credit: DuPont™ Tyvek®

Рис. 26. Применение ленты DuPont™ FlexWrap

Данный материал совершенно незаменим при герметизации различных вариантов оформления проходящих сквозь слои мембраны и пароизоляции элементов. Применение данного материала позволяет качественно уплотнить перехлесты в местах сквозных проемов (окна, двери), изолировать проходы труб и прочих коммуникаций, герметизировать проходящие балки и прочие конструктивные элементы.

1.5.5. Профилированные мембраны

Профилированная мембрана (PLANTER) — это полотно из полиэтилена высокой плотности (HPDE) с отформованными округлыми выступами (шипами). Основная функция мембран PLANTER — защита гидроизоляционного слоя и организация пристенного дренажа. PLANTER обладает высокими прочностными характеристиками, а также стоек к химической агрессии, к воздействию плесени и бактерий, корней растений и УФ-излучению (табл. 34).

Поверхность PLANTER (рис. 27) эффективно распределяет давление грунта по всей площади основания или фундамента сооружения. При этом исключается образование локальных (точечных) нагрузок. Пространство между стеной и полотном PLANTER, образованное выступами, позволяет свободно циркулировать воздуху, улучшая температурно-влажностный режим помещения. PLANTER отличается высокой механической прочностью и стойкостью к воздействию химически агрессивных сред, не подвержен разрушительному воздействию плесени и бактерий, устойчив к прорастанию корней деревьев и к воздействию ультрафиолета. PLANTER может быть уложен как горизонтально, так и вертикально. При необходимости можно сварить полотна между собой по специально предусмотренному плоскому краю.

Таблица 34

Физико-механические характеристики PLANTER

Показатели	PLANTER standard	PLANTER eco	PLANTER geo	PLANTER extra
Вес 1 м², кг	0,5	0,4	0,6	0,8
Прочность на сжатие, кН/м² (т/м²)	500 (50)	280 (28)	550 (55)	650 (65)
Объем воздуха между шипами, л/м²	5,5	5,5	5,5	5,5
Температура применения, °С	От –50 до +70			
Разрывная сила при растяжении, Н, не менее	450	300	455	600
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	26	24	26	28
Водопоглощение, %, не менее	1	1	1	0
Класс пожарной опасности	КМ5 (Г4, В3, РП2)	КМ5 (Г4, В3, РП2)	КМ5 (Г4, В3, РП2)	КМ5 (Г4, В3, РП2)
Размер рулона, м	2 × 20	2 × 20	2 × 15	2 × 20

а

б

Рис. 27. Профилированные мембраны: *а* — PLANTER-eco, standard, extra, *б* — PLANTER-geo

Области применения профилированных мембран PLANTER

Замена бетонной подготовки позволяет избежать затрат времени на изготовление бетонной подготовки; снижает трудоемкость и стоимость работ; создает максимально благоприятные условия для твердения бетона; защищает фундаментную плиту от напора воды снизу.

Защита гидроизоляции фундаментов от механических повреждений при обратной засыпке грунта; от прорастания корней деревьев; от воздействия химической агрессивной среды; от талой и дождевой воды; от осадки грунта; применение PLANTER является альтернативой защите плоским шифером и кирпичной стенке; при долговременном строительстве защищает гидроизоляцию от воздействия УФ лучей.

Гидрозащита и дренаж фундаментов. Мембрана PLANTER geo исполняет роль вертикального пристенного дренажа — фильтрует воду и быстро удаляет ее в дренажную трубу. При этом возможно заменить песок на грунт обратной засыпки (согласно заключению ЦНИИПромзданий). Фильтрующие функции песка возьмет на себя PLANTER geo, водопропускная способность которого составляет 4,6 л/(см^2). Максимальная глубина заложения дренажа зависит от типа грунта и может доходить до 12 м.

Гидрозащита и дренаж эксплуатируемых кровель позволяет воде быстро удалится из «кровельного пирога»; защищают вышележащие слои от разрушения в ходе процесса замораживания и оттаивания; благодаря фильтрующим свойством PLANTER geo не допускает вымывания песка.

Санация влажных стен. С внешней стороны здания PLANTER изолирует подвальную стену от влажного грунта, улучшает температурно-влажностный режим стены. С внутренней стороны PLANTER изолирует подвальное помещение от влажной стены, обеспечивает оптимальный температурно-влажностный режим помещения, обеспечивает удаление скапливающейся влаги со стен во внутренний дренаж.

PLANTER extra применяется для строительства и реконструкции автомобильных дорог и откосов; выполнения работ в сложных грунтово-гидрологических условиях; защиты гидроизоляции на ответственных объектах; замены бетонной подготовки; строительство тоннелей и метрополитенов; в эксплуатируемых плоских кровлях; дренажа при строительстве туннелей закрытого типа; пластового дренажа.

PLANTER standard применяется для защиты гидроизоляции заглубленных частей промышленных и гражданских зданий во время засыпки котлована грунтом обратной засыпки; защиты фундаментной плиты от капиллярной влаги; санации влажных стен; в эксплуатируемых плоских кролях; замены бетонной подготовки.

PLANTER eco применяется для защиты гидроизоляционного слоя фундаментов и фундаментной плиты от капиллярной влаги в коттеджном и малоэтажном строительстве.

1.6. Теплоизоляционные материалы

1.6.1. Эффективность и свойства теплоизоляционных материалов

Одним из наиболее эффективных путей экономии энергии признано сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений. Применение эффективных систем теплоизоляции позволяет сократить потребление энергоресурсов на отопление до 10 раз. Внутри помещений, в зависимости от их функционального или технологического назначения, должны обеспечиваться определяющие микроклимат санитарно-гигиенические условия.

Материал и конструкция ограждения должны подбираться так, чтобы в толще его при эксплуатации не образовывалась влага, ухудшающая теплозащитные и санитарно-гигиенические качества ограждения. Следовательно, ограждения должны иметь:

• достаточные теплозащитные свойства для защиты помещений зимой от холода, летом от перегрева;

• температуры внутренних поверхностей, незначительно отличающиеся от температуры внутреннего воздуха;

• воздухопроницаемость, не превышающую допустимые пределы;

• минимальную влажность материалов.

При этом наружные ограждающие конструкции должны обеспечивать минимальные экономически обоснованные теплопотери, отвечающие требуемой энергетической эффективности здания.

Теплопроводность — свойство материала передавать тепло через свою толщу от одной поверхности к другой, если эти поверхности имеют разную температуру. Теплопроводность обозначается — λ, Вт/(м·К). Различают следующие показатели теплопроводности:

• λ_{10} — теплопроводность материала в сухом состоянии при температуре 10 °С;

• λ_{25} — теплопроводность материала в сухом состоянии при температуре 25 °С;

• $\lambda_{А}$ — теплопроводность материала при температуре 25 °С при условиях эксплуатации зоны А (СНиП «Строительная климатология»);

• $\lambda_{Б}$ — теплопроводность материала при температуре 25 °С при условиях эксплуатации зоны Б (СНиП «Строительная климатология»).

Согласно требованиям Российских нормативных документов для теплотехнического расчета необходимо значение λ_{25}, по европейским стандартам — λ_{10}, $\lambda_{А}$ или $\lambda_{Б}$ принимается к расчету в зависимости от города строительства (по климатической карте).

Понятие «теплоизоляционные материалы» охватывает широкий спектр материалов, предназначенных для защиты строений и конструкций от проникновения тепла или холода. Их характеризуют высокая пористость, плотность, не превышающая 400 кг/м^3, и низкая теплопроводность — не более 0,115 Вт/(м·К).

Теплоизоляционные материалы и изделия подразделяются по следующим признакам: виду исходного сырья, структуре, форме, возгораемости (горючести), содержанию связующего вещества, теплопроводности.

По виду основного исходного сырья материалы и изделия подразделяют на неорганические, органические и теплоизоляционные материалы смешанного состава. Изделия, изготовленные из смеси органического и неорганического сырья, относят к неорганическим, если количество последних в смеси превышает 50 % по массе.

По структуре материалы и изделия подразделяют на волокнистые, ячеистые, зернистые (сыпучие). По форме материалы и изделия подразделяют на рыхлые (вата, перлит и др.), плоские (плиты, маты, войлок и др.), фасонные (цилиндры, полуцилиндры, сегменты и др.), шнуровые.

В зависимости от стойкости к возгоранию теплоизоляционные материалы и изделия подразделяют на несгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

По теплопроводности при 25 °С теплоизоляционные материалы разделяют на классы низкой теплопроводности — до 0,06 Вт/(м·К) и средней теплопроводности — от 0,06 до 0,115 Вт/(м·К).

Эффективный утеплитель — это строительный теплоизоляционный материал, обладающий высоким сопротивлением передачи тепла, плотностью от 10 до 250 кг/м^3 и теплопроводностью от 0,028 до 0,070 Вт/(м·К).

Минеральная (каменная) вата относится к неорганическим теплоизоляционным материалам. По структуре это волокнистый материал. Наиболее высококачественная и долговечная продукция производится из горных пород, и именно такие материалы используются для обеспечения многолетней надежности зданий. *Температура плавления волокон* превышает 1000 °С, что позволяет применять продукцию из минеральной ваты в широких пределах рабочих температур. Теплоизоляция из каменной ваты огнестойка.

Ориентация волокон влияет не только на теплопроводность, но и на прочностные характеристики минераловатных изделий. Прочность на сжатие возрастает с ростом количества вертикально ориентированных волокон. Волокнистая структура также обеспечивает другое важное свойство минеральной ваты — пренебрежимо малую усадку и сохранение геометрических размеров в течение всего периода эксплуатации здания.

Применяют также *плиты двойной плотности,* которые состоят из жесткого верхнего (наружного) и более легкого нижнего (внутреннего) слоев. Благодаря этому плиты обладают уменьшенным весом, удобны при монтаже. Верхний жесткий слой маркируется.

Ламельные плиты. Волокна в ламели расположены перпендикулярно изолируемой поверхности. Возможность утепления криволинейных и «ломаных» поверхностей (эркеры, пилястры).

Минераловатные теплоизоляционные изделия могут применяться в следующих многослойных теплоизоляционных системах:

— в системах наружного утепления «мокрого» типа;

— в качестве теплоизоляционного слоя в навесных вентилируемых фасадах;

— в системах с утеплителем с внутренней стороны ограждающей конструкции;

— в системах с утеплителем внутри ограждающей конструкции (таких как слоистая кладка, трехслойные бетонные или железобетонные панели, трехслойные панели с металлическими обшивками, деревянные каркасные дома);

— для теплоизоляции труб.

Большой срок сохранения эксплуатационных свойств *каменной ваты* в строительных конструкциях обусловлен характеристиками отдельного волокна и работой всего каркаса из хаотично направленных переплетенных между собой волокон (96÷99 %), скрепленных связующим (1÷4 %) теплоизоляционного материала. Использование каменного сырья базальтового типа позволяет добиваться показателя модуля кислотности материала не ниже 1,8, что обеспечивает однородность и упругость волокна, составляющим которого является «стеклофаза», без вторичных кристаллических включений. Применение специальных добавок (гидрофобизаторы, промоутеры адгезии волокон) существенно увеличивают показатели долговечности материала.

Официально признанных методик определения долговечности волокнистых теплоизоляционных материалов нет, но мировой опыт их применения показывает, что срок службы составляет не менее пятидесяти лет при соблюдении рекомендаций, связанных с условиями эксплуатации.

Все теплоизоляционные материалы ТЕХНО обработаны гидрофобизирующими добавками, придающими утеплителю водоотталкивающие свойства. Обладая высокой паропроницаемостью, минеральная вата не задерживает в себе влагу, поступающую из помещения в виде пара, образованного при жизнедеятельности человека, и практически всегда остается в сухом состоянии. Паропроницаемость изделий 0,4÷0,6 мг/(м·ч·Па).

Монтаж минераловатного утеплителя — «сухой» процесс (каменная вата не дает усадочных деформаций), его достоинством является возможность работы при отрицательных температурах. Работа по выполнению изоляции безопасна и не требует специальных навыков при утеплении поверхностей любой сложности.

Общие правила монтажа следующие: при разрезании используйте острый нож; позаботьтесь о достаточной вентиляции помещения; при выполнении работ нельзя допускать намокание утеплителя, не работайте в дождь, применяйте защитные покрытия (гидроветрозащита, полиэтиленовая пленка); при необходимости используйте перчатки и респиратор.

Каменная вата полностью отвечает критериям биологической и химической безопасности. Заводы ТЕХНО оснащены новейшим, полностью автоматизированным оборудованием специализирующихся в этой области европейских фирм (Дания, Словения, Германия). Корпорация ТехноНИКОЛЬ разработала и запатентовала уникальную методику обработки и связывания волокна — *технологию ESBE (ElectroStatic Binding Enhancement)*. Надежная равномерная связка волокон делает материал практически не пылящим, а значит — экологически чистым.

Пенополистирол (пенопласт, EPS) и экструзионный пенополистирол (XPS) имеют мелкоячеистую замкнутую пористость, оптимальную для теплопроводности, низкую паро- и водопроницаемость, высокую стойкость к воде и к неорганическим соединениям. Основной недостаток — горючесть.

Пенополиуретан можно наносить напылением, используется в предизолированных трубах. Материал водонепроницаем. К недостаткам относятся: горючесть — Г2 (особенно если производитель сэкономил на антипиренах), не выдерживает высоких температур и начинает трескаться, потом плавиться при 100÷150 °С.

Пенокаучук — мягкий и упругий материал, легко обходит множественные изгибы труб (обычно это высокотехнологичное оборудование или морозильные установки), относительно долговечный, водонепроницаем. К недостаткам относятся: горючесть — Г2, ограничена температура применения 100÷150 °С, не стоек к действию ультрафиолета. Высокотехнологичный процесс монтажа, требует очистки трубы, обработки клеем и склейки всех стыков материала на трубе.

Пенополиэтилен — мягкий материал, легко обходит множественные изгибы труб, продукт для частного дома или квартиры (вмуровывание труб в стяжку или стену). Водонепроницаем. Недостатки: горючесть — Г2, ограничена температура применения 90 °С, не стоек к действию ультрафиолета, требует очистки трубы, обработки клеем и склейки всех стыков материала на трубе. При перегреве или некачественном монтаже дает усадку (2÷3 см на 1 м).

1.6.2. Номенклатура и характеристики изделий

Строительная теплоизоляция. ТЕХНОЛАЙТ — мягкий утеплитель низкой плотности, используется в ненагружаемых конструкциях в качестве звуко- и теплоизоляции. Рекомендуется для применения в горизонтальных, наклонных и вертикальных конструкциях; ТЕХНОБЛОК используется в системах слоистой и колодезной кладки, системах, в которых утеплитель не воспринимает нагрузки; ТЕХНОФЛОР — жесткие минераловатные плиты высокой плотности, предназначенные для тепло- и звукоизоляции полов по грунту и плавающих полов, ц/п стяжка на утеплитель.

Кровельная теплоизоляция. Плиты ТЕХНОРУФ предназначены для применения в качестве основного теплоизоляционного слоя в покрытиях из железобетона или металлического профилированного настила с кровельным ковром всех типов, в том числе без устройства защитных стяжек. ТЕХНОРУФ Н применяют в качестве нижнего слоя двухслойной изоляции, а ТЕХНОРУФ В — в качестве верхнего слоя двухслойной изоляции.

Фасадная теплоизоляция. Плиты ТЕХНОВЕНТ — теплоизоляция для систем навесных вентилируемых фасадов; плиты ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС Л — теплоизоляция в системах «мокрых» штукатурных фасадов с тонким и толстым штукатурным слоем.

Индустриальная теплоизоляция. Плиты ТЕХНОСЭНДВИЧ К, ТЕХНОСЭНДВИЧ С — теплоизоляционный слой в трехслойных стеновых сэндвич-панелях с металлическими обшивками (С — стеновые, К — кровельные).

Техническая изоляция — это изоляция оборудования и трубопроводов, теплоэнергосбережение, защита от высоких температур, конденсата, звукоизоляция. В качестве основных материалов используются плиты, маты, цилиндры и фасонные изделия, применяющиеся при температурах в диапазоне от –180 до +750 °С.

Существует ряд документов, регламентирующих использование технической изоляции, таких как СНиП 41-03-2003 («Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»); Федеральный закон «О теплоснабжении». Согласно региональным нормам МГСН 6.02-03 (ТСН 41-306-2003 г. Москвы) подлежат изоляции трубопроводы: отопления и горячего водоснабжения (при прокладке в неотапливаемых подвалах, чердаках, в подпольных каналах для обеспечения нормативных тепловых потерь); холодного водоснабжения (при прокладке в отапливаемых помещениях для исключения конденсации водяных паров из окружающего воздуха на их поверхности); кондиционирования (при любых способах прокладки для обеспечения нормативных холодопотерь или при прокладке в отапливаемых помещениях для исключения конденсации водяных паров); трубопроводы систем централизованного теплоснабжения зданий подлежат тепловой изоляции при всех способах прокладки.

Основными потребителями технической изоляции являются ТЭЦ, АЭС, ЖКХ, торговые центры, сектор частного домостроения. Всю техническую изоляция можно разделить на 5 типов.

1.6.3. Общестроительная теплоизоляция

Плиты из каменной ваты

РОКЛАЙТ предназначены для изоляции в горизонтальных, наклонных и вертикальных конструкциях, таких как мансарды, каркасные стены, трехслойные стены, стены с отделкой сайдингом (слоистая кладка), полы и перекрытия, перегородки.

ТЕХНОЛАЙТ предназначены для тепло-, звукоизоляции строительных конструкций жилых зданий и промышленных сооружений, в которых утеплитель не воспринимает внешнюю нагрузку (мансарды, чердачные перекрытия, полы с укладкой утеплителя между лагами; каркасные перегородки), а также в качестве первого (внутреннего) теплоизоляционного слоя в фасадных системах с воздушным зазором при двухслойном исполнении теплоизоляции.

ТЕХНОБЛОК применяют в качестве тепло-, звукоизоляции различных типов слоистых кладок, каркасных стен с различными видами отделки, первого (внутреннего) теплоизоляционного слоя в навесных фасадных системах с воздушным зазором придвухслойной схеме утепления (табл. 35).

ТЕХНОВЕНТ предназначены для применения в промышленном и гражданском строительстве в качестве тепло- и звукоизоляционного слоя вентилируемых фасадных систем.

ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ предназначены для применения в качестве тепловой изоляции в системах наружного утепления стен с защитно-декоративным слоем из тонкослойной штукатурки.

Таблица 35

Физико-технические характеристики РОКЛАЙТ, ТЕХНОЛАЙТ и ТЕХНОБЛОК

Показатели	РОКЛАЙТ	ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА	ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	ТЕХНОБЛОК
Плотность, кг/м^3	30÷40	30÷38	34÷42	40÷50
Сжимаемость, %, не более	30	20	20	10
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	—	0,036	0,036	0,035
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,039	0,038	0,038	0,037
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,040	0,039	0,040	0,039
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,041	0,041	0,041	0,040
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30	0,30
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	2	1,5	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	2,5	2,5	2,5	2,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1000, 1200) × (500, 600) × 50	(1000, 1200) × (500, 600) × (40÷200)	(1000, 1200) × (500, 600) × (40÷200)	(1000, 1200) × (500, 600) × (30÷200)

Таблица 36

Физико-технические характеристики ТЕХНОВЕНТ и ТЕХНОФАС

Показатели	ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ	ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА	ТЕХНОФАС / ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ	ТЕХНОФАС ЭКСТРА
Плотность, кг/м^3	72÷88	81÷99	136÷159 / 131÷135	80÷100
Прочность на отрыв слоев, кПа, не менее	5	6	15	6
Сжимаемость, %, не более	2	2	—	—
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	—	—	45	15
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,033	0,035	0,036	0,037
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,036	0,036	0,038	0,037
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,038	0,038	0,040	0,039
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,039	0,040	0,042	0,041
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30	0,30
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5	1,0	1,0
Содержание органических веществ, %, не более	3	3	4,5	3,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1000, 1200) × (500, 600) × (30÷200)	(1000, 1200) × (500, 600) × (30÷200)	(1000, 1200) × (500, 600) × (40÷150)	(1000, 1200) × (500, 600) × (40÷200)

ТЕХНОФЛОР ГРУНТ. Плиты предназначены для тепловой и звуковой изоляции полов по грунту, плавающих полов, полов с подогревом.

ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ. Плиты предназначены для тепловой и звуковой изоляции плавающих полов при укладке бетона или цементной стяжки непосредственно на теплоизоляцию.

ТЕХНОФЛОР ПРОФ. Плиты предназначены для тепловой и звуковой изоляции полов с повышенными нормативными нагрузками, в том числе плавающих полов, полов с подогревом, полов под стяжку производственных, спортивных помещений и складов (табл. 37).

Таблица 37

Физико-технические характеристики ТЕХНОФЛОР

Показатели	ТЕХНОФЛОР ГРУНТ	ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ	ТЕХНОФЛОР ПРОФ
Плотность, кг/м^3	81÷99	99÷121	155÷185
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,034	0,035	0,038
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,037	0,037	0,040
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,040	0,041	0,044
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,043	0,044	0,047
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	4,5	4,5	4,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1000, 1200) × (500, 600) × (40÷150)	(1000, 1200) × (500, 600) × (30÷50)	(1000, 1200) × (500, 600) × (30÷50)

ТЕХНОСЭНДВИЧ. Плиты ТЕХНОСЭНДВИЧ БЕТОН применяются в качестве теплоизоляционного слоя в трехслойных бетонных и железобетонных стеновых панелях. Плиты ТЕХНОСЭНДВИЧ С применяются в качестве теплоизоляционного слоя в трехслойных стеновых сэндвич-панелях с металлическими обшивками. Плиты ТЕХНОСЭНДВИЧ К используются в качестве теплоизоляционного слоя в трехслойных кровельных сэндвич-панелях с металлическими обшивками (табл. 38).

Таблица 38

Физико-технические характеристики ТЕХНОСЭНДВИЧ

Показатели	ТЕХНОСЭНДВИЧ БЕТОН	ТЕХНОСЭНДВИЧ С	ТЕХНОСЭНДВИЧ К
Плотность, кг/м^3	100	105	140
Прочность на отрыв слоев, кПа, не менее	—	100	100
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	20	—	—
Прочность на сжатие, кПа, не менее	—	60	100
Прочность на сдвиг (срез), кПа, не менее	—	50	75
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,034	0,038	0,040
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,036	0,040	0,042
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5	1,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1200, 2400) × (600, 627, 800, 1200) × (102, 122)		

ТЕХНОРУФ Н. Плиты предназначены для применения в качестве теплоизоляционного слоя в покрытиях из железобетона или металлического профилированного настила с кровельным ковром из рулонных и мастичных материалов. Плиты рекомендуется применять в комбинации с плитами ТЕХНОРУФ В (табл. 39).

Таблица 39

Физико-технические характеристики ТЕХНОРУФ Н

Показатели	ТЕХНОРУФ Н 30	ТЕХНОРУФ Н 35
Плотность, кг/м³	100÷130	105÷135
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	30	35
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,034	0,035
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,038	0,037
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,041	0,040
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,042	0,041
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	4,5	4,5
Горючесть	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1000, 1200) × (500, 600) × (50÷200)	

ТЕХНОРУФ 45. Плиты предназначены для применения в качестве основного теплоизоляционного слоя в покрытиях из железобетона или металлического профилированного настила с кровельным ковром всех типов (табл. 40).

ТЕХНОРУФ В. Плиты предназначены для применения в качестве верхнего теплоизоляционного слоя в покрытиях из железобетона или металлического профилированного настила с кровельным ковром из рулонных и мастичных материалов, в том числе без устройства защитных стяжек. Плиты рекомендуется применять в комбинации с плитами ТЕХНОРУФ Н и/или ТЕХНОРУФ 45.

Таблица 40

Физико-технические характеристики ТЕХНОРУФ 45 и ТЕХНОРУФ В

Показатели	ТЕХНОРУФ 45	ТЕХНОРУФ В 60	ТЕХНОРУФ В 70
Плотность, кг/м³	126÷154	165÷195	175÷205
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	45	60	70
Прочность на отрыв слоев, кПа, не менее	12	15	15
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,036	0,037	0,038
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,038	0,038	0,040
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,041	0,041	0,043
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,042	0,043	0,045
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	4,5	4,5	4,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1000, 1200) × (500, 600) × (50÷110)	(1000, 1200) × (500, 600) × (40÷50)	

ТЕХНОРУФ Н30-КЛИН. Плиты предназначены для создания разуклонки на кровле 1,7 % и 4,2 %, способствующей удалению воды с кровли к точкам водосброса. При двухслойной системе теплоизоляции укладка осуществляется на первый (нижний) слой материала (табл. 41).

Таблица 41

Физико-технические характеристики ТЕХНОРУФ Н30-КЛИН

Показатели	ТЕХНОРУФ Н30-КЛИН (1,7 %)	ТЕХНОРУФ Н30-КЛИН (4,2 %)
Плотность, кг/м³	100÷130	100÷130
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	30	30
Угол уклона, %	1,7	4,2
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,034	0,034
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,038	0,038
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,041	0,041
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,042	0,042
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	4,5	4,5
Горючесть	НГ	НГ
Длина × ширина, мм	1200 × 1200	1200 × 600
Толщина элемента А (min/max), мм	30/50	30/55
Толщина элемента Б (min/max), мм	50/70	55/80
Толщина элемента С (min/max), мм	40/40	50/50
Единичный объем элемента А (min/max), м³	0,0576	0,0306
Единичный объем элемента Б (min/max), м³	0,0864	0,0486
Единичный объем элемента С (min/max), м³	0,0576	0,036

ТЕХНОРУФ В60 ГАЛТЕЛЬ. Тепло-, звукоизоляционные полосы треугольного сечения, нарезанные из плит минеральной ваты. Материал предназначен для обеспечения плавного перехода гидроизоляционного материала от горизонтальной плоскости кровли к вертикальной плоскости парапета (табл. 42).

ТЕХНОРУФ В60 УКЛОН. Плиты с заранее созданным уклоном 3,3 %. Материал предназначен для создания уклона в парапетной зоне, способствующего удалению воды с кровли к точкам водосбора. При двухслойной системе теплоизоляции укладка осуществляется на первый нижний слой материала при общей толщине верхнего слоя 40 мм.

Таблица 42

Физико-технические характеристики ТЕХНОРУФ В60

Показатели	ТЕХНОРУФ В60 ГАЛТЕЛЬ	ТЕХНОРУФ В60 УКЛОН
Плотность, кг/м³	165÷195	165÷195
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	60	60
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,037	0,037
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,038	0,038
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,041	0,041
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,043	0,043
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,3	0,3
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	4,5	4,5
Горючесть	НГ	НГ
Угол уклона, %	—	3,3
Длина × ширина × толщина, мм	1200	1200 × 600 × (40/60)

ТЕХНОАКУСТИК. Особое расположение волокон обеспечивает высокие звукопоглощающие свойства. Плиты рекомендованы для применения в качестве звукопоглотителя в конструкциях каркасно-обшивных перегородок и облицовок, в конструкциях подвесных потолков, а также в перекрытиях при ненагружаемой схеме укладки изоляционного материала.

Физико-технические характеристики звукоизоляционных плит ТЕХНОАКУСТИК

Класс звукопоглощения при общей толщине слоя изоляции 50 мм	212 (НСВ)

Класс звукопоглощения при общей толщине слоя изоляции 100 мм	211 (НСВ)
Класс звукопоглощения при общей толщине слоя изоляции 150 мм	211 (НСВ)
Класс звукопоглощения при общей толщине слоя изоляции 200 мм	111 (НСВ)
Плотность, кг/м	38÷45
Сжимаемость, %, не более	10
Теплопроводность, Вт/(м·К):	
при 10 °С	0,035
при 25 °С	0,037
для зоны эксплуатации А	0,039
для зоны эксплуатации Б	0,040
Паропроницаемость, не менее, мг/(м·ч·Па),	0,3
Влажность по массе, не более, %,	0,5
Водопоглощение по объему, не более, %,	1,5
Содержание органических веществ, не более, %,	2,5
Степень горючести	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1000, 1200) × (500, 6000 × (40÷200)

ТЕПЛОРОЛЛ — звукоизоляционный мат из минеральной ваты на основе горных пород. Материал ТЕПЛОРОЛЛ рекомендован для применения в коттеджном и малоэтажном строительстве в качестве теплозвукоизоляции в горизонтальных, наклонных и вертикальных конструкциях, таких как мансарды, полы и перекрытия.

Физико-технические характеристики ТЕПЛОРОЛЛ

Плотность, кг/м^3,	25÷35
Сжимаемость, %, не более	55
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,036
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,038
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,040
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,041
Влажность по массе, %, не более	2,0
Содержание органических веществ, %, не более	2,0
Длина × ширина × толщина, мм	(1000÷14000) × (500, 600, 1000, 1200) × (40÷200)

ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ — тепло-, звукоизоляционные плиты, предназначенные для устройства теплоизоляции плоских кровель с организацией системы вентилируемых каналов (табл. 43). Плиты рекомендуется применять в комбинации с плитами ТЕХНОРУФ В.

Таблица 43

Физико-технические характеристики ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ

Показатели	ТЕХНОРУФ Н 30 ВЕНТ	ТЕХНОРУФ Н 35 ВЕНТ
Плотность, кг/м^3	100÷130	105÷135
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа, не менее	30	35
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,034	0,035
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,038	0,037
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,039	0,039
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К), не более	0,042	0,041
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,3	0,3
Влажность по массе, %, не более	0,5	0,5
Водопоглощение по объему, %, не более	1,5	1,5
Содержание органических веществ, %, не более	4,5	4,5
Горючесть	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	1200 × 600 × (50÷200)	

Плиты из экструзионного пенополистирола

Экструзионный пенополистирол (XPS-плиты) — теплоизоляционный материал с равномерно распределенными замкнутыми ячейками. Материал не впитывает воду, не набухает и не дает усадки, химически стоек и не подвержен гниению. Высокая прочность позволяет получить ровное и одновременно жесткое основание (табл. 44).

Экструзионный пенополистирол является одним из самых эффективных теплоизоляционных материалов на строительном рынке и широко используется для теплоизоляции фундаментов, крыш, полов, трубопроводов, автомобильных и железных дорог.

Таблица 44

Характеристика материалов марки CARBON PROF

Показатели	ТЕХНОНИКОЛЬ XPS СТО 72746455-3.3.1-2012			
	CARBON PROF 300 RF	CARBON PROF 300	CARBON PROF 400 RF	CARBON PROF 400
Стандартные толщины, мм	50, 60, 80, 100	50, 60, 80, 100	80, 100, 120	80, 100
Плотность исходная, кг/м^3	28÷35		30÷36	
Теплопроводность при (25±5) °С, Вт/(м·К), не более	0,028	0,028	0,028	0,028
Теплопроводность в условиях эксплуатации «А» и «Б», Вт/(м·К), не более	0,032	0,032	0,032	0,032
Водопоглощение по объему, %	0,2	0,2	0,2	0,2
Прочность на сжатие, при 10 % линейной деформации, кПа, не менее	300	300	400	400
Предел прочности при статическом изгибе, кПа, не менее	350	350	400	400
Стандартные размеры, длина, мм	1180, 1200, 2380, 3000, 4000, 4500*			
Стандартные размеры, ширина, мм	580, 600*			
Группа горючести	Г3	Г4	Г3	Г4
Группа воспламеняемости	В2	В2	В2	В2
Группа дымообразующей способности	Д3	Д3	Д3	Д3
Токсичность продуктов горения	Т2	Т2	Т2	Т2
Гладкая кромка	+	+	+	+
L-образная форма	+	+	+	+

Таблица 44 (окончание)

Показатели	ТЕХНОНИКОЛЬ XPS СТО 72746455-3.3.1-2012			
	CARBON PROF 300 RF	CARBON PROF 300	CARBON PROF 400 RF	CARBON PROF 400
Температурный диапазон эксплуатации, °С	от –70 до +75			
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)	0,01	0,01	0,01	0,01
Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	1,42	1,42	1,42	1,42
Модуль упругости, МПа	17	17	17	17

*возможен выпуск продукции иных размеров

Пенополистирольные экструзионные плиты с наноrрафитом впервые в России были разработаны на предприятиях Корпорации ТехноНИКОЛЬ и называются ТЕХНОНИКОЛЬ XPS-CARBON. Введение графита позволило существенно увеличить тепловую эффективность и физико-механические свойства изделий.

Согласно проведенным испытаниям снижение теплоизолирующих свойств со временем для образцов экструзионного пенополистирола, выпущенного с применением нанографита, замечено в незначительной степени. Аналогичные европейские марки материала, выпущенные при помощи вспенивания углекислым газом и без добавления графита, показывают в процессе испытаний снижение теплоизолирующей способности до уровня 0,033÷0,036 Вт/(м·К) при (25±5) °С.

Помимо улучшения теплоизолирующих свойств плиты, применение графита и нанографита позволяет улучшить УФ-стабильность материала (поскольку графит работает как УФ-стабилизатор). Стабильность пенополистирола при воздействии на него повышенных температур особенно важна и актуальна для южный регионов, а также в периоды аномально жаркой погоды при устройстве теплоизоляции плоских кровель.

При использовании графита определенных размеров получаются плиты с минимальными диаметром ячеек и толщиной стенок. Также отмечается резкое увеличение количества прочности ячеек, без изменения плотности пенополистирольных плит. Этим можно объяснить тот факт, что прочностные свойства экструзионного пенополистирола,

а также модуль упругости существенно возрастают по сравнению с экструзионным пенополистиролом, производимым стандартным путем.

Основными характеристиками экструзионного пенополистирола являются прочность на сжатие, теплопроводность, водопоглощение. Основные характеристики представлены в табл. 44.

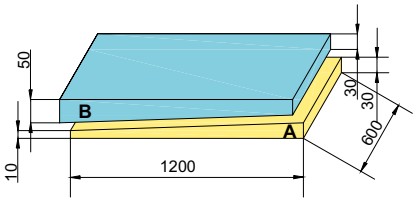
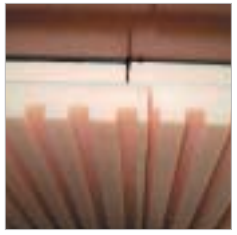


Рис. 28. XPS-плиты CARBON SLOPE

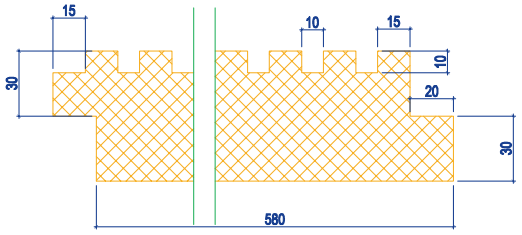
Существуют специализированные марки плит, предназначенные для решения иных проектных задач. Например, клиновидная теплоизоляция для создания уклона на плоской крыше (рис. 28).

Данное решение позволяет отказаться от устройства классических мокрых стяжек, что актуально для холодного времени года, а также гарантировать уклон, и со временем снизить нагрузки на крышу.

Плиты из экструзионного пенополистирола со специальными каналами (рис. 29) используют для осуществления пристенного дренажа при устройстве фундаментов, а также в плоских кровлях для улучшения стока воды и создания микровентиляции.



а



б

Рис. 29. XPS-плиты DRAIN: *а* — общий вид; *б* — схема плиты

Также существуют особо прочные плиты из экструзионного пенополистирола, которые способны выдерживать от 500 до 1000 кПа при 10 %-м распределенном сжатии.

Плиты применяются в общегражданском строительстве при устройстве теплоизоляции нагружаемых фундаментов, эксплуатируемых кровель, нагружаемых полов, теплоизоляции железных и автодорог, взлетно-посадочных полос, аэродромов.

Жесткие плиты из каменной ваты (табл. 45) могут выпускаться кашированными армированной алюминиевой фольгой или стеклохолстом с одной стороны.

Таблица 45

Физико-технические характеристики

Показатель	Плиты ТЕХНОНИКОЛЬ, марка по плотности					
	40	60	80	100	120	150
Плотность, кг/м³	40	60	80	100	120	150
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более						
при 10 °С	0,034	0,033	0,033	0,033	0,034	0,035
при 25 °С	0,036	0,035	0,035	0,035	0,036	0,037
при 125 °С	0,055	0,053	0,051	0,050	0,050	0,051
Температура применения, °С	от –180 до +450	от –180 до +550	от –180 до +570	от –180 до +700	от –180 до +700	от –180 до +750
Водопоглощение, %, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Группа горючести	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ

Плиты относятся к негорючим материалам и принадлежат к группе КМ1(НГ), фольгированные плиты по причине использования фольги как каширующего слоя относятся к группе горючести КМ1 (Г1). Существенным отличием плиты от общестроительной изоляции является широкий температурный диапазон работы плиты и высокотемпературное волокно. Плита работает в широком диапазоне температур изолируемой поверхности, в зависимости от марки плиты от –180 °С до +750 °С, в то время как обычная строительная изоляция рассчитана на диапазон температур от –60 °С до +80 °С. Тепло- и шумоизоляция внутренних поверхностей венткамер и вентканалов осуществляется плитами плотностью 40 кг/м³. Плиты плотностью 60 кг/м³ применяют в качестве ненагружаемой теплоизоляции горизонтальных и криволи-

нейных (цилиндрических, конусных и т.п.) поверхностей резервуаров, оборудования, воздуховодов с температурами до +450 °С.

Теплоизоляция стенок вертикальных резервуаров, горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей оборудования осуществляется плитами плотностью 80 кг/м^3. Для теплоизоляции крыш вертикальных резервуаров, технологического оборудования, теплообменников, газоходов прямоугольного сечения используют плиты плотностью 100 кг/м^3. Плиты плотностью 150 оптимальны для теплоизоляции энергетического и промышленного оборудования с высокими температурами до +750 °С.

Мат ТЕХНОНИКОЛЬ 40 — мат из каменной ваты непрошивной изготавливается из гидрофобизированной каменной ваты на основе горных пород базальтовой группы. Может выпускаться кашированным армированной алюминиевой фольгой с одной стороны. Существенным отличием мата от общестроительной изоляции является широкий температурный диапазон работы и применение высокотемпературного волокна. Мат работает в широком диапазоне температур изолируемой поверхности, в зависимости от способа монтажа от –180 до +570 °С, в то время как обычная строительная изоляция рассчитана на диапазон температур от –60 до +80 °С.

Физико-технические характеристики мата ТЕХНОНИКОЛЬ

Плотность, кг/м^3	40
Сжимаемость, %, не более	50
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более	
при 10 °С	0,034
при 25 °С, Вт/(м·К)	0,036
при 125 °С, Вт/(м·К)	0,060
Длина × ширина × толщина, мм,	(2500÷5000) × 1200 × (40÷100)

Мат прошивной ТехноНИКОЛЬ. Особенность мата в том, что он прошивается металлической проволокой и покрыт металлической сеткой, благодаря чему мат имеет дополнительный несущий каркас, что увеличивает прочность и формостабильность конечной изоляции. По согласованию с изготовителем сетка может быть применена гальванизированная или оцинкованная. Мат прошивной может использоваться при температурах до +750 °С. При наличии дополнительной фиксации возможно применение и до +1000 °С.

Рис. 28. Мат минераловатный ламельный

Данный материал может выпускаться с обкладкой фольгой. Материал производится двух плотностей — 80 и 100 кг/м^3. Очень важной особенностью материала является, группа горючести — НГ. Мат имеет хорошие показатели по сжимаемости и теплопроводности. Прошивные маты применяются для изоляции трубопроводов и оборудования (в том числе и с рабочей температурой свыше 250 °С), изоляции резервуаров, изоляции паропроводов, теплообменников, газоходов и дымоходов, электрофильтров и др.

Мат ламельный ТехноНИКОЛЬ (кашированный) — это слабогорючий тепло-, звукоизоляционный мат, который формируется из ламелей каменной ваты, приклеенных к усиленной армированной алюминиевой фольге (табл. 46). В результате такого способа изготовления получается прочный и упругий мат, который не деформируется при монтаже на сгибах и углах. Основа мата — негорючие ламели из каменной ваты. Выпускается в двух базовых плотностях 35 и 50 кг/м^3.

Применяется при температуре изолируемых поверхностей до +250 °С со стороны каменной ваты (со стороны фольги максимальная температура применения +80 °С).

Функции: теплоизоляции, пароизоляции. Законченное декоративное покрытие для объектов, расположенных в помещении. (Вне помещения необходимо обустраивать защитный покровный слой.)

Материал относится к группе КМ1 (Г1) (за счет подложки). Благодаря тому, что волокна каменной ваты расположены в основном перпендикулярно изолируемой поверхности, удается сохранить толщину материала при монтаже на сгибах и углах.

Мат прошивной АКСИ выпускается с обкладочным материалом или без него. М1-100 — без обкладки; М2-1 — на металлической сетке с одной стороны; М2-2 — на металлической сетке с двух сторон; М3-1 — на стеклоткани с одной стороны; М3-2 — на стеклоткани с двух сторон; М5 — на бумаге (табл. 47).

Таблица 46

Физико-технические характеристики прошивных и ламельных матов

Показатели	Мат прошивной 80	Мат прошивной 100	Мат ламельный 35	Мат ламельный 50
Плотность, кг/м³	80	100	35	50
Теплопроводность, Вт/(м·К)				
при 10 °С	0,035	0,034	0,039	0,039
при 25 °С	0,038	0,037	0,042	0,042
при 125 °С	0,050	0,049	0,062	0,062
при 300 °С	0,093	0,090	—	—
Сжимаемость, %, не более	50	40	10	10
Упругость, %, не менее	60	70	90	90
Группа горючести	НГ*	НГ*	Г1	Г1
Максимальная температура изолируемой поверхности, °С	750	750	250**	250**
Длина × ширина × толщина, мм	2400 × 1200 × (40÷100)		(2500÷12000) × 1200 × (20÷100)	

* Для продукции без покрытия и с покрытием неармированной алюминиевой фольгой.
** Указана температура со стороны каменной ваты.

Таблица 47

Физико-технические характеристики прошивных матов М-75 и М-100

Показатели	Прошивной мат М-75	Прошивной мат М-100
Плотность, кг/м³	85	85÷110
Упругость, %, не менее	70	75
Сжимаемость, %, не более	55	85÷110
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более		
при 25 °С	0,046	0,036
при 125 °С	—	0,050
при 300 °С	—	0,082
Группа горючести	НГ	НГ
Длина × ширина × толщина, мм	(1500÷2000) × 1000 × (50÷100)	

Маты предназначены для:

— теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования при температуре изолируемой поверхности от –180 до +700 °С;

— теплоизоляции трубопроводов, воздуховодов, котлов, бойлеров и т.д;

— тепло- и звукоизоляции всех видов ограждающих конструкций и перегородок в малоэтажном деревянном строительстве, в качестве огнестойкой защиты воздуховодов и конструкций;

— тепловой изоляции холодильных камер.

БАЗАЛИТ маты МП 75. Маты теплоизоляционные из базальтового волокна, прошитые стеклоровингом, используются в качестве тепловой изоляции трубопроводов в зданиях и сооружениях (жилищное, гражданское, промышленое строительство), для изоляции тепловых сетей, промышленных трубопроводов всех типов.

Физико-технические характеристики БАЗАЛИТ матов МП 75

Плотность, кг/м³, до	85
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(м·К), не более	0,035
Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более	0,034
Теплопроводность при условиях эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,041
Теплопроводность при условиях эксплуатации Б, В т/(м·К), не более	0,046
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,5
Содержание органических веществ, %, не более	2
Горючесть	НГ
Длина × ширина × толщина, мм,	(2500÷3500) × 1000 × (60÷80)

Цилиндры ТехноНИКОЛЬ (рис. 30) могут выпускаться с покрытием алюминиевой фольгой или без нее. Температура применения до 650 °С. Минераловатные цилиндры бывают двух видов: цилиндр 80 (плотность от 70 до 110 кг/м³) и цилиндр 120 (плотность от 110 до 140 кг/м³).

Материал применяется для изоляции трубопроводов во всех отраслях промышленности. Основной сегмент — изоляция трубопровода в различных отраслях промышленности с небольшим диаметром трубы от 12 до 273 мм. При изоляции труб большего диаметра используются сегменты (полуцилиндры) или маты. Широко применяется на всех объектах без ограничения, таких как многофункциональные торговые

Рис. 30. Минераловатный цилиндр

центры, частное домостроение, многоквартирные дома, заводы и трубопроводы технического оборудования, пищевая промышленность (на заводах пищевой промышленности применяются высокие требования по пожарной безопасности, а также по чистоте в цехе), больницы, детские сады, школы.

Цилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ производятся по «нарезной» технологии, и имеют ряд преимуществ: продольный разрез на внешней стороне цилиндра и поверхностный разрез, служащий «шарниром» на внутренней стороне, противостоит внешнему разрезу, поэтому в процессе монтажа цилиндр не ломается; цилиндр обладает упругостью и восстанавливается после приложения сильных нагрузок.

Таблица 48

Физико-технические характеристики цилиндров 80 и 120

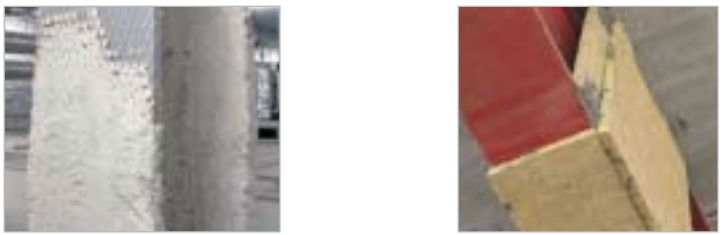
Показатели	Цилиндр 80	Цилиндр 120
Плотность, кг/м^3	80	120
Теплопроводность, Вт/(м·К)		
при 10 °С	0,033	0,035
при 25 °С	0,036	0,037
при 125 °С	0,046	0,048
при 300 °С	0,085	0,087
Содержание органических веществ, %, не более	3,2	3,2
Группа горючести (без покрытия фольгой)	НГ	НГ
Длина × толщина, мм	1200 × (20÷100)	1200 × (20÷100)
Диаметр трубы (внутренний диаметр), мм	18÷324	18÷324

Цилиндры могут быть кашированными армированной алюминиевой фольгой и выпускаются в двух базовых плотностях 80 и 120 кг/м^3. Кашированные цилиндры имеют самоклеящийся нахлест фольги, что существенно упрощает монтаж. Фольга на цилиндре выполняет функцию парозащитного слоя на холодных трубопроводах и в помещение может служить законченным декоративным слоем. Цилиндры могут использоваться на поверхностях с температурой от –180 до +650 °С.

Использование цилиндров позволяет увеличить изоляцию трубопроводов с жидкостями и газами, особенно транспортируемыми с высокой скоростью. Цилиндры без покрытия относятся к негорючим материалам КМ0 (НГ), с покрытием — к группе КМ1 (Г1). Физико-технические характеристики цилиндров представлены в табл. 48.

1.6.5. Огнезащитные материалы

Огнезащитные материалы можно разделить на 4 группы: краски, штукатурки, плиты и традиционные материалы (рис. 31).



а *б*

Рис. 31. Огнезащитные покрытия: *а* — штукатурки; *б* — плиты

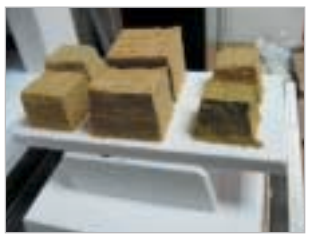
Краски используют на металлоконструкциях, кабельных проходах и на воздуховодах, под действием огня краска вспучивается и образует теплоизолирующий слой с низкой теплопроводностью. Для огнезащиты деревянные конструкции пропитывают антипиренами. К преимуществам красок можно отнести технологичность, к недостаткам — невысокий предел огнестойкости — до 90 мин, сложность контроля толщины покрытия, срок годности до 15 лет и необходимость дополнительной обработки до и после нанесения.

Штукатурки применяются для огнезащиты металла, бетона и воздуховодов из-за низкой теплопроводности вермикулита, входящего в их состав. К преимуществам штукатурок можно отнести технологичность нанесения, к недостаткам — появление трещин при вибрации во время эксплуатации. При увеличении толщины штукатурки для избегания образования трещин

требуется дополнительное армирование; с увеличением расхода штукатурки снижается прочность сцепления с поверхностью, штукатурка не выполняет функции тепло- и звукоизоляции. Срок годности до 20÷25 лет.

Плиты из каменной ваты и на основе вермикулита применяются для огнезащиты металла и бетона. К их преимуществам можно отнести высокий предел огнестойкости от 30 до 240 мин, надежный контроль соответствия системы во время монтажа (толщина защиты строго выдерживается по всей конструкции), срок службы системы свыше 50 лет, что сопоставимо со сроком службы здания, низкий вес огнезащитных плит, возможность использования различных типов отделки (обшивка гипсокартоном) и длительный срок хранения.

Компания ТехноНИКОЛЬ разработала специальные материалы для применения в конструкциях огнезащитных систем: плиты и маты. На их основе были созданы системы огнезащиты конструкций из металла, бетона и воздуховодов. Огнезащитные материалы производятся по специальной технологии, которая отличается от технологии производства традиционной строительной изоляции. Меняются химический состав продукции, связующее вещество и его количество, вводятся специальные модифицирующие добавки; изменяются технологические параметры работы производственной линии. Благодаря этому, огнезащитные материалы способны под действием высоких температур сохранять целостность, геометрические размеры.



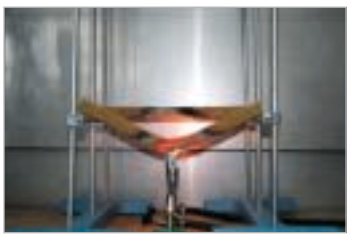


Рис. 32. Сравнительные испытания строительной изоляции и огнезащиты

На рис. 32 (слева) показаны испытания обыкновенной строительной изоляции из каменной ваты и огнезащитной плиты. Образцы помещались в печь с температурой 1200 °С на 1 ч. До испытаний образцы были одинакового размера. После воздействия высоких температур огнезащитные материалы не дали усадки.

Под действием огня огнезащитные материалы сохраняют высокую прочность на изгиб (рис. 32 справа), благодаря чему конструкция остается защищенной более длительное время. Эксперименты показали, что при одинаковой толщине огнезащитные материалы повышают огнестойкость конструкции более чем в два раза по сравнению с традиционными материалами, при этом добиваясь огнестойкости до 240 мин.

Плита огнезащитная для изоляции конструкций из бетона используется при строительстве и реконструкции сооружений различного назначения для теплоизоляции и огнезащиты железобетонных конструкций и перекрытий. Предел огнестойкости 240 мин при толщине плиты 40 мм.

Плита огнезащитная для изоляции конструкций из металла используется при новом строительстве и реконструкции зданий и сооружений различного назначения для теплоизоляции и огнезащиты металлических конструкций, несущих металлических конструкций с пределом огнестойкости от 30 до 240 мин (табл. 49).

Таблица 49

Физико-технические характеристики огнезащитных плит

Показатели	Плита огнезащитная для изоляции конструкций из бетона	Плита огнезащитная для изоляции конструкций из металла
Плотность, кг/м^3	100	145
Теплопроводность, Вт/(м·К)		
при 10 °С	0,034	0,033
при 25 °С	0,036	0,033
для зоны эксплуатации А	0,044	—
для зоны эксплуатации Б	0,047	—
Прочность на сжатие при 10 % деформации, кПа	20	—
Длина × ширина × толщина, мм	1200 × (600; 1200, 2400) × (40÷200)	1200 × (600; 1200, 2400) × (30÷200)

2. Кровельные системы

2.1. Функции кровельных систем

Функциональное назначение кровель заключается в предохранении помещений зданий и сооружений от внешних негативных воздействий. Для осуществления этой основной, но далеко не единственной функции кровля должна иметь целый набор различных слоев, образуя многослойный «пирог», существенное значение в котором имеет каждый составляющий компонент, без которого невозможно обойтись. Кровельные «пироги» могут иметь разные составы слоев и принципиально различаться между собой видом гидроизоляционых покрытий, теплоизолирующих и пароизоляционных слоев. В прямой зависимости от этих факторов находятся долговечность, практичность, способ монтажа и другие характеристики кровельных покрытий.

Практически любая строительная конструкция (и кровельная не исключение), имеющая комбинированное функциональное назначение (конструктивное, несущее, теплозащитное, гидро- и звукоизоляционное и др.), представляет собой набор строительных материалов, расположенных в строгой последовательности, совокупность которых напрямую влияет на итоговые характеристики всей конструкции. Такое влияние носит системный характер, поэтому ряд стандартных совокупностей строительных материалов может именоваться строительными системами. Такой подход одной из первых в нашей стране и за ее пределами начала внедрять отечественная производственная корпорация ТехноНИКОЛЬ, обобщив и выделив целое направление строительной изоляции Строительные Системы ТехноНИКОЛЬ. Количество разработанных стандартных кровельных систем оптимально, различие между ними обусловлено такими факторами, как тип материалов, составляющих систему, вид основания, способ эксплуатирования системы и т.д. В данной главе будут расмотрены все эти факторы и их влияние на свойства кровли.

Согласно общепринятым нормам, существует определенное разделение кровель, в зависимости от уклона их поверхности на плоские (от 1,5 до 10 %) и скатные (более 12 %). Такое разделение накладывает свою специфику на составы, принципы работы и технологии устройств этих типов кровель. Поэтому рассматривать их необходимо также по отдельности.

2.2. Конструктивные решения кровельных покрытий для плоской кровли

2.2.1. Составляющие кровельных систем

Каждый слой, входящий в кровельный «пирог», имеет определенное функциональное назначение, зависящее от свойств строительного материала, составляющего этот слой. Выделим основные функциональные слои, наличие которых в кровле зависит от типа той или иной строительной системы:

- основание, служащее опорой для всего кровельного «пирога»;
- пароизоляционный слой, препятствующий попаданию влаги в утеплитель при диффузии теплого воздуха изнутри помещения наружу;
- утеплитель, основной целью которого является сохранение тепла внутри эксплуатируемого помещения;
- стяжки, распределяющие внешние нагрузки и служащие основанием для гидроизоляционного ковра;
- герметичный гидроизоляционный слой;
- пригрузы, а также слои эксплуатации, обеспечивающие наличие на кровле ровных эксплуатируемых поверхностей с высокими противопожарными характеристиками;
- доборные комплектующие элементы (воронки, флюгарки, крепеж, рейки и др.), без которых кровельные системы не приобрели бы полноценные свойства и законченный вид.

Например, для устройства водоизоляционного и пароизоляционного ковров применяют битумные или битумно-полимерные материалы, описание которых приведено в первой части. Для сохранения внутреннего тепла рекомендуется применять высокоэффективные утеплители: гранулированный и экструзионный пенополистиролы, минераловатные плиты ТЕХНОРУФ, пеностекло, пенобетонные блоки и т.д. Для устройства монолитных стяжек применяют цементно-песчаные смеси или растворы прочностью на сжатие не менее 15 МПа и асфальтобетонные смеси с прочностью на сжатие не менее 0,8 МПа. При устройстве сборных стяжек рекомендуется применять плоские хризотилцементные прессованные листы или цементно-стружечные плиты толщиной

не менее 10 мм, укладываемые в два слоя. Для герметизации стыков бетонных панелей или фартуков из оцинкованной стали, а также мест примыкания кровельного ковра к вертикальным поверхностям, применяют однокомпонентные полиуретановые или полисульфидные (тиоколовые) кровельные герметики. Но использовать силиконовые герметики для герметизации кровельных конструкций и сопряжений не рекомендуется из-за их неремонтопригодности. В сопряжениях кровельного ковра с трубами используют готовые переходные элементы из ЭПДМ резины (фитинги).

Пароизоляционный слой

Одним из важных кровельных слоев (если это не инверсионная кровля, в которой роль пароизоляции играет водоизоляционный ковер) является пароизоляция. Требуемое сопротивление паропроницанию этого слоя определяется, исходя из условия баланса пара в системе и недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции при расчете за годовой период эксплуатации. Как правило, это условие достигается, когда паропроницаемость пароизоляционного слоя ниже, чем паропроницаемость гидроизоляционного слоя.

Материал для пароизоляционного слоя и количество слоев определяют с учетом температурно-влажностного режима в ограждаемых помещениях и климатических условий в районе строительства, расчет производят в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (СП 50.13330.2010).

При проектировании кровли с основанием из оцинкованного профилированного настила — профлиста, следует помнить, что он не является герметичным вследствие наличия большого количества продольных и поперечных стыков. Поэтому такие конструкции нуждаются в пароизоляционном слое, в качестве которого могут выступать только высокоэластичные битумно-полимерные материалы Техноэласт ЭПП, Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Унифлекс ЭПП, Техноэласт БАРЬЕР (БО), наклеиваемые в плоскости верхних гофр профлиста без заведения внутрь (рис. 33).

По основаниям из сборных железобетонных плит имеет смысл устраивать пароизоляцию из битумных материалов с основой из стеклоткани (Бикрост, Бикроэласт, Линокром, Биполь, Экофлекс) или из битумно-полимерных материалов с основой из нетканого полиэфирного полотна (полиэстера) или стеклоткани (Техноэласт, Унифлекс, Техноэласт ТЕРМО, Техноэласт ТИТАН, Техноэласт Барьер БО).

Битумные материалы, армированные стеклохолстом, рекомендуется применять для устройства пароизоляционного слоя только по железобетонным монолитным основаниям, отличающимся стабильностью и целостностью конструктивной геометрии.

Рис. 33. Правильная склейка перехлестов пароизоляции в системе с основанием из профлиста: *1* — пароизоляция; 2 — несущее основание (профлист); *3* — несущая конструкция; *4* — гидроизоляция самоклеящейся лентой по верхнему краю теплоизоляции; *5* — герметизация нахлестов самоклеящейся лентой

Способ устройства пароизоляционного слоя из специализированной полиэтиленовой пленки также допустим, но его надежность существенно меньшая, по сравнению с устройством битумного пароизоляционного слоя.

Принципы монтажа пароизоляционного слоя

Пароизоляцию рекомендуется укладывать непосредственно перед устройством теплоизоляционного слоя. До начала укладки пароизоляционного слоя необходимо:

- закончить все виды строительных работ на покрытии;
- установить фасонные элементы из стали в местах примыкания стальных профилированных настилов к парапетам и стенкам фонарей;
- установить металлические компенсаторы в местах устройства деформационных швов.

Укладку битумных материалов (Линокром, Бикрост, Бикроэласт) можно производить при температуре наружного воздуха выше +5 °С (для материала Биполь до –15 °С). Укладку битумно-полимерных материалов производят до температуры гибкости (до –15 °С для Техноэласта ТЕРМО; до –20 °С для Унифлекса, Унифлекса ЭПВ (ТПВ) ВЕНТ; до –25 °С для Техноэласта и до –35 °С для Техноэласта ТИТАН).

При уклонах более 10 % необходимо предусмотреть крепление пароизоляционного слоя к основанию. При меньших уклонах пароизоляция может предусматриваться из рулонных материалов, укладываемых без крепления к основанию.

При уклонах более 10 % следует предусмотреть приклейку битумного или битумно-полимерного пароизоляционного материала к основанию. При меньших уклонах пароизоляция может выполняться из рулонного материала, укладываемого без приклейки к основанию.

Битумно-полимерный или битумный материал, применяемый для пароизоляции, укладывают с перехлестом в боковых швах 80÷100 мм и в торцевых 150 мм. Нахлесты полотнищ пароизоляционного материала должны быть сварены пламенем пропановой горелки или горячим воздухом. Материалы с самоклеящимся нижним слоем не требуют сварки в нахлестах. На вертикальных поверхностях обязательна приклейка пароизоляции к основанию. В местах примыкания к парапетным стенам, стенкам фонарей, шахтам и оборудованию, проходящему через кровлю, пароизоляция должна быть поднята выше теплоизоляционного слоя на 30÷50 мм.

При монтаже пароизоляционной пленки склейка ее боковых перехлестов должна производиться на верхней плоскости ребра профилированного листа или путем временной подкладки жесткого основания, например OSB фанеры. Не допускается склейка боковых перехлестов пароизоляционного материала на весу. Склейка торцевых перехлестов пленочных пароизоляционных материалов должна производиться на жестком основании.

Во время монтажа пароизоляционной пленки следует предотвращать возможность повреждения полотна острыми предметами, оберегать пленку от порезов и других механических повреждений. В местах примыкания к стенам, парапетам, стенкам фонарей, шахтам и оборудованию, проходящему через кровлю, пароизоляция должна быть заведена выше теплоизоляционного слоя. При этом пленка должна герметично приклеиваться к парапету при помощи специальной самоклеящейся ленты.

В конце рабочей смены, чтобы защитить уложенные материалы от дождя, рекомендуется завести край ПЭ пароизоляционной пленки под мембрану, перекрыв теплоизоляцию, и механически закрепить с помощью тарельчатого элемента вместе с гидроизоляционным ковром. В начале следующей рабочей смены ПЭ пароизоляционную пленку необходимо

выдернуть из-под крепежа и продолжить укладку кровельной системы. Во время перерывов в рабочей смене, чтобы защитить утеплитель от попадания влаги, рекомендуется завести край ПЭ пароизоляционной пленки поверх мембраны и прижать ее при помощи плит теплоизоляции.

Теплоизоляционный слой

При проектировании кровли выбор вида теплоизоляционного материала проводится с учетом класса функциональной пожарной опасности здания, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности, в соответствии с требованиями раздела 5 СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Толщина теплоизоляционного слоя принимается на основании теплотехнического расчета в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (СП 50.13330.2010). Расчетные параметры окружающей среды для различных регионов принимаются по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

При устройстве кровель с основанием из ж/б плит с укладкой по верху утеплителя ц/п стяжки или сборной стяжки применяют минераловатный утеплитель с прочностью на сжатие при 10 % деформации не менее 0,040 МПа (40 кПа). В этом случае дополнительное крепление утеплителя не требуется, так как слой стяжки имеет достаточную массу для удержания всех кровельных слоев в проектном положении при нормативных отрывающих ветровых нагрузках.

Отсутствие распределяющих стяжек подразумевает иной подход к устройству кровли. При применении минераловатной теплоизоляции по профлисту, как правило, применяют двухслойную конструкцию утеплителя (рис. 34), удовлетворяющую одновременно требованиям прочностной надежности и экономической эффективности всей кровельной конструкции.

На основание, покрытое пароизоляционным слоем, укладывается минераловатный утеплитель с прочностью на сжатие при 10 % деформации не менее 0,030 МПа (30 кПа). Верхняя более жесткая плита, имеющая прочность на сжатие при 10 % деформации не менее 0,06 МПа, выполняет функцию распределения внешних механических нагрузок. Укладка кровельного ковра, в качестве которого допустим только битумно-полимерный высокоэластичный материал Техноэласт, произво-

дится непосредственно на верхнюю минераловатную плиту с дополнительной механической фиксацией к несущему основанию.

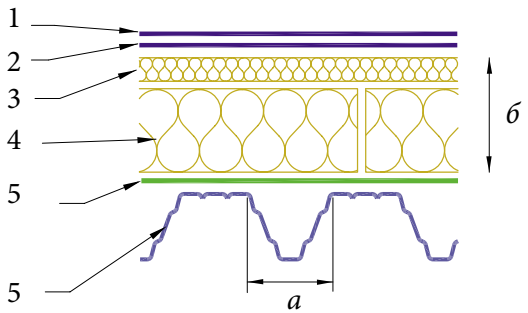


Рис. 34. Конструкция покрытия с двухслойной теплоизоляцией из минераловатных плит: *1* — Техноэласт ЭПП (ЭКП); *2* — Техноэласт ФИКС ЭПМ; *3* — минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ В 60; *4* — минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н 30; *5* — пароизоляция; *6* — несущая конструкция

С целью избежания продавливания утеплителя между гофрами металлического профлиста, его укладка без дополнительных выравнивающих слоев (цементно-стружечной плиты или плоского шифера) возможна, если толщина слоя утеплителя больше половины расстояния между гребнями профлиста, т.е. $b \geq a/2$. Минимальная площадь поверхности опирания утеплителя на ребра профлиста при этом составляет не менее 30 %. Не допускается применение теплоизоляции на основе ППЖ (плит повышенной жесткости) в кровельных системах с несущим основанием из оцинкованного профилированного листа из-за большой хрупкости ППЖ, не допускающей изгибающих нагрузок.

Принципы монтажа теплоизоляционного слоя

Укладку теплоизоляционных плит и устройство стяжки рекомендуется производить в одну и ту же смену. Плиты следует укладывать в направлении «на себя». Это уменьшит повреждение плит в процессе их укладки. Перед выполнением монолитной теплоизоляции на цементном вяжущем следует провести нивелировку поверхности несущих плит для установки маяков, определяющих толщину укладки теплоизоляции.

Укладку теплоизоляционных плит по профилированному листу следует производить, располагая длинную сторону плит утеплителя перпендикулярно направлению ребер профилированного листа. При устройстве теплоизоляции из двух и более слоев плитного утеплителя швы между плитами необходимо располагать «вразбежку» (рис. 35), обеспечивая их плотное прилегание друг к другу. Рекомендуется укладывать плиты со смещением в соседних рядах, равным половине их длины. Верхний слой необходимо укладывать со смещением не менее 200 мм относительно стыков нижнего слоя. Швы между плитами утеплителя более 5 мм должны заполняться теплоизоляционным материалом.

Рис. 35. Смещение плит верхнего и нижнего слоев при укладке: *1* — плиты утеплителя нижнего слоя; *2* — верхний слой утеплителя

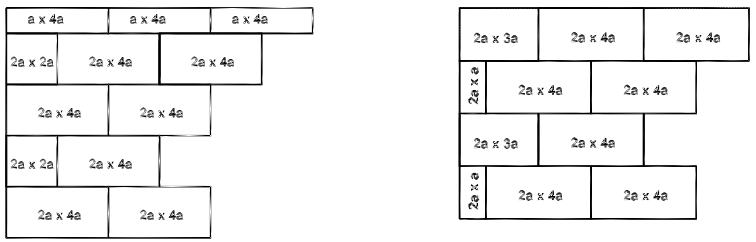


Рис. 36. Раскладка теплоизоляционных плит при двухслойной укладке: *I* — раскладка утеплителя первого слоя; *II* — раскладка утеплителя второго слоя. Для плит размером 500 × 1000 мм «а» равна 250 мм; для плит размером 600 × 1200 мм «а» равна 300 мм

Укладку утеплителя проще всего начинать с угла кровли. При укладке плиты дополнительно режут так, чтобы стыки плит 1-го и 2-го слоев не совпали (рис. 36). Такая разрезка утеплителя подходит для утеплителей размером 500 × 1000 мм или 600 × 1200 мм. При ней швы плит первого и второго слоя не совпадают и количество отходов от распила практически нулевое.

Плиты утеплителя могут быть склеены между собой мастикой кровельной горячей № 41. Склеивание должно быть равномерным и составлять не менее 30 % от площади склеиваемых поверхностей. Промокший во время монтажа минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ должен быть удален и заменен.

Кровельные уклоны

Необходимость создания кровельных уклонов обусловлена главным требованием — отведением с кровли влаги и недопущением ее застаивания на поверхностном слое. В качестве традиционных решений для создания уклонов и контруклонов применяются дешевые засыпные утеплители (керамзит, перлит) или легкие бетонные смеси (пенополистиролбетон, керамзитобетон, перлитобетон).

Применение засыпных утеплителей сопряжено с проблемой их смещения, а следовательно, с нарушением проектных уклонов. Кроме этого, достаточно крупные гранулы засыпного утеплителя (20 мм) не позволяют получить плавное нарастание уклона. Использование легких бетонных смесей приводит к дополнительным нагрузкам на основание, увеличению прогибов несущей конструкции и удорожанию всей кровельной системы (рис. 37).

Рис. 37. Варианты устройства разуклонок

В кровлях с бетонным несущим основанием устройство уклонов традиционными способами подразумевает использование мокрых процессов (проливка керамзита цементным молоком, устройство уклона из легких бетонов). Все это затрудняет проведение работ по реконструкции и устройству кровли при отрицательных температурах. Чтобы получить идеальный уклон, необходимо использовать недорогую жесткую плиту с уклоном. Как показывает практика, оптимальный уклон на кровле составляет около 2 %, контруклон — около 4 %.

Уклон на кровле может быть задан уклоном несущего основания либо при помощи клиновидных плит утеплителя. В последнее время распространение получил метод устройства разуклонки при помощи подконструкции (рис. 38, 39) из профиля ПП 75 × 50 × 05, либо подобного, с устройством поверху него настила из двух слоев плоского хризотилцементного листа (ХЦЛ) толщиной 10 мм, либо профлиста. Шаг

элементов подконструкции рассчитывается в зависимости от нагрузок согласно СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия».

Достоинством данного метода является возможность применения вместо жесткого кровельного утеплителя более дешевого мягкого минераловатного утеплителя, например ТЕХНОЛАЙТ или РОКЛАЙТ, поскольку в этом случае всю нагрузку несет на себе подконструкция из профиля, а не утеплитель. Для крепления мембраны в сборную стяжку необходимо использовать саморез сверлоконечный ТН (EDS-B) 5,5 × 35(45) мм. Основным недостатком такого метода является существенная теплотехническая неоднородность кровельной конструкции, ведущая к значительному увеличению толщины теплоизоляции.

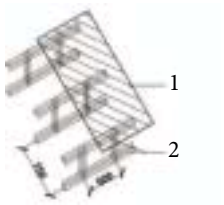


Рис. 38. Конструкция из профилей 75 × 50: *1* — плоский хризотилцементный лист; *2* — профиль

Рис. 39. Устройство контруклона с помощью подконструкции из профиля с укладкой поверху профнастила

Для создания уклонов, способствующих быстрому удалению воды с кровли к точкам сброса, также применяются клиновидные плиты теплоизоляции из экструзионного пенополистирола и минеральной ваты (рис. 40). Область применения клиновидных плит довольно широка: они служат для создания разуклонки в ендовах, создания уклонов у вентиляционных шахт и зенитных фонарей, а также применяются как создание дополнительного уклона для быстрого отвода воды от парапетов (контруклона) к водосточным воронкам. Клиновидные плиты представляют собой набор плит А и В с уклоном 1,7 %, которые используются для создания основного уклона на кровле от ендовы до конька (рис. 41). Плиты J и K с уклоном 3,4 % применяются в основном для создания разуклонки между воронками, а также для отвода воды от парапета, зенитных фонарей, кровельных вентиляторов. Также существует клиновидная теплоизоляция с уклоном 8,33 %.

Плоская теплоизоляционная плита используется для набора необходимой толщины и может укладываться как под клиновидную плиту, так и поверх нее. Следует учитывать, что разуклонка из клиновидной теплоизоляции не может полностью заменить теплоизоляционный слой, требуемый по теплотехническому расчету.

Рис. 40. Укладка клиновидного утеплителя

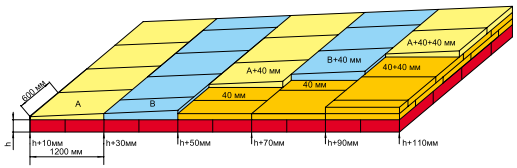


Рис. 41. Создание уклона с помощью клиновидных плит

Принципы монтажа клиновидного слоя

Укладку плит необходимо производить, начиная с края ромба, к центру. Каждая четверть собирается отдельно. Подрезку плит производят по месту. Отношение длинной диагонали ромба к короткой не должно быть менее чем 5:1 ($b/a \leq 5$).

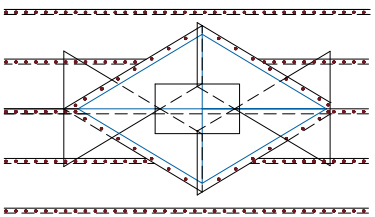


Рис. 42. Укладка ПВХ-мембраны в разуклонке из клиновидных плит

Подрезка плит производиться в каждой четверти по пунктирной линии (рис. 42). Аналогично выглядит отвод воды в застойных зонах вдоль парапета. При размещении воронок в припарапетной зоне возникает необходимость создания контруклона и отвода воды от парапета для предотвращения образования застойных зон. В этом случае рекомендуется применять клиновидные плиты J и K с уклоном 3,4 %.

Временное скрепление плит между собой на время монтажа производят двухсторонним скотчем. Для того чтобы легкий утеплитель не смещался до установки механического крепления, его необходимо пригрузить.

Фиксация к основанию плит клиновидной теплоизоляции производится вместе с фиксацией основного слоя утеплителя. Для этого используется крепеж увеличенного размера, чтобы компенсировать увеличение толщины фиксируемого слоя. Применение XPS-плит (плотностью 25÷35 кг/м^3) обеспечивает снижение нагрузок на основание; сокращение трудозатрат на выполнение уклонов и времени выполнения работ. В процессе производства работ по устройству уклонов и контруклонов «мокрые» процессы не применяют.

Кровельный крепеж

Для крепления слоев утеплителя, клиновидной теплоизоляции, кровельного ковра к основанию применяют специальный кровельный крепеж, сертифицированный специально для этой области применения. Фиксация материалов фасадным и другими видами крепежа недопустима, так как не может гарантировать удержания кровли в проектном положении в течение всего срока службы.

При наличии утеплителя механическая фиксация всех слоев на кровле осуществляется специфическим крепежом, получившим название «телескопический». Он состоит из пластикового грибка и стального самореза, а в случае крепления в бетонное основание, еще и из пластикового дюбеля — гильзы. Глубина установки крепежа в профлист должна составлять 15÷25 мм (рис. 43). Крепление осуществляется всегда в верхнюю часть полуволны профлиста.

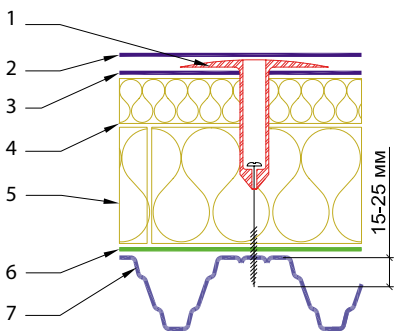


Рис. 43. Схема установки «телескопического» крепежа: *1* — телескопический крепеж; *2* — Техноэласт ЭКП; *3* — Техноэласт ФИКС ЭПМ; *4* — ТЕХНОРУФ В60; *5* — ТЕХНОРУФ Н30; *6* — пароизоляция; 7 — профлист

При креплении минераловатных плит ТЕХНОРУФ или экструзионного пенополистирола ТехноНИКОЛЬ крепление плитного утеплителя осуществляется отдельно от крепления кровельного ковра. При укладке теплоизоляции в несколько слоев отдельно закреплять каждый слой теплоизоляции не требуется, достаточно закрепить всю теплоизоляцию целиком.

Воронки внутреннего водостока

Площадь кровли, приходящаяся на одну воронку, и диаметр воронки должны устанавливаться из расчета, учитывающего нормы проектирования соответствующих зданий, а также требования строительных норм по проектированию канализации и водостоков зданий. Водоприемные воронки внутреннего водостока (рис. 44) должны располагаться равномерно по площади кровли на пониженных участках преимущественно вдоль каждого ряда разбивочных осей здания. На каждом участке кровли, ограниченном стенами, парапетом или деформационными швами, должно быть не менее двух воронок.

Рис. 44. Пластиковая воронка с прижимным кольцом

Местное понижение кровли в местах установки воронок внутреннего водоотвода должно составлять 20÷30 мм в радиусе 500 мм за счет уменьшения толщины слоя утеплителя или за счет основания под водоизоляционный ковер. Водоприемные воронки, расположенные вдоль парапетов, других выступающих частей зданий должны находиться от них на расстоянии не менее 450 мм. Не допускается установка водосточных стояков внутри стен.

Водоотводящее устройство не должно менять своего положения при деформации основания кровельного ковра или прогибе несущего основания кровли. Чаши водосточных воронок должны быть прикреплены к несущему основанию кровли и соединены со стояками через компенсаторы.

В чердачных покрытиях и в покрытиях с вентилируемыми воздушными прослойками приемные патрубки водосточных воронок и охлаждаемые участки водостоков должны иметь теплоизоляцию. Допускается обогрев патрубков водосточных воронок и стояков в пределах охлаждаемых участков. Места приклейки водоизоляционного ковра к фланцам водоприемной чаши водоприемной воронки должны быть усилены дополнительным слоем наплавляемого материала.

Основания под водоизоляционный ковер

Самые жесткие требования к основанию предъявляются в случае использования в качестве гидроизоляционного слоя наплавляемого материала, а также мастичных составов. Любое отхождение при этом от общепринятых методик подготовки основания может быть чревато появлением дефектов в гидроизоляционном ковре, что, в свою очередь, приведет к критическим протечкам внешней влаги внутрь эксплуатируемых помещений. Ключевыми факторами являются прочность, влажность, ровность и деформативность основания. Во многом острая проблема подготовки основания может быть снята при использовании несплошной фиксации гидроизоляционного слоя, например, при отказе от технологии наплавления в пользу механического крепления кровельной гидроизоляции при использовании материалов Техноэласт ФИКС или полимерных мембраны LOGICROOF. В этом случае практически любые подвижки и деформации основания не могут передаться на гидроизоляционный ковер. Весьма эффективным решением является частичное наплавление материалов серии ВЕНТ, но при этом возможности компенсации дефектов основания существенно меньшие, чем в пердыдущем случае.

Основанием под водоизоляционный наплавляемый ковер могут служить ровные поверхности:

- железобетонных несущих плит, швы между которыми заделаны цементно-песчаным раствором марки не ниже 150;
- минераловатных теплоизоляционных плит с пределом прочности на сжатие при 10 % деформации не менее 0,06 МПа;
- монолитной теплоизоляции с прочностью на сжатие не менее 0,15 МПа из легких бетонов, а также материалов на основе цементного или битумного вяжущего с эффективным заполнителем — перлита, вермикулита и т.д.;
- выравнивающих монолитных стяжек из цементно-песчаного раствора и асфальтобетона с прочностью на сжатие, соответственно, не менее В15 (М150) и 0,8 МПа, а также сборных сухих стяжек из плоских асбестоцементных листов или цементно-стружечных плит толщиной не менее 10 мм.

Стяжки из песчаного асфальтобетона применяют в осенне-зимний период по монолитному и плитному утеплителям. Не допускается применять стяжки из асфальтобетона по сжимаемым (минераловатным и т.д.) и засыпным (керамзитовому гравию, перлитовому песку и т.д.) утеплителям, а также при наклейке рулонных материалов на холодные

кровельные мастики. Не допускается устройство выравнивающих стяжек из цементно-песчаного раствора в кровельных конструкциях с несущим основанием из профилированного листа. Исходя из прочностных соображений, по засыпным утеплителям (керамзитовому гравию, перлитовому песку и т.д.) устраивают цементно-песчаные стяжки толщиной не менее 50 мм с обязательным армированием дорожной сеткой.

В местах примыкания к стенам, парапетам, вентиляционным шахтам и другим кровельным конструкциям должны быть выполнены наклонные бортики (галтели) под углом 45° из цементно-песчаного раствора или асфальтобетона высотой 100 мм. Для оснований из сборных стяжек или жестких минераловатных плит галтель изготавливают из жесткого минераловатного утеплителя.

Вертикальные поверхности конструкций, выступающих над кровлей и выполненных из штучных материалов (кирпича, пенобетонных блоков и т.д.), должны быть оштукатурены цементно-песчаным раствором М150 на высоту заведения края кровельного ковра, но не менее чем на 350 мм. Аналогично должны быть оштукатурены парапетные стены из штучных материалов.

Для обеспечения необходимого сцепления наплавляемых рулонных материалов с основанием кровли все поверхности основания из цементно-песчаного раствора и бетона должны быть огрунтованы грунтовочными холодными составами (праймерами). В качестве грунтовки, наносимой на сухие поверхности, рекомендуется применять праймер битумный № 01. Грунтовка может также приготовляться из битума (марок БН 70/30, БН 90/10, БНК 90/30) и быстроиспаряющегося растворителя (бензин, нефрас), разбавленного в соотношении 1:3÷1:4 по весу, или битумных мастик с теплостойкостью выше 80 °С, разбавляемых до нужной консистенции. Грунтовку наносят (рис. 45) с помощью кистей, щеток или валиков (кроме валиков, изготовленных из поролона). Кро-

Рис. 45. Нанесение грунтовки

вельные материалы наплавляются только после полного высыхания огрунтованной поверхности (на приложенном к высохшей грунтовке тампоне не должно оставаться следов битума). Не допускается выполнение работ по нанесению грунтовочного состава одновременно с работами по наплавлению кровельного ковра.

При наплавлении кровельного материала на теплоизоляционные плиты из минеральной ваты на их поверхности необходимо создать тонкий битумный слой грунтовки, подразумевающий обработку Мастикой кровельной горячей № 41 с расходом не менее 1,5 кг/м^2. Немаловажным условием при этом должна быть надежная механическая фиксация плит к основанию крыши в соответствии с требованиями расчета на сопротивление ветровому воздействию.

Весьма специфичны требования подготовки основания из сборной стяжки. При ее формировании листы плоского материала необходимо укладывать с разбежкой швов таким образом, чтобы верхний слой перекрывал швы нижнего минимум на 500 мм. Крепление листов между собой осуществляют заклепочным соединением по периметру и по центру листа. Допускается соединение саморезами. В этом случае необходимо следить, чтобы саморез не разрушил лист сборной стяжки, что подразумевает предварительную сверловку отверстий под саморез. Соединение листов сборной стяжки необходимо для создания монолитного основания. При уклонах крыши свыше 10 % требуется механически зафиксировать сборную стяжку к несущему основанию. При меньших уклонах необходимость фиксации к основанию проверяется расчетом на ветровую нагрузку.

Описанные требования, предъявляемые к основаниям под наплавляемые материалы, практически неактуальны для укладки полимерной мембраны. Здесь в качестве оснований могут выступать любые (в том числе и горючие) гладкие поверхности из цементно-песчаной стяжки, сборной стяжки, монолитной железобетонной плиты, сборных железобетонных плит с затертыми швами, либо утеплителя с прочностью на сжатие при 10 % деформации не менее 60 кПа, экструзионный пенополистирол, деревянные настилы и т.д. При укладке полимерных мембран на шероховатое основание (цементно-песчаная стяжка, сборная стяжка, поверхность железобетонных плит), а также битумные ковры, под мембраной предусматривается подкладочный слой из иглопробивного или термоскрепленного геотекстиля развесом не менее 300 г/м^2, устойчивого к сверлению.

Перехлест полотнищ геотекстиля должен составлять не менее 50 мм. Достаточно важным нюансом является применение стеклохолста развесом не менее 100 г/м^2 при укладке ПВХ-мембраны на экструзионный пенополистирол. Данное требование продиктовано негативным воздействием ПВХ-материалов на полистиролы. Рекомендуется принимать минимальный уклон 1,5 % для оптимального водоотвода с кровли из полимерной мембраны. Несущее основание кровли должно обеспечить требуемое сопротивление выдергиванию элементов крепежа кровельного покрытия.

Монтаж основания под водоизоляционный ковер

Выполнение выравнивающей стяжки из цементно-песчаного раствора производят полосами шириной не более 3 м, ограниченными рейками, которые служат маяками. Разравнивание цементно-песчаной смеси осуществляют прави́лом из алюминиевого профиля, передвигаемого по рейкам. В таких стяжках выполняют температурно-усадочные швы, разделяющие стяжку из цементно-песчаного раствора на участки размером не более 6 × 6 м, а при стяжке из песчаного асфальтобетона — не более 4 × 4 м (в покрытиях с несущими плитами длиной 6 м эти участки из асфальтобетона должны иметь размеры 3 × 3 м). Швы должны располагаться над торцевыми швами несущих плит и над температурно-усадочными швами в монолитной теплоизоляции. По ним на предварительно прогрунтованную и высохшую поверхность насухо укладывают полоски стеклоткани шириной 100÷150 мм и сверху покрывают мастикой.

После высыхания (через 8÷10 сут после укладки стяжки) ее поверхность должна быть очищена от пыли, грязи и т.п., затем огрунтована битумным праймером, который наносят при помощи аппарата безвоздушного нанесения, валика, либо кистями (при малых объемах работ).

При устройстве выравнивающей стяжки из литого асфальта его укладывают полосами шириной до 2 м (ограниченными двумя рейками или одной рейкой и полосой ранее уложенного асфальта) и уплотняют валиком или катком весом 60÷80 кг.

При использовании монолитной теплоизоляции на цементном вяжущем, производят нивелировку поверхности несущих плит для установки маяков, служащих основанием под рейки для укладки легкобетонной смеси полосами на необходимую высоту. Полосы шириной не более 1,5 м располагают поперек пролетов.

2.2.2. Водоизоляционный ковер

Безусловно, гидроизоляционный ковер является одним из самых ответственных слоев кровельного покрытия. От него в большей мере зависит срок службы всей крыши в целом, поэтому к выбору этого слоя необходимо подходить с особой тщательностью. Существует достаточно большое количество типов гидроизоляционных ковров, подразумевающее еще большее количество марок кровельных материалов каждого типа. Далее подробно рассмотрены марки материалов и их характеристики в тех или иных условиях эксплуатации.

Водоизоляционный ковер из битумных рулонных материалов

Несколько десятилетий назад, когда рубероид являлся безальтернативным кровельным гидроизоляционным материалом, относительную надежность гидроизоляции можно было достигнуть лишь применением 3÷5 слоев этого материала по битумной мастике. Современные водоизоляционные ковры изготавливают одно-, двухслойными, при этом их толщины достаточно для наплавления с помощью кровельных горелок. При капитальном ремонте или устройстве новой кровли гидроизоляционный ковер предусматривают из 2-х слоев. Для верхнего слоя применяют кровельный материал с крупнозернистой посыпкой. Только она обеспечивает эффективную защиту открытого битума от излучаемого солнцем ультрафиолета, предотвращая преждевременное разрушение. Для материалов Техноэласт ТИТАН SOLO, Техноэласт ВЕНТ ЭКВ, Техноэласт СОЛО РП1 допускается укладка в 1 слой. Перчисленные материалы имеют повышенную надежность, увеличенную толщину и крупнозернистую посыпку, наносимую заводским способом при производстве. Для повышения надежности кровель из этих материалов предусматривается увеличение минимального уклона основания с 1,5 % до 2,5 %.

Варианты сочетаний кровельных материалов с основанием кровли из пустотных, ребристых железобетонных плит или монолитного железобетона представлены на табл. 50 и рис. 46. Варианты сочетаний кровельных материалов, укладываемых методом наплавления по основанию из минераловатного утеплителя (рис. 47, табл. 51).

Таблица 50

Кровельный ковер по основанию из ребристых, пустотных железобетонных плит или монолитного железобетона

<table>
<tr><th colspan="2">Кровельный ковер</th><th rowspan="3">Пароизоляция</th></tr>
<tr><th colspan="2">Двухслойные кровельные ковры</th></tr>
<tr><th>Материал верхнего слоя</th><th>Материал нижнего слоя</th></tr>
<tr><td>Техноэласт ТИТАН ТОР</td><td>Техноэласт ТИТАН BASE</td><td rowspan="19">Бикрост ТПП, Линокром ТПП, Бикроэласт ТПП, Биполь ТПП, Биполь ЭПП, Унифлекс ТПП, Унифлекс ЭПП, Техноэласт БАРЬЕР (БО), Техноэласт ЭПП, Техноэласт АЛЬФА, Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Техноэласт ТЕРМО ТПП, Экофлекс ЭПП, Экофлекс ТПП</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ЭКП</td><td rowspan="4">Техноэласт ЭПП, Техноэласт ХПП, Унифлекс ЭПВ ВЕНТ, Унифлекс ТПВ ВЕНТ, Унифлекс ЭПП, Унифлекс ХПП, Унифлекс ТПП</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ДЕКОР</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ПЛАМЯ СТОП</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ТКП</td></tr>
<tr><td>Унифлекс ЭКП</td><td>Унифлекс ЭПВ ВЕНТ, Унифлекс ТПВ ВЕНТ, Унифлекс ЭПП, Унифлекс ТПП, Биполь ЭПП, Биполь ТПП</td></tr>
<tr><td>Унифлекс ТКП</td><td>Унифлекс ТПП, ХПП, Биполь ТПП, ХПП</td></tr>
<tr><td>Унифлекс ХКП</td><td>Унифлекс ТПП, Биполь ТПП</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ТЕРМО ЭКП</td><td>Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Техноэласт ТЕРМО ХПП, Экофлекс ЭПП, Экофлекс ХПП</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ТЕРМО ТКП</td><td>Техноэласт ТЕРМО ТПП, Техноэласт ТЕРМО ХПП, Экофлекс ТПП, Экофлекс ХПП</td></tr>
<tr><td>Биполь ЭКП</td><td>Биполь ЭПП, Биполь ТПП</td></tr>
<tr><td>Биполь ТКП</td><td>Биполь ТПП, Биполь ХПП</td></tr>
<tr><td>Биполь ХКП</td><td>Биполь ТПП</td></tr>
<tr><td>Экофлекс ЭКП</td><td>Экофлекс ЭПП, Экофлекс ТПП</td></tr>
<tr><td>Экофлекс ТКП</td><td>Экофлекс ТПП, Экофлекс ХПП</td></tr>
<tr><td>Экофлекс ХКП</td><td>Экофлекс ТПП</td></tr>
<tr><td colspan="3">Однослойные кровельные ковры</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ТИТАН SOLO</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Техноэласт СОЛО РП1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Техноэласт ЭКВ ВЕНТ</td><td>—</td></tr>
</table>

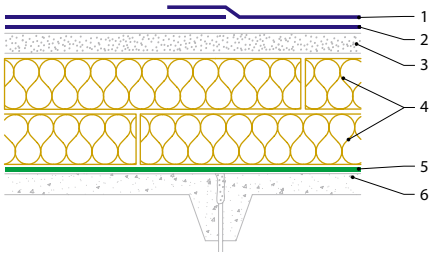


Рис. 46. Покрытие с применением несущих плит или монолитного железобетона: *1* — Техноэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ЭПП; *3* — цементно-песчаная стяжка по разуклонке из керамзитобетона; *4* — минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ 45; *5* — пароизоляция; *6* — несущая железобетонная конструкция

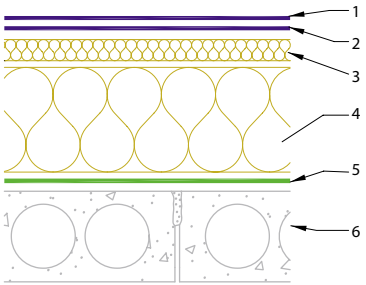


Рис. 47. Покрытие по основанию из минераловатной плиты: *1* — Техноэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ЭПП; *3* — минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ В 60; *4* — минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н 30; *5* — пароизоляция; *6* — несущая железобетонная конструкция

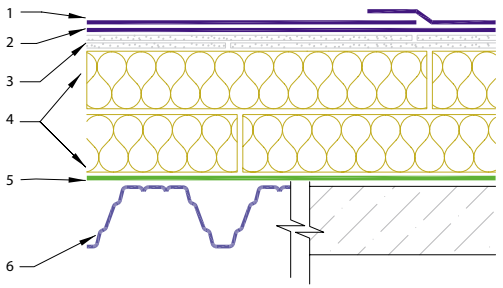


Рис. 48. Покрытие по основанию из сборных стяжек: *1* — Техноэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ЭПП; *3* — сборная стяжка; *4* — минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ 45; *5* — пароизоляция; *6* — несущая конструкция

Для кровельного ковра по основанию из минераловатных плит применяют только битумно-полимерные материалы Техноэласт ЭКП, Техноэласт ТЕРМО (ЭПП, ЭКП), Техноэласт ТИТАН, Техноэласт ДЕКОР, Техноэласт ПЛАМЯ СТОП (ЭКП) или однослойные материалы Техноэласт СОЛО РП1, Техноэласт ТИТАН SOLO с основой из нетканого полиэфирного полотна.

Таблица 51

Кровельный ковер по основанию из минераловатного утеплителя

Кровельный ковер		**Пароизоляция по профлисту**	**Пароизоляция по основанию кровли из железобетонных плит**
Двухслойные кровельные ковры			
Материал верхнего слоя	**Материал нижнего слоя**		
Техноэласт ТИТАН ТОР	Техноэласт Титан BASE	Унифлекс ЭПП, Техноэласт БАРЬЕР (БО), Техноэласт ЭПП, Техноэласт АЛЬФА, Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Пароизоляция для плоской кровли	Бикрост ТПП, Линокром ТПП, Бикроэласт ТПП, Биполь ТПП, Биполь ЭПП, Унифлекс ТПП, Унифлекс ЭПП, Техноэласт БАРЬЕР (БО), Техноэласт ЭПП, Техноэласт АЛЬФА, Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Техноэласт ТЕРМО ТПП, Экофлекс ЭПП, Экофлекс ТПП, Пароизоляция для плоской кровли
Техноэласт ЭКП	Техноэласт ЭПП		
Техноэласт ДЕКОР			
Техноэласт ПЛАМЯ СТОП			
Техноэаст ТЕРМО ЭКП	Техноэласт ТЕРМО ЭПП		
Однослойные кровельные ковры			
Техноэласт Титан SOLO	—		
Техноэласт СОЛО РП1	—		

Допускается укладка нижнего слоя кровельного ковра в двухслойной кровле без наплавления на минераловатную плиту в случае применения материала Техноэласт ФИКС или однослойных материалов Техноэласт ТИТАН SOLO и Техноэласт СОЛО РП1 без наплавления с обязательной механической фиксацией. Варианты кровельных ковров по основанию из сборных стяжек приведены в табл. 52 и на рис. 48.

Таблица 52

Кровельный ковер по основанию из сборных стяжек

Кровельный ковер		**Пароизоляция по профлисту**	**Пароизоляция по основанию кровли из железобетонных плит**
Двухслойные кровельные ковры			
Материал верхнего слоя	**Материал нижнего слоя**		
Техноэласт ТИТАН ТОР	Техноэласт ТИТАН BASE	Унифлекс ЭПП, Техноэласт БАРЬЕР (БО), Техноэласт ЭПП, Техноэласт АЛЬФА, Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Пароизоляция для плоской кровли	Бикрост ТПП, Линокром ТПП, Бикроэласт ТПП, Биполь ТПП, ЭПП, Унифлекс ТПП, ЭПП, Техноэласт БАРЬЕР (БО), Техноэласт ЭПП, Техноэласт АЛЬФА, Техноэласт ТЕРМО ЭПП, ТПП, Экофлекс ЭПП, ТПП, Пароизоляция для плоской кровли
Техноэласт ЭКП	Техноэласт ЭПП, Унифлекс ЭПП, Унифлекс ЭПВ ВЕНТ, Унифлекс ТПВ ВЕНТ		
Техноэласт ДЕКОР			
Техноэласт ПЛАМЯ СТОП			
Техноэласт ТЕРМО ЭКП	Техноэласт ТЕРМО ЭПП, Экофлекс ЭПП		
Унифлекс ЭКП	Унифлекс ЭПП, Унифлекс ЭПВ ВЕНТ, Унифлекс ТПВ ВЕНТ		
Унифлекс ХКП	Унифлекс ТПВ ВЕНТ		
Экофлекс ЭКП	Экофлекс ЭПП		
Однослойные кровельные ковры			
Техноэласт ТИТАН SOLO	—		
Техноэласт СОЛО РП1	—		

Монолитное основание из цементно-песчаного раствора считается более надежным по сравнению со сборными стяжками из ЦСП (цементно-стружечной плиты), АЦЛ (асбесто-цементного листа) и СМЛ (влагостойкого стекло-магниевого листа), так как при устройстве стяжек из перечисленных материалов нельзя исключать риск их деформации при нагревании, увлажнении и т.д. В данном случае допустимо применять высокоэластичные битумно-полимерные материалы, изготовленные на основе из нетканого полиэфирного полотна: Унифлекс (ЭПП, ЭКП), Техноэласт (ЭПП, ЭКП),

Техноэласт ТЕРМО (ЭПП, ЭКП), Техноэласт ТИТАН, Техноэласт ДЕКОР, Техноэласт ПЛАМЯ СТОП (ЭКП), однослойные материалы Техноэласт СОЛО РП1, Техноэласт ТИТАН SOLO или битумный АПП-модифицированный материал Экофлекс (ЭПП, ЭКП). Лучше применять в качестве нижнего слоя кровельной гидроизоляции Унифлекс ВЕНТ ЭПВ, особенность наплавления которого заключается в частичной приклейке, позволяющей компенсировать относительную нестабильность сборной стяжке основания, препятствуя появлению трещин в гидроизоляционном ковре.

Монтаж водоизоляционного ковра из битумных рулонных материалов

Водоизоляционный ковер выполняется по проекту, где указывается наименование материалов, их марки и количество слоев, а также способ крепления ковра к основанию. Самый распространенный вариант монтажа ковра из битумных материалов — это наплавление с помощью открытого пламени газовых горелок.

До начала укладки кровельного ковра основной плоскости кровли в зоне водоприемных воронок наклеивается слой усиления из материала размером не менее 700 × 700 мм без защитной посыпки. Слои основного кровельного ковра и слой усиления должны заходить на водоприемную чашу, прижимной фланец которой притягивают к чаше воронки гайками, а чашу воронки крепят к плитам покрытия хомутами.

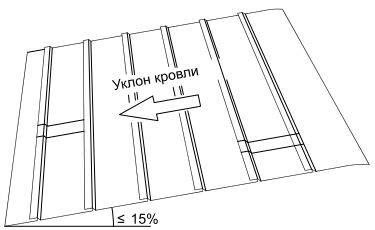
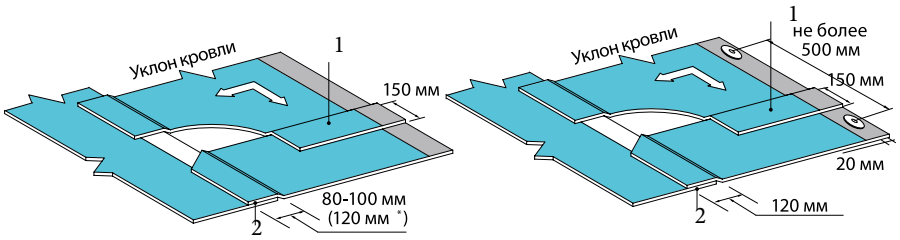


Рис. 49. Укладка материала на скате кровли

При уклонах более 15 % раскатка рулонов на скате кровли осуществляется вдоль уклона, при меньших — параллельно или перпендикулярно уклону (рис. 49). Перекрестная наклейка полотнищ рулонов не допускается. Укладку рулонного материала начинают с нижележащих участков.

В процессе производства кровельных работ должен быть обеспечен нахлест смежных полотнищ не менее 80 мм (боковой нахлест). Торцевой нахлест рулонов должен составлять не менее 150 мм (рис. 50). Для однослойных материалов боковой нахлест должен быть не менее 120 мм. Расстояние между боковыми стыками кровельных полотнищ

в смежных слоях должно быть не менее 300 мм. Торцевые нахлесты соседних полотнищ кровельного материала должны быть смещены относительно друг друга на 500 мм.



а *б*

Рис. 50. Нахлесты полотнищ: *а* — рулонного материала, *б* — кровельного материала при механическом креплении кровельного ковра в шве; *1* — торцевой нахлест; 2 — боковой нахлест

Технологические приемы наклейки наплавляемого рулонного материала выполняют в следующей последовательности. На подготовленное основание раскатывают рулон, примеряют по отношению к соседним, обеспечивая необходимый нахлест полотнищ. Скатывают к середине, намотку лучше производить на трубу или картонную шпулю. Разогревают нижний приклеивающий слой рулона с одновременным нагревом основания или поверхности ранее наклеенного слоя. Рулон постепенно раскатывают, дополнительно прикатывая катком (рис. 51). Особенно тщательно прикатывают места нахлестов. Аналогично наклеивают вторую половину рулона.

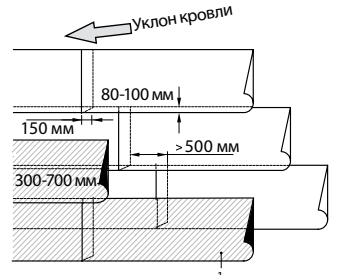


Рис. 51. Смещение полотнищ кровельного материала в смежных слоях

При наплавлении кровельного материала кровельщик раскатывает рулон «на себя» (рис. 52). Рулон необходимо раскатывать на разогретый нижний слой материала. Нагрев производят плавными движениями горелки так, чтобы обеспечивался равномерный нагрев материала и поверхности основания. Хорошей практикой является движение горелки буквой «Г» с дополнительным нагревом той области материала, которая идет внахлест.

Рис. 52. Положение рабочего при укладке

Нежелательно ходить по только что уложенному СБС-модифицированному материалу — это приводит к ухудшению внешнего вида кровли: посыпка утапливается в слой битумного вяжущего, и на поверхности материала остаются темные следы.

На битумно-полимерных материалах (Унифлекс, Техноэласт, Техноэласт ТЕРМО и т.д) с нижней стороны используется специальная пленка с рисунком. Деформация рисунка свидетельствует о правильном разогреве битумно-полимерного вяжущего с нижней стороны рулонного материала (рис. 53).

Рис. 53. Пропадание рисунка на нижней стороне материала при правильном разогреве

Рис. 54. Валик расплавленного битумно-полимерного вяжущего

Рис. 55. Подплавление рулона с помощью пропановой горелки

Для качественного наплавления материала необходимо добиваться небольшого валика битумно-полимерного вяжущего в месте соприкосновения материала с поверхностью (рис. 54, 55). Признаком хорошего, правильного прогрева материала является вытекание битумно-полимерного вяжущего из-под боковой кромки материала до 15 мм. Валик битумно-полимерной смеси, вытекший из бокового нахлеста, шириной более 5 мм, рекомендуется сверху присыпать посыпкой. Такой валик гарантирует герметичность нахлеста (рис. 56).

Рис. 56. Битумно-полимерное вяжущее, вытекшее из-под кромки материала (для сравнения монета 10 коп.)

Наклеиваемые полотнища не должны иметь складок, морщин, волнистости. Для качественной приклейки материала по всей поверхности и недопущения дефектов полотнища прикатывают мягкими щетками и валиками движениями от оси рулона по диагонали к его краям. Особенно тщательно приглаживают кромки материала. Одновременно с укладкой первого слоя основного кровельного ковра оклеивают первым слоем выступающие кровельные конструкции и парапетные стены, это препятствует попаданию воды под кровельный ковер в местах примыканий.

Если работы по укладке битумно-полимерного материала прерываются на срок более 14 сут, необходимо защитить уложенный материал без крупнозернистой посыпки от воздействия УФ-лучей. Это можно сделать при помощи листов плоского шифера или ЦСП, геотекстиля 300 г/м^2 и других материалов, обеспечивающих защиту и не приводящих к разрушению битумно-полимерного материала.

Укладку битумно-полимерных материалов производят до температуры гибкости материала, при отрицательных температурах кровельный материал рекомендуется выдержать на теплом складе в течение

не менее суток при температуре не ниже +15 °С. В противном случае сжатый на морозе материал под воздействием солнца расширится, что приведет к образованию волн на кровле.

Конструктивные решения типовых узлов битумных наплавляемых кровель

Основной кровельный ковер в местах примыкания к вертикальным поверхностям должен заводиться на вертикальную часть выше переходного бортика. В таких местах наклеиваются два дополнительных слоя кровельного ковра с основой из стеклоткани или полиэстера, с заведением до проектной отметки на вертикальную поверхность (рис. 57).

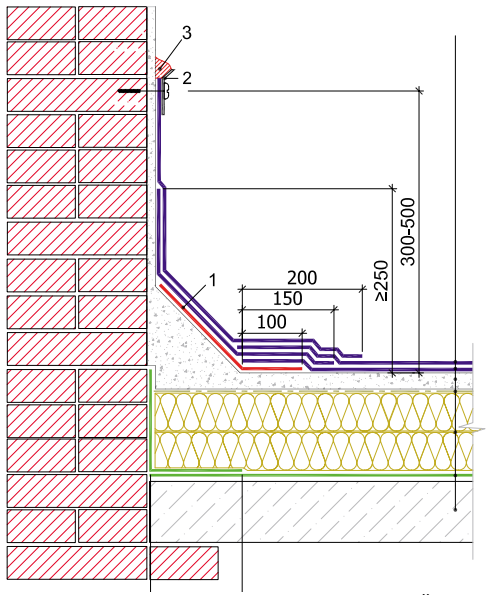


Рис. 57. Примыкание кровельного ковра к вертикальной поверхности: *1* — Технoэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ЭПП; *3* — цементно-песчаная стяжка по разуклонке; *4* — разделительный слой; *5* — ТЕХНОРУФ 45; *6* — пароизоляция; *7* — плита перекрытия; *8* — краевая рейка; *9* — полиуретановый герметик

Первый слой усиления кровельного ковра должен заходить на вертикальную поверхность не менее чем на 250 мм. Второй слой, из материала с посыпкой, должен перекрывать на вертикальной поверхности первый минимум на 50 мм.

Примыкания к вертикальным поверхностям при работе с использованием газовых или соляровых горелок, выполняют в следующей последовательности:

- после укладки 1-го слоя основного кровельного ковра от рулона отрезают кусок материала длиной, равной проектной высоте заводки на вертикальную поверхность, плюс 150 мм для заводки на горизонтальную поверхность;
- складывают материал поперек полотна на расстоянии 150 мм от края и прикладывают к примыканию;
- придерживая нижний конец полотна, начинают подплавление покровного слоя и приклеивание к вертикальной поверхности;
- затем нижний конец приклеивается к горизонтальной поверхности;
- после укладки верхнего слоя основного кровельного ковра аналогично выполняется наклейка верхнего слоя с напуском на горизонтальную поверхность 250 мм (на 100 мм перекрывая первый слой усиления кровельного ковра на примыкании).

Если рулоны кровельного материала основных слоев кровельного ковра укладывают параллельно парапетной стене, то расположение слоев меняется. Основные слои кровельного материала укладывают вплотную к переходному бортику. Дополнительно на переходной бортик укладывают еще один слой кровельного материала, заходящий на горизонтальную поверхность на 100 мм.

Для кровельных ковров, укладываемых непосредственно на минераловатные плиты, основные слои ковра заводят под переходной бортик и крепят к основанию (рис. 58).

На кровлях со стенами из трехслойных панелей (сэндвич-панелей) необходимо дополнительное утепление парапетных стен минераловатным плитным утеплителем. Для наплавления дополнительных слоев кровельного ковра на примыкании к парапету утеплитель закрывают листами плоского шифера или плитами ЦСП (цементно-стружечными плитами). Наклонный бортик изготавливается из жесткой минераловатной плиты. Бортик из минераловатного утеплителя вклеивается в угол на разогретый битум. Первый слой материала кровельного ковра на примыкании заводят на горизонтальную поверхность на 150 мм, второй слой перекрывает первый на 50 мм. Фартук из оцинкованной стали должен обеспечивать сток дождевой воды на поверхность кровли.

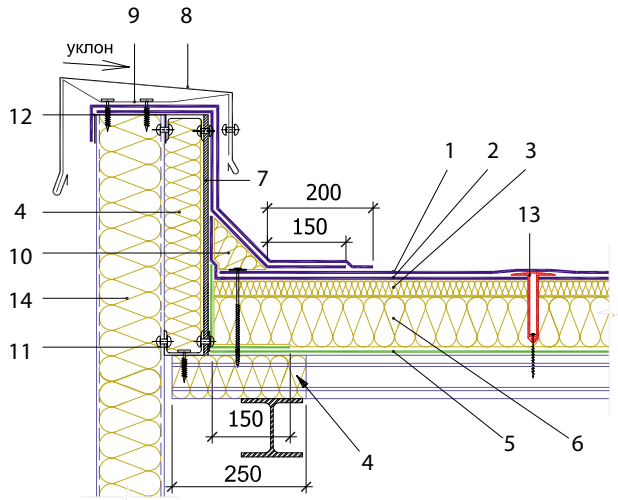


Рис. 58. Примыкание кровельного ковра к сэндвич-панели: *1* — Техноэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ФИКС ЭПМ; *3* — ТЕХНОРУФ В60; *4* — ТЕХНОРУФ Н30; *5* — пароизоляция; *6* — профнастил; *7* — плоский шифер или ЦСП; *8* — парапетный фартук из оцинкованной стали; *9* — костыль из стальной полосы; *10* — клин из жесткой минераловатной плиты; *11* — профиль из оцинкованной стали, закрепленный заклепками; *12* — жестяной профиль; *13* — телескопический крепеж; *14* — сэндвич-панель

Варианты закрепления края кровельного ковра на вертикальных поверхностях в примыканиях кровельного ковра к парапетным стенам, лифтовым шахтам.

Примыкание кровли к стене с механическим креплением краевой рейкой края кровельного ковра (рис. 59). В краевой рейке пробиты отверстия с шагом 100 мм. Верхняя кромка рейки имеет отгиб, обеспечивающий герметизацию шва между металлической рейкой и плоскостью стены. Рейка монтируется на гладкие вертикальные поверхности (оштукатуренные кирпичные стены, монолитный бетон, бетонные плиты).

Краевая рейка не может устанавливаться на деревянные поверхности и металлические фартуки. В местах внутренних или внешних углов краевая рейка режется. Изгибать рейку в углах нельзя. Край краевой рейки должен крепиться на расстоянии не более 50 мм от угла кровли (рис. 60).

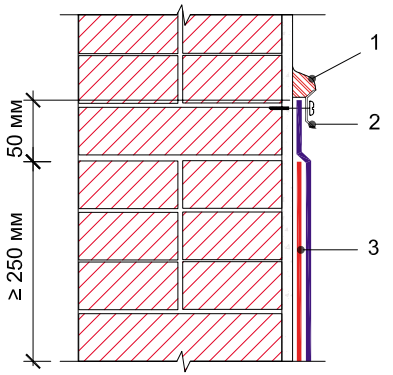


Рис. 59. Закрепление края кровельного ковра краевой металлической рейкой: *1* — полиуретановый герметик; *2* — краевая рейка, закрепленная саморезами с шагом 200 мм; *3* — дополнительный слой кровельного материала

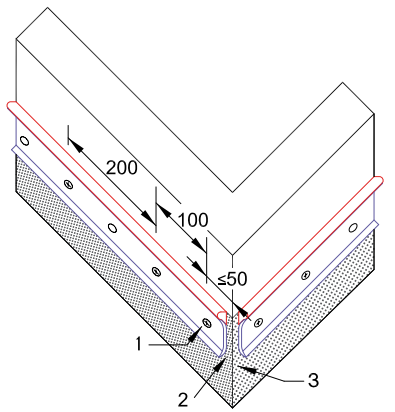


Рис. 60. Установка краевой рейки в углу кровли: *1* — первое крепление устанавливается в 30÷50 мм от угла; *2* — край краевой рейки отстоит от угла на 5 мм; *3* — в углах краевая рейка разрезается

В местах углов расстояние между первым и вторым саморезами (считая от угла) — 100 мм, все последующие саморезы устанавливаются с шагом 200 мм. При монтаже необходимо выдерживать расстояние в 5÷7 мм между краевыми рейками. Во всех местах, где дополнительные слои кровельного ковра заканчиваются, установите краевую рейку вертикально. После установки краевой рейки уложите битумный герметик в зазор между верхним отгибом и стеной. Вертикально установленную краевую рейку обрабатывают битумно-полимерным герметиком с двух сторон (рис. 61).

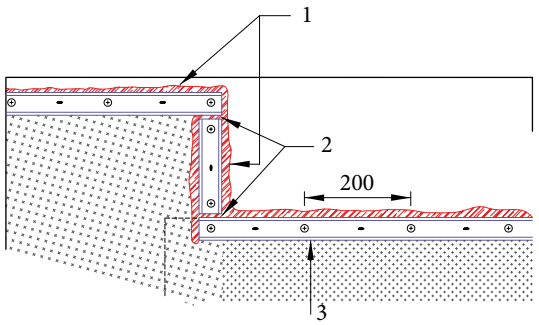
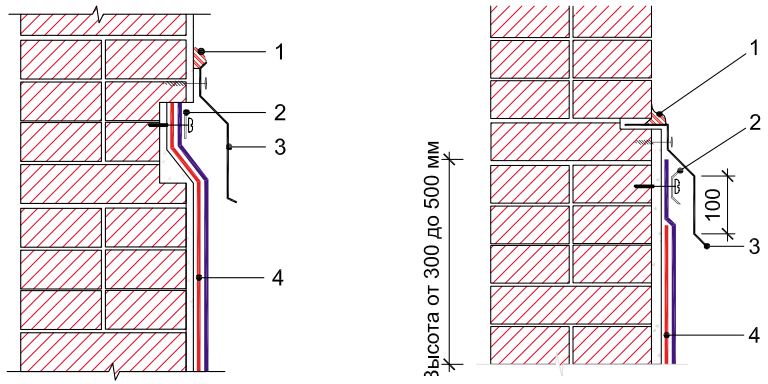


Рис. 61. Оформление края ковра краевой рейкой: *1* — полиуретановый герметик; *2* — зазоры по 10 мм; *3* — краевая рейка



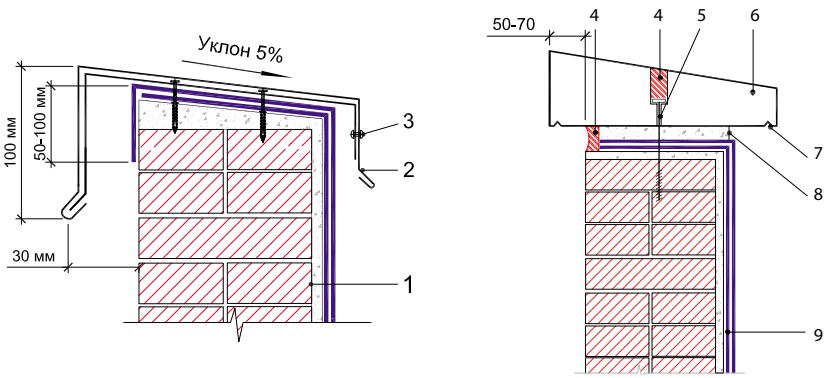
а *б*

Рис. 62. Заведение края кровельного ковра: а — под «выдру» в парапетной стене; б — на кирпичной стене: *1* — полиуретановый герметик; *2* — крепление саморезами (с шайбой) с шагом 250 мм; *3* — отлив из оцинкованной стали; *4* — дополнительный слой кровельного материала

Примыкание с подведением края кровельного ковра под «выдру» (рис. 62 *а*). Слои кровельного ковра на примыкании фиксируются к основанию краевой рейкой или саморезами с шайбой диаметром 50 мм. Шаг установки крепежных элементов 200 мм.

Примыкание кровельного ковра к кирпичной стене (рис. 62 *б*). При невозможности оштукатурить кирпичную стену целиком и отсутствии «выдры» в примыкании кровельного ковра к кирпичной стене, в стене прорезают штрабу под установку отлива. Ниже штрабы стену оштукатуривают цементно-песчаным раствором М150. Слои кровельного ковра на примыкании заводят на высоту не менее 300 мм, и край фиксируют краевой рейкой. Отлив из оцинкованной стали должен заходить в штрабу не менее чем на 50 мм и сверху должен быть промазан полиуретановым или полисульфидным (тиоколовым) герметиком.

Примыкание к парапетной стене высотой менее 500 мм. При высоте парапетной стены менее 500 мм дополнительные слои кровельного ковра заводят на парапетную стену (рис. 63). Верхний дополнительный слой должен заходить на фасадную часть здания на 50÷100 мм (рис. 64). При креплении парапетного фартука расстояние между точками крепления определяется жесткостью профиля, но не должно превышать 600 мм. Не рекомендуется жестко скреплять все листы стальных фартуков между собой. Листы можно скреплять в секции длиной не более 4 м. Стыки парапетных плит необходимо герметизировать тиоколовым (полисульфидным) или полиуретановым герметиком.



а *б*

Рис. 63. Примыкание кровельного ковра: *а* — к парапетной стене высотой менее 500 мм; *б* — к парапетной стене с парапетным камнем; *1* — кирпичная стена, оштукатуренная цементно-песчаным раствором М200 по металлической сетке, зафиксированной саморезами к стене; *2* — фартук из оцинкованной стали, прикрепленный к крепежному элементу заклепками; *3* — заклепки; *4* — полиуретановый герметик; *5* — крепеж; *6* — парапетная плита; *7* — слезник; *8* — цементно-песчаный раствор; *9* — два слоя кровельного материала

Заводить материал на парапетные стены высотой до 1 м можно дополнительно фиксируя полотнища кровельного материала к парапетной стене через 500 мм (рис. 65). Сверху парапетная стена должна также закрываться фартуком из оцинкованной стали или парапетной плитой.

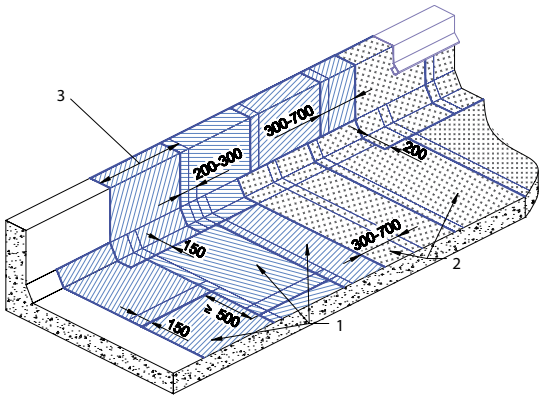


Рис. 64. Раскладка полотнищ рулонного материала на примыканиях к парапету: *1* — Техноэласт ЭПП; *2* — Техноэласт ЭКП; *3* — ширина рулона

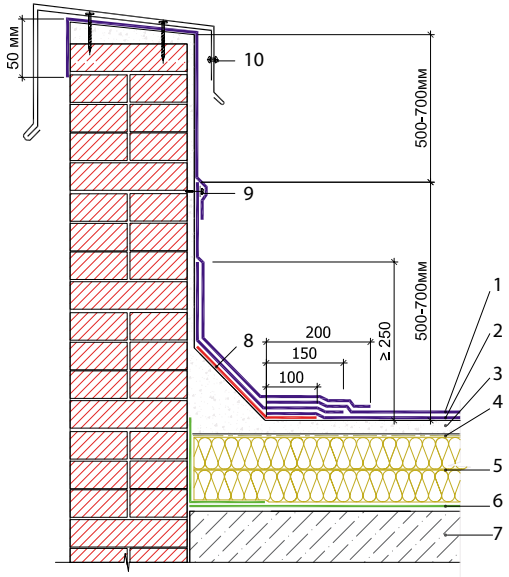


Рис. 65. Примыкание кровельного ковра к высокой парапетной стене: *1* — Техноэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ЭПП; *3* — цементно-песчаная стяжка по разуклонке; *4* — разделительный слой; *5* — ТЕХНОРУФ 45; *6* — пароизоляция; *7* — плита перекрытия; *8* — слой усиления кровельного ковра на примыкании; *9* — рейка из оцинкованной стали, закрепленная с шагом 200 мм; *10* — фартук из оцинкованной стали, прикрепленный заклепками к крепежному элементу

В местах примыкания кровельного ковра к антеннам, трубам рекомендуется устанавливать фасонные детали. Если невозможно установить фасонную деталь, то стальные трубы диаметром не менее 100 мм могут обклеиваться наплавляемым материалом, а герметизация труб малого диаметра может осуществляться с помощью стального стакана и двухкомпонентного герметика.

Фасонные детали изготавливаются из ЭПДМ резины для труб диаметром от 10 до 250 мм. Фасонная деталь устанавливается на горячую битумно-полимерную мастику, нанесенную на первый слой кровельного материала. Сверху горизонтальная часть заливается также горячей битумно-полимерной мастикой и закрывается материалом второго слоя. Верхний край резинового элемента обжимается металлическим хомутом и промазывается полиуретановым или полисульфидным (тиоколовым) герметиком.

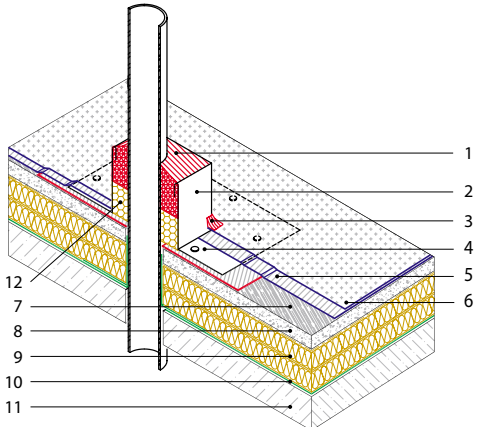


Рис. 66. Примыкание кровельного ковра к трубам (пучкам труб) малого диаметра: *1* — двухкомпонентный тиоколовый или полиуретановый герметик; *2* — стальной стакан; *3* — полиуретановый герметик; *4* — крепеж стакана через мастику № 41 на основание; *5* — Техноэласт ЭПП; *6* — Техноэласт ЭКП; *7* — праймер битумный № 1; *8* — цементно-песчаная стяжка; *9* — минераловатный утеплитель; *10* — пароизоляция; *11* — плита перекрытия; *12* — монтажная пена

Стальной стакан, заполненный двухкомпонентным герметиком, применяется для герметизации жестких труб малого диаметра, пучков труб, гибких труб, опор необычной формы (конструктивные балки,

каналы и т.д.), анкеров. При использовании стальных стаканов с герметиком рекомендуем оставлять расстояние не менее 25 мм между герметизируемыми элементами (трубками) и до стенок стакана. Стенки металлического стакана ограничивают растекание герметизирующей мастики, а металлический горизонтальный фланец необходим для сопряжения с кровельным ковром (рис. 66).

После укладки кровельного ковра в месте установки металлического стакана на основание наносится слой горячей битумно-полимерной мастики. Металлический стакан с фланцем устанавливается на мастику и дополнительно крепится к основанию крепежными элементами. Расстояние между трубками или расстояние от трубки до края стакана должно быть не менее 25 мм. При укладке двух дополнительных слоев усиления материал заводится на фланец вплотную к стенкам металлического стакана. Нижняя часть стакана заполняется монтажной пеной, а сверху заполняется двухкомпонентным полисульфидным (тиоколовым) или полиуретановым герметиком.

При пропуске через кровлю горячих труб вокруг них ставится короб, заполняемый минераловатным утеплителем, а кровельный ковер примыкает к коробу. Для сопряжения кровельного ковра с пучком горячих труб вокруг места выхода из основания также устанавливается утепленный короб. Вывод трубок осуществляется через боковую сторону.

Необходимость деформационных швов в кровле определяется геометрией здания и его конструктивными особенностями, но существуют и объективные показатели обязательного устройства деформационных швов, к которым относятся:

- наличие деформационного шва в здании
- длина здания или ширина более 60 м;
- стык кровельных оснований с разными коэффициентами линейного расширения (бетонные плиты перекрытия, примыкающие к основанию из оцинкованного профлиста);
- примыкание к стене соседнего здания;
- изменение направления укладки элементов каркаса здания, прогонов, балок и элементов основания кровли;
- изменение температурного режима внутри помещений.

Чтобы снизить вероятность протечки кровли через деформационный шов, необходимо сформировать уклоны на кровле таким образом,

чтобы вода уходила в разные стороны от деформационного шва. При устройстве деформационных швов кровельный ковер лучше всего разорвать (рис. 67).

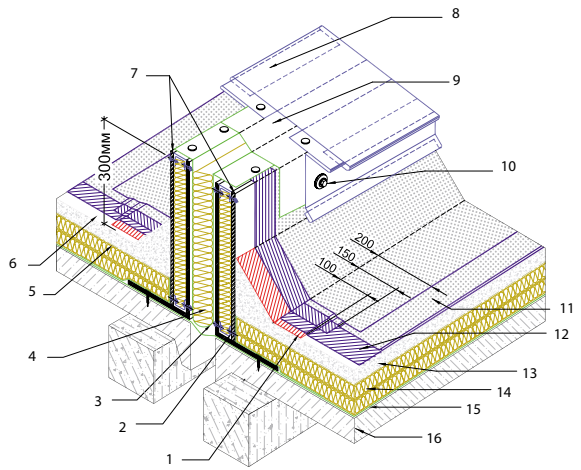


Рис. 67. Деформационный шов: *1* — дополнительный слой усиления; *2* — профиль из оцинкованной стали; *3* — пароизоляция; *4* — сжимаемый утеплитель ТЕХНОЛАЙТ; *5* — разделительный слой; *6* — праймер битумный №1; *7* — хризотилцементный лист или цементно-стружечная плита; *8* — фартук из оцинкованной стали; *9* — мембрана из Техноэласт ЭПП; *10* — кровельные саморезы; *11* — Техноэласт ЭКП; 12 — Техноэласт ЭПП; *13* — стяжка; *14* — ТЕХНОРУФ 45; *15* — пароизоляция; *16* — плита перекрытия

В случаях, если деформационный шов устраивается в местах водораздела и движение потока воды вдоль шва невозможно, или уклоны на кровле более 15 %, то при устройстве допустимо использовать упрощенную конструкцию деформационного шва (рис. 67).

Деформации здания компенсирует верхний минераловатный утеплитель. В кровлях с основанием из профлиста необходимо закреплять основные слои кровельного материала на краях деформационного шва (рис. 68, 69).

Температурно-деформационный шов (ТДШ) со стенками из легкого бетона или штучных материалов может устанавливаться в кровлях с бетонным основанием или из ж/б плит. Стенка ТДШ устанавливается на несущие конструкции. Край стенки ТДШ должен быть выше поверх-

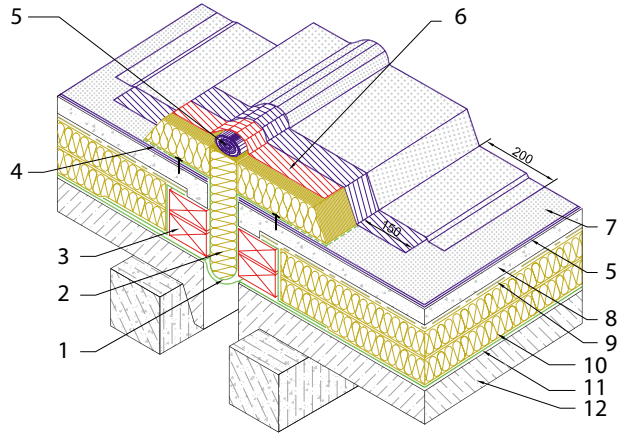


Рис. 68. Упрощенная конструкция деформационного шва: *1* — пароизоляция; *2* — сжимаемый утеплитель ТЕХНОЛАЙТ; *3* — кирпичная кладка; *4* — минеральный утеплитель, приклеенный на горячую мастику; *5* — Техноэласт ЭПП, свернутый в трубку; *6* — дополнительный слой кровельного материала; *7* — Техноэласт ЭКП; *8* — стяжка; *9* — разделительный слой; *10* — ТЕХНОРУФ 45; *11* — пароизоляция; *12* — плита перекрытия

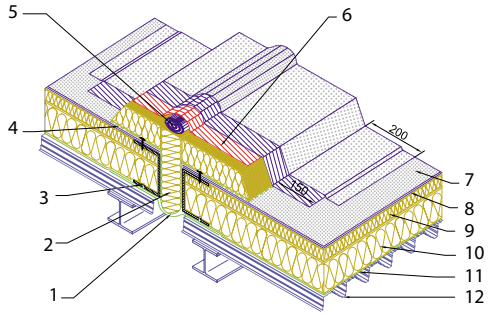


Рис. 69. Деформационный шов в кровлях с основанием из профлиста: *1* — пароизоляция; *2* — сжимаемый утеплитель ТЕХНОЛАЙТ; *3* — металлический профиль, закрепленный заклепками; *4* — минеральный утеплитель приклеенный на горячую мастику; *5* — Техноэласт ЭПМ, свернутый в трубку; *6* — дополнительный слой кровельного материала; *7* — Техноэласт ЭКП; *8* — Техноэласт ФИКС ЭПМ; *9* — ТЕХНОРУФ В 60; *10* — ТЕХНОРУФ Н 30; *11* — пароизоляция; *12* — оцинкованный профилированный лист

ности кровельного ковра на 300 мм. Шов между стенками должен быть не менее 30 мм. Металлический компенсатор, устанавливаемый в ТДШ, не может служить пароизоляцией. Необходима укладка дополнительных слоев пароизоляционного материала на компенсатор.

«Дышащие» кровли с материалами Унифлекс ЭПВ ВЕНТ и Техноэласт ЭКВ ВЕНТ

При устройстве водоизоляционного ковра в осенне-зимний период возможно увлажнение основания под кровлю, а это может привести к образованию вздутий, снижающих эксплуатационную надежность ковра. Предотвратить появление вздутий можно полосовой приклейкой кровельного ковра к основанию. Для получения полосовой приклейки кровельного ковра к основанию используют специализированные материалы Унифлекс ЭПВ ВЕНТ, Унифлекс ТПВ ВЕНТ или Техноэласт ЭКВ ВЕНТ.

При укладке этих материалов приклейка происходит только в местах черных полос. Остальная поверхность остается не приклеенной к основанию и образует сеть сообщающихся между собой каналов. Каналы обеспечивают свободный выход образующегося под кровельным ковром пара.

Кровли, выполненные такими способами, называются «дышащими». Применение «дышащего» водоизоляционного ковра позволяет выровнять давление паровоздушной смеси в подкровельном слое с давлением наружного воздуха и, таким образом, исключить образование вздутий между основанием под кровлю (стяжкой) и кровельным ковром.

Применение «дышащих» кровельных ковров особенно актуально при ремонтах:

- кровель, имевших протечки;
- кровель с переувлажненным утеплителем (если удаление утеплителя нежелательно);
- кровельных конструкций с недостаточным паросопротивлением пароизоляционного слоя или с локальными повреждениями пароизоляции.

«Дышащие» системы применяют при устройстве новых кровель в случаях, если:

• кровельная конструкция содержит влажные слои между пароизоляционным слоем и кровельным ковром;

• в помещении под кровлей есть открытые резервуары с водой (бассейны, гальванические ванны и т.д.), или при производстве используются мокрые процессы (пивзаводы, текстильные фабрики и т.д.).

Для отвода паров из кровельной конструкции устанавливаются кровельные аэраторы (флюгарки) (рис. 70). При ремонте кровель, имевших протечки, в местах установки флюгарок прорезают отверстие до пароизоляционного слоя кровли. Старый утеплитель вынимают, а получившееся отверстие засыпают сухим керамзитовым гравием. Данная операция ускоряет вывод пара из кровельной конструкции. Флюгарки устанавливаются на кровле из расчета 1 (флюгарка ∅ 110 мм) на 100 м^2 кровли. В ендове кровли флюгарки устанавливаются через 10÷12 м, на коньках кровли — через 6÷8 м.

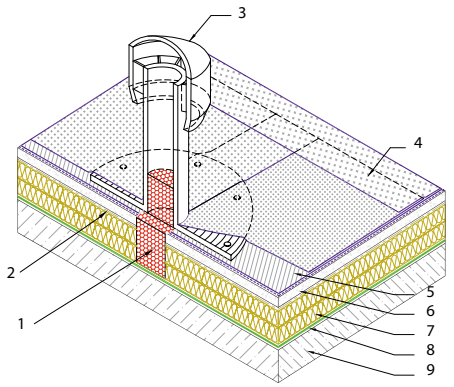


Рис. 70. Система монтажа кровельного аэратора (флюгарки): *1* — заполнение креамзитовым гравием; *2* — разделительный слой; *3* — кровельный аэратор; *4* — Техноэласт ЭКП; *5* — Унифлекс вент ЭПВ; *6* — цементно-песчаная стяжка; *7* — ТЕХНОРУФ 45; *8* — пароизоляция; *9* — плита перекрытия

Водоизоляционный ковер из битумных мастичных материалов

Водоизоляционный ковер из мастичных материалов является финишным слоем неэксплуатируемой кровельной строительной системы, имеющей название ТН-КРОВЛЯ Мастичная (рис. 71). В данной системе используется битумно-полимерная гидроизоляционная мастика ТехноНИКОЛЬ № 21 (Техномаст), уложенная в 3 слоя с расходом мастики на 1 слой не более 2 кг/м^2.

Для улучшения прочностных характеристик данной системы применяется армирование из 2-х слоев стеклоткани. Для увеличения адгезии перед укладкой мастичных слоев гидроизоляции поверхность грунтуют праймером битумным № 01. В качестве теплоизоляции применяются XPS-плиты ТехноНИКОЛЬ Carbon. Для защиты от УФ воздействия на мастичную гидроизоляцию применяется мастика алюминиевая № 57, которая к тому же помогает сократить нагрев всей поверхности кровли.

Система ТН-КРОВЛЯ Мастичная применяется при устройстве новой и реконструкции старой кровли. Данная система часто используется на строительных сооружениях при необходимости устройства гидроизоляционного ковра при наличии большого количества кровельных элементов и невозможности применения открытого огня.

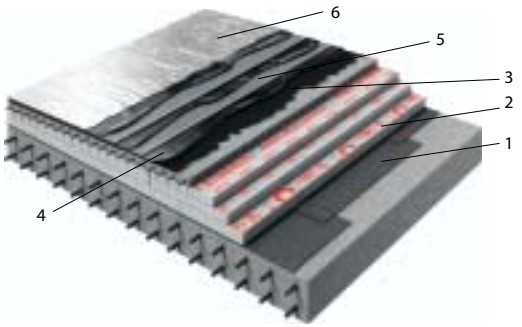


Рис. 71. Система ТН-КРОВЛЯ Мастичная *1* — пароизоляционный слой; *2* — XPS-плита CARBON 300; *3* — праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ№01; *4* — мастика ТЕХНОНИКОЛЬ №21; *5* — стеклосетка 40 г/м^2 с ячейкой 2,5 мм; *6* — алюминиевая защитная мастика ТехноНИКОЛЬ № 57

Мастичную кровлю устраивают по железобетонным несущим плитам со швами, заделанными цементно-песчаным раствором; по монолитным армированным стяжкам из цементно-песчаного раствора с прочностью на сжатие не менее 15 МПа; по сборным стяжкам из хризотилцементных прессованных плоских плит или цементно-стружечных плит; по деревянным основаниям (устроенным из влагостойкой фанеры ФСФ или ориентированной стружечной плиты); по старому кровельному ковру.

Основной мастичный водоизоляционный ковер назначают в зависимости от вида строительства и уклона кровли. В покрытиях с уклоном 2÷15 % кровельный ковер предусматривают из двух мастичных слоев, армированных двумя слоями полотен из стекломатериалов с верхним окрасочным защитным слоем. На уклонах 2÷10 % допускается применять защитный слой из мелкого гравия или крупнозернистой посыпки по слою мастики. На уклонах более 15 % кровельный ковер допускается выполнять из одного армированного мастичного слоя с верхним слоем из окрасочного состава.

При ремонте существующей (старой) кровли без замены теплоизоляции кровельный ковер выполняют из двух армированных мастичных слоев с защитным слоем.

При этом целесообразность сохранения теплоизоляции устанавливают по результатам детального обследования ограждающей части покрытия (при необходимости с отбором проб слоев для определения их состояния, в т.ч. влажности теплоизоляции). Ремонт кровельного ковра может быть выполнен из одного армированного слоя в зависимости от состояния «старой» кровли, которое определяется в процессе ее обследования.

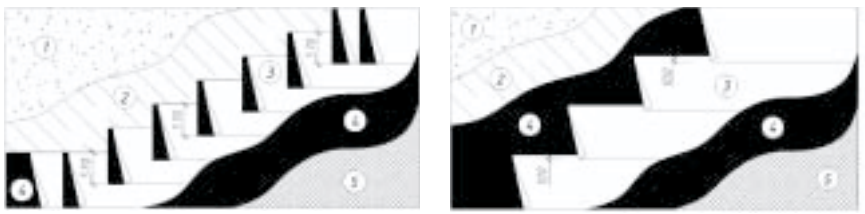
В местах примыкания мастичной кровли к парапетам, стенам, бортам фонарей и другим выступающим над кровлей конструкциям предусматривают дополнительные изоляционные слои из двух мастичных слоев с двумя армирующими прокладками из стекломатериалов. Ендовы и конек кровли в этих покрытиях усиливают одним армированным мастичным слоем. На неэксплуатируемых кровлях допускается выполнять на примыканиях к парапетам, стенам, бортам фонарей дополнительный ковер из трех армированных мастичных слоев без устройства защитного фартука.

Монтаж водоизоляционного ковра из битумных мастичных материалов

Устройство изоляционных слоев в пределах рабочих захваток начинают с пониженных участков: карнизных свесов и участков расположения водосточных воронок (ендов). Основной водоизоляционный ковер с применением армирующих стекломатериалов выполняют в следующей последовательности:

— на поверхность основания, подготовленную для устройства кровли, наносят слой мастики, и по нему расстилают полотнища стекломатериала, при этом армирующие материалы укладывают ступенчатым способом. На пониженном участке, например на карнизе, вначале наклеивают два слоя стекломатериала (рис. 72), затем каждое последующее полотнище смещают относительно предыдущего так, чтобы нахлестка составила 57 см;

— на полотнища холста или ткани, уложенных с нахлесткой по длине 80÷100 мм, наносят мастику. Расход ее не менее 4,5 кг/м^2, при этом мастичный слой выполняют за несколько проходов с расходом на каждом проходе не более 1 кг/м^2 и просушкой между проходами не менее 10 ч. Расход армирующих прокладок 2,2 п. м/м^2, праймера — не менее 0,2 кг/м^2.



а б

Рис. 72. Схема расположения слоев мастичного кровельного ковра: *а* — с двумя армирующими слоями (ступенчатое расположение слоев); *б* — с одним армирующим слоем; *1* — основание под кровлю; *2* — праймер; *3* — армирующие слои; *4* — слои мастики; *5* — защитный (окрасочный) слой

Ремонтные изоляционные слои выполняют аналогично. Если на поверхности существующей кровли сохранилась крупнозернистая посыпка, удаление которой требует больших затрат, либо поверхность старой кровли имеет большое количество шероховатостей и неровностей, то ремонтный слой выполняют с применением редкой стеклоткани в следующей последовательности:

— на огрунтованную поверхность старой кровли наносят слой мастики и расстилают редкую стеклоткань;

— по разостланному полотнищу или ряду полотнищ редкой стеклоткани, уложенных с нахлесткой по ширине и длине 80÷100 мм, наносят мастику.

При нанесении мастики ручным способом (валиком, кистью, гребком с резиновой вставкой) ее обычно не разбавляют растворителем. Для нанесения механизированным способом применяют установки безвоздушного распыления (Graco, Wagner, 2600Н, 7000Н, Факел-3, УРБХ-1М, Виза-1, станция СО-145), при этом мастику при необходимости разбавляют растворителем (толуол) до рабочей вязкости, указанной в паспорте установки.

Защитный слой, если он требуется по проекту, выполняют по высохшему кровельному ковру (через 5÷7 сут). Окрасочный состав наносят валиком, кистью или распылением. Расход состава — в соответствии с рекомендациями по его применению.

Слои основного водоизоляционного ковра у мест примыкания к выступающим над кровлей конструкциям должны подниматься на переходные (наклонные) бортики.

Дополнительные изоляционные слои на примыканиях к выступающим над кровлей конструкциям выполняют из полотнищ армирующего материала длиной 2÷2,5 м. При этом на примыканиях к вертикальным поверхностям наклейку производят снизу вверх.

Верхний край дополнительных изоляционных слоев должен быть закреплен. Одновременно крепят фартуки из оцинкованной стали для защиты этих слоев от механических повреждений и атмосферных воздействий на кровле.

В местах примыкания кровли к парапетам высотой до 450 мм изоляционные слои заводят на верхнюю грань парапета, затем примыкание обделывают оцинкованной кровельной сталью. При пониженном расположении парапетных стеновых панелей (при высоте парапета не более 200 мм) наклонный переходный бортик устраивают из бетона до верха панелей.

При устройстве кровли с повышенным расположением верхней части парапетных панелей (более 450 мм) защитный фартук с кровельным ковром механически закрепляют кровельными саморезами, а отделку верхней части парапета выполняют из кровельной стали, закрепляемой костылями. Конек кровли усиливают на ширину 250 мм с каждой стороны, а ендову — на ширину 750 мм (от линии перегиба) одним армированным мастичным слоем.

В местах установки водосточных воронок кровельные покрытия усиливают дополнительным армированным мастичным слоем на ширину 350 мм от оси установки воронки. Слои основного и дополнительного водоизоляционного слоя должны заходить на водоприемную чашу. Прижимной фланец устанавливают к чаше воронки гайками, а чашу воронки крепят к плите покрытия зажимными хомутами. Карнизные участки кровли при наружном водоотводе усиливают также одним армированным мастичным слоем шириной 250 мм.

Деформационные швы в покрытиях могут быть с разделительными стенками (например, у стен с перепадом высот) или выкружкой (компенсатором). Как и в других местах примыкания кровли, у стенок деформационных швов делают наклонные переходные бортики. В деформационных швах с металлическим компенсатором последние выполняют пароизолирующую и несущую функцию.

Места пропуска через кровлю труб выполняют с применением фасонных деталей из ЭПДМ резины для труб диаметром от 10 до 250 мм. Места пропуска анкеров также выполняют с применением фасонных деталей.

При выполнении гидроизоляционных слоев на вертикальных и наклонных (более 25 %) поверхностях при условии армирования покрытия применяют полотнища стеклоосновы длиной 1,5÷2 м. При значительной высоте изолируемой конструкции устройство мастичного гидроизоляционного слоя производят ярусами, начиная с нижнего слоя. При необходимости закрепления армирующего материала на каждом ярусе предусматривают крепление нижнего слоя по высоте рабочих захваток.

В местах перехода гидроизоляционных слоев с горизонтальной поверхности на вертикальную изоляционные слои на горизонтальной (наклонной) поверхности заводят на наклонные бортики и перекрывают изоляционными слоями на вертикальной поверхности. Для уплотнения деформационных швов применяют резиновые, пластмассовые или металлические компенсаторы, а технологические трубопроводы пропускают через гидроизоляцию с применением набивных или нажимных сальников. В местах пропуска анкеров предусматривают защемление слоев гидроизоляции при помощи металлической накладки.

Монтаж системы мастичной кровли
по железобетонным лотковым панелям

В массовом строительстве многоэтажных жилых зданий получили распространение железобетонные чердачные конструкции крыш с холодным или теплым чердаком и безрулонной кровлей. Также крыши включают железобетонные кровельные панели, железобетонные водосборные лотки (при внутреннем водоотводе) с защитой гидроизоляционным слоем из мастичных окрасочных составов (из холодных битумно-полимерных или полимерных мастик по ГОСТ 30693) и доборные элементы: фризовые панели, опорные столбики, балки и т.п.

Высота сквозного прохода в чердачном пространстве вдоль здания должна составлять не менее 1,6 м. Допускается местное понижение высоты чердака (у карниза или в средней части крыши в зависимости от типа водоотвода) до 1,2 м.

Железобетонные кровельные панели покрытия в зависимости от типа чердака (холодный или теплый) делятся, соответственно, на неутепленные тонкостенные (однослойные) и утепленные двух- или трехслойные. Основные узлы примыкания безрулонных кровель с железобетонными лотковыми панелями не утепленными приведены на см. рис. 74, с утепленными — на рис. 75. В местах пропуска вентиляционных блоков, труб и другого инженерного оборудования в железобетонных панелях должны быть предусмотрены отверстия с обрамлением, выступающим на высоту не менее 100 мм. Вынос карнизов кровельных панелей при наружном водостоке за грань наружной стены должен быть не менее 600 мм, а при внутреннем — не менее 100 мм.

Во избежание образования конденсата со стороны холодного чердака на поверхностях неутепленных кровельных панелей в опорных фризовых панелях стен должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия, суммарная площадь которых принимается не менее 1/300 от площади горизонтальной проекции кровли. Водосборные лотки должны быть однопролетными. Не допускается пропускать через днище водосборных лотков стояки вытяжной вентиляции, стойки радио и др.

Для устройства надежной кровли из мастики следует:

• применять качественные кровельные материалы, соответствующие нормативно-технической документации (НТД), по которой они выпускаются, и имеющие сертификаты, водный эмульсионный состав не должен иметь просроченный период хранения, во время хранения не должен подвергаться замораживанию;

• соблюдать требования к качеству основания и рекомендации по подготовке поверхности основания;

• соблюдать рекомендованные интервалы времени между наносимыми слоями мастик и праймеров;

• точно соблюдать толщину наносимого слоя.

Контроль качества по устройству кровли выполняют поэтапно с проведением входного и пооперационного контроля и актированием скрытых работ на каждый слой. При этом проверяют качество выполненных конструктивных элементов и соответствие примененных материалов требованиям проекта и технологической карты.

Контроль толщины наносимого слоя осуществляют по соотношению расхода мастики на площадь изолируемой поверхности, замером сформировавшегося покрытия градуированным щупом, также возможен контроль качества при помощи ультразвуковых приборов измерения толщины.

В местах обнаружения уменьшения толщины нанесенного слоя мастики, дополнительным распылением должна быть достигнута проектная толщина. Приемка выполненной кровли должна оформляться актом сдачи-приемки с оценкой качества работ.

Уложенная кровля должна отвечать следующим требованиям: покрытие не должно иметь пузырей, расслоений и отслоений от основания; отклонения величины фактического уклона от проектного не должны превышать ±5 мм и не должны иметь обратных уклонов.

2.2.3. Плоские кровли из полимерных материалов

Перспективными водоизоляционными материалами являются ПВХ (пластифицированный поливинилхлорид) мембраны. История их применения на кровлях значительно короче, по сравнению с битумными (которые, в свою очередь, заслужили звание традиционных материалов), однако в настоящее время полимерные мембраны не уступают традиционным в объемах применения за счет целого ряда присущих им положительных свойств. Особенностью полимерных мембран является бóльшая, по сравнению с битумными мембранами, ширина полотнищ,

позволяющая подобрать оптимальный размер рулона для крыш любых конфигураций и свести количество швов на полимерной кровле к минимуму. Полимерные мембраны обладают эластичностью в широком диапазоне температур, стойкостью к УФ-излучению и агрессивному воздействию окружающей среды. Бесспорным преимуществом является пониженная группа горючести, позволяющая существенно увеличить площадь участков кровли, ограниченных противопожарными рассечками. Особенность полимерных мембран выпускать избыточное давление водяного пара, создаваемое в кровельной конструкции, позволяет применять полимерные пленки в качестве пароизоляционного слоя, не опасаясь накопления влаги внутри кровельной конструкции.

Особенностью ПВХ мембран является меньшая толщина, по сравнению с битумными материалами, при сопоставимых сроках службы обоих типов гидроизоляции. Для ПВХ мембран характерна потеря пластификатора, вследствие этого потеря массы и толщины с течением времени. В среднем за 10 лет в условиях средней полосы России толщина ПВХ мембраны уменьшается на 0,2 мм. Считается, что минимально допустимая толщина гидроизоляционного слоя должна быть ≥0,8 мм. Поэтому можно говорить, что минимальный срок службы для ПВХ мембран толщиной 1,2 мм составляет 20 лет, для ПВХ мембран толщиной 1,5 мм — 35 лет. Толщина материала, кроме срока службы, также влияет на стойкость к механическим повреждениям, истиранию и тлению сигарет.

Специалистами Корпорации ТехноНИКОЛЬ разработан ряд Строительных систем, в которых предусматривается устройство кровельных гидроизоляционных покрытий из полимерных мембран, выпускаемых под торговыми марками LOGICROOF и ECOPLAST.

Полимерная кровля
с механическим креплением «ТН-Кровля Классик»

В связи с ростом строительства крупных торговых центров, логистических складских терминалов и производственных зданий, широкое распространение получили быстровозводимые кровельные конструкции с основанием из профилированного стального настила. Наиболее широкое применениея в таких коммерческих кровлях получила система с механическим креплением (далее — МК) (рис. 73).

Для повышения экономического эффекта и удешевления кровельной конструкции в качестве утеплителя используют комбинацию из двух слоев минеральной ваты ТЕХНОРУФ В60 и ТЕХНОРУФ Н30. Верхний более плотный слой необходим лишь для распределения нагрузки, возникающей при монтаже и эксплуатации кровли, на нижний менее плотный слой.

Для устройства кровель с МК рекомендуется применять полимерные мембраны LOGICROOF или ECOPLAST на основе ПВХ, армированные полиэфирной сеткой V-RP, либо на основе ТПО с армировкой P-MV, P-RP. При устройстве сопряжений и изготовлении фасонных деталей применяют полимерные мембраны LOGICROOF или ECOPLAST на основе ПВХ без армирования V-SR. Тип ПВХ неармированной мембраны строго должен соответствовать типу мембраны, применяемой для устройства основной кровли.

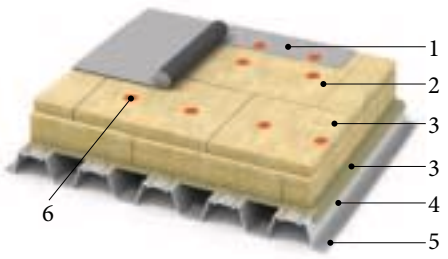


Рис. 73. Система полимерной кровли с механическим креплением «ТН-Кровля Классик»: *1* — полимерная мембрана; *2* — система механического крепления; *3* — плита на основе каменной ваты; *4* — пароизоляция; *5* — несущее основание; *6* — крепеж

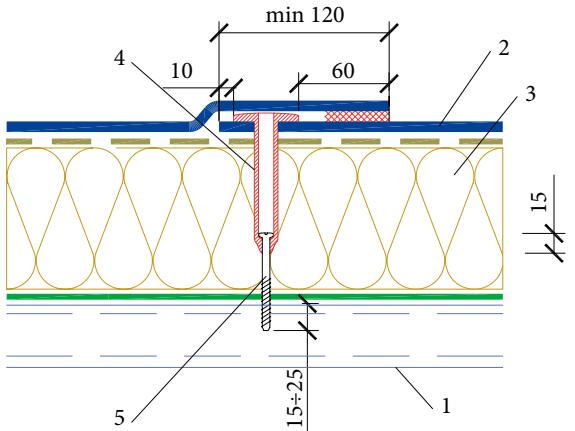


Рис. 74. Боковой нахлест: *1* — профилированный лист; *2* — кровельное полотно; *3* — теплоизоляция; *4* — тарельчатый держатель; *5* — анкерный элемент

МК мембран ПВХ производится при помощи телескопических либо тарельчатых держателей (рис. 74) в комплекте с анкерными элементами, подобранными в соответствии с типом несущего основания. Крепежные элементы устанавливаются в перехлесте кровельных полотнищ, чем обеспечивается герметичность покрытия. Мембрана укладывается с боковым перехлестом не менее 120 мм и торцевым не менее 150 мм для гарантированного перекрытия крепежных элементов. При использовании крепежа с диаметром шляпки более 50 мм величину перехлеста увеличивают. Сварка соседних полотнищ выполняется специальным оборудованием при помощи горячего воздуха. Ширина сварного шва должна составлять не менее 30 мм. Мембрана дополнительно крепится к основанию в местах примыкания к парапетам, трубам, фонарям и другим конструкциям. В случае, когда основанием под укладку мембраны являются плиты утеплителя, утеплитель и мембрана крепятся независимо друг от друга.

При необходимости разовых проходов для обслуживания кровли рекомендуется устройство проходов, состоящих из пешеходной дорожки с нескользящим верхним слоем, которая приваривается к основной кровельной мембране. Под пешеходную дорожку рекомендуется укладывать жесткую подкладку для перераспределения нагрузок, что особенно актуально при использовании минераловатного утеплителя. Жесткую подкладку выполняют из OSB-3. В местах выходов на кровлю рекомендуется выполнять площадку из XPS-плит в качестве утеплителя.

Вентилируемая кровельная система ТН-КРОВЛЯ Вент

Разновидностью системы «ТН-КРОВЛЯ Классик» является вентилируемая система ТН-КРОВЛЯ Вент с двухслойным утеплителем, имеющая ряд конструктивных особенностей, благодаря которым испарение влаги существенно увеличивается за счет циркуляции воздуха по каналам в нижнем слое теплоизоляции. Также возможно устройство двух- и трехслойных систем утепления с вентиляционными каналами (рис. 75).

Функционирование системы ТН-КРОВЛЯ Вент основывается на естественной вентиляции, благодаря которой влага гораздо быстрее выводится из конструкции. Для правильной работы системы необходимо организовать уклон. Уклон может быть как конструктивным, так и выполненным при помощи теплоизоляционных уклонообразующих

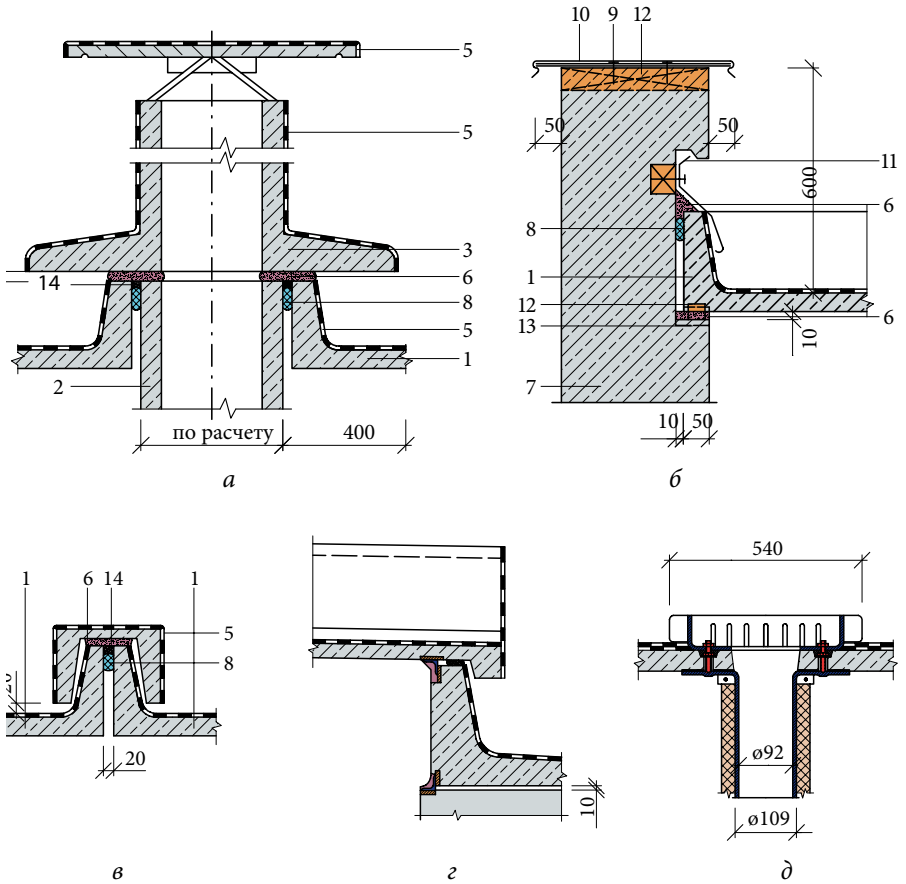


Рис. 75. Узлы примыканий мастичной кровли с холодным чердаком и неутепленными кровельными панелями: *а* — примыкание кровельной панели и вентиляционного блока; *б* — примыкание к фризовой панели; *в* — стык кровельных панелей с П-образным нащельником; *г* — стык кровельной и лотковой панели; *д* — воронка внутреннего водостока; *1* — железобетонная кровельная панель корытообразного сечения; *2* — вентиляционный блок; *3* — оголовок вентиляционного блока; *4* — П-образная плита-нащельник; *5* — водоизоляционный ковер из мастики № 33; *6* — цементно-песчаный раствор; *7* — фризовая панель; *8* — уплотнитель; *9* — кровельные костыли с шагом 600 мм; *10* — оцинкованная кровельная сталь; *11* — защитный фартук из оцинкованной кровельной стали; *12* — закладная деталь; *13* — герметик № 45

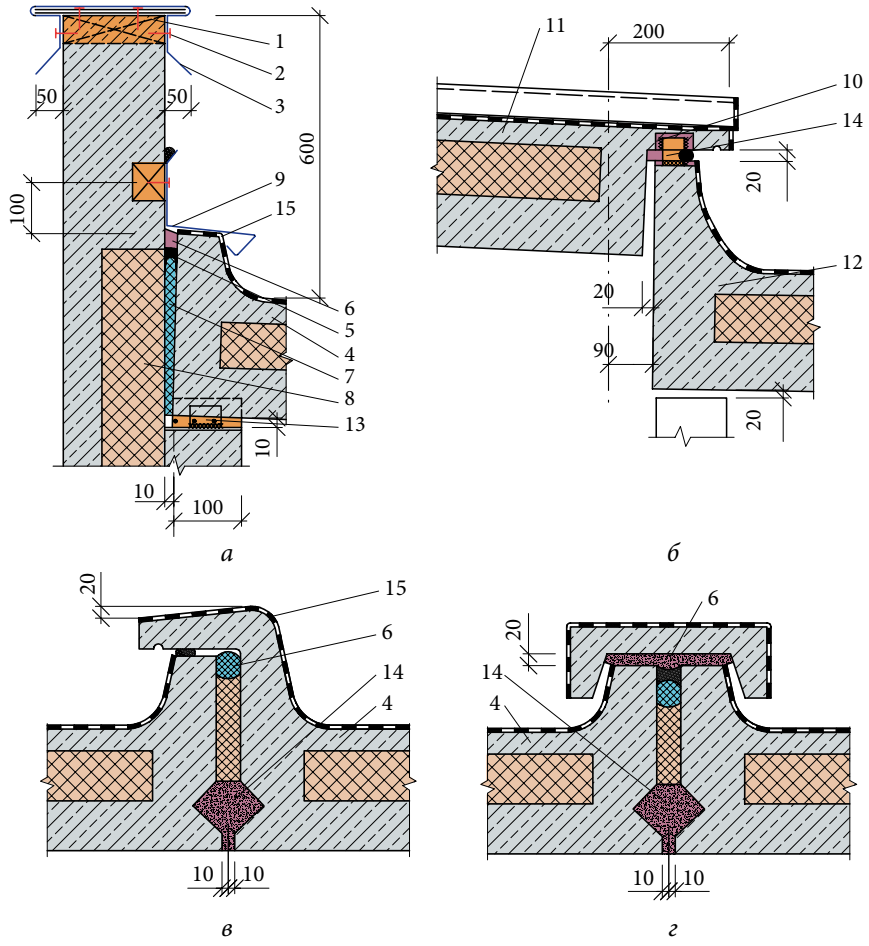


Рис. 76. Узлы примыканий мастичной кровли с теплым чердаком и утепленными кровельными панелями: *а* — примыкание к фризовой панели; *б* — стык кровельной и лотковой панели; *в* — стык кровельных панелей с П-образным нащельником; *г* — стык кровельных панелей внахлест; *1* — фризовая панель; *2* — кровельные костыли через 600 мм пристрелены дюбелями; *3* — оцинкованная кровельная сталь; *4* — трехслойная кровельная панель; *5* — цементно-песчаный раствор; *6* — герметик № 45; *7* — уплотнитель; *8* — утепляющий вкладыш (минераловатные маты); *9* — защитный фартук из оцинкованной кровельной стали; *10* — П-образный нащельник; *11* — лотковая трехслойная панель; *12* — опорная рама; *13* — закладная деталь; *14* — монтажный соединительный элемент; *15* — водоизоляционный ковер из мастики № 33.

плит ТЕХНОРУФ Н 30 КЛИН, при этом уклонообразующие плиты укладываются под плиты с вентканалами. Воздух под действием разницы парциальных давлений вытягивается по каналам вверх к общему поперечному каналу, расположенному вдоль конька, под действием силы ветра. Плита ТЕХНОРУФ В 60 толщиной 40 мм равномерно распределяет внешние нагрузки на слой утеплителя с вентилируемыми каналами ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ (рис. 76).

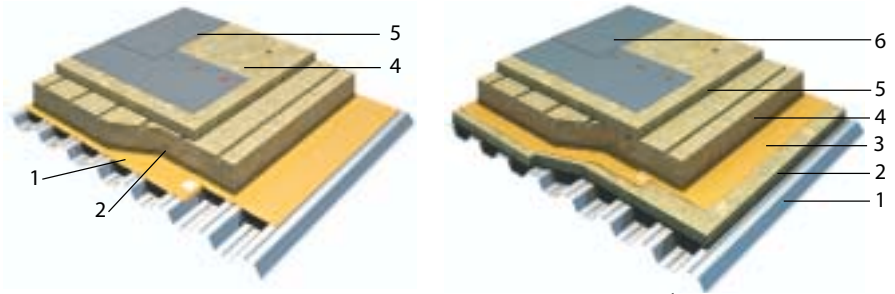


Рис. 77. Системы ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ: *а* — двухслойная система утепления; *б* — трехслойная система утепления; *1* — пленка пароизоляционная; *2* — утеплитель ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ; *3* — утеплитель кровель ТЕХНОРУФ В; *4* — телескопический крепеж; *5* — полимерная мембрана; *6* — основание кровли — стальной профилированный лист

Благодаря верхней плите воздух в каналах на 5 °С выше температуры окружающего воздуха. Плита ТЕХНОРУФ В 60 является основой для гидроизоляционного слоя. Плиты ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ обеспечивают перенос влаги вдоль каналов к вентиляционным дефлекторам (флюгаркам). Размеры каналов составляют: ширина 30 мм, глубина 20 мм. В процессе монтажа соединительные каналы, а также технологические отверстия вырезают вручную.

Коньковый канал соединяет каналы в теплоизоляции вентиляционными дефлекторами (флюгарками), которые имеет ширину 100 мм. В верхней плите проделываются отверстия для монтажа флюгарок. Флюгарки могут быть изготовлены как из пластика, так и из металла, именно они обеспечивают отвод влаги из конструкции кровли. Вентиляционные дефлекторы монтируются по коньку с шагом 6÷8 м и вдоль водостока с шагом 10÷12 м. Диаметр дефлекторов — 100 мм, высота — 400 мм.

Монтаж плит с вентиляционными каналами

Верхняя часть теплоизоляционных плит ТЕХНОРУФ Н ВЕНТ оснащена системой каналов, сформированных еще на этапе их производства. Соединительные (поперечные) каналы вырезаются в этих плитах в процессе монтажа. При укладке плит вентиляционные каналы должны быть обращены в направлении уклона.

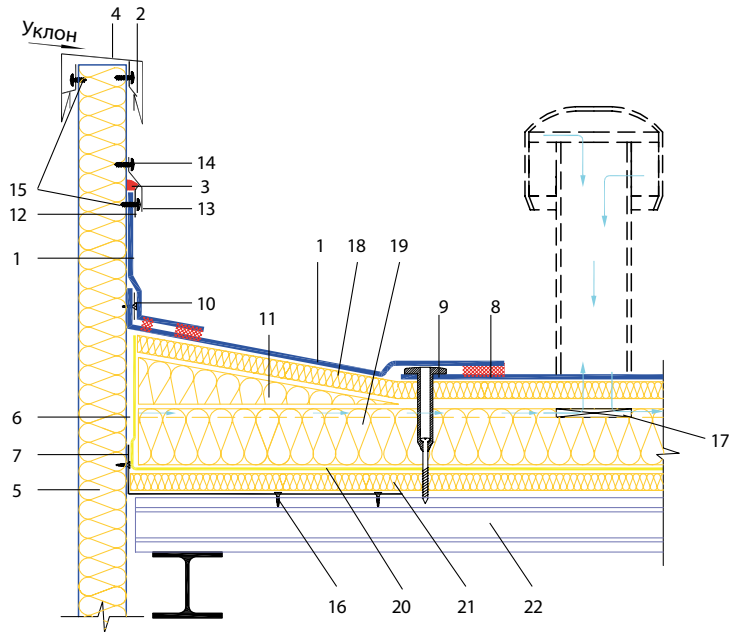


Рис. 78. Примыкание кровельного ковра к парапету (сэндвич панели): *1* — полимерная мембрана LOGICROOF V RP; *2* — костыль из сварной полосы; *3* — полиуретановый герметик; *4* — фартук из оцинкованной стали; *5* — сэндвич-панель; *6* — двусторонняя самоклеящаяся лента для фиксации пароизоляции на вертикальных поверхностях; *7* — уголок из оцинкованной стали (доводят до второй волны профлиста); *8* — сварной шов; *9* — крепеж; *10* — прижимная рейка с саморезом; *11* — утеплитель ТЕХНОРУФ Н 30 Клин; *12* — краевая рейка; *13* — отлив из оцинкованной стали; *14* — саморез для крепления отлива; *15* — саморез для крепления прижимной рейки; *16* — саморезы для крепления стального уголка; *17* — вентиляционный канал; *18* — верхний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ В; *19* — средний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ Н Вент; *20* — пленка пароизоляционная для плоской кровли; *21* — нижний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ В; *22* — кровельное перекрытие (стальной профнастил)

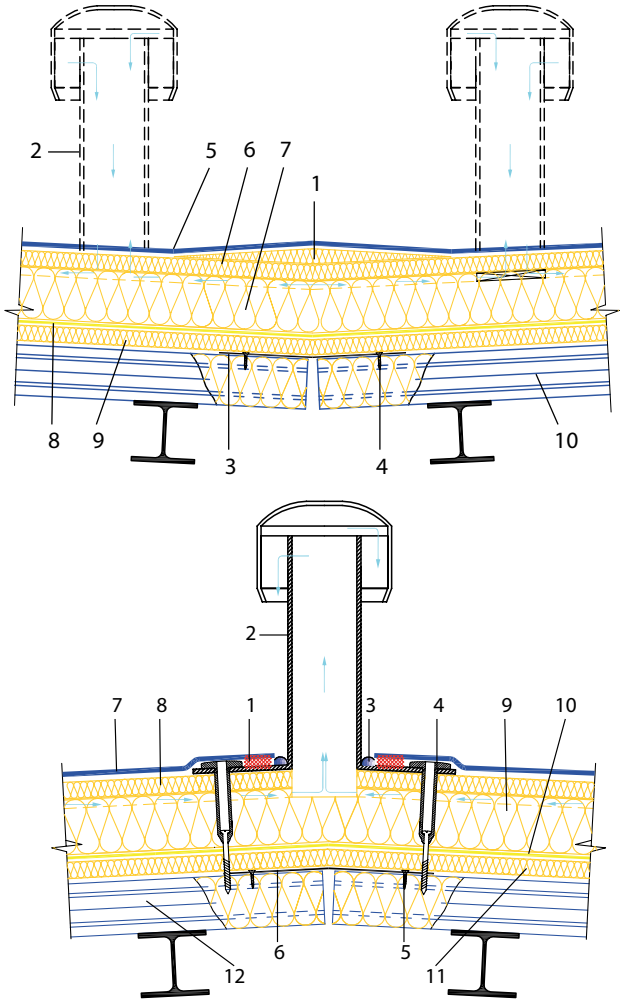


Рис. 79. Кровельный аэратор (флюгарка), свариваемый с мембраной: *1* — сварной шов шириной 30 мм; *2* — флюгарка, приваренная к полимерной мембране; *3* — жидкий ПВХ; *4* — телескопический крепежный элемент; *5* — крепление листа из оцинкованной стали (саморезы); *6* — уголок из оцинкованной стали 2 мм на ширину 300 мм в каждую сторону; *7* — кровельный ковер (полимерная мембрана LOGICROOF V-RP 1,2 мм); *8* — верхний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ В; *9* — средний слой теплоизоляции ТЕХОРУФ Н Вент; *10* — пленка пароизоляционная для плоской кровли; *11* — нижний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ В; *12* — кровельное перекрытие (стальной профнастил)

Соединительные каналы должны вырезаться вокруг любых препятствий, нарушающих непрерывность вентилируемого канала (люки, зенитные фонари, окна и т.д.), обеспечивая беспрепятственное прохождение воздуха. Соединительные каналы необходимо вырезать в ендовах с целью балансировки потока воздуха на поверхности кровли. Верхний слой теплоизоляции монтируется, перекрывая стыки нижнего слоя не менее чем на 200 мм. Монтаж кровли осуществляется аналогично технологии плоских кровель с полимерными мембранами. При этом выполняют ряд дополнительных операций.

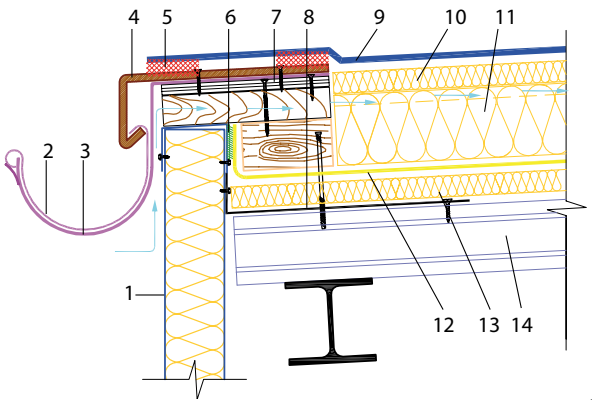


Рис. 80. Примыкание кровельного ковра к подвесному желобу: *1* — сэндвич-панель; *2* — металлический водосточный желоб; *3* — металлический костыль; *4* — ламинированный металл; *5* — сварной шов; *6* — двусторонняя самоклеящаяся лента для фиксации пароизоляции на вертикальны поверхностях; *7* — ламинированная фанера; *8* — уголок из оцинкованной стали; *9* — кровельное покрытие (полимерная мембрана LOGICROOF V-RP); *10* — верхний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ В; *11* — средний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ Н Вент; *12* — пленка пароизоляционная для плоской кровли; *13* — нижний слой теплоизоляции ТЕХНОРУФ В; *14* — кровельное перекрытие (стальной профнастил)

При устройстве парапета (рис. 78) предусматривают контруклон для отвода воды из слоя каменной ваты. При устройстве карнизного свеса (рис. 80) брус устанавливают с небольшим зазором (продухом), что обеспечивает необходимый приток воздуха. При устройстве ендовы (рис. 79) для равномерной вентиляции теплоизоляционного слоя флюгарки устанавливают с обеих сторон разуклонки.

Ввод воздуха обеспечивается установкой флюгарки на расстоянии 1 м от края кровли либо на расстоянии 1,5 м от парапета. Продольный шаг установки флюгарок 10÷12 м. Для отвода воздуха вентиляционные дефлекторы (флюгарки) монтируются в коньке. Поперечный канал шириной 100 мм и глубиной 20 мм вырезают в изоляции по коньку (рис. 79). Дефлекторы монтируют на этих каналах через каждые 6÷8 м. Для обеспечения соединения с каналами под дефлекторами в верхнем теплоизоляционном слое выполняют отверстия.

Полимерная кровля на основе комбинированного утепления «ТН-Кровля Смарт»

В предлагаемой комбинированной системе верхний слой утеплителя, выполненный в «ТН-Кровля Классик» из минеальной ваты ТЕХНОРУФ В60, заменен на XPS-плиты ТехноНИКОЛЬ Carbon prof rf. Это позволяет существенно удешевить систему за счет снижения общей толщины слоя утеплителя при сохранении того же теплосопротивления конструкции. Снижение затрат происходит также из-за более низкой стоимости и более высоких теплосберегающих свойств экструзионного пенополистирола (рис. 81).

Дополнительным преимуществом комбинированной системы ТН-Смарт является повышенная поверхностная жесткость и ровность основания кровли. Это приводит к улучшению водостока и увеличению срока эксплуатации, практически без снижения предела огнестойкости конструкции и класса пожарной опасности.

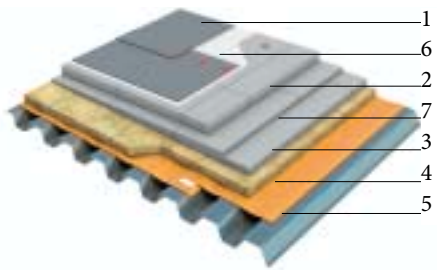


Рис. 81. Система полимерной кровли с механическим креплением «ТН-Кровля Смарт»: *1* — полимерная мембрана; *2* — система механического крепления; *3* — плита на основе каменной ваты; *4* — пароизоляция; *5* — несущее основание; *6* — разделительный слой; *7* — XPS-плита

Использование на кровлях с основанием из профилированного стального листа в качестве утеплителя только экструзионного пенополистирола было ограничено низким показателем огнестойкости дан-

ных конструкций. Кровля с комбинированной системой утепления, состоящей из 50 мм нижнего слоя плит на основе негорючей каменной ваты, которая выступает в качестве огнезащитного слоя, и XPS-плит, полностью лишена данных недостатков.

Кровельная конструкция с комбинированной системой утепления получила именное название ТН-Смарт. Составляющими системы являются: несущий оцинкованный профлист с показателем огнестойкости не менее RE 15; пароизоляционная пленка; минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н30 (35) толщиной не менее 50 мм; XPS-плиты, толщиной определяемой по теплотехническому расчету; разделительный слой на основе стеклохолста развесом ≥100 г/м^2; кровельная полимерная мембрана LOGICROOF или ECOPLAST на основе ПВХ V-RP толщиной 1,2÷2,0 мм.

Огневые испытания доказали высокие противопожарные характеристики такой конструкции (К0, RE 15, Р0). Конструкции с такими противопожарными характеристиками могут применяться в качестве бесчердачных покрытий в зданиях II÷V степени огнестойкости.

Система балластной полимерной кровли «ТН-Кровля Балласт»

Балластная система укладки применяется при устройстве новых и реконструкции старых кровель, в том числе с дополнительным утеплением (рис. 82). В зависимости от назначения, балластные кровли подразделяются на эксплуатируемые и неэксплуатируемые. Эксплуатируемые в свою очередь делятся на кровли с пешеходными нагрузками, транспортными нагрузками, а также «зеленые» кровли. По расположению утеплителя относительно гидроизоляции балластные кровли делятся на традиционные (гидроизоляция над утеплителем) и инверсионные (гидроизоляция под утеплителем).

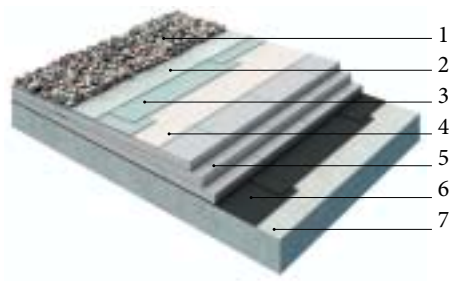


Рис. 82. Система балластной кровли «ТН-Кровля Балласт»: *1* — балласт; *2* — подкладочный слой (геотекстиль); *3* — полимерная мембрана; *4* — разделительный слой (стеклохолст); *5* —XPS-плиты; *6* — пароизоляция; *7* — несущее основание

Балластная система укладки применяется для кровель с парапетами со всех сторон и уклоном несущего основания не более 3 %. В балластной системе рекомендуется использовать полимерные мембраны LOGICROOF или ECOPLAST, армированные стеклохолстом V-GR.

Рис. 83. Вид балластной кровли

В такой системе кровельный ковер удерживается весом балласта, укладываемого сверху (рис. 83, 84). Дополнительно к балласту, в местах примыканий к парапетам, воронкам, трубам, вентиляционным шахтам и другим выступающим элементам мембрана крепится к основанию с помощью крепежных элементов с шагом не более 330 мм. Необходимый вес балласта, а также количество дополнительных крепежных элементов рассчитываются в зависимости от ветровых нагрузок, согласно СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Рис. 84. Укладка балластного покрытия

В качестве подкладочного слоя под балласт необходимо укладывать слой термоскрепленного геотекстиля развесом ≥180 г/м^2, либо иглопробивного геотекстиля развесом ≥300 г/м^2, перехлест полотнищ должен составлять не менее 50 мм. В качестве балласта для эксплуатируемых кровель с пешеходными нагрузками применяется тротуарная плитка толщиной не менее 40 мм. Плитка должна укладываться поверх кровельной мембраны на специальные подставки со скользящим слоем из ПЭ пленки, стабилизированной к ультрафиолету.

Плитка может укладываться на специальные регулируемые опоры для придания ей нулевого уклона. В этом случае в качестве утеплителя реко-

мендуется применять XPS-плиты. Между опорами и мембраной должен укладываться слой иглопробивного геотекстиля развесом ≥300 г/м^2.

Минимальный размер бокового перехлеста полотнищ мембраны в балластной системе составляет 80 мм. Минимальная ширина сварного шва составляет 30 мм. Вокруг воронок используется более крупная фракция балласта для улучшения фильтрационных свойств.

Система балластной инверсионной полимерной кровли

Инверсионная система (рис. 85) представляет собой разновидность балластной системы и идеально подходит для эксплуатируемых кровель, по которым осуществляется регулярное движение, или кровель, устраиваемых в районах с суровыми климатическими условиями. При такой системе укладки кровельная мембрана защищена от воздействий перепадов температуры и солнца, что еще более увеличивает срок службы кровли. Это показывает график распределения среднемесячных температур (рис. 86) на поверхности гидроизоляции: в балластных системах срок службы кровли будет существенно выше за счет создания для гидроизоляционного ковра стабильных комфортных условий эксплуатации. Кроме того, данная система часто используется при дополнительном утеплении кровель.

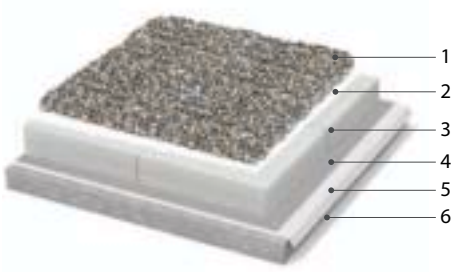


Рис. 85. Балластная инверсионная полимерная кровля: *1* — балласт; *2* — термоскрепленный геотекстиль; *3* — XPS-плита; *4* — термообработанный геотекстиль 150 г/м^2; *5* — полимерная мембрана; *6* — термообработанный геотекстиль 300 г/м^2

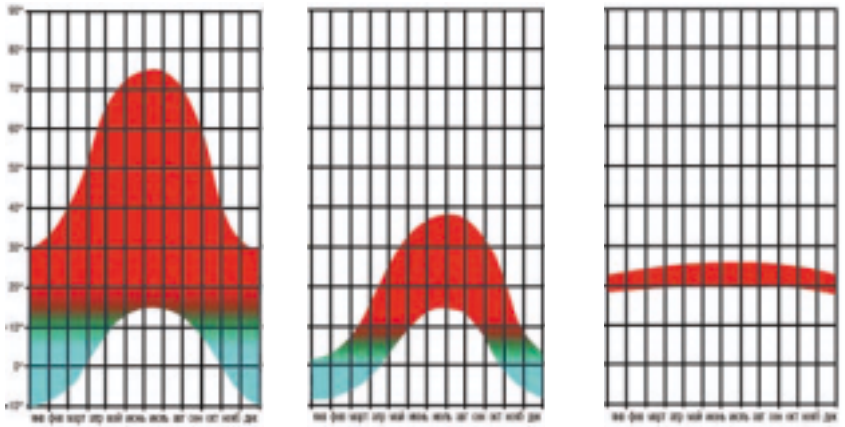
В целом, применение инверсионных систем устройства крыш дает следующие преимущества:

• увеличение долговечности гидроизоляционного слоя, который надежно защищен от воздействия основных неблагоприятных факторов: высоких и низких температур, резких температурных перепадов, солнечного излучения, механических нагрузок;

• экономия на пароизоляционном слое;

• возможность укладки теплоизоляционных материалов и вышележащих слоев крыши при неблагоприятных погодных условиях;

• применение единой инверсионной системы позволяет легко комбинировать разные виды эксплуатируемых и зеленых крыш при проектировании и строительстве.



а *б* *в*

Рис. 86. График среднемесячных температур на поверхности кровельного ковра: *а* — традиционная кровля; *б* — балластная кровля; *в* — инверсионная кровля

Инверсионная система укладки применяется для кровель с парапетами, уклон должен составлять не более 3 %. В инверсионной системе пароизоляция не применяется. Роль пароизоляции выполняет сама кровельная мембрана. В инверсионной системе в качестве утеплителя применяются только XPS-плиты.

В ендове и около воронок увеличивают вес балласта, чтобы предотвратить всплывание утеплителя. Вокруг воронок применяется балласт более крупной фракции для улучшения фильтрационных свойств. В качестве подкладочного слоя под любой балласт поверх экструзионного пенополистирола необходимо укладывать фильтрующий слой диффузионного полипропиленового геотекстильного материала (термоскрепленного геотекстиля) развесом ≥180 г/м^2 (рис. 87). Перехлесты полотнищ геотекстиля должны быть не менее 100 мм и обязательно свариваться горячим воздухом. Этот слой служит для предотвращения попадания мелких частиц в стыки теплоизоляционных плит, где они

могут вызвать повреждения самих плит при замерзании—оттаивании, а также попадания частиц под теплоизоляцию, где они могут вызвать повреждение мембраны.

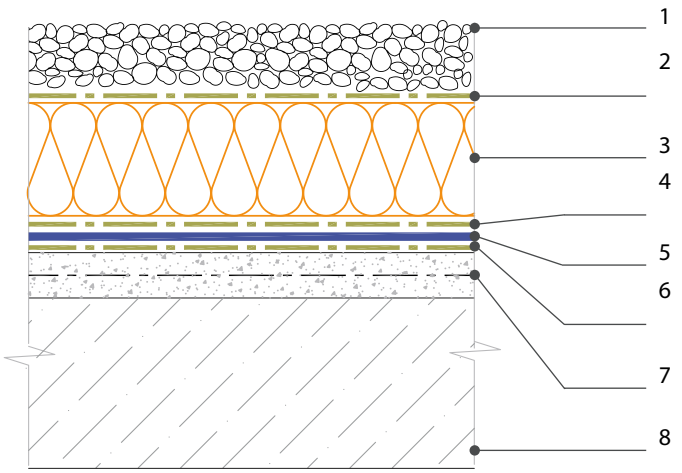


Рис. 87. Пример пирога инверсионной кровли: *1* — балласт; *2* — термоскрепленный геотекстиль; *3* — XPS-плита; *4* — термообработанный геотекстиль 150 г/м^2; *5* — полимерная мембрана; *6* — термообработанный геотекстиль 300 г/м^2; *7* — цементно-песчаная стяжка; *8* — несущее основание

В качестве балласта для эксплуатируемых кровель с пешеходными нагрузками применяется тротуарная плитка толщиной не менее 40 мм, укладываемая на подставки или опоры. В «зеленой» кровле в качестве балласта применяется растительный грунт, укладываемый на дренажный слой PLANTER life. Особенность инверсионной системы состоит в том, что 90 % воды отводится с поверхности XPS-плит. Поэтому следует предусматривать два уровня отвода воды: с поверхности XPS-плит и с поверхности гидроизоляции.

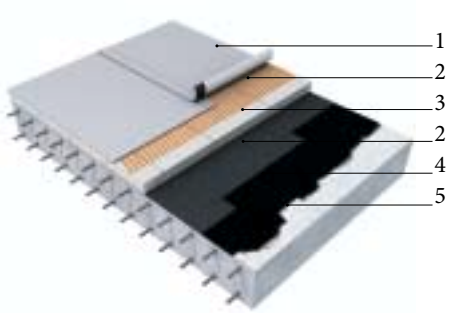
Система клеевой полимерной кровли

Клеевая система укладки является наиболее востребованной системой при реконструкции и ремонте старых кровель. Необходимо отметить, что основная проблема таких кровель состоит в том, что монтаж выполнялся в те времена, когда еще не было технологии механической фиксации, при этом зачастую использовалось специфичное основание, не предназначенное для установки крепежных элементов. Чаще всего это были ребристые бетонные плиты с толщиной полки не более 30 мм. На поверхность плит наносилась битумная пароизоляция, утеплитель и цементная стяжка толщиной 50 мм. На стяжку наносились 3÷5 слоев рубероида на горячем битуме. При ремонте и реконструкции такого рода кровель одно из самых верных решений — это клеевая кровельная система (рис. 88).

В клеевой системе применяются мембраны со специальной флисовой подложкой, которая не только обеспечивает механическое разделение старого и нового слоев, но и обеспечивает надежную фиксацию материала при помощи клеевого состава. Рулоны мембраны имеют сбоку поле без флиса для возможности сварки полотнищ при помощи горячего воздуха.

При доутеплении кровли используется XPS-плиты. Плиты утеплителя имеют практически нулевое водопоглощение, это позволяет гарантировать неизменность теплотехнических свойств утеплителя и всей конструкции даже в случае их увлажнения во время производственных работ. Плиты утеплителя приклеиваются на двухкомпонентный битумно-полимерный клей, имеющий высокую адгезию к битумным и полимерно-битумным материалам и XPS-плитами.

Рис. 88. Клеевая полимерная кровля: *1* — полимерная мембрана с флисовой подложкой; *2* — монтажный клей; *3* — XPS-плиты; *4* — старый битумный ковер; *5* — несущее основание



Клей наносится порционными частями размером с ладонь на нижнюю поверхность плиты с помощью шпателя. Клей твердеет в течение 2 ч после нанесения. Благодаря своей достаточно густой структуре двухкомпонентный битумно-полимерный клей способен заполнять мелкие неровности кровельного основания величиной до 5 мм. Приклейка гидроизоляционной мембраны возможна уже через 4 ч после укладки теплоизоляционного материала. Расход клея составляет примерно 1,5 кг на м^2 площади кровли.

Приклейка мембраны к основанию или теплоизоляции осуществляется полиуретановым клеем с расходом около 300 г/м^2. Мембрана приклеивается на основание с перехлестом смежных полотнищ (продольным и торцевым) не менее 80 мм. На основной плоскости кровли допускается полосовая приклейка мембраны с площадью приклейки не менее 30 %. На вертикальных поверхностях и местах перехода на вертикаль полимерная мембрана приклеивается по всей плоскости. Продольные и поперечные швы смежных полотнищ мембраны не проклеиваются монтажным клеем. Не допускается попадание клея в область будущего сварного шва. Швы свариваются специальным оборудованием при помощи горячего воздуха. Ширина сварного шва должна быть не менее 30 мм.

2.2.4. Монтаж водоизоляционного ковра из полимерных рулонных материалов

Кровельные полимерные мембраны укладываются в 1 слой и не имеют ограничений по максимальному углу применения. Для устройства кровель с механическим креплением применяются армированные мембраны LOGICROOF и ECOPLAST на основе ПВХ V-RP. Неармированные мембраны LOGICROOF и ECOPLAST на основе ПВХ V-SR применяются для изготовления фасонных элементов (рис. 89), деталей усиления и деформационного шва. Неармированные мембраны не применяются для устройства парапетов. Необходимо избегать контакта ПВХ мембраны с жирами. На производствах, использующих различные масла, нужно предусмотреть жироулавливающие фильтры, которые устанавливаются на вытяжки.

Уклон кровли принимают в соответствии с нормами проектирования зданий и сооружений. Для обеспечения максимального срока службы кровельного покрытия уклон должен составлять не менее 1,5÷2 %. При таком уклоне с поверхности кровельного ковра осуществляется полный отвод воды по наружным и внутренним водостокам. Кровли с уклоном менее 1 % требуют специальных мероприятий для обеспечения надежности гидроизоляции. Прежде всего, это относится к армированной мембране, поскольку в этом случае повышается риск капиллярного затягивания влаги по армирующей сетке. Поэтому рекомендуется дополнительно защищать швы мембраны жидким ПВХ (рис. 90). Для этого используют специальный флакон с насадкой. При сопряжении кровельного ковра с трубами или оборудованием, установленным на кровле, необходимо избегать контакта между полимерной мембраной и источниками тепла с температурой более 80 °С.

Рис. 89. Применение неармированной ПВХ мембраны при устройстве внешнего угла

Рис. 90. Обработка стыка жидким ПВХ

При укладке мембраны в системе с несущим основанием из оцинкованного профлиста полимерная мембрана должна раскатываться поперек его волн. Это требование обусловлено тем, что механический крепеж должен устанавливаться в разные волны профлиста, а не в одну волну.

Укладка мембраны ведется обычно с самых низких точек кровли. Допускается наличие «встречных швов» (рис. 91), так как шов обладает высокой водонепроницаемостью (при давлении до 5 кгс/см^2), а при растяжении сохраняет целостность (разрыв происходит не по шву, а по полотну материала). Толщина мембраны мала и не может вызвать образования застойных зон на кровле в области швов. Данный пункт не противоречит требованиям СНиП II-26-76 «Кровли», поскольку в период разработки этого СНиП полимерные мембраны в нашей стране не производились, а импортные аналоги не поставлялись.

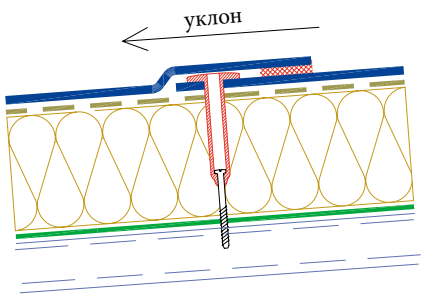


Рис. 91. Встречный шов

При использовании в качестве кровельного материала цветной мембраны (рис. 92) для сохранения однотонности и эстетического вида кровли монтаж гидроизоляционного ковра следует проводить не более одного месяца. В противном случае, возможна разнооттеночность мембраны из-за влияния на цвет атмосферных явлений различного типа. Мембраны ECOPLAST (рис. 93) имеют противоскользящую поверхность, которая обеспечивает безопасность, особенно тогда, когда кровельные работы ведутся в сырую погоду и снег. С применением мембраны ECOPLAST становится более безопасным проведение гидроизоляционных работ на кровлях с уклоном более 10 %, уменьшается возможность лавинообразного схода снега с кровли. Коэффициент трения между кровельным материалом и обувью (относительное движение — 1 м/мин, нагрузка — 600 Н) составляет 0,58÷0,67.

Рис. 92. Цветная мембрана

Рис. 93. Поверхность мембраны ECOPLAST

Крепление кровельного пирога

Определение нагрузок и воздействий, расчет количества крепежных элементов осуществляются с учетом данных инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий на площадке строительства в соответствии с действующим порядком. При расчете крепления мембраны к основанию необходимо учитывать ветровые нагрузки. Вокруг труб малого сечения должно устанавливаться не менее четырех крепежных элементов. В местах ендов устанавливается дополнительный крепеж, если угол наклона скатов более 2 %. Шаг установки крепежа не более 200 мм.

В системах с механическим креплением, в случае, если плитный утеплитель является основанием под укладку мембран, он должен быть прикреплен к несущему основанию при помощи механического крепежа, либо приклеен к нему.

В системе с механическим креплением к основанию утеплитель должен фиксироваться из расчета не менее двух крепежей на минераловатную плиту размером не более 600 × 1200 мм и 4-х крепежей на плиту, размерами не превышающую 1200 × 1200 мм (рис. 94). При укладке теплоизоляции в несколько слоев крепление каждого слоя отдельно не требуется.

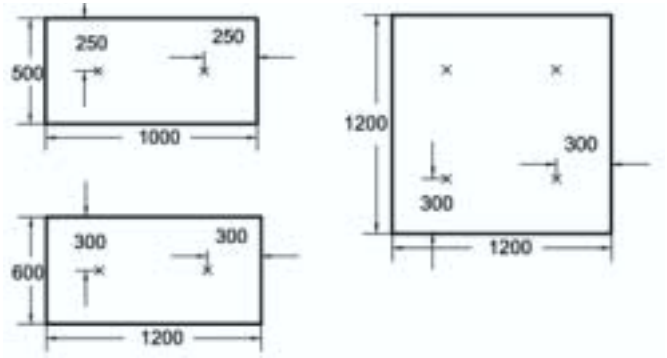


Рис. 94. Крепление плитной теплоизоляции: × — места установки крепежа

Рис. 95. Ширина прикаточной поверхности Leister Varimat, равная 60 мм

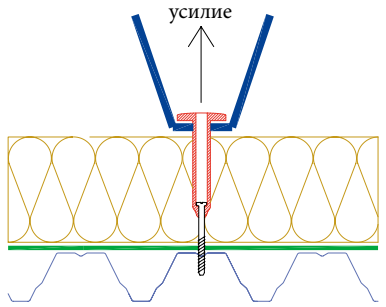


Рис. 96. Визуальный метод определения надежности установки крепежа

При механической системе крепления кровельного ковра механический крепеж устанавливается в боковом перехлесте смежных полотнищ мембраны. Размер бокового перехлеста должен составлять не менее 120 мм при радиусе телескопического элемента 50 мм. Требование к расстоянию между краем верхнего полотнища и телескопическим крепежом обуславливается конструктивными особенностями свароч-

ного автомата (рис. 95). При значении, меньшем 60 мм, автомат будет наезжать на крепеж, образуя на поверхности шва дефекты в виде волн.

Надежность установки крепежа в неизвестное основание (стяжка, старый бетон) может быть проверена визуально при помощи экспресс-метода непосредственно на объекте (рис. 96). Для этого к закрепленной полосе мембраны прилагается вертикальное усилие. При этом должен произойти разрыв мембраны, а не вырыв крепежа из основания. Метод основан на разнице между усилием разрыва мембраны (1100 Н) и усилием на вырыв самореза из основания (1300 Н).

Для механического крепления кровельного ковра при его укладке непосредственно на несущее основание, в которое производится крепление (например, стяжка из тяжелого бетона), применяется анкерный элемент, подбираемый в соответствии с основанием для механического крепления, и металлический тарельчатый прижимной держатель.

При устройстве мягкой кровли с механическим креплением (при укладке мембраны непосредственно на жесткий минераловатный утеплитель) применяются только пластиковые телескопические крепежные элементы, скрывающие внутри себя головку анкерного элемента. Применение металлических тарельчатых держателей не допускается по следующим причинам: поскольку саморез в этом случае проходит кровельный пирог насквозь, возникают опасности образования мостиков холода и повреждения мембраны шляпкой самореза при приложении механической нагрузки сверху.

Длина телескопического элемента должна быть меньше толщины слоя теплоизоляции не менее чем на 15 %. Это значение обусловлено деформацией утеплителя при приложении к нему механической нагрузки. К примеру, если разделить средний вес человека на среднюю площадь ступни, получится около 30 кПа. Таким образом, под весом человека минераловатный утеплитель с прочностью на сжатие при 10 % деформации 25 кПа сожмется более чем на 10 %.

Для крепления мембраны к основанию из оцинкованного профлиста применяются кровельные сверлоконечные саморезы ∅ 4,8 мм. Для крепления мембраны в основание из бетона класса В15÷В25 применяется кровельный остроконечный винт Ø 4,8 мм в сочетании с полиамидной анкерной гильзой длиной 45 или 60 мм. Для крепления мембраны в основание из бетона класса В25 применяется забивной анкер. Для

крепления мембраны в основание из сборной стяжки, либо фанеры, применяется сверлоконечный саморез ∅ 5,5 мм длиной 45 мм с уменьшенным сверлом.

В случае, когда несущим основанием являются железобетонные ребристые плиты, механический крепеж должен устанавливаться в ребро плиты. В этом случае для крепления кровельного ковра из полимерной мембраны могут быть применены линейные прижимные держатели (металлические рейки), которые, комплектуясь соответствующими анкерными элементами, устанавливаются поверх мембранного ковра, а сверху закрываются полосой мембраны, которая должна перекрывать рейку в каждую сторону не менее чем на 80 мм и привариваться к основному кровельному ковру швом не менее 30 мм (рис. 97). Линейные прижимные держатели обязательно должны иметь ребро жесткости, в противном случае существует опасность повреждения мембраны шляпкой самореза из-за пролета.

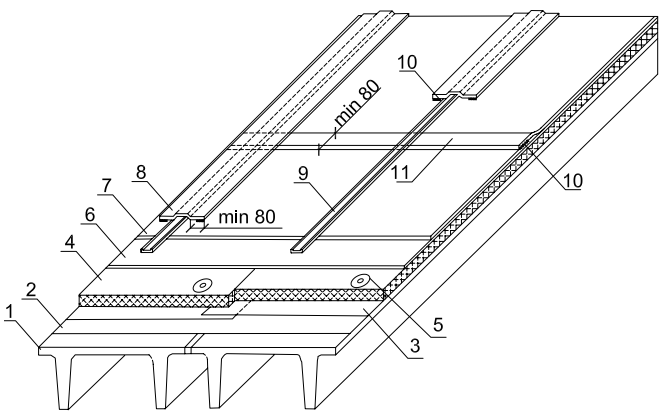


Рис. 97. Механическое крепление мембраны в ребристые плиты: *1* — несущая ребристая плита; *2* — защитный слой (геотекстиль); *3* — пароизоляция; *4* —теплоизоляция; *5* — крепление теплоизоляции; *6* — разделительный слой; *7* — полимерная мембрана; *8* — защитная полоса; *9* — линейный прижимной держатель; *10* — сварной шов 30 мм; *11* — боковой перехлест полотнищ мембраны

Требуемую ширину рулона и шаг крепежа можно определить в зависимости от количества механических крепежных элементов на 1 м^2

(рис. 98). При механическом креплении мембраны в несущее основание из оцинкованного профлиста шаг крепежа должен быть кратным шагу волны, а мембрана должна раскатываться поперек волн.

Шаг установки крепежа определяется расстоянием между полками профлиста. Соответственно, на погонный метр мембраны мы можем установить ограниченное количество креплений. Обычно 5 штук. Если мы используем мембрану шириной два метра, то в 1 м^2 мы получаем 2,5 крепежа. Если по расчету нам необходимо большее количество — чаще всего в парапетных зонах — то мы должны либо уменьшить ширину рулона, либо установить дополнительные крепежи в середину полотна и заварить их полосой материала шириной 25 см. В первом случае расход материала будет меньше (дополнительный нахлест 12 см), поэтому в большинстве случаев применяют мембрану меньшей ширины.

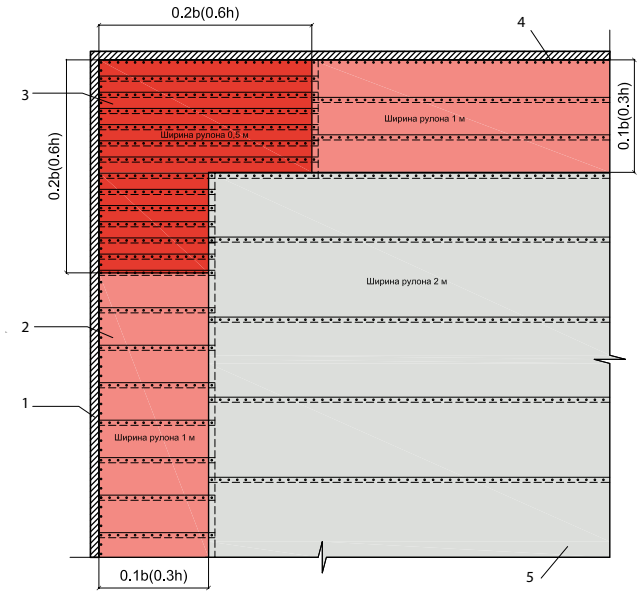


Рис. 98. Вариант раскладки и крепления полотнищ мембран: *1* — парапет; *2* — парапетная зона (5 крепежей на 1 м^2; ширина рулона 1 м); *3* — угловая зона (7 крепежей на 1 м^2; ширина рулона 0,5 м); *4* — крепление по периметру; *5* — центральная зона (2,5 крепежа на 1 м^2; ширина рулона 2 м)

Конструктивные решения типовых узлов полимерных кровель

Деформационные швы (рис. 99). Место установки деформационных швов в кровле определяется геометрией здания и его конструкцией. Для нормального функционирования деформационного шва здания он оформляется как отдельный элемент кровли. Правильная конструкция деформационного шва позволяет избежать разрывов в кровельном ковре.

В случаях если деформационный шов устраивается в местах водораздела и движение потока воды вдоль шва невозможно или уклоны на кровле более 15 %, то при устройстве допустимо использовать упрощенную конструкцию деформационного шва (рис. 100). Деформации здания компенсирует полоса неармированного материала шириной 1000÷1500 мм. В балластных, в том числе и инверсионных кровлях из полимерных мембран, деформационные швы не выделяют в виде отдельной конструкции, так как кровельный материал свободно уложен на основание и при необходимости может по нему перемещаться.

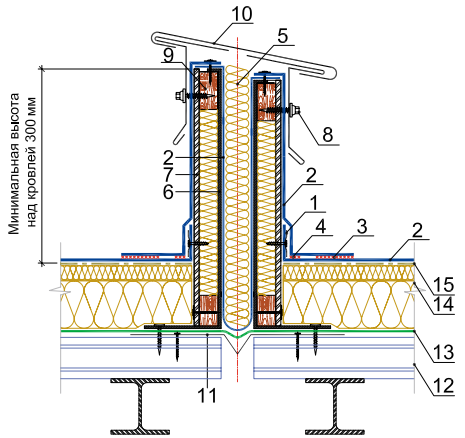


Рис. 99. Конструкция деформационного шва: *1* — алюминиевая прижимная планка; *2* — полимерная мембрана; *3* — сварной шов; *4* — точечная сварка; *5* — сжимаемый утеплитель из минеральной ваты; *6* — короб из оцинкованной стали; *7* — стальная полоса; *8* — закрепить кровельными саморезами с ЭПДМ прокладкой; *9* — деревянный антисептированный брус; *10* — фартук из оцинкованной стали; *11* — компенсатор из оцинкованной стали, крепится через 600 мм; *12* — несущее основание; *13* — пароизоляция; *14* — базальтовый утеплитель; *15* — разделительный слой

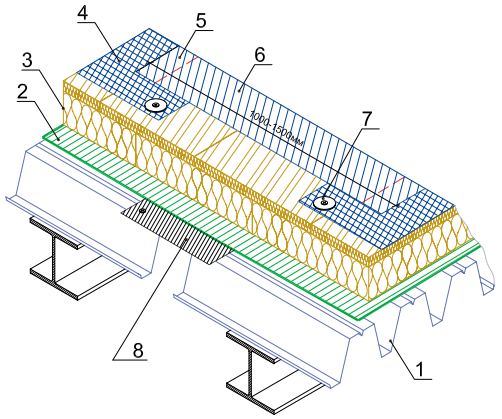


Рис. 100. Упрощенная конструкция деформационного шва: *1* — несущее основание; *2* — пароизоляция; *3* — базальтовый утеплитель; *4* — полимерная мембрана; *5* — сварной шов 30 мм; *6* — неармированная полимерная мембрана; *7* — телескопический крепеж; *8* — полоса из оцинкованной стали минимальной толщиной 1 мм

Устройство кровельных аэраторов. Полимерные мембраны LOGICROOF и ECOPLAST способны выпускать избыточное давление водяного пара. Кроме того, избыточное давление водяного пара в системе с механическим креплением может быть удалено из кровельного пирога при помощи установки кровельных аэраторов — флюгарок (рис. 101). Необходимость установки кровельных аэраторов должна быть обоснована расчетом паропроницаемости кровельного пирога.

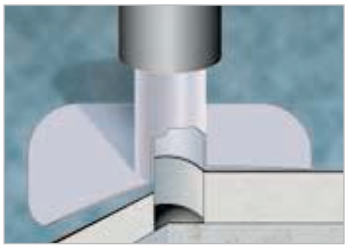


Рис. 101. Кровельный аэратор — флюгарка

Кровельные аэраторы — флюгарки устанавливаются из расчета одна флюгарка ∅ 110 мм на 100 м^2. Не допускается установка кровельных аэраторов — флюгарок в кровельной системе с отсутствующей или нарушенной пароизоляцией. Кровельные аэраторы-флюгарки должны устанавливаться на границах водораздела.

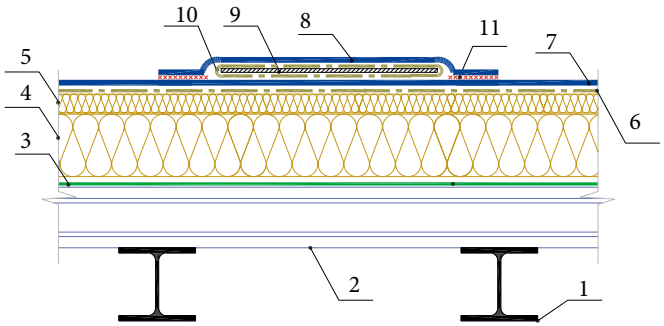


Рис. 102. Устройство пешеходных дорожек: *1* — несущая конструкция; *2* — несущее основание; *3* — пароизоляция; *4* — утеплитель с прочностью на сжатие при 10 % деформации 35 кПа (ТЕХНОРУФ Н35, 30); *5* — утеплитель с прочностью на сжатие при 10 % деформации не менее 60 кПа ТЕХНОРУФ В60 либо XPS-плиты; *6* — разделительный слой при необходимости; *7* — кровельная мембрана; *8* — пешеходная дорожка; *9* — влагостойкая антисептированная фанера; *10* — защитный слой — геотекстиль плотностью не менее 300 г/м^2

Устройство пешеходных дорожек. Для временных проходов по крыше, где ожидается постоянная нагрузка — общие выходы на кровлю, связанные с обслуживанием и осмотром кровли, рекомендуем выполнять пешеходные дорожки из полимерной мембраны ТехноНИКОЛЬ со специальной нескользящей поверхностью. Узел устройства пешеходной дорожки приведен на рис. 102. Для распределения нагрузок на теплоизоляцию, для увеличения стойкости к пешеходным нагрузкам применяется влагостойкая антисептированная фанера. Ее рекомендуется оборачивать геотекстилем для предотвращения механических повреждений кровельного ковра. С этой же целью углы фанеры скругляются.

Устройство примыканий к вертикальной поверхности. Примыкания к вертикальной поверхности, например, примыкания к парапетам, устраиваются из того же материала, что и рядовая кровля. Кровельный ковер заводится на вертикальную поверхность на высоту не менее 300 мм. Верхний край крепится при помощи краевой рейки, верхний отгиб которой заполняется полиуретановым герметиком для наружных работ. Краевая рейка крепится механически с шагом 200 мм.

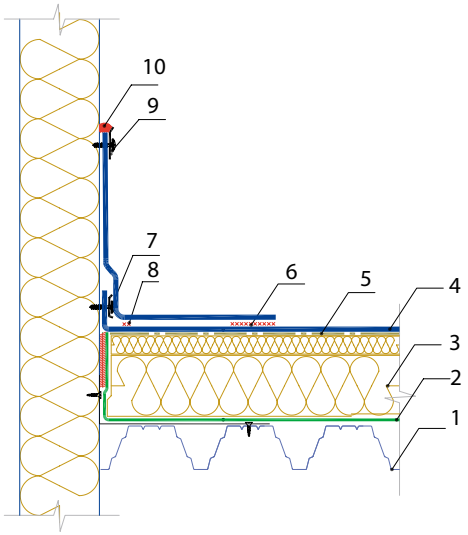
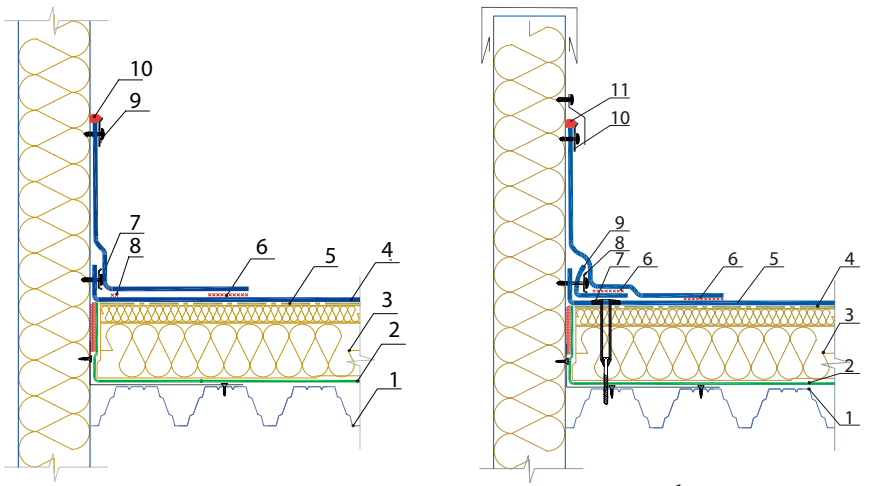


Рис. 103. Устройство классического примыкания кровельного ковра к вертикальной поверхности: *1* — несущее основание; *2* — пароизоляция; *3* — теплоизоляция; *4* — мембрана LOGICROOF или ECOPLAST; *5* — разделительный слой; *6* — сварной шов 30 мм; *7* — прижимная рейка, крепится с шагом 200 мм; *8* — сплошная сварка при помощи узкого латунного ролика; *9* — краевая рейка, закрепленная с шагом 200 мм; *10* — полиуретановый герметик

Обычно примыкания устраиваются в соответствии с рис. 103. В этом случае основной кровельный ковер заводится на вертикаль на 50÷60 мм и фиксируется механически к вертикальной части при помощи тарельчатых элементов или прижимных реек. Для заведения на вертикаль подготавливается полоса из той же мембраны, что и основной кровельный ковер, шириной, равной высоте заведения (не менее 300 мм) плюс 150 мм для перехлеста на горизонталь. На вертикали полоса фиксируется механически. В углах полоса, заводимая на парапет, и основной кровельный ковер свариваются ручным феном при помощи узкого латунного ролика, после чего полоса приваривается к основному кровельному ковру при помощи автоматической сварки. Обычной практикой является замена сплошной сварки в углу на точечную прихватку. Но, как показывает практика, точечная прихватка мембраны в углу может разорваться под действием ветровых нагрузок, вследствие чего может быть нарушена целостность самой мембраны.

На основании полученного опыта разработана система выполнения примыканий с использованием скрытых карманов в соответствии с рис. 104 *а*. При этом вместо точечной сварки с нижней стороны полосы мембраны, заводимой на парапет, автоматом приваривается полоса шириной 100÷150 мм, которая заводится под прижимную рейку вместе с основным кровельным ковром. Такое решение обеспечивает надежную фиксацию мембраны, заводимой на вертикаль. В случае больших ветровых нагрузок, сопоставимых с усилием на разрыв мембраны, возможно устройство примыкания в соответствии с рис. 104 *б*. В этом случае в месте механического крепления между полосой и основным кровельным ковром вваривается специальный полимерный шнур, совместимый с материалом кровельной мембраны, который обеспечивает дополнительную анкеровку, чтобы не допустить вырывания края мембраны из-под прижимной рейки.



а *б*

Рис. 104. Устройство примыкания кровельного ковра к вертикальной поверхности с усиленным креплением: *1* — несущее основание; *2* — пароизоляция; *3* — теплоизоляция; *4* — полимерная мембрана; *5* — разделительный слой; *6* — сварной шов 30 мм; *7* — прижимная рейка, крепится с шагом 200 мм; *8* — полоса той же мембраны шириной 130 мм; *9* — краевая рейка, закрепленная с шагом 200 мм; *10* — полиуретановый герметик; *11* — ПВХ или ТПО шнур (в зависимости от материала мембраны), приваренный с помощью специальной насадки на Leister Triac

Площадь кровли, приходящаяся на одну воронку, а также диаметр воронки должны устанавливаться на основании расчета с учетом норм проектирования соответствующих зданий и строительных требований по проектированию канализации и водостока зданий и сооружений.

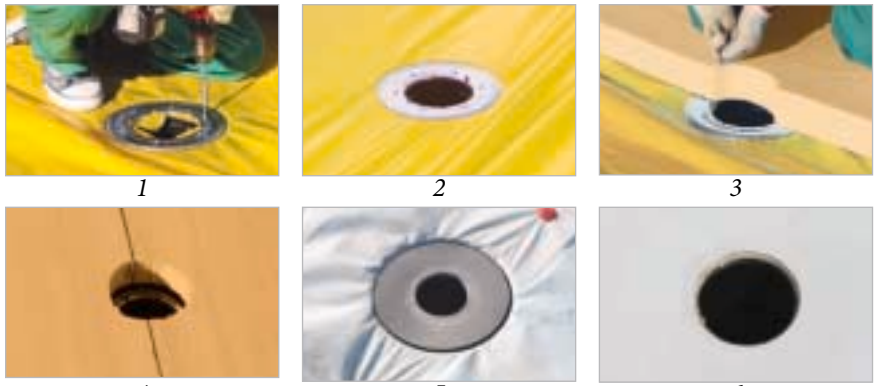
Водоприемные воронки внутреннего водостока должны располагаться равномерно по площади кровли на пониженных участках преимущественно вдоль каждого ряда разбивочных осей здания. На каждом участке кровли, ограниченном стенами, парапетом или деформационными швами, должно быть не менее двух воронок.

Местное понижение кровли в местах установки воронок внутреннего водостока должно составлять 20÷30 мм в радиусе 500 мм за счет уменьшения толщины утеплителя или за счет конфигурации основания под водоизоляционный ковер. Водоприемные воронки, расположенные вдоль парапетов, других выступающих частей зданий, должны находиться от них на расстоянии не менее 450 мм. Не допускается установка водосточных стояков внутри стен.

Водоотводящее устройство не должно менять своего положения при деформации основания кровельного ковра или прогибе несущего основания кровли. Чаши водосточных воронок должны быть прикреплены к несущему основанию кровли и соединены со стояками через компенсаторы в случае необходимости.

В чердачных покрытиях и в покрытиях с вентилируемыми воздушными прослойками приемные патрубки водосточных воронок и охлаждаемые участки водостоков должны иметь теплоизоляцию. Допускается предусмотреть обогрев патрубков водосточных воронок и стояков в пределах охлаждаемых участков.

Допускается применение воронок с прижимным фланцем, под который заводится мембрана с герметиком, а также применение воронок с фланцем из соответствующего материала (ПВХ, ТПО), который позволяет гомогенно приварить кровельный ковер. В системе с механическим креплением рекомендуется применять двухуровневые воронки, примыкающие к пароизоляции и гидроизоляционному ковру. Последовательность их установки показана на рис. 105. Для повышения надежности рекомендуется использовать в зоне установки воронок XPS-плиты размером 1 × 1 м.



1 *2* *3*

4 *5* *6*

Рис. 105. Последовательность установки двухуровневой воронки: *1* — воронка механически крепится к основанию; *2* — с помощью прижимного фланца стыкуется к пароизоляции; *3* — сверху укладывается утеплитель; *4* — вырезается отверстие по диаметру воронки; *5* — в случае необходимости укладывается разделительный слой; *6* — устанавливается надставной элемент воронки

2.2.5. Системы эксплуатируемых и «зеленых» кровель

Описанные выше принципы устройства кровель относятся, в основном, к традиционным типам кровель, не подвергающимся дополнительным эксплуатационным нагрузкам. Однако при необходимости, кроме теплогидроизоляционного назначения, кровельная конструкция одновременно может выполнять функцию эксплуатируемого покрытия, по которому могут передвигаться люди и транспорт, а могут быть посажены газон и кустарники. В этом случае кровля имеет гораздо более сложное устройство, по сравнению с традиционной конструкцией покрытия.

Конструктивные решения эксплуатируемых и зеленых крыш

Эксплуатируемые и зеленые крыши подразделяют на эксплуатируемые крыши под пешеходную или под транспортную нагрузку, а также на зеленые крыши с применением легкого или интенсивного озеленения. При разработке конструктивных решений для эксплуатируемых и зеленых крыш в качестве основной системы была принята инверсион-

ная система устройства плоских крыш. В отличие от традиционной эта система предусматривает устройство теплоизоляционного слоя поверх гидроизоляции. Это возможно при использовании в качестве утеплителя материала, обладающего низким водопоглощением и устойчивого к длительному воздействию влаги. Таким материалом является экструзионный пенополистирол (XPS-плиты).

Система ТН-КРОВЛЯ Тротуар

Система ТН-КРОВЛЯ Тротуар (рис. 106) представляет собой эксплуатируемую крышу под пешеходную нагрузку. Данный вид крыш применяется как отдельно, так и совместно с другими видами, например, зелеными крышами, при новом строительстве современных многофункциональных комплексов с целью эффективного и эстетического использования площади крыши, например, как дополнительного места для отдыха.

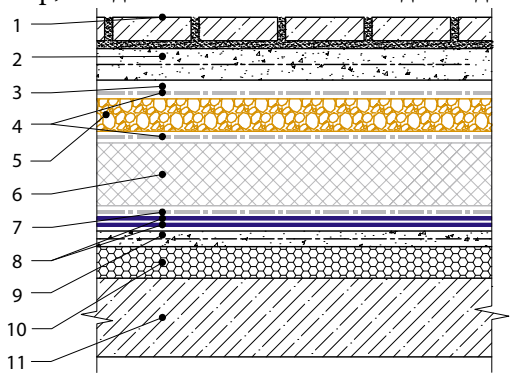


Рис. 106. Система ТН-КРОВЛЯ Тротуар: *1* — тротуарная плитка по цементно-песчаному раствору; *2* — армированная цементно-песчаная стяжка; *3* — кровельный картон (пергамин); *4* — термоскрепленный геотекстиль развесом 150 г/м^2; *5* — дренажный слой из гравия; *6* — XPS-плиты CARBON; *7* — иглопробивной геотекстиль развесом 300 г/м^2; *8* — Техноэласт ЭПП; *9* — армированная цементно-песчаная стяжка; *10* — уклонообразующий слой; *11* — плита перекрытия

Система ТН-КРОВЛЯ Авто

Система ТН-КРОВЛЯ Авто (рис. 107) — это эксплуатируемая крыша под транспортную нагрузку. Этот вид крыш нашел широкое распространение при строительстве современных многофункциональных комплексов, где крыша является эксплуатируемой зоной, подразумевающей постоянное движение автотранспорта, а также устройство парковочных мест.

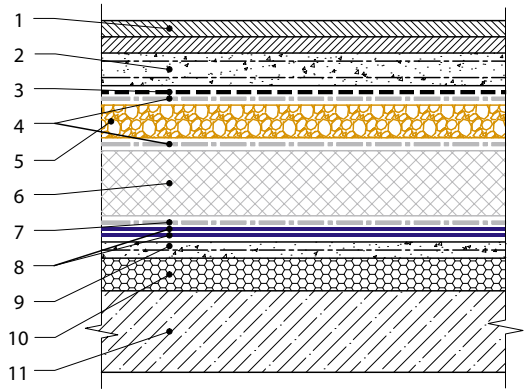
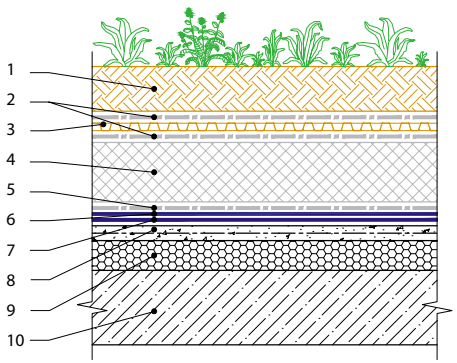


Рис. 107. Система ТН-КРОВЛЯ Авто: *1* — асфальтобетон; *2* — железобетонная плита; *3* — кровельный картон (пергамин); *4* — термоскрепленный геотекстиль развесом 150 г/м^2; *5* — дренажный слой из гравия; *6* — XPS-плиты CARBON SOLID; *7* — иглопробивной геотекстиль развесом 300 г/м^2; 8 — Техноэласт ЭПП; *9* — армированная цементно-песчаная стяжка; *10* — уклонообразующий слой; *11* — плита перекрытия

Система ТН-КРОВЛЯ Грин

Зеленые крыши с применением легкого озеленения являются наиболее распространенным. Конструкция крыши (рис. 108), не требующая сложного технического обслуживания, позволяет применять ее на зданиях и сооружениях различного назначения.

Рис. 108. Система ТН-КРОВЛЯ Грин: *1* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *2* — термоскрепленный геотекстиль развесом 150 г/м^2; *3* — дренажная мембрана PLANTER life; *4* — XPS-плиты CARBON; *5* — иглопробивной геотекстиль развесом 300 г/м^2; *6* — Техноэласт ГРИН; *7* — Техноэласт ЭПП; *8* — армированная цементно-песчаная стяжка; *9* — уклонообразующий слой; *10* — плита перекрытия



Система ТН-КРОВЛЯ Грин Интенс

Эксплуатируемые крыши с интенсивным озеленением используются как отдельно, так и совместно с различными видами эксплуатируемых крыш при новом строительстве современных многофункциональных комплексов с целью использования площади крыши как дополнительного места для отдыха. Такие крыши (рис. 109) требуют постоянного профессионального технического обслуживания.

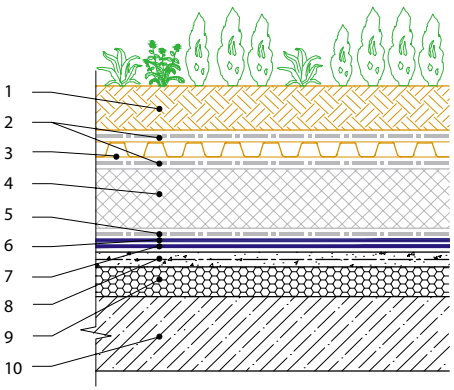


Рис. 109. Система ТН-КРОВЛЯ Грин Интенс: *1* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *2* — термоскрепленный геотекстиль развесом 150 г/м^2; *3* — профилированная дренажная мембрана; *4* — XPS-плиты CARBON; *5* — иглопробивной геотекстиль развесом 300 г/м^2; *6* — Техноэласт ГРИН; *7* — Техноэласт ЭПП; *8* — армированная цементно-песчаная стяжка; *9* — уклонообразующий слой; *10* — плита перекрытия

Проектирование эксплуатируемых и зеленых крыш

Несущие основания и уклоны. Несущим основанием для эксплуатируемых и зеленых крыш могут служить пустотные или ребристые плиты перекрытий, а также перекрытия из монолитного железобетона. Для обеспечения быстрого отвода воды с поверхности гидроизоляционного слоя эксплуатируемых и зеленых крыш необходимо предусмотреть устройство уклонов основания, на которое укладывается кровельный ковер.

Уклоны основания под кровельный ковер эксплуатируемых и зеленых крыш должны составлять 1,5÷3,0 %. При уклонах менее 1,5 % существует вероятность застоя воды на крыше, что может привести к ее заболачиванию и гибели высаженных растений. При увеличении уклонов уменьшается водоудерживающая способность крыши. Это требует применения материалов с увеличенными водоудерживающими характеристиками либо использования растений, устойчивых к меньшему количеству влаги. Кроме того, при больших уклонах крыш может возникнуть необходимость в дополнительных мероприятиях, предотвращающих сдвиг слоев крыши.

Уклон, формирующийся несущими конструкциями крыши, является оптимальным вариантом, который может быть использован для всех видов крыш. Уклонообразующий слой из керамзитобетона с устройством по нему армированной цементно-песчаной стяжки подходит для зеленых и эксплуатируемых крыш под пешеходную нагрузку, где предусмотрена высокая нагрузка на несущие конструкции крыши. Уклонообразующий слой из бетонной смеси предусмотрен для эксплуатируемых крыш под автомобильную нагрузку.

Основанием под водоизоляционный ковер могут служить ровные поверхности:

- железобетонных несущих плит, швы между которыми заделаны цементно-песчаным раствором марки не ниже 100 или бетоном класса не ниже В 7,5;
- выравнивающих монолитных стяжек из цементно-песчаного раствора и асфальтобетона.

В выравнивающих стяжках должны быть предусмотрены температурно-усадочные швы шириной до 10 мм, разделяющие стяжку из цементно-песчаного раствора на участки размером не более 6 × 6 м, а из песчаного асфальтобетона — на участки не более 4 × 4 м. В холодных покрытиях с несущими плитами длиной 6 м эти участки должны быть 3 × 3 м.

Швы должны совпадать с торцевыми швами несущих плит сборных железобетонных оснований. По температурно-усадочным швам должна быть предусмотрена укладка полосок-компенсаторов шириной 150÷200 мм из рулонных материалов с приклейкой по обеим кромкам на ширину около 50 мм.

Гидроизоляция. Для устройства гидроизоляционного слоя эксплуатируемых крыш применяется рулонный битумно-полимерный материал Техноэласт ЭПП, который укладывается в два слоя (рис. 110). Для устройства гидроизоляции зеленых крыш применяется рулонный битумно-полимерный материал Техноэласт ЭПП, который используется в качестве нижнего слоя кровельного ковра, и битумно-полимерный материал Техноэласт ГРИН для устройства верхнего слоя кровельного ковра. В качестве альтернативного варианта вместо Техноэласта ЭПП может быть применен Техноэласт ЭМП 5,5 или Техноэласт МОСТ Б.

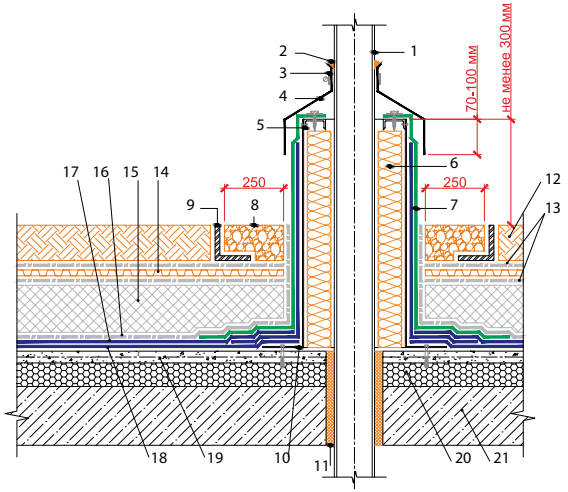


Рис. 110. Система примыкания к горячей трубе (ТН-КРОВЛЯ Грин): *1* — труба; *2* — полиуретановый герметик; *3* — обжимной хомут из оцинкованной стали; *4* — юбка из металла; *5* — металлический профиль из оцинкованной стали, закрепленный на заклепки; *6* — минераловатный утеплитель; *7* — Техноэласт ГРИН ЭКП; *8* — промытый гравий; *9* — Г-образный металлический элемент; *10* — короб из оцинкованной стали; *11* — монтажная пена; *12* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *13* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *14* — дренажная мембрана; *15* — XPS-плиты; *16* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *17* — Техноэласт ГРИН; *18* — Техноэласт ЭПП; *19* — армированная цементно-песчаная стяжка; *20* — уклонообразующий слой; *21* — плита перекрытия

Защита от проникновения корней растений. Функцию защиты от проникновения корней растений выполняет битумно-полимерный материал Техноэласт ГРИН. Нанесенная с верхней стороны материала толстая полимерная пленка является защитой от механического повреждения водоизоляционного слоя корнями растений. Наличие специального вещества, равномерно распределенного в битумно-полимерном вяжущем материале Техноэласт ГРИН, приводит к тому, что корни растений стелются по слою гидроизоляции, не повреждая его. При этом данное вещество не оказывает угнетающего воздействия на корневую систему растений и не уменьшает их жизненный цикл.

Разделительный слой. В качестве разделительного слоя между кровельным ковром и теплоизоляцией используется иглопробивной геотекстиль плотностью 300 г/м^2. Данный материал препятствует застаиванию воды на поверхности гидроизоляционного слоя. В качестве разделительного слоя между дренажным слоем, теплоизоляцией и растительным субстратом используется термоскрепленный геотекстиль плотностью 150 г/м^2. Данный материал не заиливается и препятствует смыванию частиц растительного субстрата в водостоки.

Теплоизоляция. При устройстве теплоизоляции применяются XPS-плиты: CARBON PROF или CARBON ECO — для зеленых и эксплуатируемых крыш под пешеходную (тротуарную) нагрузку (рис. 111); CARBON SOLID — для эксплуатируемых крыш под автомобильную нагрузку (рис. 112).

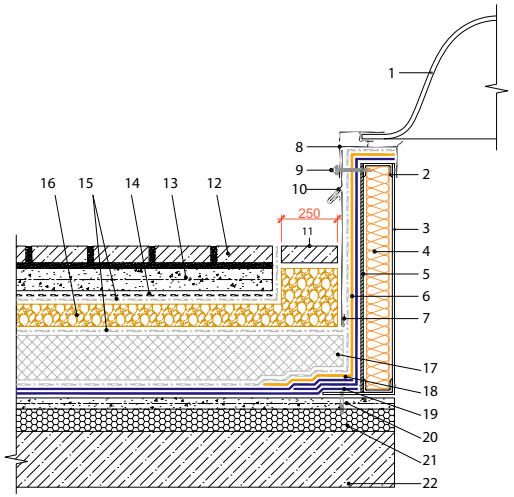


Рис. 111. Система примыкания к зенитному фонарю (ТН-КРОВЛЯ Тротуар): *1* — светопрозрачный колпак; *2* — из оцинкованной стали, закрепленный на заклепки; *3* — короб из оцинкованной стали; *4* — минераловатный утеплитель; *5* — цементно-стружечная плита или хризотилцементный лист; *6* — Техноэласт ЭКП; *7* — защитный элемент из металла; *8* — рама колпака; *9* — крепление основания колпака; *10* — металлический капельник; *11* — тротуарная плитка; *12* — защитный слой; *13* — подготовка из мелкозернистого бетона; *14* — разделительный слой из пергамина; *15* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *16* — дренажный слой из гравия; *17* — XPS-плиты; *18* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *19* — Техноэласт ЭПП; *20* — армированная цементно-песчаная стяжка; *21* — уклонообразующий слой; *22* — плита перекрытия

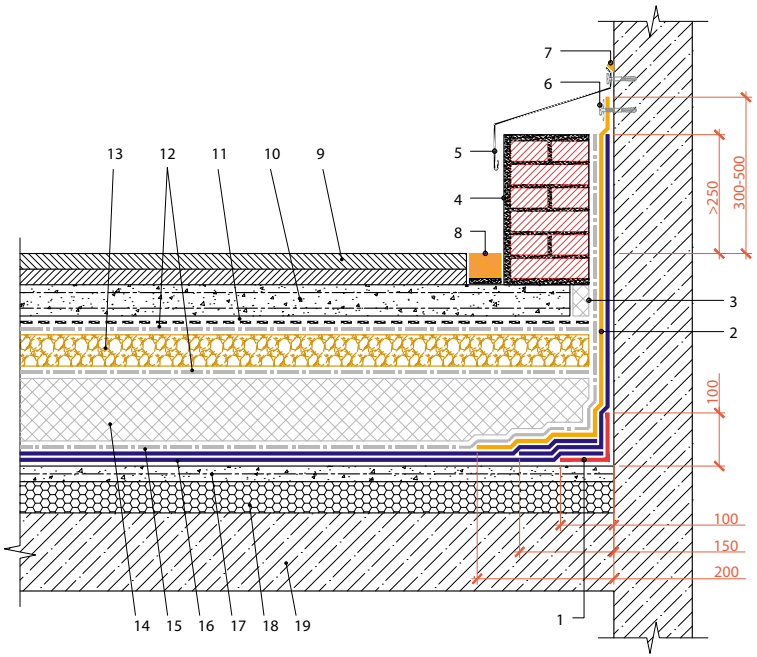


Рис. 112. Теплоизоляция в системе примыкания к стене (ТН-КРОВЛЯ Авто): *1* — дополнительный слой из Техноэласт ЭКП; *2* — Техноэласт ЭКП; *3* — XPS-плиты; *4* — защитная кирпичная стенка; *5* — защитный фартук из оцинкованной стали, закрепленный кровельными саморезами с резиновой прокладкой; *6* — край кровельного ковра, закрепленный саморезами с шайбой; *7* — полиуретановый герметик; *8* — битумно-полимерный герметик по слою песка; *9* — защитный слой; *10* — железобетонная плита; *11* — разделительный слой из пергамина; *12* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *13* — дренажный слой из гравия; *14* — XPS-плиты; *15* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *16* — Техноэласт ЭПП; *17* — армированная цементно-песчаная стяжка; *18* — уклонообразующий слой; *19* — плита перекрытия

Плиты экструзионного пенополистирола в инверсионных крышах рекомендуется укладывать в один слой с соединением в паз (шпонку) для предотвращения накопления просочившейся с поверхности крыши воды между слоями теплоизоляции. Этот тонкий слой воды блокирует испарение влаги с поверхности нижележащего гидроизоляционного слоя, способствуя ее накоплению в конструкции кровельного пирога.

Это может привести к потере теплоизолирующих свойств экструзионного пенополистирола из-за частичного поглощения им оставшейся влаги.

При укладке теплоизоляционных плит в два слоя толщина верхнего слоя должна быть не меньше толщины нижнего слоя теплоизоляции. Данное условие необходимо выполнять для того, чтобы поверхность соприкосновения верхнего и нижнего слоев теплоизоляции находилась ниже «точки росы» («точка росы» обычно находится в верхней трети слоя теплоизоляции). В противном случае не исключено замерзание воды, находящейся между слоями теплоизоляционных плит.

Дренажные системы. В качестве дренажного слоя эксплуатируемых и зеленых крыш применяют гравий или профилированные мембраны, а также комбинацию из профилированной мембраны PLANTER и слоя гравия (рис. 113).

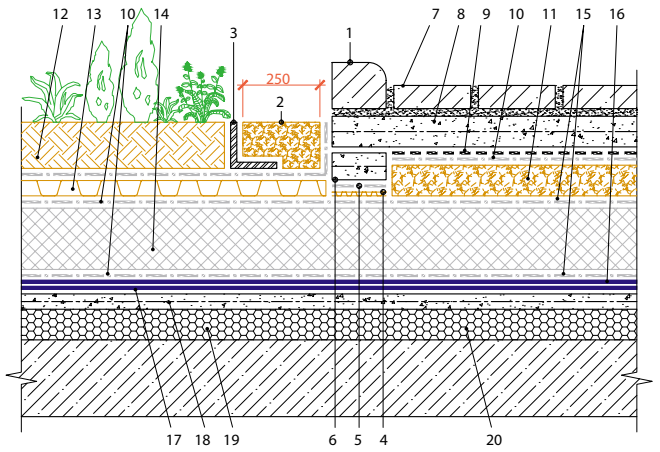


Рис. 113. Дренажные слои в системах примыкания кровли «Грин Интенс» и кровли «Тротуар»: *1* — бордюрный камень; *2* — промытый гравий; *3* — Г-образный металлический элемент; *4* — дренажная мембрана PLANTER standart выступами вверх; *5* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *6* — железобетонный ограничитель; *7* — защитный слой; *8* — подготовка из мелкозернистого бетона; *9* — разделительный слой из пергамина; *10* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *11* — дренажный слой из гравия; *12* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *13* — дренажная мембрана; *14* — XPS-плиты; *15* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *16* — Техноэласт ГРИН; *17* — Техноэласт ЭПП; *18* — армированная цементно-песчаная стяжка; *19* — уклонообразующий слой; *20* — плита перекрытия

Гравий фракцией 10÷20 мм укладывают между двумя слоями термоскрепленного геотекстиля. Минимальная толщина слоя гравия — 40 мм. Геотекстиль выполняет функции разделительного, укрепляющего и фильтрующего слоя.

Профилированные мембраны PLANTER из полиэтилена высокой плотности укладывают между двумя слоями термоскрепленного геотекстиля. Геотекстиль выполняет функции разделительного, укрепляющего и фильтрующего слоя. Такой вариант подходит для зданий с ограничением возможной толщины кровельного пирога и (или) нагрузок на несущие конструкции крыши. Выбор конкретного варианта дренажа и высота ячеек профилированной мембраны PLANTER зависит от количества дренируемой воды и типа озеленения кровли.

Водоотведение. Для удаления воды с поверхности эксплуатируемых и зеленых крыш предусматривается устройство системы внутреннего организованного водоотвода. В системах водоотведения зеленых и эксплуатируемых крыш используются многоуровневые воронки, обеспечивающие отвод воды не только с поверхности крыши, но и с уровня дренажного слоя и водоизоляционного ковра. Ось воронки должна находиться на расстоянии не менее 600 мм от парапета и других выступающих над крышей частей зданий. Чаши водосточных воронок должны быть прикреплены к несущему основанию крыши и соединены со стояками через компенсаторы (рис. 114).

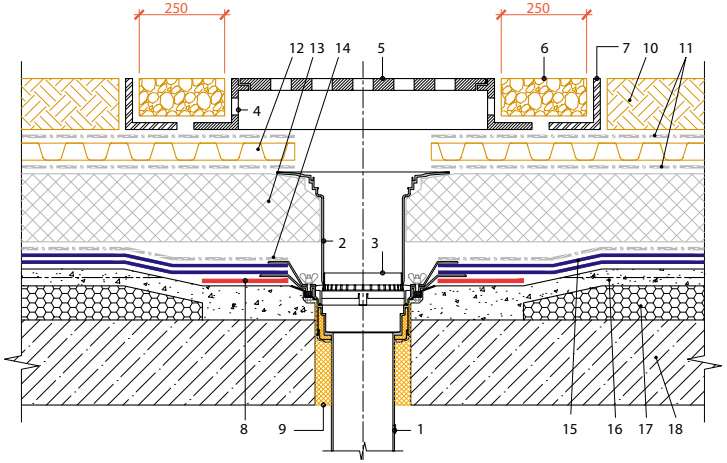


Рис. 114. Водосточная воронка в системе ТН-КРОВЛЯ Грин Интенс: *1* — водосточная воронка; *2* — надставной элемент; *3* — дренажное кольцо; *4* — дренажная насадка; *5* — дренажная решетка; *6* — промытый гравий; *7* — Г-образный металлический элемент; *8* — Техноэласт ЭПП; *9* — монтажная пена; *10* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *11* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *12* — дренажная мембрана; *13* — XPS-плиты; *14* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *15* — Техноэласт ГРИН; *16* — армированная цементно-песчаная стяжка; *17* — уклонообразующий слой; *18* — плита перекрытия

В местах пропуска через крышу воронок внутреннего водостока предусматривают понижение на 15÷20 мм в радиусе 0,5÷1,0 м от уровня водоизоляционного ковра и водоприемной чаши. Соединение водоизоляционного ковра с воронкой может быть предусмотрено при помощи съемного или несъемного фланца либо интегрированного соединительного фартука, при этом последний должен быть совместимым с материалом водоизоляционного ковра (рис. 115).

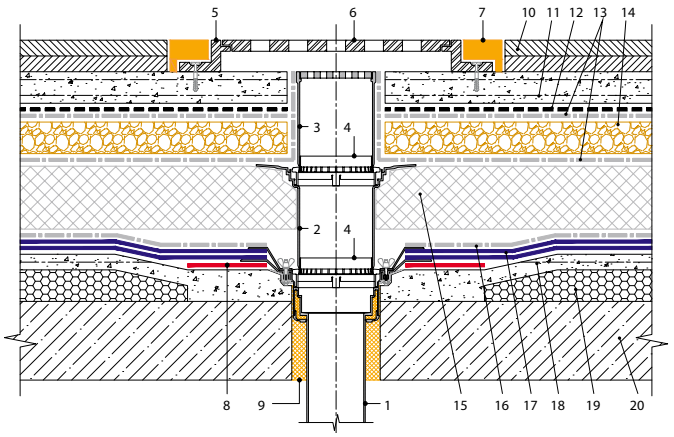


Рис. 115. Водосточная воронка в системе ТН-КРОВЛЯ Авто: *1* — водосточная воронка; *2* — надставной элемент; *3* — водосливный трап; *4* — дренажное кольцо; *5* — дренажная насадка; *6* — дренажная решетка; *7* — битумно-полимерный герметик №2; *8* — Техноэласт ЭПП; *9* — монтажная пена; *10* — защитный слой; *11* — железобетонная плита; *12* — разделительный слой из пергамина; *13* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *14* — дренажный слой из гравия; *15* — XPS-плиты; *16* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *17* — Техноэласт ЭКП; *18* — армированная цементно-песчаная стяжка; *19* — уклонообразующий слой; *20* — плита перекрытия

Присоединение воронок (рис. 116), установленных по обеим сторонам деформационного шва к одному стояку или к общей подвесной линии, допускается предусматривать при условии обязательного устройства компенсационных стыков. Не допускается установка водоприемных воронок над стенами. Не допускается установка водосточных стояков внутри стен. Водостоки должны быть защищены от засорения листвой и оборудованы гравиеуловителями, а на эксплуатируемых крышах — террасах над воронками и лотками предусматривают съемные дренажные (ревизионные) решетки.

Рис. 116. Многоуровневая воронка

На крышах с чердаком и в покрытиях с вентилируемыми воздушными каналами приемные патрубки водосточных воронок и охлаждаемые участки водостоков должны быть теплоизолированы и обогреваемы. Вокруг водоприемных воронок необходимо предусмотреть гравийную отсыпку шириной 250 мм из гравия фракции 5÷20 мм и маркой по морозостойкости не менее 100, уложенного на геотекстиль.

Архитектурно-строительные детали (узлы)

Наиболее сложными участками крыш являются места примыканий горизонтальной поверхности крыши к вертикальной поверхности выступающих элементов: парапетам, трубам, вентиляционным и дымовым шахтам, антеннам и пр.

Вертикальные поверхности конструкций, выступающих над крышей и выполненных из штучных материалов (кирпича, пенобетонных блоков и т.д.), должны быть оштукатурены цементно-песчаным раствором М150 на высоту заведения края кровельного ковра, но не менее чем на 300 мм выше поверхности крыши (рис. 117).

В местах примыканий горизонтальной поверхности эксплуатируемых и зеленых крыш к стенам, парапетам и другим выступающим конструкциям следует предусмотреть защиту кровельного ковра от различных воздействий (УФ-излучения, механических повреждений и пр.).

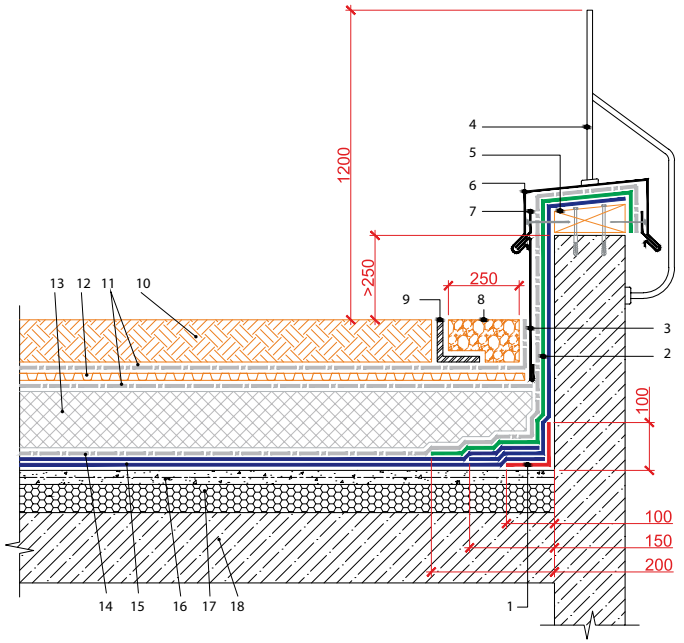


Рис. 117. Примыкание к парапету в системе ТН-КРОВЛЯ Грин: *1* — Техноэласт ЭПП; *2* — Техноэласт ГРИН ЭКП; *3* — защитный элемент из металла; *4* — ограждение крыши; *5* — деревянный антисептированный брус; *6* — фартук из оцинкованной стали; *7* — крепежный элемент; *8* — тротуарная плитка; *9* — Г-образный металлический элемент; *10* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *11* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *12* — дренажная мембрана; *13* — XPS-плиты; *14* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *15* — Техноэласт ГРИН; *16* — армированная цементно-песчаная стяжка; *17* — уклонообразующий слой; *18* — плита перекрытия

При интенсивной эксплуатации крыш примыкания следует защищать вертикальной или уголковой стенкой с горизонтальным участком шириной от 250 до 500 мм из сборных железобетонных плит из бетона класса по прочности на сжатие не менее В15 и маркой по морозостойкости не менее F150, толщиной не менее 50 мм или монолитной железобетонной стенкой с горизонтальным участком при тех же характеристиках бетона и толщиной стенки не менее 60 мм. Защитная стенка может быть выполнена с помощью кирпичной кладки толщи-

ной 250 мм. Между защитной стенкой и защитным покрытием эксплуатируемой крыши следует выполнять деформационный шов шириной от 5 до 20 мм с уплотнением герметиком на расстоянии от 250 до 500 мм от примыкания. Высота защитной стенки — на всю высоту парапета, а при примыкании к стене — на высоту не менее 250 мм. Металлический лист, укладываемый по верху парапета, или парапетная плита должны перекрывать парапет и защитную стенку. При примыкании к стене по верху защитной стенки следует устанавливать металлический лист. В других случаях примыкания следует защищать с помощью металлических элементов.

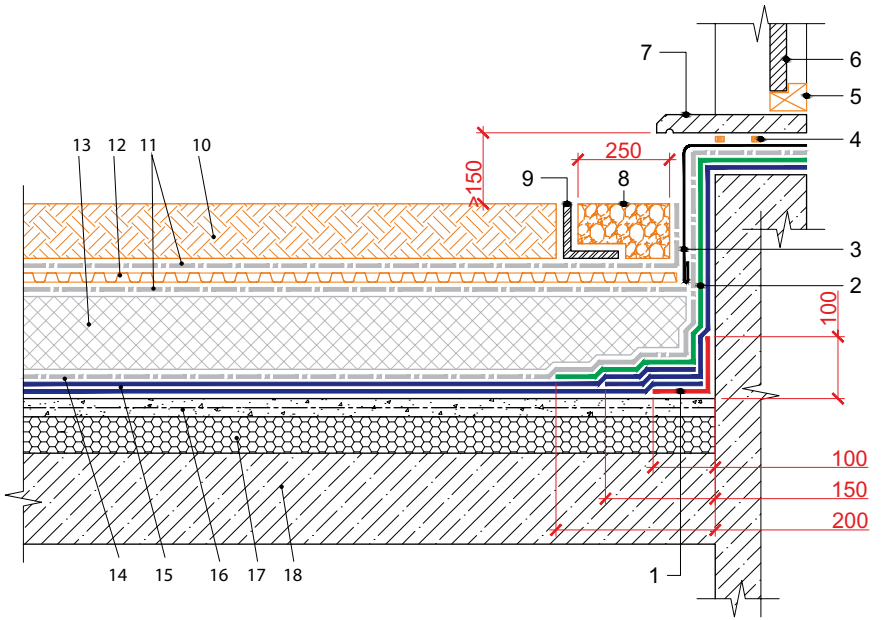


Рис. 118. Примыкание к дверному проему в системе ТН-КРОВЛЯ Грин: *1* — Техноэласт ЭПП; *2* — Техноэласт ГРИН ЭКП; *3* — защитный элемент из металла; *4* — полиуретановый герметик; *5* — дверная коробка; *6* — дверь; *7* — плита порога; *8* — промытый гравий; *9* — Г-образный металлический элемент; *10* — растительный субстрат с зелеными насаждениями; *11* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *12* — дренажная мембрана; *13* — XPS-плиты; *14* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *15* — Техноэласт ГРИН; *16* — армированная цементно-песчаная стяжка; *17* — уклонообразующий слой; *18* — плита перекрытия

В качестве материала верхнего слоя гидроизоляционного ковра на примыканиях, в случае если конструкция примыкания не подразумевает защиты кровельного материала от воздействия солнечных лучей, применяют материал с крупнозернистой посыпкой Техноэласт Грин ЭКП — для зеленой кровли или Техноэласт ЭКП — для эксплуатируемой кровли. Материал заводят на вертикальную стенку на 300 мм выше верхней поверхности крыши. Высота примыкания крыши у дверей выхода на покрытие (крышу) должна быть не менее 150 мм от поверхности водоизоляционного ковра, защитных слоев или грунта озелененной крыши.

Водоизоляционный ковер (рис. 118) следует подводить под плиту порога, имеющую свес не менее 50 мм. Допускается заведение кровельного ковра под металлический лист, уложенный на всю толщину стены под дверную коробку. В местах примыканий горизонтальной поверхности эксплуатируемых и зеленых крыш к порогу выхода на крышу следует предусмотреть защиту кровельного ковра от различных воздействий.

Температурно-деформационные швы. Деформационные швы на крыше выполняют над деформационными швами здания (рис. 119, 120). Чтобы снизить вероятность протечки через деформационный шов, необходимо сформировать уклоны на крыше таким образом, чтобы вода уходила в разные стороны от деформационного шва.

Защитный слой эксплуатируемых крыш под пешеходную нагрузку. Выбор защитного слоя эксплуатируемых крыш под пешеходную нагрузку зависит от условий и интенсивности эксплуатации крыши. Подготовку под защитный слой предусматривают из мелкозернистого бетона класса по прочности на сжатие В15, толщиной не менее 50 мм, армированной сеткой диаметром 5Вр-I ячейкой 100 × 100 мм. Перед устройством бетонной подготовки необходимо предусмотреть укладку разделительного слоя из пергамина или кровельного картона. Разделительный слой не позволяет забиться дренажному слою цементным молочком. Применять в качестве разделительного слоя полиэтиленовую пленку не рекомендуется.

Для устройства защитного слоя эксплуатируемых крыш под пешеходную нагрузку может применяться:

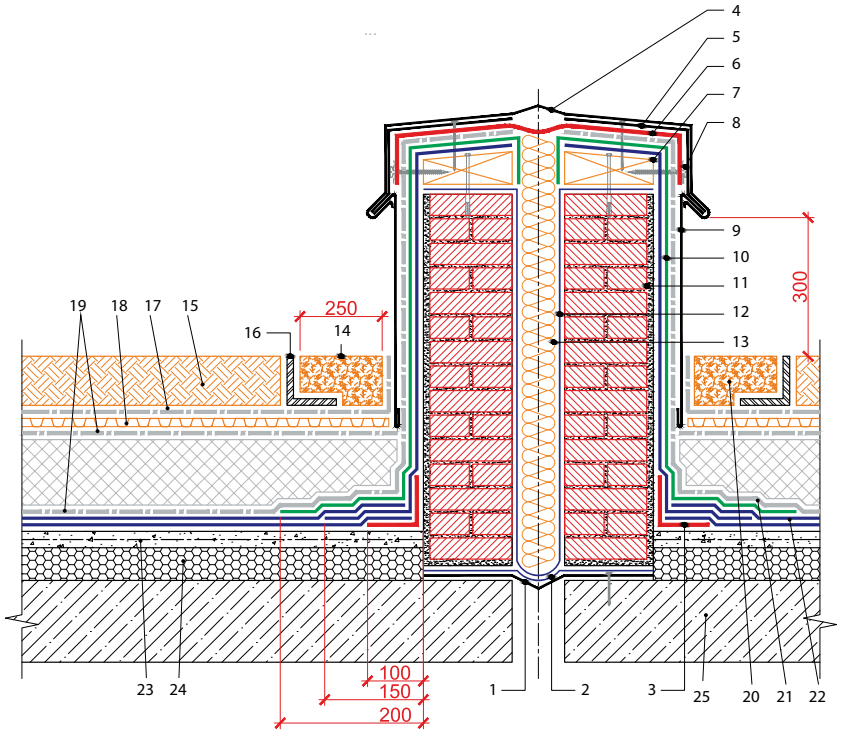


Рис. 119. Температурный шов в системе ТН-КРОВЛЯ Тротуар: *1* — компенсатор из оцинкованной стали, закрепленный саморезами; *2* — пароизоляционная пленка; *3* — дополнительный слой Техноэласт ЭПП; *4* — фартук из оцинкованной стали; *5* — крепежный элемент; *6* — гибкий фартук из Техноэласт ЭКП, закрепленный саморезами; *7* — деревянный антисептированный брус; *8* — саморез с шайбой; *9* — защитный элемент из металла; *10* — Техноэласт ЭКП; *11* — кирпичная стенка оштукатуренная цементно-песчаным раствором; *12* — пароизоляционная пленка; *13* — минераловатный утеплитель; *14* — XPS-плиты; *15* — тротуарная плитка; *16* — защитный слой; *17* — подготовка из мелкозернистого бетона; *18* — разделительный слой из пергамина; *19* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *20* — дренажный слой из гравия; *21* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *22* — Техноэласт ЭПП; *23* — армированная цементно-песчаная стяжка; *24* — уклонообразующий слой; *25* — плита перекрытия

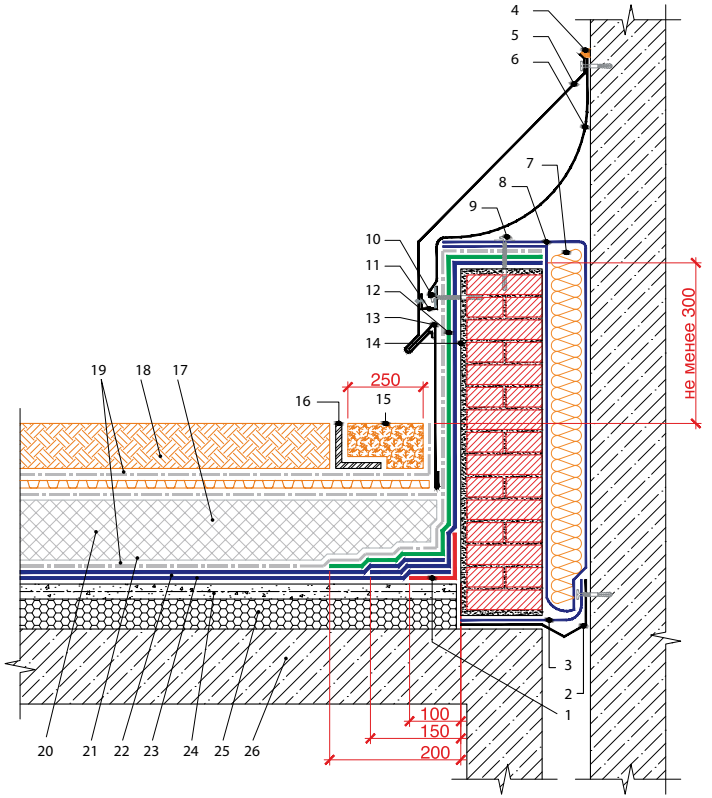


Рис. 120. Деформационный шов у стены в системе ТН-КРОВЛЯ Тротуар: *1* — дополнительный слой Техноэласт ЭПП; 2 — компенсатор из оцинкованной стали, закрепленный саморезами; *3* — пароизоляционная пленка; *4* — полиуретановый герметик; *5* — фартук из оцинкованной стали, закрепелнный саморезами; *6* — гибкий фартук из Техноэласт ЭКП; *7* — минераловатный утеплитель; *8* — пароизоляционная пленка; *9* — саморез с шайбой; *10* — крепление саморезами с шайбой; *11* — компенсатор из оцикованной стали, закрепляемый к фартуку заклепками; *12* — Техноэласт ЭКП; *13* — защитный элемент из металла; *14* — кирпичная стена, оштукатуренная цементно-песчаным раствором; *15* — тротуарная плитка по слою из гравия; *16* — защитный слой; *17* — подготовка из мелкозернистого бетона; *18* — разделительный слой из пергамина; *19* — геотекстиль термоскрепленный 150 г/м^2; *20* — дренажный слой из гравия; *21* — XPS-плиты; *22* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *23* — Техноэласт ЭПП; *24* — армированная цементно-песчаная стяжка; *25* — уклонообразующий слой; *26* — плита перекрытия

• плиточный пол морозостойкостью не менее F150 на клеящем растворе с шириной швов 5÷10 мм и заделкой швов тем же раствором;

• покрытие из мелкоразмерных бетонных или каменных плит толщиной не менее 40 мм и морозостойкостью не менее F150 с шириной швов от 5 до 20 мм и заделкой швов герметиком или гидроизоляционным раствором;

• покрытие из мелкоразмерных тротуарных плит фигурного очертания толщиной не менее 60 мм и морозостойкостью не менее F150 с шириной швов от 5 до 20 мм и заделкой цементно-песчаным раствором.

Рис. 121. Применение винтовых опор

Для устройства защитного слоя эксплуатируемых крыш можно использовать винтовые опоры (рис. 121). Их применение позволяет обеспечить горизонтальность верхней поверхности эксплуатируемой крыши, уменьшить нагрузки на несущие конструкции зданий и сооружений. В качестве защитного слоя эксплуатируемых крыш с применением винтовых опор можно использовать любые модификации тротуарных плит морозостойкостью не менее F150, прошедшие расчет на воздействие имеющихся нагрузок.

Защитный слой эксплуатируемых крыш под транспортную нагрузку. Защитный слой эксплуатируемых крыш под транспортную нагрузку устраивается по монолитной железобетонной плите. Толщина плиты и ее армирование устанавливаются по результатам расчета на растяжение при изгибе. Расчет выполняется в соответствии со следующей расчетной схемой: железобетонная плита уложена на основание, представляющее собой упругое полупространство, эквивалентный модуль упругости которого ниже модуля упругости плиты.

Перед устройством распределительной железобетонной плиты необходимо предусмотреть укладку разделительного слоя из пергамина или кровельного картона. Разделительный слой не позволяет забиться дренажному слою цементным молочком. Применять в качестве разделительного слоя полиэтиленовую пленку не рекомендуется.

Для устройства защитного слоя эксплуатируемых крыш под автомобильную нагрузку может применяться: двухслойное асфальтобетонное покрытие; плиты железобетонные толщиной не менее 80 мм из бетона класса по прочности на сжатие не менее B15 и морозостойкостью не менее F150; дорожная брусчатка толщиной не менее 80 мм и морозостойкостью не менее F150.

Факторы, определяющие условия для выращивания растений на зеленых крышах

Растения, используемые для зеленых крыш, развиваются в условиях, отличающихся от условий их естественной среды обитания. Помимо тех факторов, которые воздействуют на растения, развивающиеся в нормальных условиях, добавляются новые факторы. Они накладывают ограничения на ассортимент растений, пригодных для зеленых крыш, а также определяют специфику развития этих растений. В данном разделе раскрываются факторы, определяющие условия для выращивания растений на зеленых крышах.

Климатические факторы: температурные максимумы и минимумы и колебания температур, интенсивность и периодичность солнечного излучения, атмосферные осадки, качество воздуха, ветер. *Особенности объекта:* конфигурация крыши; характеристики несущего основания; расположение крыши по отношению к возвышающимся частям близлежащих зданий; наличие установленного на крыше технического оборудования: выходов вентиляционных и дымовых шахт, кондиционеров, антенн и др.

Климатические факторы. Преобладающие температуры, а также колебания температур в каждом конкретном регионе определяют ассортимент растений, которые могут быть применены для зеленых крыш. В регионах, где преобладают высокие температуры, следует применять засухоустойчивые виды растений, а там, где характерны низкие температуры — морозоустойчивые виды растений.

Интенсивность и периодичность солнечного излучения влияет на ассортимент растений, пригодных для зеленых крыш в конкретном регионе с присущими для него характеристиками солнечного излучения. В регионах, где большую часть года солнце закрыто тучами, желательно сажать растения, менее зависимые от солнечного света. Там же, где солнце светит часто и интенсивно, необходимо варащивать растения, стойкие к длительному воздействию солнечного излучения, либо ис-

пользовать для устройства озеленения участки крыш, которые защищены от воздействия солнца естественной тенью, например, близлежащих зданий и сооружений.

Атмосферные осадки. При выборе растений для устройства зеленых крыш необходимо учитывать структуру, периодичность и интенсивность осадков, характерных для данного региона. Предпочтение нужно отдавать тем видам растений, которые наиболее приспособлены к конкретным условиям.

Качество воздуха. Помимо перечисленных факторов, отрицательное воздействие на высаживаемые растения оказывают содержащиеся в воздухе агрессивные химические вещества, которые могут вызывать различные заболевания растений, а также их гибель. Особенно это актуально для мегаполисов и крупных промышленных центров, для которых характерны высокие показатели ПДК вредных веществ. Таким образом, нужно подбирать ассортимент растений для зеленых крыш применительно к тем регионам, где существует риск воздействия на них вредных химических веществ, содержащихся в воздухе.

Ветер. Потоки ветра на отдельных участках крыши могут оказывать отрывающее воздействие. Это может привести к гибели растений, корневая система которых имеет слабую связь с нижележащими слоями кровельного пирога. Сила этого воздействия зависит от многих факторов: географического положения объекта, высоты здания, конфигурации крыши. Кроме того, потоки ветра приносят на крышу зерна сорняков, которые впоследствии могут прорасти и вытеснить высаженные растения.

Для защиты растений от ветровой нагрузки могут быть предусмотрены специальные мероприятия, например: устройство высоких парапетов; укладка тротуарной плитки в местах высоких ветровых нагрузок; применение антиэрозионного слоя, увеличивающего сцепление корней растений с крышей (что особенно актуально при высадке растений); применение приспособлений, прикрепляющих высокие виды кустарников и деревьев к конструкциям крыши.

Конфигурация крыши. Размеры зеленой крыши, ее геометрическая форма, а также ее положение относительно сторон света могут усилить либо уменьшить влияние вышеперечисленных факторов на высаживаемые растения. Анализ этого фактора и правильные выводы из него помогут при планировке крыши, а также при подборе ассортимента растений для разных ее участков.

Характеристики несущего основания. Тип, конструкция, уклоны и несущая способность основания накладывают ограничения на возможную толщину растительного субстрата, влияют на дренирующую и водоудерживающую способность крыши. Эти факторы определяют возможность использования крыши для озеленения и влияют на ассортимент растений, пригодных для зеленых крыш.

Расположение крыши по отношению к возвышающимся частям близлежащих зданий. Наличие возвышающихся над зеленой крышей близлежащих зданий и сооружений также может иметь различные последствия для высаживаемых растений. Близлежащие здания и сооружения могут уменьшить или увеличить ветровые нагрузки на крышу, защитить ее от воздействия сильного солнечного излучения и осадков либо наоборот препятствовать получению необходимого для нормальной жизни растений количества солнечного света и осадочной влаги. В каждом конкретном случае необходим анализ последствий воздействия данного фактора на растения.

Наличие установленного на крыше технического оборудования: выходов вентиляционных и дымовых шахт, кондиционеров и др. Участки зеленых крыш, расположенные вокруг установленного на крыше технического оборудования, являются наименее пригодными для выращивания растений. Выхлопы вентиляционных и дымовых шахт содержат вредные вещества, которые могут быть опасны для нормальной жизнедеятельности высаженных растений. Кроме того, техническое оборудование требует периодического обслуживания, что, в свою очередь, предполагает интенсивное воздействие обслуживающего персонала на участки, расположенные вокруг установленного оборудования. Для участков зеленых крыш, расположенных вокруг технического оборудования в радиусе 600 мм, необходимо предусмотреть пешеходные дорожки из тротуарной плитки, уложенной по дренажному слою из гравия, либо просто засыпку из гравия.

Вегетативный слой зеленых крыш. В общем случае вегетативный слой зеленых крыш состоит из растений, высаженных в растительный субстрат, а также специальных слоев, таких как дренажный слой, водоудерживающий слой, аэрационный слой.

Виды растений. При устройстве крыш с легким озеленением применяются травянистые и так называемые почвопокровные растения: газонные травы; мохообразные растения; очитки (седумы). На крышах с интенсивным озеленением могут выращиваться практически все виды растений, которые используются при обычном ландшафтном проектировании: травянистые растения; кустарники; небольшие деревья.

Растительный субстрат. В качестве растительного субстрата используются специально подобранные смеси на основе минеральных и органических наполнителей, обеспечивающих необходимые условия для жизнедеятельности растений, высаживаемых на зеленых крышах. Состав растительного субстрата зависит от видов высаживаемых растений. Растительный субстрат должен снабжать растения необходимыми питательными веществами и водой, обладать влаго- и воздухопроницаемостью, требуемым показателем кислотности (pH), должен быть очищен от семян сорняков, вредителей, возбудителей болезней, токсичных веществ, должен быть устойчив к сложным погодным условиям (промерзанию, засухе, переувлажнению, выветриванию) и т.д. Толщина растительного субстрата составляет для зеленых крыш с легким озеленением от 30 до 150 мм; для зеленых крыш с интенсивным озеленением более 150 мм.

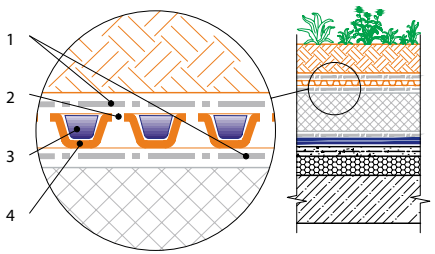


Рис. 122. Водоудерживающий слой зеленых крыш: *1* — геотекстиль; *2* — отверстие; *3* — вода; *4* — профилированная мембрана

Водоудерживающий слой зеленых крыш обеспечивает сохранение влаги, необходимой для жизнедеятельности растений. Эту функцию, наряду с функцией дренажа, выполняет профилированная мембрана из полиэтилена высокой плотности, уложенная между двумя слоями термоскрепленного геотекстиля. Мембрана имеет профиль в виде усеченных конусов, в которых скапливается влага. Излишек влаги проходит через отверстия, расположенные на верхней поверхности мембраны, и удаляется в водоприемные воронки (рис. 122).

Использование модульных систем озеленения. Широкое применение при устройстве зеленых крыш находят модульные системы озеленения (рис. 123). Они особенно актуальны для крыш с легким озеленением. Эти системы состоят из отдельных пластиковых или металлических контейнеров, которые заполнены растительным субстратом с высаженными растениями. Применение модульных систем озеленения позволяет облегчить производство работ при устройстве вегетативного слоя крыш; получать легкий доступ к поверхности крыши для ее ремонта; устраивать зеленые крыши в любое время года; легко заменять вышедшие из строя модули.

Рис. 123. Модульная система озеленения

Орошение. При проектировании зеленых крыш необходимо обратить внимание на потребность растений в воде. Для крыш с легким озеленением необходимое количество воды растения получают из выпадающих осадков, но следует также предусмотреть возможность полива растений в случае длительных периодов засухи. Для этого можно:

- установить на крыше специальные емкости, имеющие пополняемый запас воды, например, собирающие дождевую воду;
- предусмотреть установку на крыше водопроводного крана.

При проектировании крыш с интенсивным озеленением существует необходимость в устройстве специальных оросительных систем.

2.3. Системы скатной кровли

Специфика скатной кровли заключается в том, что уклон плоскости ее поверхности задается стропильной конструкцией, при этом его величина значительно большая, чем в плоских кровлях. Благодаря этому при устройстве гидроизоляционного покрытия нет необходимости в абсолютной герметичности, но требуется повышенная эстетичность, так как кровля становится частью архитектурного решения строительного объекта в целом. Примером таких покрытий для скатной кровли могут

быть металлические формованные листы металлочерепицы, профлиста, мелкоштучные материалы типа керамической черепицы или, например, панели композитной черепицы, гибкая битумная черепица.

2.3.1. Кровельные системы

с использованием гибкой черепицы

Долговечность и энергоэффективность «скатной крыши» определяется правильным выбором материалов, грамотным проектом, квалифицированным монтажом. Изоляционные слои кровли получили название «кровельный пирог».

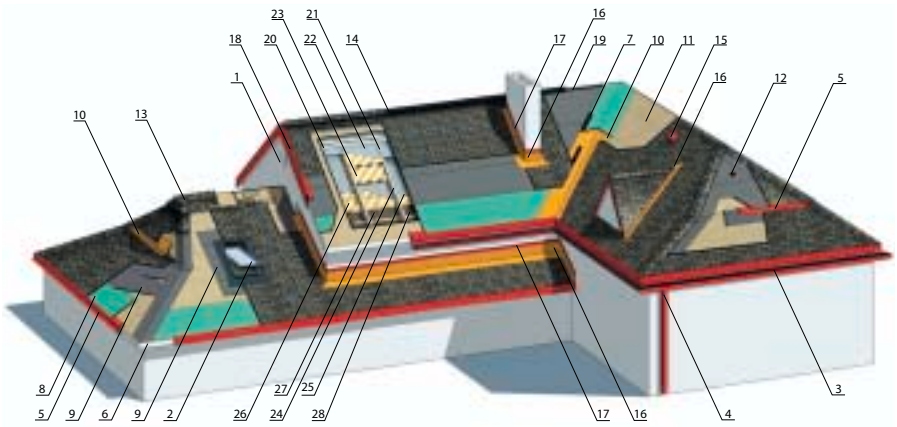


Рис. 124. Схема устройства кровли: *1* — щипцовая решетка; *2* — мансардное окно; *3* — водосточный желоб; *4* — водосточная труба; *5* — планка карнизная; *6* — лобовая доска; *7* — мастика № 23 (Фиксер); *8* — самоклеящийся подкладочный ковер; *9* — механически закрепляемый подкладочный ковер; *10* — ендовный ковер; *11* — деревянный настил; *12* — отверстие для венттрубы; *13* — вентиляционный конек; *14* — сплошной коньковый аэратор; *15* — точечный скатный аэратор; *16* — примыкание к вертикальной конструкции; *17* — планка примыкания; *18* — планка торцевая; *19* — вентиляционная щель в сплошном основании; *20* — разреженная обрешетка; *21* — контробрешетка; *22* — супердиффузионная мембрана; *23* — теплоизоляция; *24* — стропильная нога; *25* — пароизоляция; *26* — контрутепление; *27* — металлическая проволока ∅ 2 мм шаг 250 мм либо специальная сетка; *28* — два слоя гипсокартона

Монтаж элементов кровельного пирога включает монтаж пароизоляции, гидроизоляции, утеплителя, обрешетки и подготовку основания под финишное покрытие (рис. 124). Подкровельный пирог выполняет две очень важные функции: тепло- и гидрозащитную. От эффективности работы составных частей подкровельного пирога в значительной степени зависят работоспособность всей кровельной системы, стабильность эксплуатационных характеристик кровли и продолжительность срока ее безремонтной службы.

Стандартный вариант конструкции кровельного пирога выглядит следующим образом: пароизоляция, утеплитель, гидроизоляция. Применение теплоизоляции обеспечивает снижение теплопотерь в отопительный период и снижение перегрева подкровельных помещений в жаркий период. Важным является поддержание стабильности свойств утеплителя, которая определяется условиями его эксплуатации — механическими воздействиями, увлажнением и пр.

Главный враг любой кровли — конденсат, образующийся на внутренней стороне кровельного покрытия. Поэтому подкровельная гидроизоляция должна защищать утеплитель и несущие конструкции крыши от атмосферных осадков и препятствовать проникновению влаги, конденсирующейся на покрытии. Для гидроизоляции кровли над мансардными помещениями используются пленки двух типов: при устройстве подкровельной гидроизоляции с двумя контурами вентиляции применяют пленки, обладающие гидроизолирующей способностью, в системах подкровельной гидроизоляции с одним вентзазором — диффузионные мембраны.

При выборе материала должны учитываться все функциональные характеристики мембран, также необходимо соблюсти все рекомендации производителя по монтажу.

Практически все современные кровельные материалы надежно предохраняют дом от внешних осадков. Однако влага и конденсат могут проникать под любое кровельное покрытие. Излишняя влага приводит к ухудшению способности утеплителя удерживать тепло внутри помещения. В связи с этим в доме нарушаются условия теплового комфорта, создается парниковый эффект и появляется запах сырости. Помимо этого, влага приводит к загниванию деревянных конструкций и образованию плесени, вызывает коррозию металлических конструкций,

потерю несущей способности деревянных конструкций, короткие замыкания проводки. Поэтому задача каждого кровельщика — обеспечить надежную герметизацию кровли и ее вентиляцию.

Излишняя влага может появиться в подкровельном пространстве в следующих случаях:

— неверный монтаж кровли (неграмотно выполненные примыкания, внутренние ендовы, затекания в случае капиллярного эффекта при малых уклонах кровли и т.п.);

— повреждение финишного покрытия;

— конденсация в результате возникновения «точки росы» на внутренней поверхности финишного покрытия как естественный и неотвратимый процесс;

— отсутствие или неграмотно реализованная подкровельная вентиляция в результате естественной абсорбции (впитывания) влаги деревянными конструкциями.

Для длительного эксплуатирования жилых помещений очень важным является вопрос сохранения оптимального уровня влажности, так как влага «наступает» со всех сторон, и изнутри, и снаружи. Внутри жилых помещений постоянно выделяется влага в результате жизнедеятельности людей, снаружи бушует природа, а внутри конструкции образовывается конденсат. Всех этих процессов нельзя избежать, но сохранить конструкции в оптимальном режиме влажности и добиться комфортных условий в доме возможно.

Для профилактики проблем, которые влечет излишняя влажность, необходимо поддерживать влагу в оптимальном режиме, для этого все конструкции должны быть герметично изолированы от внешней и внутренней влаги (пары, конденсат), быть вентилируемыми и обеспечивать выветривание застоявшихся влажных паров в замкнутых пространствах.

Основное назначение гидроизоляции — защита всех элементов кровельного пирога от возможного проникновения атмосферной влаги и безопасное удаление излишней влаги из-под кровельного пространства наружу. Чем больше паропроницаемость пленки, тем большее количество влаги может пройти через гидроизоляционную пленку наружу. В современных высокотехнологичных гидроизоляционных пленках паропроницаемость достигает 3000 мл в сутки на м^2. Пленка представляет собой мембрану с тысячами «дышащих» микроотверстий, позволяющих пропускать влагу в одну сторону и препятствовать ее попаданию в утеплитель.

Пароизоляция предназначена для защиты всех элементов кровельного пирога от проникновения влаги из помещения. Водяной пар, постоянно проходящий сквозь утеплитель, снижает общее сопротивление теплопередаче, а в деревянных конструкциях приводит к гниению и образованию плесени, в электроприборах и проводке — к замыканиям.

Основным достоинством гибкой черепицы SHINGLAS является то, что ее можно применять для кровель любой сложности, формы и конфигурации, вплоть до куполов и луковичных крыш, обеспечивая 100 % герметичность, при этом она прекрасно вписывается в окружающий ландшафт и придает зданию или сооружению великолепную архитектурную выразительность. Она имеет высокие шумопоглощающие свойства. В случае устройства гибкой черепицы поверх битумных покрытий, последние выполняют функцию дополнительного нижнего подкладочного ковра.

Преимуществом гибкой черепицы перед другими кровельными покрытиями, помимо бесшумности при дожде, является абсолютная коррозионностойкость и очень маленький перерасход материала, даже на сложных кровлях, до 3÷5 %. Увеличение потребности населения в малоэтажном строительстве привело к высокому росту качества технологии строительства в целом. В связи с массовостью использования гибкой черепицы в качестве кровельного покрытия, за кровлями такого типа закрепились выражения: «Asphaltroofing Shingles», «Shinglesroofing system» или просто «Shingles».

В Европе гибкая черепица появилась значительно позже, чем в США, постепенно заменяя глиняную черепицу, так как гибкая черепица значительно легче, около 8 кг/м^2, и не требует массивных стропильных систем. Европейские производители освоили технологию изготовления, но эталоном качества по-прежнему являются заводы и оборудование из США.

Конструктивные решения систем SHINGLAS максимально адаптированы для российских климатических условий, простого и качественного монтажа. Гибкая черепица SHINGLAS фиксируется механически при помощи специальных кровельных гвоздей непосредственно на сплошной деревянный настил. При спекании самоклеящегося слоя с нижележащей поверхностью черепицы образуется абсолютно водонепроницаемое кровельное покрытие.

Кровельная система ТН-Шинглас Классик

Кровельная система ТН-Шинглас Классик предназначена для устройства крыш на жилых и административных зданиях с холодным чердаком. Разработано несколько разновидностей этой системы. Варианты № 1 и № 2 предполагают использование деревянной стропильной системы с дощатым (рис. 125) или крупнощитовым (рис. 126) настилом. В варианте № 3 несущей конструкцией является металлическая стропильная система в комбинации с крупнощитовым настилом (рис. 127). Вариантом № 4 предусмотрена железобетонная стропильная система и крупнощитовой настил (рис. 128).

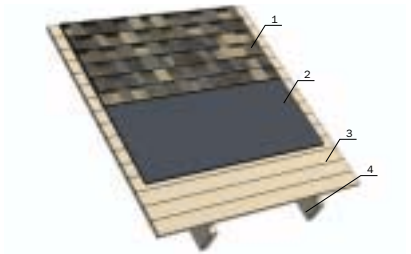


Рис. 125. Система ТН-Шинглас Классик № 1: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошной дощатый настил; *4* — стропильная нога

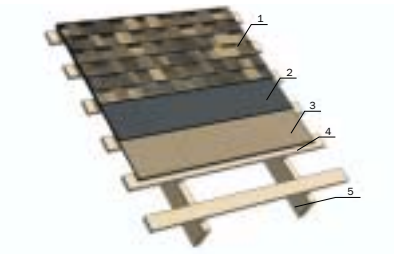


Рис. 126. Система ТН-Шинглас Классик № 2: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошное основание; *4* — разреженная обрешетка; *5* — стропильная нога

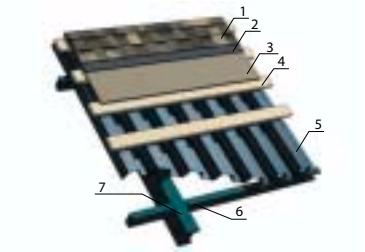


Рис. 127. Система ТН-Шинглас Классик № 3: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошное основание; *4* — разреженная обрешетка; *5* — профнастил; *6* — прогон; *7* — рама металлокаркаса

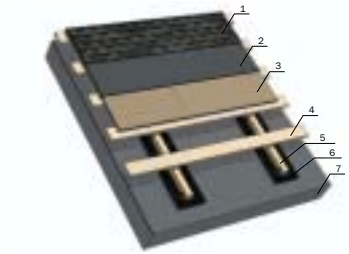


Рис. 128. Система ТН-Шинглас Классик № 4: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошное основание; *4* — шаговая обрешетка; *5* — контробрешетка; *6* — полосы битумной гидроизоляции; *7* — железобетонное покрытие

Разреженная или шаговая обрешетка позволяют уменьшить отходность крупнощитового деревянного настила и способствуют свободной циркуляции воздуха по всему объему подкровельного пространства. Полосы битумной гидроизоляции применяют для предотвращения капиллярного подсоса. В качестве сплошного основания применяют ориентированно-стружечные плиты (ОСП-3) или влагостойкую фанеру (ФСФ). Для конструкций с несущей системой из металла и железобетона допустимо использовать дощатый настил, аналогично деревянной несущей системе.

Система ТН-Шинглас Мансарда

Система ТН-Шинглас Мансарда предназначена для устройства крыш на жилых и административных зданиях с жилой мансардой или для зданий с утепленным чердаком. Варианты № 1 и № 2 предполагают использование деревянной стропильной системы с дощатым (рис. 130) или крупнощитовым (рис. 131) настилом. В варианте № 3 несущей конструкцией является металлическая стропильная система в комбинации с крупнощитовым настилом (рис. 132). Вариантом № 4 предумотрена железобетонная стропильная система и крупнощитовой настил (рис. 133). Деревянный брус 50 × 50 (шаг 600 мм) устанавливают для организации слоя контрутепления. Вентилируемые отверстия в контрбрусе (5 см на каждые 1,5 м) обеспечивают переток воздуха.

Необходимым атрибутом любого конструктивного решения водоизоляции скатной кровли является система внешнего водоотвода (рис. 129). Пластиковая (ПВХ) водосточная система, благодаря специальной технологии изготовления и используемым материалам, надежно работает в условиях перепадов температур от –50 до +50 °С, устойчива к ультрафиолетовому облучению, не подвержена коррозии. Пластиковая водосточная система может устанавливаться как на новые, так и на уже эксплуатируемые здания любой сложности и конфигурации.

Рис. 129. Система внешнего водоотвода

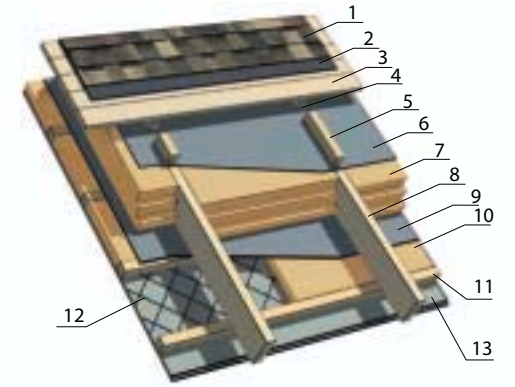


Рис. 130. ТН-Шинглас Мансарда № 1: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошной дощатый настил; *4* — отверстие в контрбрусе; *5* — контробрешетка; *6* — ветрозащита (диффузионная пленка); *7* — утеплитель с разбежкой швов; *8* — стропильная нога; *9* — пароизоляция с проклейкой швов; *10* — контрутепление 50 мм; *11* — брус; *12* — металлическая проволока либо специальная сетка ∅ 2 мм шаг 250 мм; *13* — два слоя гипсокартона

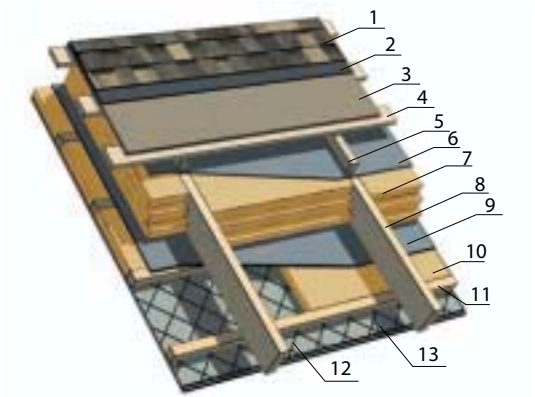


Рис. 131. ТН-Шинглас Мансарда № 2: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошное основание; *4* — разреженная обрешетка; *5* — контробрешетка; *6* — ветрозащита (диффузионная пленка); *7* — утеплитель с разбежкой швов; *8* — стропильная нога; *9* — пароизоляция с проклейкой швов; *10* — контрутепление 50 мм; *11* — брус 50 × 50 шаг 600 мм; *12* — металлическая проволока либо специальная сетка ∅ 2 мм шаг 250 мм; *13* — два слоя гипсокартона

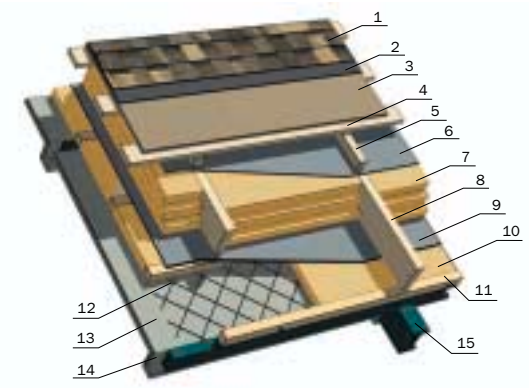


Рис. 132. ТН-Шинглас Мансарда № 3: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер; *3* — сплошное основание; *4* — разреженная обрешетка; *5* — контробрешетка; *6* — ветрозащита (диффузионная пленка); *7* — утеплитель с разбежкой швов; *8* — стропильная нога; *9* — пароизоляция с проклейкой швов; *10* — контрутепление 50 мм; 11 — брус 50 × 50 шаг 600 мм; *12* —металлическая проволока либо специальная сетка ∅ 2 мм шаг 250 мм; *13* — два слоя гипсокартона; *14* — прогон; *15* — рама металлокаркаса

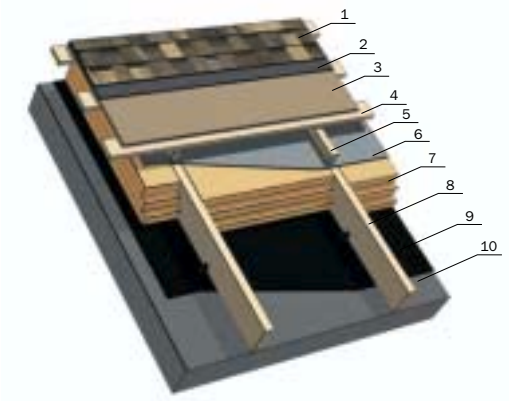
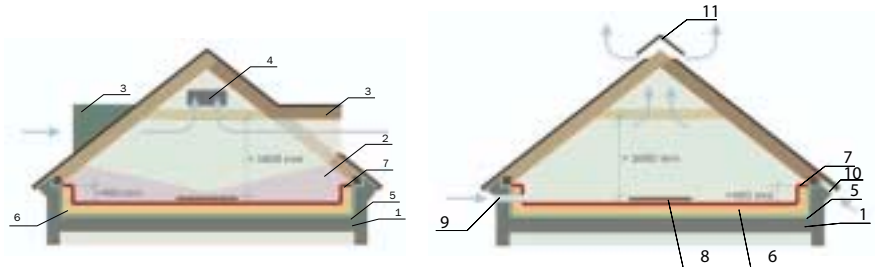


Рис. 133. ТН-Шинглас Мансарда № 4: *1* — гибкая черепица SHINGLAS; *2* — подкладочный ковер серии; *3* — сплошное основание; *4* — разреженная обрешетка; *5* — контробрешетка; *6* — ветрозащита (диффузионная пленка); *7* — утеплитель с разбежкой швов; *8* — стропильная нога; *9* — битумная пароизоляция; *10* — железобетонное покрытие

2.3.2. Системные решения скатных кровель

Вентиляция крыш

Естественное проветривание чердачных помещений через жалюзийные решетки слуховых окон, находящихся на скатных крышах, неэффективно вследствие нерационального расположения вентиляционных отверстий на одном уровне в области примерно равных аэродинамических коэффициентов. При организации вентиляции помещений, наряду с обеспечением требуемого воздухообмена, важное значение имеет получение полного омывания наружным воздухом всего подкровельного пространства.



а *б*

Рис. 134. Вентиляция чердака: *а* — через слуховые окна; *б* — карнизно-коньковая вентиляция; *1* — чердачное перекрытие; *2* — зона с застойным воздухом; *3* — слуховое окно; *4* — вентиляционное отверстие (окно) в щипцовой стене; *5* — наплавляемая битумная пароизоляция; *6* — утеплитель; *7* — ветрозащита; *8* — дощатый проход над утеплителем; *9* — парапетный точечный продух; *10* — карнизный щелевидный продух; *11* — вентиляционный конек

При размещении малопроизводительных вентиляционных отверстий в рассредоточенных по крыше слуховых окнах это положение не выполняется. В чердачном помещении образуются зоны с застойным воздухом (рис. 134). Схемы устройства вентилируемого конька в различных кровельных системах приведены на рис. 135, 136.

При естественной вентиляции чердачных помещений наиболее рационально вентиляционные отверстия располагать под свесом кровли равномерно по периметру здания и в коньке крыши по всей его длине (рис. 137). В этом случае приточные отверстия окажутся внизу проветриваемого объема, а также в зоне максимальных (положительных) давлений воздушного потока, вытяжные — в зоне минимальных (отрицательных) давлений воздушного потока. Такое расположение вентиляционных отверстий обеспечит интенсивный воздухообмен по всему объему чердака.

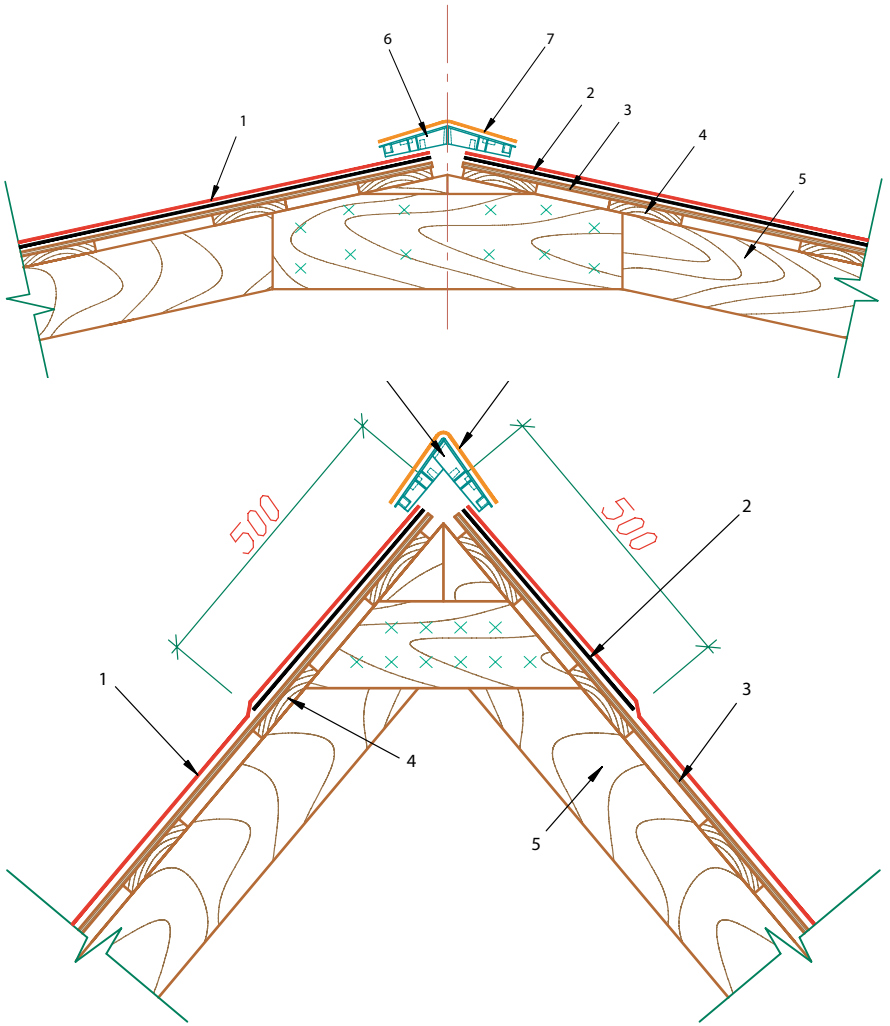


Рис. 135. Коньковый вентпрофиль в системе ТН-Шинглас Классик № 1: *а* — угол от 12 до 18°; *б* — угол от 18°; *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плита ОСП-3 или ФСФ; *4* — разреженная мембрана; *5* — стропильная система; *6* — коньковый вентпрофиль; *7* — коньковая черепица

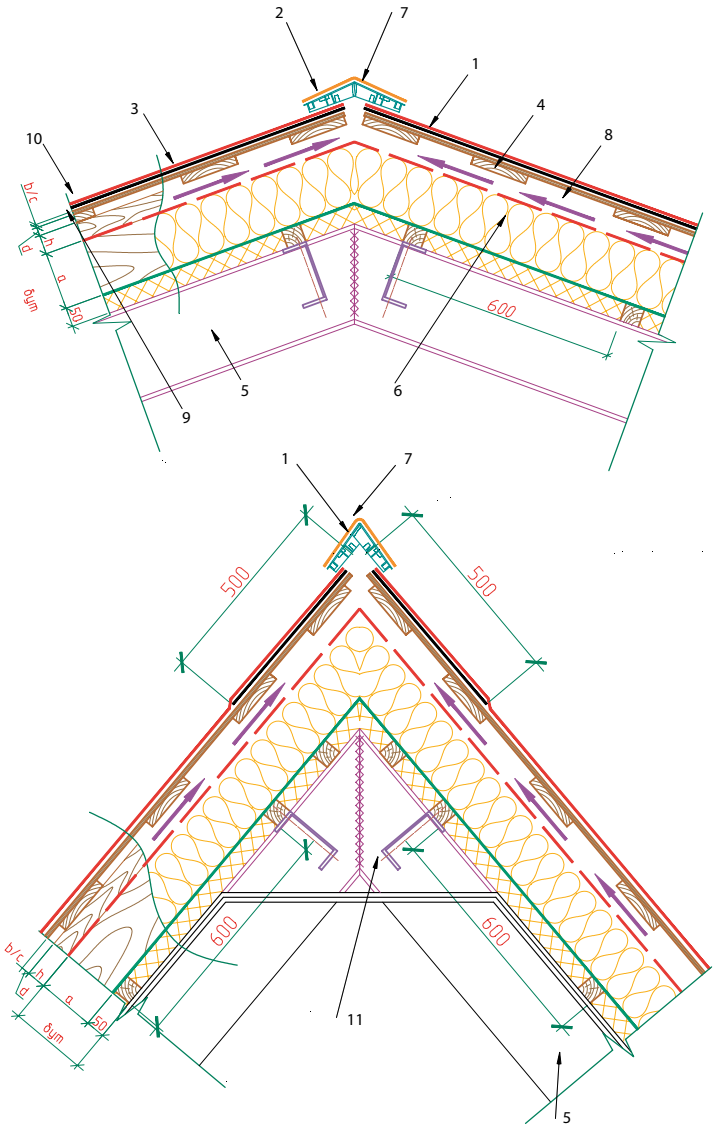
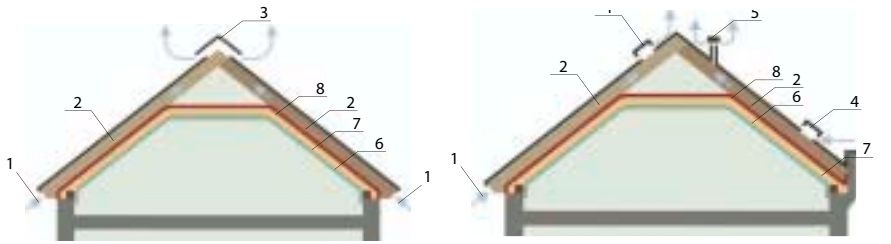


Рис. 136. Самодельный вентиляционный конек в системе ТН-Шинглас Мансарда № 1: *а* — угол от 12° до 18°; *б* — угол от 18°; *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плита ОСП-3 или ФСФ; *4* — брус; *5* — рама каркаса обшитая ГКЛ; *6* — сплошной дощатый настил; *7* — коньково-карнизная черепица; *8* — сетка; *9* — капельник; *10* — карнизная полоса; *11* — прогон



а *б*

Рис. 137. Схемы устройства вентиляции подкровельного пространства: *1* — отверстия для притока воздуха; *2* — вентиляционный канал; *3* — сплошной коньковый аэратор; *4* — приконьковый аэроэлемент низкого типа; *5* — приконьковый аэроэлемент высокого типа; *6* — пароизоляция; *7* — утеплитель; *8* — ветрозащита

Вентиляционные отверстия под свесом кровли могут устраиваться как в виде узкой щели, оставляемой между стеной и кровлей (щелевидные продухи), так и в виде отдельных отверстий, размещаемых в карнизной части стены по осям окон или простенков («точечные» продухи). В коньке крыши вентиляционные отверстия выполняются щелеобразными. При таком размещении во время штиля вентиляционные отверстия под свесом кровли работают на приток, в коньке — на вытяжку.

Площадь вентиляционных отверстий специальной системы естественной вентиляции чердачных помещений устанавливается с расчетом в зависимости от теплопоступлений в подкровельное пространство, его объема и климатический условий района постройки здания по специальной методике. Площадь сечения слуховых окон и продухов на крыше должна составлять 1/300÷1/500 площади чердачного перекрытия, т.е. на каждые 1000 м^2 площади чердака необходимо не менее 2 м^2 слуховых окон и продухов. При этом расположение указанных устройств должно обеспечить сквозное проветривание чердачного помещения, исключающее местный застой (воздушные мешки). Давление в чердачном помещении должно быть пониженным, поэтому площадь вытяжных отверстий следует принимать на 10÷15 % больше, чем приточных.

Это необходимо для создания тяги воздуха. Чтобы исключить проникновение атмосферных осадков в чердачное помещение над конько-

вой щелью устраивается специальный сплошной коньковый аэратор либо изготовленный на месте. Для удобства он поставляется в комплекте вместе с гибкой черепицей. Во избежание заселения чердачного помещения птицами точечные продухи под свесом кровли закрываются решетками, а щелевидные — сетками или специальными планками (софитами).

Специальная система вентиляции чердачных помещений устраивается в крышах зданий любого назначения и любой конфигурации, с деревянными, металлическими или железобетонными несущими конструкциями и любыми видами кровель (из рулонных гидроизоляционных материалов, кровельной стали, черепицы, асбестоцементных листов и др.). Особенно важно осуществлять ее в крышах с плотными кровлями и при расположении трубопроводов центрального отопления и горячего водоснабжения в чердачных помещениях.

Следует отметить особую роль карнизных щелевых продухов в обеспечении сохранности настенных частей крыши (концов стропильных ног, мауэрлата, обрешетки, свесов кровли), находящихся в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации. Постоянное поступление через них наружного воздуха вызывает проветривание конструкции.

Карнизные щелевые продухи облегчают контроль состояния кровли в наиболее подверженных повреждению местах. Наличие их способствует ускорению прогрева надкарнизных участков кровли в периоды оттепелей, а с этим и освобождению желобов от наледей, образующихся при таянии снега в морозные дни под воздействием солнечной радиации.

Для нормальной вентиляции совмещенной скатной крыши она должна иметь три основных элемента: отверстие для притока свежего воздуха, каналы над теплоизоляцией для его циркуляции и вытяжные отверстия в верхней части кровли. В случае подшивки карнизных свесов сайдингом следует использовать специальные элементы для вентиляции — так называемые софитные планки. В случае использования вагонки возможным вариантом для обеспечения вентилируемого зазора является монтажная конструкция, представленная на рис. 138 (при условии монтажа антиобледенительной системы). Конструктивные решения организации подкровельной вентиляции в различных системах кровли представлены на рис. 139÷142.

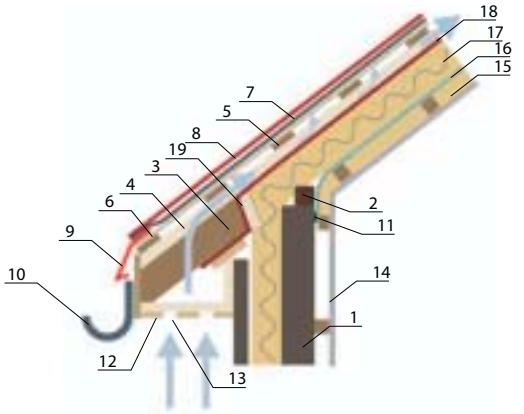


Рис. 138. Принципиальная схема устройства притока наружного воздуха через карниз: *1* — наружная стена; *2* — мауэрлат; *3* — стропильная нога; *4* — контробрешетка; *5* — разреженная обрешетка; *6* — сплошное основание (ОСП-3; ФСФ); *7* — подкладочный ковер; *8* — гибкая черепица; *9* — планка карнизная; *10* — крюк водостока, применяется в случае установки водосточной системы; *11* — гидроизоляция; *12* — подшивка сайдингом; *13* — отверстия для притока воздуха; *14* — два слоя гипсокартона; *15* — контрутепление; *16* — пароизоляция с проклейкой швов; *17* — утеплитель; *18* — ветрозащита; *19* — фиксирующая утеплитель доска

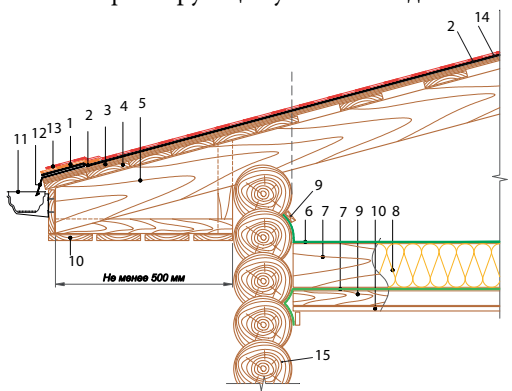


Рис. 139. Карнизный свес над стеной из сруба в системе ТН-Шинглас Классик № 1: *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плиты ОСП-3 или ФСФ; *4* — шаговая обрешетка; *5* — стропильная система; *6* — дощатый настил; *7* — супердиффузионная пленка; *8* — утеплитель; *9* — пароизоляция; *10* — подшивка; *11* — водосточный желоб; *12* — капельник; *13* — карнизная полоса; *14* — мастика Фиксер; *15* — деревянный сруб

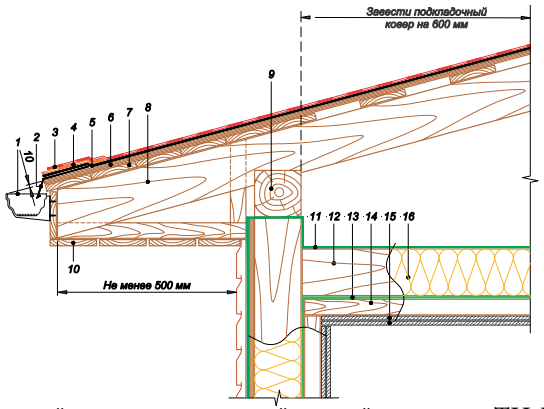


Рис. 140. Карнизный свес над каркасной стеной в системе ТН-Шинглас Классик № 1: *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плиты ОСП-3 или ФСФ; *4* — шаговая обрешетка; *5* — стропильная система; *6* — дощатый настил; *7* — супердиффузионная пленка; *8* — контрутепление; *9* — утеплитель; *10* — пароизоляция; *11* — два слоя ГКЛВ; *12* — водосточный желоб; *13* — подшивка свеса; *14* — капельник; *15* — карнизная полоса; *16* — мастика Фиксер; *17* — вагонка; *18* — верхняя обвязка каркаса

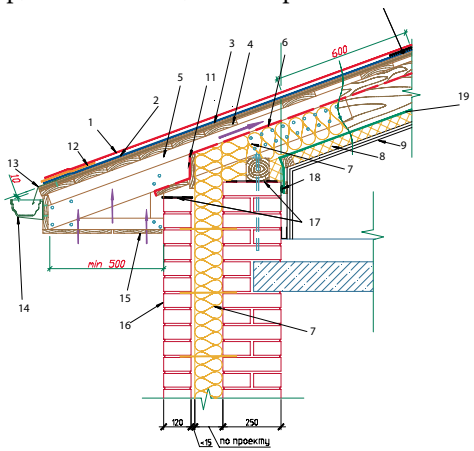


Рис. 141. Карнизный свес над кирпичной стеной в системе ТН-Шинглас Мансарда № 1: *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плиты ОСП-3 или ФСФ; *4* — разреженная обрешетка; *5* — вентиляционный канал; *6* — супердиффузионная пленка; *7* — теплоизоляция; *8* — контрутепление; *9* — два слоя ГКЛВ; *10* — мастика Фиксер; *11* — опорная доска; *12* — стартовая полоса; *13* — капельник; *14* — водосточный желоб; *15* — подшивка свеса; *16* — лицевая кладка; *17* — гидроизоляция; *18* — бутилкаучуковая лента; *19* — пароизоляция

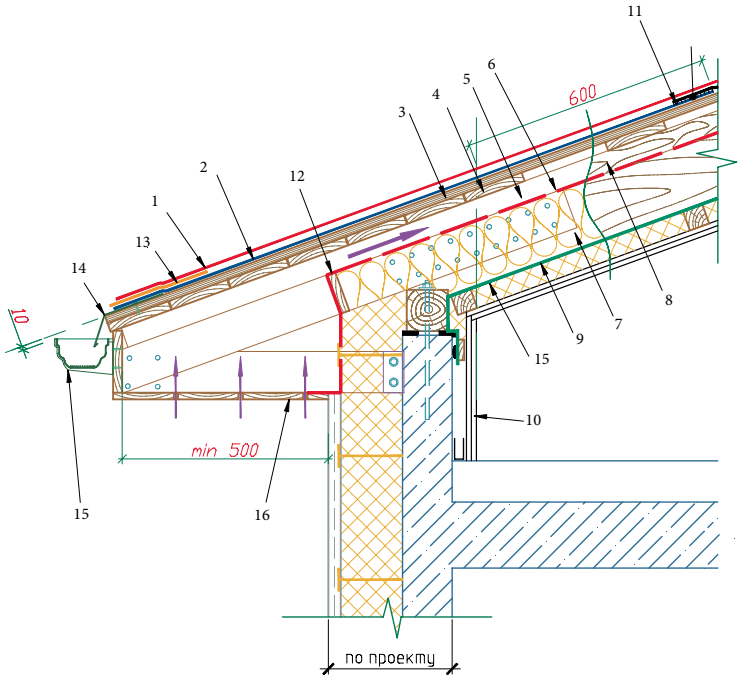
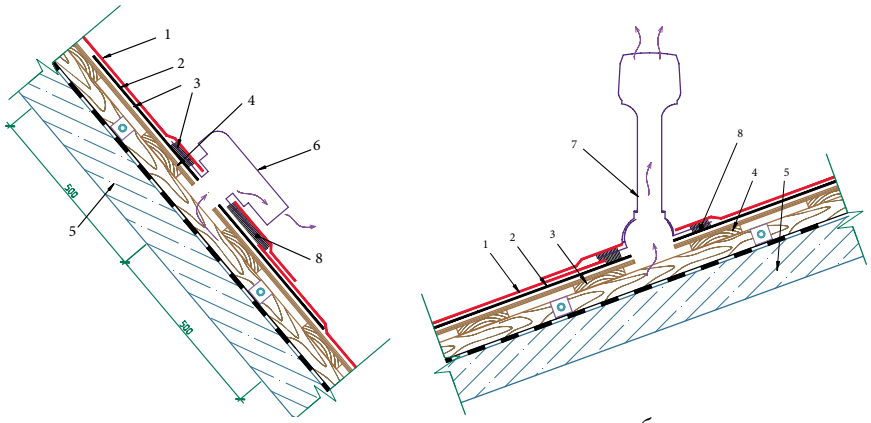


Рис. 142. Карнизный свес над бетонной стеной в системе ТН-Шинглас Мансарда № 3 (бетонное основание): *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плиты ОСП-3 или ФСФ; *4* — разреженная обрешетка; *5* — контрбрус; *6* — супердиффузионная пленка; *7* — теплоизоляция; *8* — контрутепление; *9* — наплавляемая битумная пароизоляция; *10* — железобетонная конструкция; *11* — мастика Фиксер; *12* — опорный брус; *13* — стартовая полоса; *14* — капельник; *15* — водосточный желоб; *16* — уголок

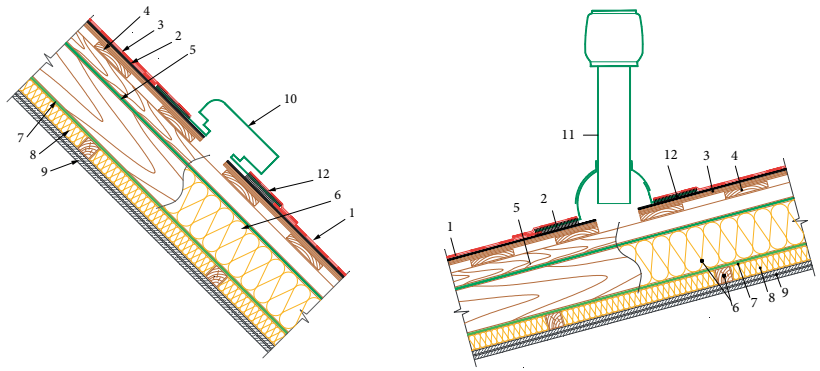
Каналы над теплоизоляцией должны иметь минимальную высоту продуха 50 мм при угле наклона ската >20°. При уменьшении угла наклона ската (<20°) высота продуха должна быть увеличена до 80 мм. Вытяжные элементы в верхней части кровли могут быть нескольких видов: сплошной коньковый аэратор, точеный скатный аэратор (рис. 143, 144).

Ветрозащитный материал монтируется на внешнюю сторону ограждающей конструкции, вплотную к теплоизоляции, со стороны вентиляционного зазора. Материал можно укладывать либо параллельно коньку, либо по направлению ската крыши.



а *б*

Рис. 143. Установка точечных аэраторов в системе ТН-Шинглас Классик № 1: *а* — аэратор шляпного типа; *б* — аэратор трубного типа; *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плиты ОСП-3 или ФСФ; *4* — разреженная обрешетка; *5* — стропильная система; *6* — точечный аэратор шляпного типа; *7* — точечный аэратор трубного типа; *8* — мастика Фиксер



а *б*

Рис. 144. Установка точечных аэраторов в системе ТН-Шинглас Мансарда № 2: *а* — аэратор шляпного типа; *б* — аэратор трубного типа; *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — плиты ОСП-3 или ФСФ; *4* — разреженная обрешетка; *5* — супердифузионная пенка; *6* — утеплитель; *7* — пароизоляция; *8* — контрутепление; *9* — два слоя ГКЛВ; *10* — точечный аэратор шляпного типа; *11* — точечный аэратор трубного типа; *12* — мастика Фиксер

Если уклон крыши 1:5, то ветрозащиту рекомендуется укладывать по направлению ската, при уклоне более 1:5 допускается укладка параллельно коньку. При укладке параллельно коньку первое полотно укладывается вдоль карнизного свеса, т.е. перпендикулярно стропильной системе. Следующие полотна укладываются внахлест по всему скату, снизу вверх до конька. Ширина нахлеста между полотнами ветрозащитного материала на внутренних и наружных сгибах должна составлять не менее 150 мм. В отдельных случаях, на скатах со сложным профилем, целесообразно выполнить предварительный раскрой ветрозащитного материала на земле. На ровных скатах допускается раскатка ветрозащиты непосредственно из рулона. При этом необходимо соблюдать рекомендации производителя по монтажу и укладке и не путать лицевую сторону с изнаночной. При монтаже полотна ветрозащитного материала предварительно закрепляются нержавеющими гвоздями с широкой шляпкой или специальными скобами с шагом 200 мм. Окончательное крепление следует выполнить при помощи реек (бруса), установленных вдоль стропил и закрепленных оцинкованными гвоздями длиной 100 мм с шагом 300÷350 мм. Сечение бруса выбирают равным 50 × 50 мм при уклоне кровли не менее 1:4, и 50 × 80 мм при уклоне кровли менее 1:4.

Вентиляция внутренних помещений

Для поддержания качества воздуха в рамках санитарных норм в построенных из современных материалов коттеджах требуется использование систем принудительного воздухообмена. Жизнедеятельность людей, эмиссия газов и частиц из строительных конструкций, поднимающихся из почвы в помещения, газ радон приводят к тому, что в доме, согласно российским нормам, требуется полная замена воздуха каждые 40 мин.

Если помещения не вентилируются, концентрация радона и других веществ может превысить допустимую норму, что отрицательно сказывается на здоровье. Принудительная вентиляция дома устраивается следующим образом: оснащенный двигателем вентилятор устанавливают на кровле. Это обеспечивает отсутствие шума в помещениях. К вентилятору подводят трубы из помещений, имеющих наиболее сырой и плохого качества воздух (кухня, туалет, ванная, прихожая, кладовые и т.д.). В стены или в потолок этих помещений встраивают вентили, через которые выводимый воздух по трубам поступает к вентилятору.

Спальни и общие комнаты требуют постоянного поступления свежего воздуха. В стены этих комнат устанавливают вентили замещающего воздуха или вентиляционные щели над окнами. Можно держать открытыми форточки, но это не всегда удобно.

В доме, оснащенном вентилятором и системой вентиляционных выходов, воздух циркулирует нормально, проветриваются все помещения и нормализуется влажность воздуха. Вентилятор может быть соединен с кухонной вытяжкой. В этом случае над плитой достаточно установить кухонную вытяжку без двигателя, что снижает расходы и делает работу вытяжки бесшумной, повышая комфортность пребывания на кухне. Кровельные вентиляторы выпускают различной мощности и устанавливают в коттеджах, детских учреждениях, ресторанах, предприятиях и т.д.

Вентиляция канализации

Вентиляционные выходы выпускают двух типов: неизолированные и изолированные (рис. 145) для использования в регионах с продолжительными морозными периодами, для внутренней вентиляции помещения и для канализации.

Рис. 145. Вентиляционные выходы

На изолированный полиуретаном вентиляционный выход конденсат не намерзает изнутри даже при длительных морозах. Выходы канализации не рекомендуется оснащать колпаком, так как намерзание конденсата внутри колпака приводит к ухудшению вентиляции. Для эстетического выражения крыши допустимо использовать декоративный колпак без внутреннего рассекания. Попадание при этом осадков или листьев в трубу не вызывает неприятностей, так как все уходит в систему водоотведения зданий и сооружений.

Материалы для скатных крыш

Пароизоляционные материалы. Пароизоляцию следует предусматривать в соответствии с расчетом по СНиП по строительной теплотехнике СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и СП 23–101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий». В случае неправильного устройства пароизоляционного слоя в конструкции возможно выпадение конденсата, что, как следствие, приводит к резкому снижению теплотехнических характеристик конструкции и дальнейшему разрушению.

Герметизация шва пароизоляционного материала обеспечивается применением бутилкаучуковых или акриловых соединительных лент. Такие ленты имеют два клеевых слоя — внешний и внутренний, гарантируют прочность соединения и являются паронепроницаемыми. При монтаже полиэтиленовых и полипропиленовых материалов (с верхней и нижней стороной из нетканого материала) следует использовать специальную самоклеящуюся ленту. Ленту отматывают с мотка и проклеивают стык пленок, уложенных внахлест. Если качественное соединение пленок с помощью лент не получается, то нужно использовать деревянные рейки, прикрепленные к стропилам, прижимая нахлест пленок. Пароизоляционные материалы поставляются в рулонах и могут монтироваться как горизонтально, так и вертикально.

Соединение с элементами утепленной конструкции осуществляется скобами механического сшивателя или оцинкованными гвоздями с плоской головкой. В жилых помещениях мансардных надстроек и в помещениях с повышенной влажностью необходимо предусмотреть зазор 1÷3 см между пароизоляцией и облицовочным материалом с внутренней стороны помещения (вагонка, гипрок и т.п).

Теплоизоляционные материалы. Для утепления скатных крыш и перекрытий могут применяться материалы с плотностью 30÷140 кг/м^3 (предпочтительно марок ТЕПЛОРОЛЛ, ТЕХНОЛАЙТ). Рекомендуется применять гидрофобизированные изделия из каменной ваты из горных пород или, в крайнем случае, из горных пород с добавлением доменных шлаков. При утеплении наклонных и вертикальных поверхностей мансард вместо рулонной теплоизоляции рекомендуется использовать плитную теплоизоляцию, для избегания сползания утеплителя вдоль ската и, как следствие, закупоривания вентилируемого зазора и обнажения верхней части утепленной мансарды.

Монтаж плит из каменной ваты осуществляют в распор. Ширину утеплителя выбирают на 3÷5 см больше ширины межстропильного пространства. Если формирование расчетной толщины утеплителя производится из нескольких слоев, то укладку утеплителя следует осуществлять с разбежкой швов вдоль стропильных ног.

Ветроизоляционные материалы используются для ветро- и влагоизоляции при сооружении и утеплении скатной крыши и фасадов. Практическое применение ветроизоляции обеспечивает сохранение нормального температурно-влажностного режима в ограждающей конструкции, что положительно сказывается на теплоизоляционной характеристике утеплителя в течение длительного времени. Устранение «выдувания» тепла связано с реальным снижением теплопотерь.

Традиционно оценку качества ветроизоляционного материала проводят не по R_n, а по величине, обратной сопротивлению паропроницанию, т.е. по пропускной способности паров (г/(м^2 × 24 ч)), оптимальная величина которой должна быть не менее 900. В качестве ветро- и влагоизоляции рекомендуется использовать трехслойные микропористые диффузионные мембраны.

2.4. Системы мансардного остекления

2.4.1. Мансардный этаж

Системы мансардного этажа

Мансардный этаж (мансарда) — это этаж в чердачном пространстве, фасад которого полностью или частично образован поверхностью (поверхностями) наклонной или ломаной крыши, при этом линия пересечения плоскости крыши и фасада должна быть на высоте не более 1,5 м от уровня пола мансардного этажа. (Приложение Б СНиП 31-06-2009). Основные случаи наиболее распространенных технических решений по устройству мансардных этажей (рис. 146).

Рис. 146. Варианты исполнения мансардного этажа

Вариант I — мансардный этаж без пристенка., Используемая продукция: GZL/GGL/GGU, GPL/GPU отдельно стоящие и в комбинации, окно-балкон Cabrio GDL.

Вариант II — мансардный этаж с пристенком. Используемая продукция: GZL/GGL/GGU, GPL/GPU отдельно стоящие, в комбинации друг с другом или в комбинации с вертикальными элементами, терраса.

Вариант III — помещения с плоской крышей, используемая продукция: CVP, CXP,CFP.

Объемно-планировочное решение мансардного этажа

Площадь спальни и кухни в мансардном этаже (или этаже с наклонными ограждающими конструкциями) допускается не менее 7 м^2 при условии, что общее жилое помещение имеет площадь не менее 16 м^2 (п. 5,7 СП 54,13330,2011 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003»).

Высота (от пола до потолка) жилых помещений и кухни (кухни-столовой) в климатических районах IA, IБ, IГ, IД и IVA должна быть не менее 2,7 м, а в других климатических районах — не менее 2,5 м. Высота внутриквартирных коридоров, холлов, передних, антресолей (и под ними) определяется условиями безопасности передвижения людей и должна составлять не менее 2,1 м.

В жилых помещениях и кухне квартир, расположенных в мансардном этаже (или верхних этажах с наклонными ограждающими конструкциями), допускается меньшая высота потолка относительно нормируемой на площади, не превышающей 50 % (п.5,8 СП 54,13330,2011).

Правила подсчета площадей помещения с наклонными ограждающими конструкциями нормируются Приложением Г СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения». Площадь мансардного этажа измеряется в пределах внутренних поверхностей наружных стен и стен мансарды, смежных с пазухами чердака. При этом результирующая площадь мансарды учитывается с понижающим коэффициентом 0,7 на участке в пределах высоты наклонного потолка (стены) при наклоне 30° — до 1,5 м, при 45° — до 1,1 м, при 60° и более — до 0,5 м (п.3.38 Инструкция о проведении учета жилищного фонда).

Результирующая площадь мансарды может быть определена по формуле:

$$S = 0{,}7\ (a + b + c),$$

где *a* — площадь пола части мансарды с наклоном 30° и высотой стены более 1,5 м; *b* — площадь пола части мансарды с наклоном 45° и высотой стены более 1,1 м; *c* — площадь пола части мансарды с наклоном 60° и высотой стены более 0,5 м.

Зоны помещений, имеющие высоту менее нормируемой, в подсчете площадей не учитываются, их рекомендуется использовать для размещения хозяйственных емкостей или элементов мебели. При определении этажности здания в число этажей включаются все надземные этажи, в том числе и мансардный.

2.4.2. Рекомендации по устройству мансардного этажа

Правила определения коэффициента естественного освещения (КЕО)

Естественное освещение мансардного этажа следует принимать согласно требованиям СП 52.13330.2011, п. 9.13 СП 54.13330.2011 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. При этом отношение площади вертикальных световых проемов (традиционные окна, расположенные во фронтонах) к площади пола жилых помещений не должно превышать 1:5,5 и не должно быть меньше 1:8. При расчетах освещения через остекленные люкарны следует учитывать образование глубоких откосов, в которых задерживается до 50 % естественного света по сравнению с обычным вертикальным остеклением и до 70 % освещения по сравнению с наклонным мансардным окном (программное моделирование с помощью программы VELUX Daylight Visualizer).

При применении мансардных окон, расположенных на скатах кровли, допускается принимать отношение площади наклонных световых проемов к площади пола 1:10, т.е. на 25 % меньше, чем необходимая площадь вертикальных окон на фронтонах. Требования к естественному освещению жилых зданий и ряда помещений общественных зданий в зависимости от назначения помещения изложены в табл. 52.

При одностороннем боковом освещении в жилых зданиях нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2- и 3-комнатных квартир и в двух комнатах для 4- и более комнатных квартир. В остальных комнатах многокомнатных квартир и в кухне нормируемое

значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола.

Таблица 52

Требования к освещению в зависимости от типа помещения и рабочей поверхности (фрагмент табл. 1 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Помещения	Естественное освещение, КЕО ен, %	
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Жилые комнаты, гостиные, спальни	2,0	0,5
Жилые комнаты общежитий	2,0	0,5
Кухни, кухни-столовые	2,0	0,5
Детские	2,5	0,7
Кабинеты, библиотеки	3,0	1,0

Плоскость нормирования КЕО и освещенности — горизонтальная (Г), высота плоскости над полом 0,0 м.

При одностороннем боковом освещении жилых комнат общежитий, гостиных и номеров гостиниц нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола в геометрическом центре помещения. Площадь светопроемов зенитных фонарей не должна превышать 15 % площади пола освещаемых помещений.

Устройство мансардного этажа с учетом требований пожарной безопасности

В соответствии с п.6.8 СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения» здания классов Ф1.2 и Ф4.1 - Ф4.3 степеней огнестойкости I, II и III, высотой не более 10 этажей допускается надстраивать одним мансардным этажом с несущими элементами, имеющими предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной опасности не ниже К1(45), при отделении его от нижних этажей противопожарным перекрытием не ниже 2-го типа.

Ограждающие конструкции этого этажа должны отвечать требованиям, предъявляемым к конструкциям надстраиваемого здания. Мансардный этаж должен разделяться, как и надстраиваемое здание, противопожарными стенами и перегородками на секции и пожарные

отсеки в зданиях I, II и III степеней. Покрытия мансарды в здании I степени огнестойкости должны отвечать требованию RE 30. Покрытия в здании II, III и IV степеней огнестойкости RE 15.

В мансардах зданий до 10 этажей включительно допускается применение деревянных конструкций с огнезащитой, обеспечивающей установленные выше пределы огнестойкости и распространения огня. В зданиях V степени огнестойкости требований к огнестойкости несущих элементов и покрытий не предъявляется.

В жилых зданиях коридорного (галерейного) типа при общей площади квартир на этаже до 500 м^2 допускается предусматривать выход на одну лестничную клетку типа Н1 при высоте здания более 28 м или типа Л1 при высоте здания менее 28 м с условием, что в торцах коридоров (галерей) предусмотрены выходы на наружные лестницы 3-го типа, ведущие до отметки пола второго этажа.

При размещении указанных лестничных клеток в торце здания допускается устройство одной лестницы 3-го типа в противоположном торце коридора (галереи) (пункт 7.2.6 СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные»). При надстройке существующих зданий высотой до 28 м одним этажом допускается сохранение существующей лестничной клетки типа Л1 при условии обеспечения надстраиваемого этажа аварийным выходом следующего типа (по 6.20*, а, б или в СНиП 21-01-97*):

а) выход на открытый балкон или лоджию с глухим простенком не менее 1,2 м от торца балкона (лоджии) до оконного проема (остекленной двери) или не менее 1,6 м между остекленными проемами, выходящими на балкон (лоджию);

б) выход на открытый переход шириной не менее 0,6 м, ведущий в смежную секцию здания класса Ф1.3 или в смежный пожарный отсек через воздушную зону;

в) выход на балкон или лоджию, оборудованные наружной лестницей, поэтажно соединяющей балконы или лоджии (пункт 5.4.9 СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»).

г) на кровлю зданий, сооружений и строений I, II и III степеней огнестойкости классов С0 и С1 через окно или дверь размером не менее 0,75×1,5 м, а также через люк размером не менее 0,6×0,8 м по вертикальной или наклонной лестнице (пункт 6, статья 89, ФЗ 123).

В соответствии с пунктом 7.1.3 СП 54.13330.2011 Здания I, II и III степеней огнестойкости допускается надстраивать одним мансардным этажом с несущими элементами, имеющими предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной опасности К0, независимо от высоты зданий, установленной в табл. 7.1, но расположенным не выше 75 м. Ограждающие конструкции этого этажа должны отвечать требованиям, предъявляемым к конструкциям надстраиваемого здания. При применении деревянных конструкций следует предусматривать конструктивную огнезащиту, обеспечивающую указанные требования.

Для многоуровневой квартиры допускается не предусматривать выход в лестничную клетку с каждого этажа при условии, что помещения квартиры расположены не выше 18 м и этаж квартиры, не имеющий непосредственного выхода в лестничную клетку, обеспечен аварийным выходом в соответствии с требованиями. Технического регламента о требованиях пожарной безопасности.

Внутриквартирную лестницу допускается выполнять деревянной (пункт 7.2.9 СП 54.13330.2011). При устройстве аварийных выходов из мансардных этажей на кровлю необходимо предусматривать площадки и переходные мостики с ограждением по ГОСТ 25772, ведущие к лестницам 3-го типа и лестницам П2 (пункт 7.2.14 СП 54.13330.2011).

Рекомендации по учету влажностного режима эксплуатации мансардного этажа

Относительная влажность и скорость движения внутреннего воздуха мансарды жилых зданий выбирается по табл.1, а общественных зданий — по табл. 2 ГОСТ 30494-96 и соответствует минимальным значениям оптимальной для этих зданий влажности и скорости движения воздуха. В частности, для жилых комнат с постоянным пребыванием людей принимают значение оптимальной относительной влажности 45 % оптимальное значение скорости движения воздуха не более 0,15 м/с.

2.4.3. Компоненты систем мансардного остекления

Окна в мансардных системах. Стекло и стеклопакеты

Две последние цифры кода окна, указывают какой тип стеклопакета установлен. Например, GGL M08 3059 — усиленный стеклопакет.

Усиленный стеклопакет (–59). Морозостойкий стеклопакет имеет закаленное стекло снаружи, пространство между стеклами заполнено аргоном. Внутреннее стекло с низкоэмиссионным покрытием.

Многофункциональный стеклопакет (–73). Дополнительно к характеристикам, стандартного усиленного стеклопакета, этот стеклопакет имеет ламинированное внутреннее стекло для дополнительной безопасности, защиты от УФ лучей, лучшей звукоизоляции.

Стеклопакеты *с ламинированным стеклом* внутри рекомендуются для мансардных окон, под которыми люди спят, играют или работают. Ламинированное стекло состоит из двух слоев стекла с двумя пленками (PVB) между ними. В случае разбивания ламинация удерживает осколки от осыпания.

В стеклопакете –73 снаружи нанесено *самоочищающееся покрытие*. Ультрафиолетовое излучение солнца активирует невидимое покрытие снаружи внешнего стекла окна и разрушает органическую грязь, которая затем просто смывается дождевой водой, тем самым снижая необходимость мыть окно. Особенно рекомендуется для мансардных окон, устанавливаемых вне досягаемости.

Непрозрачный стеклопакет (–34). Дополнительно к характеристикам стандартного усиленного стеклопакета (–59), этот стеклопакет имеет внутреннее рельефное стекло. Подходит для ванных комнат, поскольку обеспечивает приватность без уменьшения количества естественного освещения.

Двухкамерный стеклопакет (–65) рекомендуется для зданий с повышенными требованиями к теплоизоляции, а также в регионах с суровыми зимами и обильными снегопадами. Этот стеклопакет двухкамерный, заполнен криптоном. Внешнее закаленное стекло с низкоэмиссионным покрытием также имеет снаружи покрытие «антироса» (снижает вероятность выпадения росы). Имеет лучшие теплосберегающие характеристики и повышенную защиту от шума.

Уход за стеклопакетом. Исключение контакта внешнего стекла стеклопакета с силиконосодержащими пастами или острыми и абразивными предметами. Нельзя очищать грязь со стеклопакета без предварительного смачивания. При проведении каких-либо строительных работ стеклопакет закрывают чистым полиэтиленом, чтобы предотвратить попадание брызг или пятен агрессивных абразивных компонентов. Очистку стеклопакета проводят чистой водой или неабразивными бытовыми очистителями.

Окна VELUX GZL (среднеповоротные)

Серия окон VELUX GZL (рис. 147) относятся к классу «Стандарт» и представляет собой деревянное мансардное окно с открыванием по центральной оси (табл. 53). *Вентиляция помещения* при закрытом окне осуществляется при помощи специального клапана, расположенного в верхней части окна. Клапан снабжен съемным фильтром, который при желании легко снимается и моется. На внутренней части окна находятся кронштейны, на которые монтируют шторы или жалюзи.

а

б

Рис. 147. Окна VELUX GZL: *а* — ручка сверху и вентиляционный клапан (GZL 1059); *б* — ручка снизу (GZL 1059b)

VELUX GZL 1059 («Стандарт», ручка сверху) — мансардное окно, основой которого служит усиленный энергосберегающий 59-й стеклопакет. Идеальная высота монтажа окна — 90—20 см от пола. При таком расположении вы можете иметь наиболее удобный вид из окна. Если окно будет расположено выше, то для его открывания можно использовать специальный стержень или шнур.

VELUX GZL 1059b («Стандарт», ручка снизу) — отличительной особенностью этого варианта является ручка открывания, расположенная в нижней части окна. Это позволяет монтировать окно на высоте 120÷170 см от пола и открывать его вручную.

VELUX GZL 1073b («Стандарт», ручка снизу, «триплекс») — мансардное окно, основой которого служит многофункциональный 73-й стеклопакет, имеющий двухслойное внутреннее стекло «триплекс». Ручка открывания окна распложена внизу.

Все мансардные окна *VELUX GZL и GGL* поворачиваются по центральной оси практически на 180°. Окна снабжены специальной задвижкой, которая может фиксировать их в открытом положении.

Таблица 53

Технические параметры окон VELUX

Параметры	VELUX GZL	VELUX GGL «Классика»	VELUX GGL/GGU Integra	VELUX GPL
Материал	**Клееная древесина северной сосны**		**Клееная древесина северной сосны (GGL Integra) / клееная термодревесина, покрытая полиуретаном белого цвета (GGU Integra)**	**Клееная древесина северной сосны**
Количество слоев лака	3	3	3/полиуретан	3
Тип открывания	Открывание по центральной оси			Комбинированное
Угол наклона кровли, град	15÷90			15÷55 (до 75)
Воздухообмен при давлении 10 МПа, м³/час не более	24	39	39	28
Установка электрооборудования	Не возможна	Возможна	Встроено	Возможна

Окна VELUX GGL «Классика» (среднеповоротные)

Серия окон VELUX GGL «Классика» (рис. 148) представляет собой деревянное мансардное окно с открыванием по центральной оси. При закрытом окне, вентиляция помещения осуществляется через клапан-форточку конструктивно объединенного с ручкой для открывания, расположенной в верхней части окна.

а *б*

Рис. 148. Окна VELUX GGL: *а* — щеколда для фиксации окна в открытом состоянии; *б* — клапан-форточка, совмещенный с ручкой для открывания

На внутренней части окна находятся кронштейны, на которые монтируют шторы или жалюзи, а так же системы электрооборудования: шторки, датчики дождя, рольставни и т.д., управлять которыми можно дистанционно.

VELUX GGL 3073 («Классика») — основа этого окна — 73-й стеклопакет с ламинированным внутренним стеклом «триплекс» и закаленным вешнем стеклом с самоочищающимся покрытием «Easy clean».

VELUX GGL 3065 (Супер-теплое окно с покрытием «анти-роса») — окно, созданное для регионов с повышенным холодным климатом. Улучшенная теплоизоляция достигается использованием в конструкции окна двухкамерного 65-го стеклопакета с энергосберегающим покрытием «Low E».

Пространство между стеклами в нем заполнено криптоном, а не аргоном, как обычно. Данное окно позволяет исключить промерзание и способно поддерживать заданную температуру в комнате даже при очень низких температурах на улице. 65-й стеклопакет примерно на 30 % теплее стандартного 73-го. Преимуществом этого окна является также повышенная шумоизоляция (35 дБ против стандартных 32 дБ).

На внешнюю поверхность стекла нанесено металлизированное покрытие «анти-роса», которое позволяет снизить его излучательную способность. Тем самым большее количество тепла сохраняется на его поверхности по сравнению со стеклом без подобного покрытия. В итоге, период времени в который может образоваться роса, снижен примерно на 75 %. Слой влаги, который все-таки образуется намного меньше и высыхает значительно быстрее.

VELUX GGL 3173 («Классика» для медной кровли) — это окно оснащено накладками из меди, а не из алюминия. Это очень важная особенность, так как при соприкосновении меди и алюминия, происходит разрушительный «окислительно-восстановительный» процесс. Следовательно, в медных фальцевых кровлях либо кровлях из медной гибкой черепицы использование «медных» мансардных окон является обязательным условием. Оклад, необходимый для установки окна, также должен быть медным.

Мансардные окна VELUX Integra (среднеповоротные)

Рис. 149. Мансардное окно GGL/GGU Integra

Мансардные окна VELUX GGL/GGU Integra (рис. 149) — встроенное электрооборудование, которое позволяет управлять как самим окном, так и различными аксессуарами к нему (рольставнями, шторой, подсветкой и т.д.).

В комплектацию поставки входит пульт дистанционного управления, работа которого основана на современном стандарте беспроводной связи io-homecontrol. Радиус действия ПДУ в доме составляет — 30 м. Если в доме несколько «электрических» окон, то для большего удобства все они могут быть запрограммированы на один пульт.

Могут быть *настроены и внесены в память* функции окна и дополнительного оборудования: открытие и закрытие окон в определенное время суток или по заданному расписанию; открытие/закрытие рольставней или жалюзи; программирование вентиляции и т.д. Окно снабжено *датчиком дождя*, и уже при первых каплях, попавших на стекло, оно автоматически будет закрыто, сохраняя помещение абсолютно сухим. VELUX Integra легко встраивается в систему «Умный дом».

Окно сконструировано на базе 73-его стеклопакета и выпускается в двух вариантах исполнения:

Окно *VELUX GGL Integra, автоматическое деревянное* — изготовлено на базе классического деревянного окна GGL. Окно VELUX GGU Integra, автоматическое белое влагостойкое изготовлено на базе окна GGU с белым полиуретановым покрытием для помещений с повышенной влажностью (кухни, ванные комнаты и т.д.)

Возможно изготовление окна базе *двухкамерного 65-го стеклопакета*, предназначенного для регионов с суровыми зимними условиями. Окна комплектуются алюминиевыми накладками, и подойдут для любых видов кровельных материалов за исключением медных.

В случае *медной кровли (фальцевая, гибкая и т.д.)* используют окна с медными накладками (с 73-им стеклопакетом или с 65-м стеклопакетом). Оклад в этом случае используют медный.

VELUX GPL (окно с комбинированным открыванием)

Модель соединяет в себе два типа открывания: по центру и снизу вверх по верхней оси. При открывании по центральной оси, как и в других моделях окон VELUX с центральным открыванием, можно развернуть оконную раму GPL на 160° и зафиксировать ее. При открывании по верхней оси окно открывается на 45°.

Мансардное окно GPL (как и модель GGL)имеет вентиляционный клапан-форточку и дополнительную ручку открывания, размещенную снизу. С ее помощью окно может открываться снизу вверх. Окно GPL может использоваться в качестве аварийного выхода или в случаях, когда необходим доступ на кровлю.

В окнах GPL используется многофункциональный 73-й стеклопакет, внешнее стекло закаленное, внутреннее — двухслойное ламинированное, «триплекс». Сопротивление теплопередаче окна составляет R = 0,7 м^2 °С/Вт. Мансардное окно GPL особенно удобно при малом уклоне кровли (угол уклона от 15 до 55°). При использовании специальных пружин возможна установка в кровлю с уклоном до 75°.

Для монтажа мансардных окон *устанавливают оклад*, который обеспечивает надежность и герметичность системы. Размер оклада подбирают под размер окна. Тип оклада зависит от типа кровельного материала.

При монтаже мансардных окон рекомендуется использовать комплектующие: BDX — гидро-теплоизоляционный оклад; BFX — комплект для гидроизоляции окна (включен в состав BDX); BBX — пароизоляционный фартук; LSC — фирменные откосы VELUX (в комплекте BBX). Чтобы защитить помещение от солнца, насекомых или придать комнате завершенный вид, окна комплектуются: затемняющими шторами «Сиеста»; рулонными шторами; шторами-плиссе; жалюзи; маркизетом; рольставнями; москитной сеткой.

Террасы VELUX

Одна секция Террасы (рис. 150) состоит из одного наклонного (GEL) и одного вертикального элемента: VEA, VEB, VEC). Вертикальный элемент может быть распашным (открываться по боковой оси), или не открываться (быть глухим). VEA — вертикальный элемент, открывающийся в правую сторону (смотреть изнутри); VEB — вертикальный элемент, открывающийся в левую сторону; VEC — глухой вертикальный элемент. В открывающихся элементах в ручку встроен замок, для надежного запирания. Наклонный элемент GEL открывается по верхней оси на угол 45°. Подобных секций может быть одна или несколько, и, используя те или иные элементы, можно подобрать конструкцию.

Рис. 150. Терраса VELUX

В закрытом состоянии помещение вентилируется через специальный клапан-форточку, который снабжен съемным моющимся фильтром. Все элементы Террасы построены на многофункциональном 73-м пакете.

Технические параметры системы

Размер наклонного элемента GEL, см	78×136
Размер вертикального элемента (VEA, VEB, VEC), см	78÷109
Материал	клееная древесина северной сосны
Количество слоев лака	3
Угол наклона кровли	от 35 до 53°.

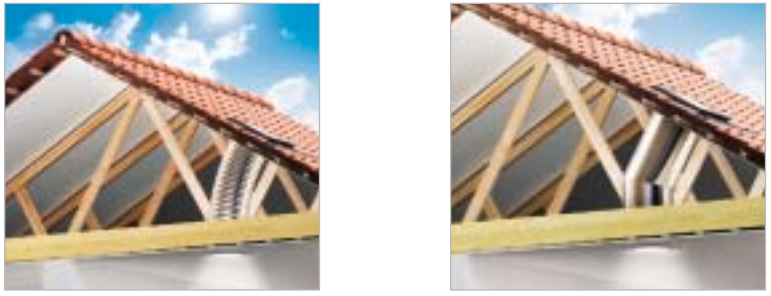
Накладки у элементов террасы выполняются либо из алюминия, либо медными. Рекомендуется устанавливать конструкцию террасы на расстоянии 2 м от пола до верхнего края окна. Расстояние между соседними элементами должно быть примерно 10 см. Открывающиеся нижние элементы не могут быть смонтированы друг с другом бок о бок. Нижний открывающийся элемент рекомендуется устанавливать с правого или левого края, не посередине. Использование глухих элементов посередине обеспечивает большую жесткость всей конструкции.

При монтаже элементов террасы в кровлю необходимо использовать оклады, которые надежно защищают кровельный пирог от проникновения в него влаги и обеспечивают простоту монтажа. Для элементов VEA, VEB, VEC установка пароизоляционного фартука BBX и теплоизоляционного фартука BDX не предусмотрена. Выбор типа оклада зависит от материала кровельного покрытия и от высоты его профиля. В случае если у вас медная кровля, оклад обязательно должен быть медным.

2.4.4. Световой туннель

Комплект установки светового туннеля

Световой туннель (рис. 151) представляет собой световод (гибкий или жесткий), который проводит солнечный свет от модуля внешнего соединения с кровлей до рассеивателя-плафона. Модуль внешнего соединения с кровлей выглядит как обыкновенное мансардное окно (рис. 152). Рассеиватель, установленный внутри помещения, выглядит как обычный плафон, диаметр которого 350 мм.



а *б*

Рис. 151. Световые туннели: *а* — гибкий; *б* — жесткий

Комплект светового туннеля состоит из: наружной рамы со стеклом; встроенного оклада, туннеля и крепежных элементов. Туннель, представляет из себя трубу одного из следующих исполнений: гибкий гофрированный туннель (TLF и TWF), максимальная длина которого 2 м; жесткий туннель (TLR и TWR), длина которого составляет 1,85 м, но может быть увеличена с помощью дополнительных секций (0,6 или 1,2 м).

Особенности монтажа световых туннелей

Существует несколько моделей туннеля, выбор которых зависит от материала кровли: модель TLF или TLR монтируют для крыш с плоскими кровельными материалами; модель TWF или TWR монтируют для крыш с профилированными кровельными материалами. Монтаж систем световых туннелей идентичен установке мансардного окна, которое соединяется с плафоном (смонтированным в потолок помещения) при помощи гофрированной трубы.

Возможна установка дополнительных элементов: комплекта подсветки туннеля (ZTL); комплекта, который позволяет выполнять проветривание помещения для моделей TWF или TWR (ZTW); цветовую отделку плафона (ZTB). Дополнительная труба для моделей TWR или TLR (ZTR), применяется, когда расстояние от обрешетки кровли до потолка помещения составляет более 1,85 м.

Световой туннель с жесткой трубой (TLR и TWR) следует устанавливать, если расстояние между обрешеткой кровли и потолком помещения от 1,45 до 1,85 м. Если это расстояние более 1,85 м (до 6 метров), то туннель можно нарастить с помощью комплекта дополнительной трубы. Модель туннеля с гибкой подводкой (TLF и TWF) устанавливают, когда расстояние между кровельной обрешеткой и потолком помещения составляет до 2 м. Систему светового туннеля устанавливают на крышах с кровельным уклоном от 15 до 60°. Рекомендуется устанавливать один световой туннель на помещение, площадь которого не более 9 м^2. Для исключения образования конденсата, пароизоляцию кровли доводят вплотную к трубе туннеля. Туннель необходимо утеплять.

Использование светового туннеля обеспечивает естественное освещение в помещении (натуральный мягкий спектр); экономию электроэнергии за счет естественного освещения помещения; корреляцию освещения с природным суточным циклом. Даже в облачную погоду, когда

отсутствует солнце, освещение от светового туннеля будет не меньше, чем от стандартной лампы. Стандартная лампа — это 430 люмен, а туннель дает в пасмурный день 440 и 2800 люмен в солнечный день.

2.5. Монтаж мансардных окон

2.5.1. Рекомендации по подбору мансардного окна

Общие правила

Выбор мансардного окна осуществляется с учетом назначения и температурно-влажностного режима эксплуатации помещения. Для жилых помещений — спален, детских, гостиных, кабинетов — с нормальным влажностным режимом (менее 55 %) рекомендуется использовать деревянные мансардные окна (модели GGL, GPL и т.д.) (рис. 152 *а*).

а

б

Рис. 152. Вид мансардного окна: *а* — деревянного, *б* — влагостойкого

Для «влажных» помещений — ванная, с/у, бассейн, зимний сад — с влажностью внутри более 55 % рекомендуется использовать белое влагостойкое окно (модели GGU/GPU и т.д.) (рис. 152 *б*). Каркас окна выполнен из древесины и с наружи покрыт монолитным полиуретановым слоем толщиной 5 мм, который предотвращает попадание влаги в деревянный «сердечник» окна.

Расположение оконного блока в конструкции крыши

Рекомендуется устанавливать мансардный оконный блок с использованием системы окладов. Гидроизоляция, теплоизоляция и пароизоля-

ция между оконным блоком, кровельным материалом и откосами должны обеспечивать надежную защиту от эксплуатационных воздействий.

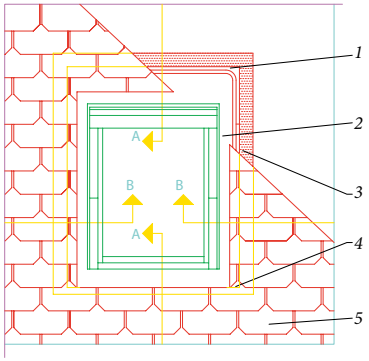


Рис. 153. Компоновка системы мансардного окна: *1* — верхняя секция оклада VELUX EDS; *2* — мансардное окно VELUX GGL, GGU; *3* — боковая секция оклада VELUX EDS; *4* — нижняя секция оклада VELUX EDS; *5* — гибкая черепица

Определение размеров оконного блока

Определение размеров оконного блока производят с учетом угла наклона крыши и стропильной системы сооружения, при этом следует учитывать условия оптимального обзора и освещенности помещения. Приведены рекомендуемые габаритные размеры оконных блоков (рис. 154÷155):

- расстояние от нижнего края оконного блока до пола по вертикали — 80÷90 см;
- расстояние от верхнего края оконного блока до пола по вертикали — 180÷200 см.

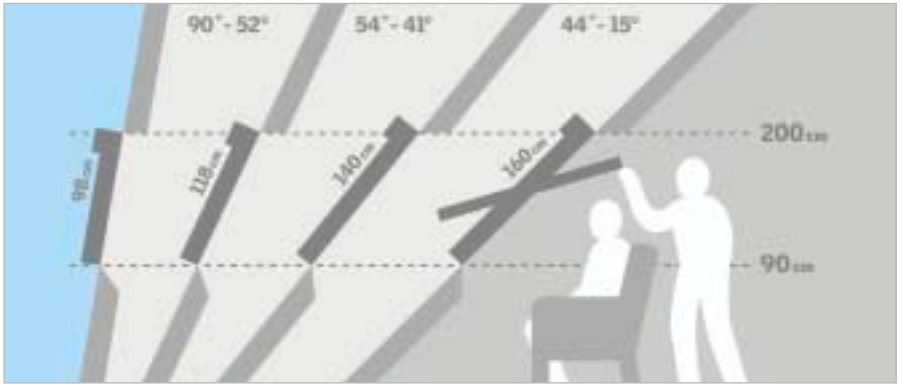


Рис. 154. Выбор размера и высоты установки мансардного оконного блока

Конструкцию и размеры монтажного шва между оконной коробкой и кровельным материалом определяют согласно проектным решениям с учетом рекомендаций предприятия-изготовителя VELUX (рис. 156÷157).

Допускается блокировка мансардных оконных блоков при их установке с использованием специальных систем окладов. Конструкция стропильной системы должна предусматривать вентиляцию межстропильного пространства.

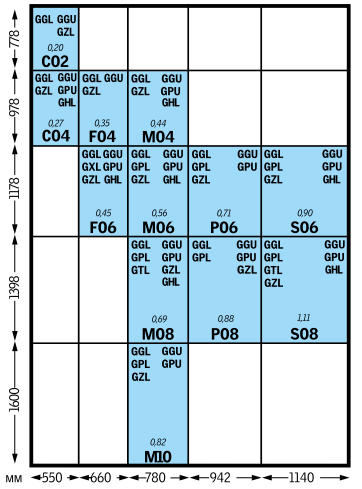


Рис. 155. Габаритные размеры мансардных оконных блоков

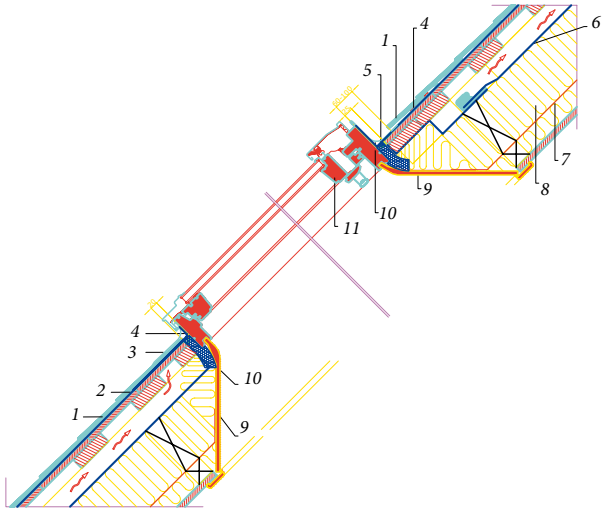


Рис. 156. Разрез по скату кровли: *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — нижняя секция оклада (VELUX EDS); *4* — гидроизоляционный контур комплекта BDX2000; *5* — теплоизоляционный контур комплекта BDX2000; *6* — супердиффузионная мембрана; *7* — пароизоляционная пленка; *8* — теплоизоляционный материал; *9* — пароизоляция VELUX BBX; *10* — откос VELUX LSC; *11* — верхняя секция оклада VELUX EDS; *12* — мансардное окно VELUX GGL, GGU

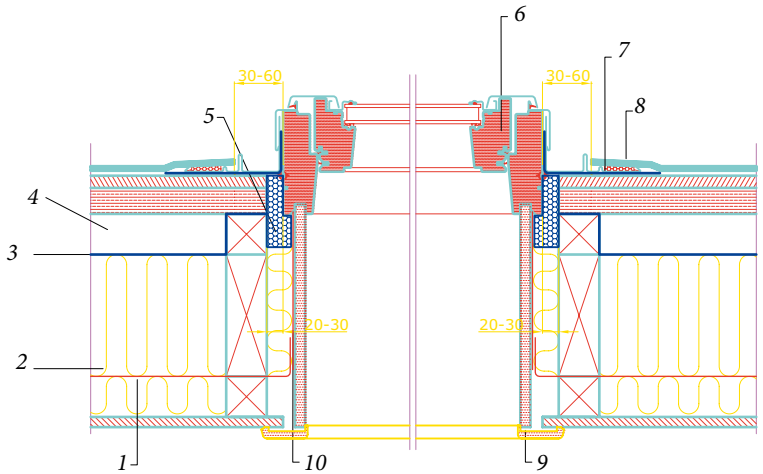


Рис. 157. Разрез перпендикулярно скату кровли: *1* — пароизоляционная пленка; *2* — теплоизоляционный материал; *3* — супердиффузионная мембрана; *4* — вентиляционный зазор; *5* — теплоизоляционный контур комплекта BDX2000; *6* — мансардное окно VELUX GGL, GGU; *7* — боковая секция оклада VELUX EDS; *8* — гибкая черепица; *9* — откос VELUX LSC; *10* — пароизоляция VELUX BBX

Система окладов мансардных оконных блоков должна учитывать конструкцию кровельного покрытия, тип кровельного материала (плоский — общей толщиной 2-слоев материала 16 мм или профилированный кровельный материал — высота волны от 16 до 120 мм) и обеспечивать отвод осадков от оконной коробки (рис. 158). Детали оклада должны крепиться внахлест с целью исключения проникновения воды.

Рис. 158. Схема устройства оклада для организации отвода воды вокруг мансардного окна

Расположение мансардного оконного блока относительно стеновых откосов должно обеспечивать оптимальные условия естественного освещения помещения и вентиляции поверхности остекления с целью исключения образования конденсата; условию оптимальной вентиляции поверхности остекления должно отвечать также расположение отопительных приборов и подоконной доски (рис. 159).

В качестве крепежных элементов для монтажа изделий рекомендуется применять материалы, поставляемые или рекомендуемые предприятием-изготовителем оконных блоков, проверенные на совместимость.

Рис. 159. Примеры расположения мансардного оконного блока относительно откосов стен и отопительных приборов

2.5.2. Общие требования к материалам и системам

Проектирование установки окон

Чтобы правильно подобрать мансардное окно VELUX, рекомендуется начать с анализа архитектуры дома, требований владельца и действующих строительных норм. Выбор размера окна обычно диктуется расстоянием между балками (стропилами) в конструкции крыши. Как правило, распиливание балок (стропил) или установка опорных стоек неприемлемы. При выборе окон или оклада имеет значение угол наклона кровли. Окна VELUX могут использоваться при углах от 15 до 90°. Существуют исключения, поэтому всегда необходимо проверять, можно ли использовать выбранные изделия для конкретного угла наклона крыши.

Необходимо организовать надежное соединение гидроизоляции с оконной коробкой, чтобы оно не пропускало воду и тающий снег. Системное решение — комплект гидроизоляции (BFX или BDX) VELUX. Как только окно установлено, требуется провести гидро- и теплоизоляцию оконной коробки и стропил, чтобы избежать разрывов теплоизоляции кровли. Системное решение — комплект для тепло- и гидроизоляции VELUX (BDX). Пароизоляция конструкции крыши должно быть герметично соединена с окном. Системное решение — пароизоляция VELUX BBX.

Внутри помещения следует сформировать откос. Особенность откосов вокруг мансардного окна: нижняя часть должна располагаться вертикально (перпендикулярно полу), а верхняя – горизонтально (параллельно полу). Откос выполняется либо с помощью тех же материалов, что и внутренняя отделка, либо используется фирменный откос VELUX (в этом случае все требования к откосу уже учтены в конструкции). В помещениях с повышенной влажностью применяют окна VELUX с полиуретановым покрытием. Там, где окна VELUX установлены непосредственно над местами работы, игры или сна, рекомендуются стеклопакеты с внутренним ламинированным стеклом «триплекс». Если стекло разобьется, ламинирование поможет удержать фрагменты стекла от падения.

Для защиты от избыточного солнечного света и тепла предлагаются внутренние и внешние аксессуары: жалюзи, маркизеты и рольставни с особыми защитными свойствами.

При выборе места монтажа желательно обеспечить обзор из окна как из положения стоя, так и из положения сидя (см. рис. 153). Оптимальный размер окна также зависит от угла наклона крыши. Окна с открыванием по центральной оси позволяют поставить мебель непосредственно под окном, при этом не создается препятствий обслуживанию окна. Для малоуклонных крыш рекомендуются окна с комбинированным открыванием (по верхней и центральной осям). Обычно такие окна устанавливаются выше рекомендованной высоты и позволяют стоять непосредственно перед окном. Также используются в качестве аварийного и эксплуатационного выхода. Минимальная высота до нижнего края оконной коробки для открывающегося окна составляет 0,8 м от уровня чистового пола.

Мансардные окна обеспечивают эффективное проветривание, даже при закрытом окне посредством вентиляционного устройства. Проветривать помещение рекомендуется по 5÷10 мин. два раза в день с помощью открывания окна. В этой связи предварительно уточняют строительные нормативы в отношении объема и типа вентиляции в помещении в зависимости от его размера и назначения. В зимнее время не рекомендуется использовать вентиляционный клапан.

Если окно устанавливается высоко и до него нельзя дотянуться рукой, следует продумать дистанционное управление от электропривода или от солнечной батареи, чтобы управлять окном, а также аксессуарами, с помощью пульта.

2.5.3. Установка мансардного окна

Общие принципы выполнения работ

Все работы на строительной площадке вести в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство». К выполнению работ допускаются организации, работники которых прошли обучение и имеют сертификат, подтверждающий данное обучение, а так же имеющие допуск на выполнение работ на высоте.

Подготовительные работы. Перед началом выполнения работ по установке окон необходимо:

• очистить место установки мансардных окон и ниже лежащие конструкции от посторонних предметов и строительного мусора;

• установить подмости на ровной поверхности под местом установки мансардного окна и закрепить строп монтажного пояса (ГОСТ Р 12.4.184-95, ТУ 8786-001-74646278-2005) к надежному основанию. При высоте подмостей 1,3 м и более и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте рабочие места ограждаются временными инвентарными ограждениями в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.059 – 89;

• выполнить раскрытие крыши в месте установки мансардного окна с использованием специального инструмента.

Мансардные окна и комплектующие поставляются к месту установки в заводской упаковке и распаковываются непосредственно перед установкой во избежание возможных поломок при транспортировке и потерь комплектующих деталей. Допускается хранить упакованные мансардные окна и элементы в сухом помещении до момента установки.

Основные работы. Технологический процесс по установке мансардных окон и дополнительных элементов выполняют в соответствии с рекомендациями. Комплектацию элементов на проем в крыше выполнить строго в соответствии с проектным решением.

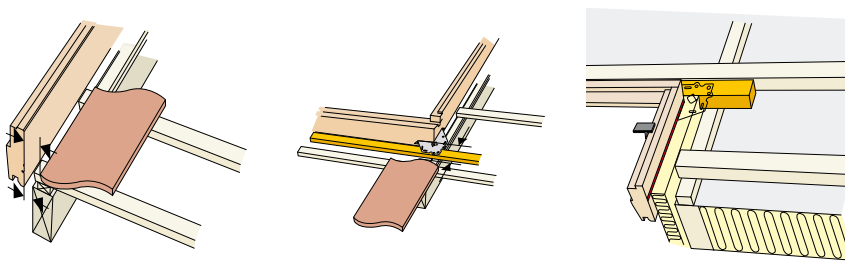
Заключительные работы. Восстановить кровельный материал в месте установки окна: выполнить соединение оклада (элемент, соединяющий кровельный материал и оконную коробку) и материала кровли. Демонтировать строительные подмости. Убрать строительный мусор.

Формирование оконного проема

Расположение окна в помещении. При выборе месторасположения окна учитывают: назначение помещения; обзор из положения стоя и (или) из положения сидя; удобство использования (окно с открыванием по центральной оси или с комбинированным открыванием); наличие вертикальной стены (пристенка); оптимальный дизайн откосов; строительные нормативы.

Проем в крыше. Если на крышу нет доступа снаружи, сделайте проем, вырезав небольшое отверстие, приблизительно 400×400 мм, изнутри сквозь конструкцию крыши. После удаления элементов обрешетки в проеме может быть определено окончательное расположение окна в конструкции кровли. Делая замеры, необходимо предусмотреть запас для размещения теплоизоляции вокруг оконной коробки.

Расположение окна. По возможности, в целях минимизации подгона кровельных материалов, регулируют положение окна поперек ската (рис. 160), оставив рекомендуемое расстояние до балок (стропил) (1) и кровельного материала (2) в случае установки в черепицу. Регулируют положение окна на скате в зависимости от типа оклада. При установке с профилированными кровельными материалами предусматривают полный по высоте ряд черепицы под окном.



а *б* *в*

Рис. 160. Регулировка положения окна: *а* — по минимизации расхода кровельных материалов; *б* — в зависимости от типа оклада; *в* — с учетом последующей теплоизоляции; *1* — расстояние до балок (стропил); *2* — расстояние до кровельного материала

При определении окончательного положения и размеров отверстия в крыше добавьте 20—30 мм по бокам окна, чтобы обеспечить надлежащую теплоизоляцию вокруг оконной коробки. Определяют проем под окно по длине между элементами обрешетки (он должен быть на 45 мм больше, чем окно), а также по бокам между стропилами, как показано в инструкции по установке.

Проем в гидроизоляции и отделке. Гидроизоляцию разрезают (рис. 161), и подвертывают, чтобы обеспечить соединение с коробкой мансардного окна и предотвратить боковое протекание из-под контрбруса.

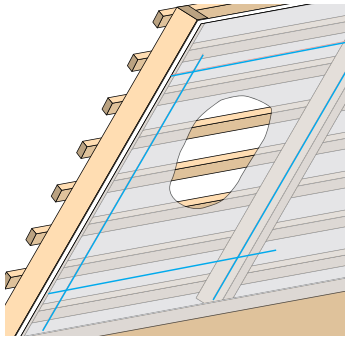


Рис. 161. Выполнение проема в гидроизоляции

Если в помещении присутствует внутренняя отделка, размеры оконной коробки проецируют перпендикулярно отделке потолка и делают отметки. Вырезают отверстие. Для установки окна необходимо вырезать временное отверстие, его размер должен быть меньше, чем размер коробки. Предусматривают возможность восстановления пароизоляции (если таковая имеется) в существующей конструкции кровли с помощью новой пароизоляции вокруг окна. Окончательная регулировка отверстия в отделке потолка делается в процессе установки откосов.

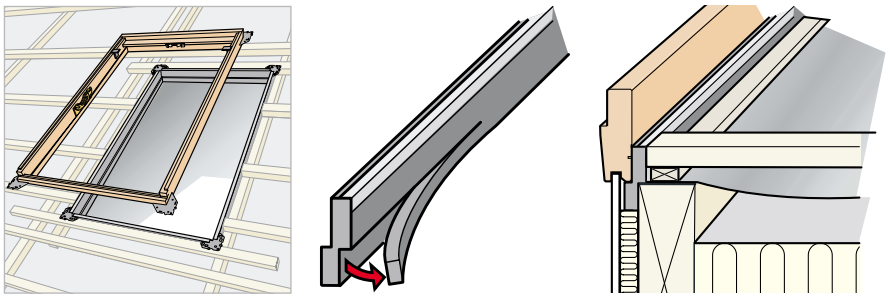
Извлечение поворотной рамы. В случае установки окна изнутри помещения необходимо извлечь поворотную раму окна (створку). Раму помещают на чистую и ровную поверхность. При установке снаружи извлекать поворотную раму не требуется.

Комплектация кронштейнами и монтажными пластинами. Монтажные пластины поставляются в комплекте с окном или окладом. Окна высотой от 1400 мм и выше поставляются с дополнительными кронштейнами, которые устанавливаются по середине боковых поверхностей коробки. Кронштейны и монтажные пластины необходимо установить на коробку окна до установки окна на крыше.

Монтаж теплоизоляционного контура. Теплоизоляционный контур окна из комплекта для установки BDX состоит из четырех полос экструдированного вспененного полиэтилена на стальных направляющих. Направляющие собирают в форме рамы, затем располагают на обрешетке, обрамляя проем в кровле перед установкой окна. Поверх контура устанавливают коробку окна и закрепляют оба элемента с по-

мощью монтажных пластин. Если нет достаточного свободного расстояния между балками стропил, возможно, потребуется подогнать теплоизоляционный контур для обеспечения правильного положения. Контур подгоняют путем разрыва вдоль пазов по бокам.

Теплоизоляционный контур надежно изолирует места примыкания откосов к коробке окна. При использовании откосов, изготовленных по месту, может потребоваться подгонка верхней и нижней частей теплоизоляционного контура путем разрыва вдоль пазов по бокам (рис. 162).



а *б* *в*

Рис. 162. Монтаж теплоизоляционного контура: *а* — установка рамы; *б* — подгонка контура; *в* — собранный теплоизоляционный контур

Наружные работы

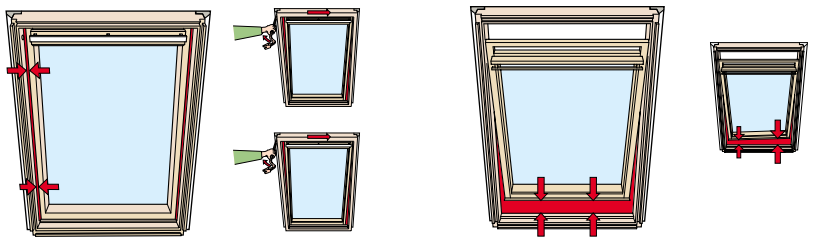
Закрепление и регулировка окна. Положение окна регулируют для обеспечения плотного прилегания рамы к коробке, а также для достижения оптимальных функциональных качеств. Начинают с подгонки нижней части коробки окна к нижней обрешетке, которая должна быть выставлена по уровню (рис. 163). Для обеспечения равномерных зазоров по бокам регулируют расстояние между оконной коробкой и поворотной рамой. Нижняя часть коробки и нижняя часть поворотной рамы должны быть параллельны друг другу.

Если из-за непараллельного положения стропил коробка поворачивается, то ее подгоняют, используя прилагаемый в комплекте клин. Выставив окно в нужном положении его закрепляют.

Гидроизоляция. Для надежного соединения с гидроизоляцией крыши используют гидроизоляционный контур BFX. В качестве гидроизоляции применяют «дышащую» мембрану, способную пропускать влагу и испарения из конструкции крыши и не пропускать влагу внутрь.

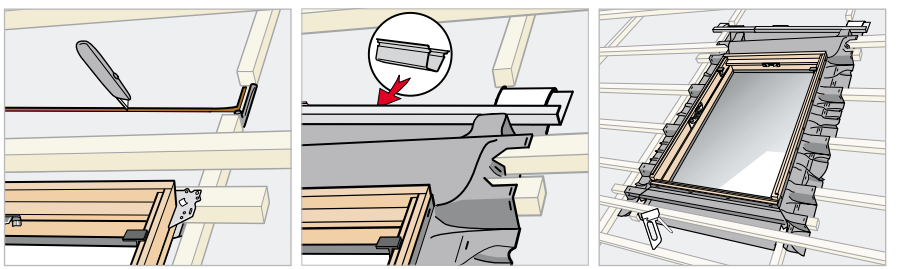
BFX устанавливают на оконную коробку и закрепляют с помощью степлера. Придают форму по обрешетке и закрепляют на обрешетку. Размещают дренажный желоб непосредственно над первым сплошным элементом обрешетки над окном (но не далее 50 см), таким образом, чтобы он мог отводить воду в сторону от окна.

Для защиты гидроизоляции в местах разреза над верхним установочным брусом закрепляют самоклеющиеся бутиловые ленты (рис. 164 *а*), заводят верхний край контура гидроизоляционного фартука VELUX на дренажный желоб, подводят желоб под разрез гидроизоляции и фиксируют кляммерами (рис. 164 *б*). Чтобы правильно расположить и закрепить контур гидроизоляционного фартука BFX под окном, контур подрезают (рис. 164 *в*).



а *б*

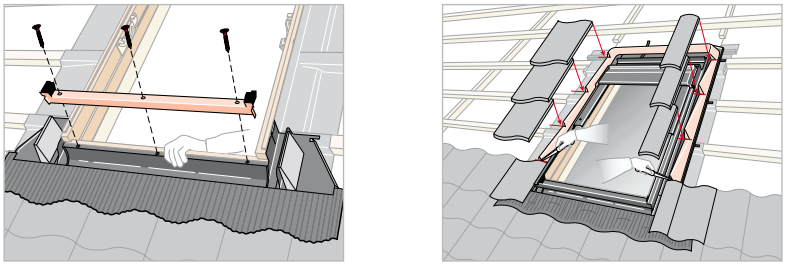
Рис. 163. Регулирование положения (*а*) и закрепление окна (*б*)



а *б* *в*

Рис. 164. Монтаж гидроизоляционного контура: *а* — крепление бутиловых лент; *б* — фиксация дренажного желоба; *в* — подрезка гидроизоляционного контура

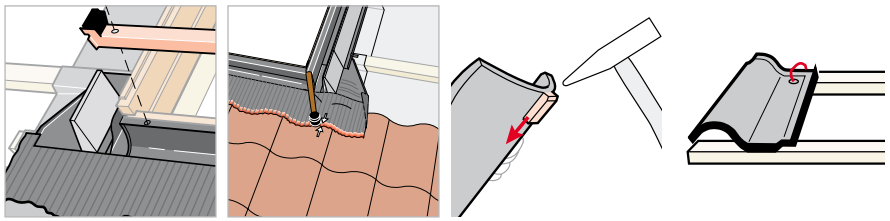
Оклады для профилированных кровельных материалов. При установке окладов для профилированных кровельных материалов важно, чтобы пористый уплотнитель и гибкие части нижней секции оклада были подогнаны плотно к кровельному материалу во избежание попадания дождя и снега под оклад и кровельный материал (рис. 165).



а *б*

Рис. 165. Установка окладов: *а* — монтаж накладок; *б* — монтаж оклада для профилированных кровельных материалов

При использовании W—оклада срезают острые углы кровельного материала под окном до установки нижней секции оклада. Временно устанавливают нижнюю секцию оклада и сгибают гибкую часть по форме кровельного материала. Снимают оклад и затем слегка сгибают гибкую часть (рис. 166 *а*) перед повторной установкой и закреплением. Подгибание нижней части обеспечит более плотное прилегание к кровельному материалу. Сгибание края нижней секции оклада является дополнительной гарантией против затекания воды на крышах с пологим уклоном.

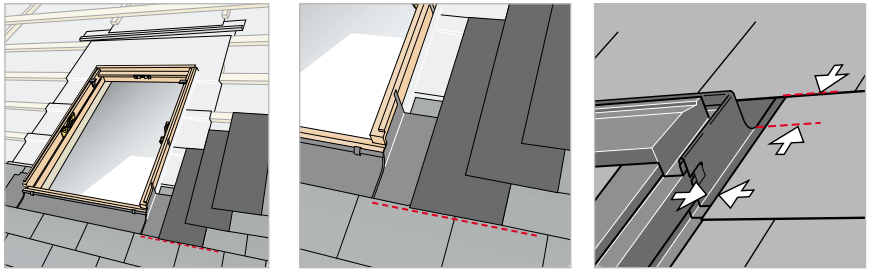


а *б* *в* *г*

Рис. 166. Монтаж окладов для профилированных кровельных материалов: *а* — сгибание нижней секции оклада; *б* — формирование плотного прилегания к кровельному материалу; *в* — удаление шипа черепицы; *г* — фиксация черепицы

Нижний край оклада обстукивают резиновым молотком для более плотного прилегания к кровельному материалу (рис. 166 *б*). Чтобы обеспечить правильное прилегание оклада, возможно удаление шипа с черепицы (рис. 166 *в*). Поскольку вворачивать шурупы в оклад категорически запрещено, в некоторых случаях может потребоваться закрепление черепицы проволокой и (или) приклеивание (если возможно) к прилегающей черепице соответствующим герметиком (рис. 166 *г*).

Оклады для плоских кровельных материалов. При установке специальных окладов EDL (EDN) на крышах с кровельным материалом из битумной черепицы (рис. 167 *а*) важно, чтобы нижняя секция оклада перекрывала кровельный материал как минимум с таким же нахлестом, какой применяется и для самого кровельного материала (рис. 167 *б*). Для обеспечения лучшего отвода воды вокруг окна, оставляют расстояние между кровельным материалом и окном (рис. 167 *в*).

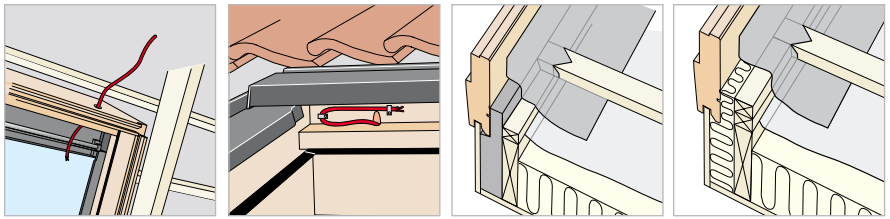


а *б* *в*

Рис. 167. Монтаж оклада для плоских кровель: *а* — схема монтажа; *б* — формирование нахлестов; *в* — формирование водоотвода

Формирование откоса. Когда окно установлено, отверстие во внутренней отделке подгоняют до его окончательных размеров. При использовании откосов VELUX выполняют разметку отверстия с помощью шаблона, который обеспечивает расположение верхнего откоса вертикально и нижнего — горизонтально. Этот принцип также применяется к откосам, выполненным из других материалов.

Установка электропривода. Кабель, для подготовки к последующей установке электроприводного оборудования, закрепляют до установки внутренней отделки откосов.

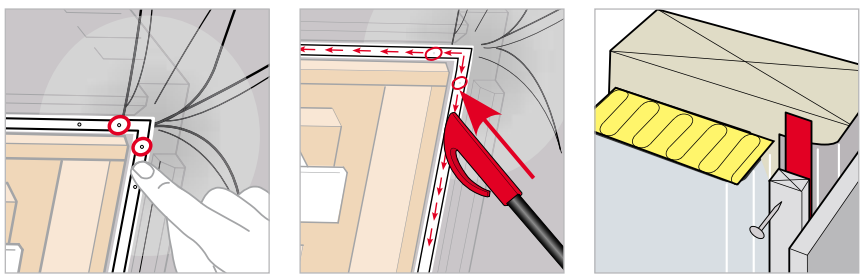


а *б* *в* *г*

Рис. 168. Обустройство окна: *а, б* — проводка и закрепление кабеля; *в* — применение комплекта BDX; *г* — гидро- теплоизоляция без комплекта BDX

Кабель проводят через заводское отверстие в верхнем торце оконной коробки, которое закрыто серой заглушкой (рис. 168 *а*). Закрепите кабель длиной приблизительно 20 см, как показано на рисунке (рис. 168 *б*). Оставшуюся часть кабеля проводят до соединения с блоком управления. При длине проводки до 40 м используют провод с сечением 2×1,5 мм^2. Для установки электрооборудования на окно с двумя типами открывания требуется иная процедура проводки.

Гидро- и теплоизоляция по периметру окна. Необходимая изоляция коробки обеспечивается комплектом для гидро- и теплоизоляции BDX (рис. 168 *в*). Если комплект BDX не используется, то гидро- и теплоизоляцию устанавливают по периметру коробки до верхней поверхности обрешетки (рис. 168 *г*).



а *б* *в*

Рис. 169. Пароизоляция мансардного окна

Пароизоляция. При установке мансардного окна VELUX нарушается существующая пароизоляция, которая должна быть восстановлена (рис. 169) с помощью дополнительной пароизоляции, соединяющей окно с пароизоляцией внутри конструкции крыши (стены). Комплект

BBX полностью готов к установке и подогнан точно под размер окна. Если используется другой вариант пароизоляции, то он должен подсоединяться в отделочный паз коробки окна с помощью бутилового или акрилового герметика для обеспечения паронепроницаемости. В том месте, где откос окна соединяется с внутренней стеной (потолком), мембрана должна соединяться с пароизоляцией дома посредством клеящейся ленты или герметичного соединения с нахлестом.

Установка откоса. При установке откоса (рис. 170) с внутренней стороны помещения верхний откос делают горизонтально и нижний вертикально. Это обеспечивает оптимальную циркуляцию теплого воздуха вдоль внутренней поверхности окна, достаточное проникновение света и лучший вид. Откос VELUX монтируется на окно в полностью собранном виде.

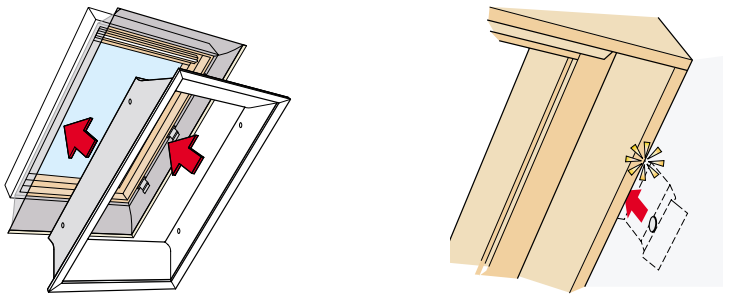


Рис. 170. Устройство откоса

2.5.4. Устройство скатной кровли из гибкой черепицы

Обеспечить необходимый температурно-влажностный режим крыши можно только в том случае, если ее конструкция включает в себя сплошную пароизоляцию, необходимую для данного региона толщину утепления, ветроизоляцию и вентилируемое подкровельное пространство. Нельзя применять на одной и той же кровле продукцию с разными кодами цвета и датой выпуска.

Допускается незначительное отклонение в цветовых тонах, характерное для гибкой черепицы любого производителя. Для минимизации тонального дисбаланса перед применением следует перемешать содержимое 5÷6 упаковок в случайном порядке. Если кровельные ра-

боты проводятся при температуре ниже +5 °С, упаковки с SHINGLAS следует подавать из теплого помещения по 5÷6 пачек. Самоклеящуюся полосу на плитке необходимо подогревать строительным (тепловым) феном. Чтобы исключить повреждение целостности кровли, резать материал на крыше следует на специально подложенной дощечке.

Поддоны с кровельным материалом не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей во избежание преждевременного спекания клеевого слоя с силиконизированной защитной пленкой. Складирование поддонов друг на друга недопустимо. Для беспрепятственного отделения гонтов шингласа друг от друга перед вскрытием, упаковку рекомендуется слегка согнуть и встряхнуть. Во избежание появления пятен и следов от обуви не рекомендуется ходить по кровле в жаркую солнечную погоду. Для перемещения по скату крыши следует использовать специальные лазы.

Используемые материалы

В одной упаковке SHINGLAS серии ДЖАЗ содержится 2 м^2 готовой кровли (с учетом нахлестов при монтаже черепицы). Упаковки остальных серий черепицы содержат по 3 м^2 готовой кровли. При расчете необходимого количества рядовой черепицы следует учитывать коэффициент, соответствующий уровню сложности крыши. Для SHINGLAS формы нарезки СОНАТА, АККОРД и ДЖАЗ в сочетании с коньково-карнизной черепицей необходимо предусматривать уровень отходности не более 5 %. В остальных случаях (для оформления стартовой полосы, ребер и коньков крыши) уровень отходности составляет 10÷15 %. Элементы кровельного покрытия представлены на рис. 171.

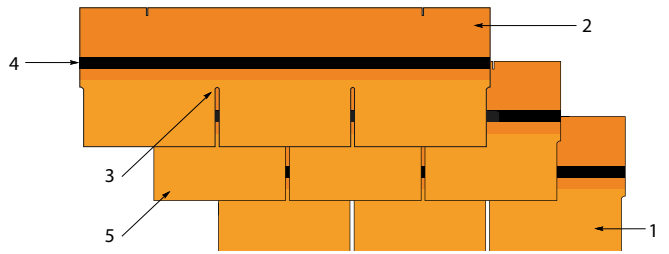


Рис. 171. Элементы кровельного покрытия: *1* — видимая часть; *2* — перекрываемая часть; *3* — вырез; *4* — самоклеящаяся полоса; *5* — плитка

Огромную роль в устройстве кровли играют подкладочные гидроизоляционные материалы, в основном, битумно-полимерные типа ANDEREP. Ендовный ковер — рулонный гидроизоляционный битумно-полимерный материал на основе полиэстера, покрытый крупнозернистым базальтовым гранулятом. Карнизные, фронтонные планки и планки примыкания изготовлены из металла со специальным покрытием. Кровельные гвозди гальванизированные (либо оцинкованные) длиной 25÷30 мм. Диаметр шляпки — не менее 9 мм. Диаметр стержня гвоздя — не менее 3 мм. Расход специальных кровельных гвоздей составляет порядка 80 г на м^2.

Мастика битумно-полимерная приклеивающая холодная № 23 (Фиксер). Расход на торцевые части 100 г на 1 п.м; на ендовный ковер — 400 г на 1 п.м; для герметизации примыканий — 750 г на 1 п.м. Нанесение слоев мастики общей толщиной более 1 мм или чрезмерное разбавление ее специальными растворителями может привести к образованию вздутий и подтеков битумного связующего на кровле.

При большом количестве деревьев рядом с домом на кровельном покрытии с северной стороны возможно образование мха, лишайника и различной растительности. Для предотвращения их образования на кровле параллельно коньку примерно в третьем от конька ряде закладывают медную полоску шириной 150 мм. Полоску прикрепляют к основанию теми же гвоздями, которыми прибивается гибкая черепица, накрывая лепестками гонта места, в которые были прибиты гвозди. Существуют специальные высококонцентрированные пестициды, которые позволяют бережно удалить мох и лишаи с поверхности, не нарушая структуры.

Подготовка кровельного основания

Материалы для выполнения крыш должны отвечать СП 17.13330.2011 «Кровли» (Актуализированная редакция СНиП II-26-76). При укладке SHINGLAS по деревянным конструкциям крыши, как и по другим видам конструкций, шаг стропил зависит от постоянных и временных нагрузок, а также от индивидуальных архитектурных особенностей крыши, и колеблется от 600 мм до 1500 мм. В зависимости от шага стропил или дополнительной шаговой обрешетки применяется различная толщина сплошного деревянного настила (табл. 54).

Таблица 54

Материалы и толщина сплошного настила

Шаг стропил (обрешетки), мм	Толщины сплошного настила, мм		
	ОСП-3	Фанера ФСФ	Доска
300	9	9	—
600	12	12	20
900	18	18	23
1200	21	21	30
1500	27	27	37

В качестве дощатого настила могут использоваться: ориентированно-стружечная плита (ОСП-3), фанера повышенной влагостойкости (ФСФ), шпунтованные или обрезные доски с относительной влажностью не более 20 %, отсортированные по толщине. В качестве дощатого настила рекомендуется использовать древесину хвойных пород (рис. 172).

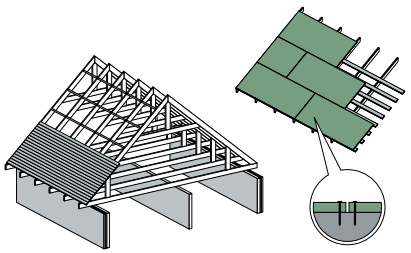


Рис. 172. Подготовка кровельного основания

При использовании в качестве обрешетки обрезной доски зазор между досками должен составлять 1÷5 мм. Монтаж крупнощитового настила (ОСП3; фанера ФСФ) рекомендуется вести с разбежкой швов и крепить ершенными гвоздями или саморезами.

При монтаже в зимний период сплошного настила из фанеры либо плиты ОСП-3 между листами необходимо оставить 3 мм зазора для компенсации линейного расширения в теплое время года. Для увеличения срока службы деревянных элементов стропильной конструкции рекомендуется обработать их антисептиками и антипиреном. При монтаже сплошного деревянного настила следует обратить внимание на то, чтобы фрагменты годовых колец были ориентированы выпуклостями вниз.

При использовании влажной древесины окончания шпунтованных или обрезных досок с каждой стороны крепятся на два самореза. Для укладки необходимо сделать выборку из досок по толщине, чтобы толщина настила изменялась постепенно, более толстые доски укладывают ближе к карнизному свесу.

Вентиляция. Для увеличения срока службы подкровельной конструкции необходимо предусматривать вентиляцию, особенно над эксплуатируемым мансардным этажом. Нормальную вентиляцию скатной крыши обеспечивают три основных элемента: отверстия для притока наружного воздуха, каналы над теплоизоляцией для его циркуляции и вытяжные отверстия в верхней части кровли. Нормы по площади сечения приточно-вытяжной вентиляции составляют 1/300÷1/500 от площади утепления. Давление в чердачном помещении должно быть пониженным, поэтому площадь вытяжных отверстий следует принимать на 10÷15 % больше, чем приточных. Это необходимо для создания тяги.

В случае подшивки карнизных свесов сайдингом для обеспечения притока наружного воздуха применяют специальные элементы — так называемые софитные планки. Каналы над теплоизоляцией должны иметь минимальную высоту продуха 50 мм при угле наклона ската более 20 °С. При уменьшении угла наклона ската (менее 20 °С) высота продуха должна быть увеличена до 80 мм. Система подкровельной вентляции должна исключать зоны с застойным воздухом, так называемые «воздушные мешки», т.е. необходимо обеспечивать полное омывание наружным воздухом всего подкровельного пространства.

Карнизный свес кровли усиливают металлическими карнизными планками (рис. 173). Они укладываются ребром на край сплошного основания и крепятся специальными кровельными гвоздями в шахматном порядке с шагом 120÷150 мм, а в местах нахлестов 20÷30 мм. Нахлест планок между собой составляет 30÷50 мм.

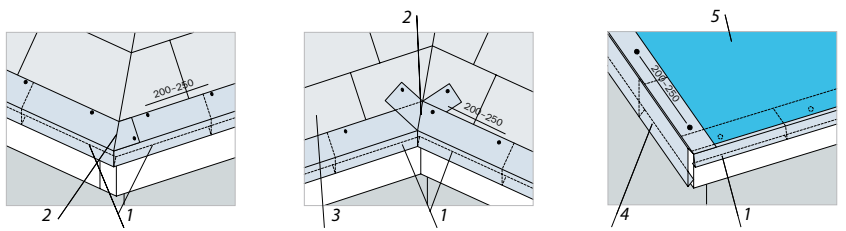


Рис. 173. Карнизный свес кровли: *а* — наружный угол; *б* — внутренний угол; *в* — угол ската; *1* — карнизная планка; *2* — линия изгиба планки; *3* — сплошной настил; *4* — фронтонная планка; *5* — подкладочный слой

Подкладочный слой

Угол ската кровли от 12° до 18° предусматривает укладку дополнительного гидроизоляционного ковра под SHINGLAS. В ендовах и на карнизных свесах монтируется самоклеящийся битумно-полимерный материал. В ендове самоклеящийся подкладочный материал укладывается шириной 1 м (по 50 см на каждый скат), вдоль карнизного свеса на величину самого карнизного вылета плюс 0,9 м от плоскости внутренней стены внутрь здания или сооружения.

Самоклеящийся подкладочный материал на карнизном свесе не доходит до перегиба карнизной планки 2÷3 см. По возможности следует стремиться к сплошному ковру (без нахлестов) по всей длине ендовы. В противном случае продольный нахлест составляет 30 см с тщательной проклейкой, и его выполняют в верхней части крыши. Остальная поверхность ската укрывается механически закрепляемым подкладочным материалом (рис. 174).

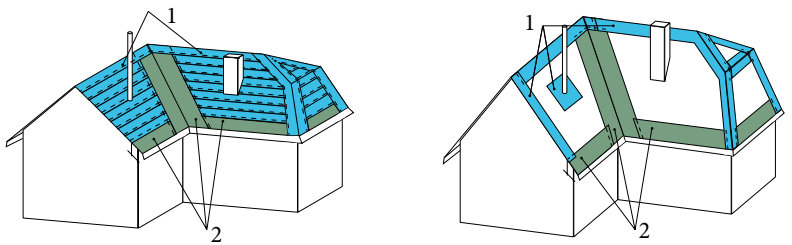


Рис. 174. Монтаж подкладочного слоя на кровлю: *а* — с углом ската менее 18°; *б* — с углом ската более 18°; *1* — механически закрепляемый подкладочный материал; *2* — самоклеящийся подкладочный материал.

Укладку рулонного материала ведут снизу вверх с нахлестом в поперечном направлении 100 мм, а в продольном — 150 мм, раскатывая рулон параллельно карнизному свесу. К основанию его крепят специальными оцинкованными гвоздями с широкой шляпкой через каждые 200÷250 мм. Места нахлеста промазываются мастикой № 23.

Угол ската кровли от 18° предусматривает укладку дополнительного гидроизоляционного ковра под SHINGLAS в местах наиболее вероятных протечек. К ним относят: карнизный свес, ендову, фронтонный свес, ребра скатов, коньки кровли и кровельные выходы. В ендовах и на карнизных свесах монтируется самоклеящийся битумно-полимерный материал. В ендове самоклеящийся подкладочный материал укладывается шириной 1 м (по 50 см на каждый скат), и вдоль карнизного свеса на величину самого карнизного вылета плюс 900 мм от плоскости внутренней стены внутрь здания или сооружения.

Самоклеящийся подкладочный материал на карнизном свесе не доходит до перегиба карнизной планки 2÷3 см. По возможности следует стремиться к сплошному ковру (без нахлестов) по всей длине ендовы. В противном случае продольный нахлест составит 30 см с тщательной проклейкой, и его необходимо выполнять в верхней части крыши (рис. 175).

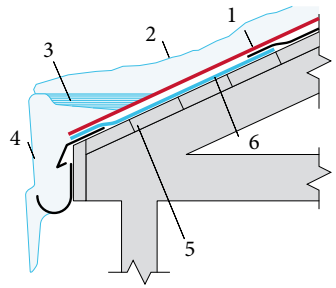


Рис. 175. Схема образования сосулек: *1* — гибкая черепица; *2* — снег; *3* — вода; *4* — ледяная глыба; *5* — сплошной настил; *6* — подкладочный слой

Под кровельные выходы монтируется механически закрепляемый подкладочный материал размером 1 × 1 м, который фиксируется по периметру специальными кровельными гвоздями с шагом 200÷250 мм. На остальных участках укладывается механически закрепляемый подкладочный материал шириной 500 мм. Укладку рулонного материала ведут снизу вверх с нахлестом 100 мм в поперечном направлении, а в продольном — 150 мм. К основанию его крепят специальными оцинкованными гвоздями с широкой шляпкой через каждые 200÷250 мм. Места нахлеста промазываются битумной мастикой. Формы нарезки ТРИО, Бобровый хвост и ДЖАЗ предусматривают полную гидроизоляцию при любом угле наклона ската.

Фронтовой свес кровли усиливается металлическими торцевыми планками, которые укладываются поверх подкладочного слоя с нахлестом 30÷50 мм и крепятся специальными кровельными гвоздями в шахматном порядке с шагом 120÷150 мм, а в местах нахлеста 20÷30 мм. Перед укладкой черепицы на фронтонную планку нужно промазать «на сдир» кровельной мастикой, а верхний угол гонта подрезать.

Ендова может быть выполнена двумя способами: открытым и методом «подреза». Подготовка основания ендовы зависит от выбранного способа (рис. 176).

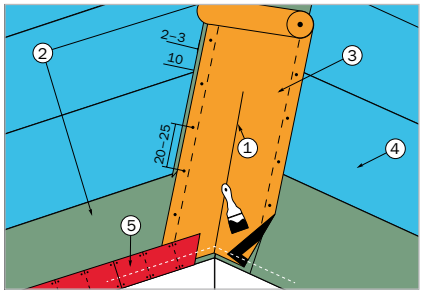


Рис. 176. Устройство ендовы: *1* — ось ендовы; *2* — самоклеящийся подкладочный материал; *3* — ендовный ковер; *4* — механически закрепляемый подкладочный материал

Открытый способ. Вдоль оси ендовы поверх подкладочного ковра ANDEREP BARRIER монтируется ендовный ковер со смещением по горизонтали на 2÷3 см. Ендовный ковер промазывается битумной мастикой по периметру тыльной стороны шириной 10 см. Как вариант устройства ендовы открытым способом вместо ендовного ковра укладывается металлический лист с антикоррозионным покрытием.

С лицевой стороны ендовный ковер или металлический лист прибивается специальными кровельными гвоздями с отступом от края 2÷3 см и с шагом 20÷25 см. По возможности следует стремиться к сплошному ковру (без нахлестов) по всей длине ендовы. В противном случае продольный нахлест составит 30 см с тщательной проклейкой, и его необходимо выполнять в верхней части крыши. При монтаже методом подреза ендовного ковра не требуется.

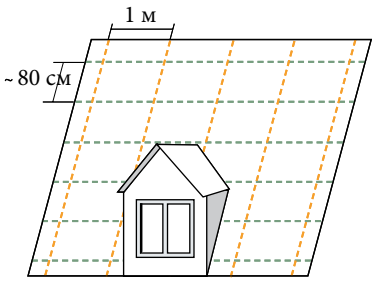


Рис. 177. Разметка ската

Разметка ската. Разметочные линии играют роль направляющих и помогают выравнивать шинглас по горизонтали и вертикали (рис. 177). Помимо этого, они выравнивают шинглас, если в скат врезан какой-либо элемент крыши или нарушена геометрия ската кровли. Шаг вертикальных линий соответствует ширине рядовой черепицы, а шаг горизонтальных линий наносится на каждые 5 рядов черепицы (~80 см). Разметочные линии несут исключительно направляющую функцию. Они не служат ориентиром, по которому нужно прибивать черепицу.

Установка SHINGLAS

Фиксация SHINGLAS на крыше. Каждая рядовая черепица крепится к основанию кровли с помощью специальных оцинкованных гвоздей с широкими шляпками, количество которых зависит от угла наклона ската. Правильное прибивание специальных гвоздей — очень важный момент. Гвозди следует прибивать таким образом, чтобы шляпка находилась в одной плоскости с поверхностью SHINGLAS, а не врезалась в нее. Черепицу прибивают, отступая от края 2÷3 см.

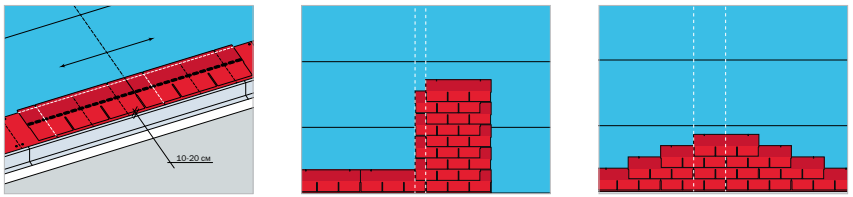
Для правильного расположения гвоздей и выбора их количества для каждой формы шингласа при угле наклона до 45° на один гонт рядовой черепицы прибивать 4 кровельных гвоздя, свыше 45° — 6 гвоздей. В качестве стартовой полосы применяется универсальная коньково-карнизная черепица либо выкройка из рядовой черепицы (гонт с обрезанными лепестками). Универсальная коньково-карнизная черепица используется для монтажа стартовой полосы под формы нарезки СОНАТА и АККОРД.

Карнизная черепица наклеивается поверх металлических карнизных планок, отступая от места перегиба 1÷2 см, и прибивается гвоздями. Величина отступа зависит от длины и угла наклона ската. Таким образом, при увеличении длины и крутизны ската, отступ от места перегиба металлической карнизной планки также увеличивается. Выкройка из рядовой черепицы используется под формы нарезки ТРИО, ТАНГО, СОНАТА, АККОРД.

При укладке тыльная сторона в зоне отсутствия клейкого слоя промазывается мастикой на «сдир». Далее укладывается аналогично монтажу коньково-карнизной черепицы. При форме нарезки ДЖАЗ стартовая полоса укладывается из рядовой черепицы без предварительной обрезки. В этом случае используется метод монтажа, аналогичный способу укладки выкройки из рядовой черепицы.

Первый ряд и правило установки. На длинных скатах установку первого ряда рекомендуется производить с центра ската для более удобной нивелировки по горизонтали. Первый ряд отступает от начальной полосы на 1÷2 см (рис. 178).

Второй ряд монтируется с центра ската, смещаясь влево или вправо на половину лепестка. Прибивайте шинглас таким образом, чтобы нижний край лепестков находился на одном уровне с верхним краем вырезов в первом ряде кладки.



а *б* *в*

Рис. 178. Укладка первых рядов гибкой черепицы: *а* — начальная полоса и первый ряд; *б* — укладка гибкой черепицы от центра ската; *в* — укладка гибкой черепицы пирамидой

Третий ряд смещается относительно второго на половину лепестка влево или вправо в зависимости от выбранного первоначально направления. Монтаж необходимо производить диагональными полосами (рис. 179, 180). Укладку рекомендуется начинать с центра ската, в виде пирамиды или полосы.

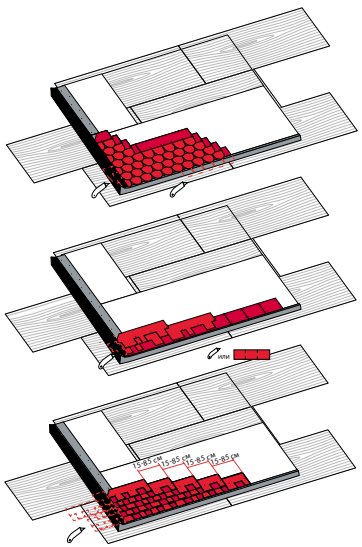


Рис. 179. Схема укладки гонтов гибкой черепицы серии ТВИСТ и СОНАТА

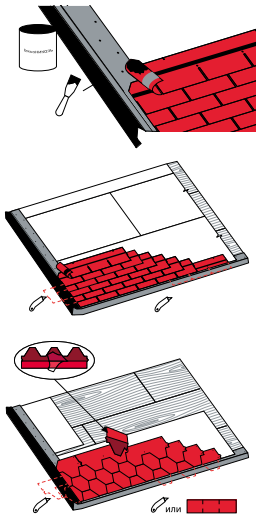


Рис. 180. Схема укладки гонтов гибкой черепицы серии ДЖАЗ

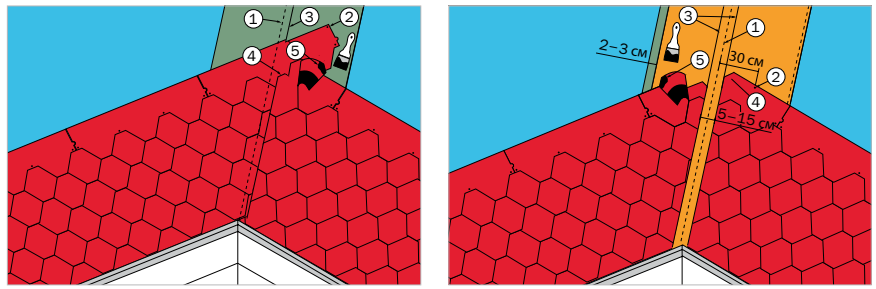
Для максимально эффективной защиты от косого дождя проклеивайте рядовую черепицу битумной мастикой вдоль края крыши на величину 10 см в местах отсутствия самоклеящегося слоя. Верхние углы

шингласа, которые подходят к металлической фронтонной планке, следует обрезать на 2÷3 см для отбоя воды. При начале укладки необходимо следить, чтобы стык стартовой черепицы не совпадал со стыком черепицы первого ряда. При укладке первого ряда черепицы нужно отступить 1÷2 см от карнизной планки.

При укладке гибкой черепицы серии ДЖАЗ величина горизонтального смещения гонтов последующего ряда относительно предыдущего может варьироваться в интервале от 15 до 85 см. При этом не должно прослеживаться определенного правила подбора рисунка. Рисунок готовой кровли должен быть абстрактным.

Устройство ендовы

Метод открытой ендовы. Рядовая черепица укладывается поверх ендовного ковра и в хаотичном порядке монтируется до линии подреза (3) (рис. 181) в сторону оси ендовы (1). Нельзя прибивать специальные гвозди на расстоянии ближе 30 см от центральной оси ендовы (1). Фиксируют дополнительно каждую черепицу в верхней части (2).



а *б*

Рис. 181. Устройство ендовы: *а* — методом открытой ендовы, *б* — методом подреза; *1* — ось ендовы; *2* — дополнительная фиксация черепицы; *3* — подрез по мелованной линии; *4* — подрезка черепицы; *5* — проклейка мастикой

Таким образом собираются две поверхности ската относительно ендовы и по окончании отбиваются при помощи шнурки (отбивки) две мелованные линии (3). Затем рядовая черепица прорезается по линии 3. При этом необходимо подкладывать специальную дощечку, чтобы не повредить целостность гидроизоляционного ковра. Для отбоя воды в ендове необходимо подрезать каждую черепицу (4) и прома-

зывать на «сдир» битумной мастикой с тыльной стороны на величину 10 см в местах отсутствия самоклеящегося слоя (5). Если водопоток со скатов существенно отличается, то желоб ендовы необходимо смещать в сторону меньшего водопотока для компенсации подмыва воды стыка рядовой черепицы и ендовного ковра. Ширина желоба ендовы варьируется от 5 до 15 см в зависимости от месторасположения здания или сооружения. Таким образом, если объект строительства находится в чаще леса, необходимо увеличивать ширину желоба для беспрепятственного удаления листвы.

Метод подреза. Первоначальный монтаж рядовой черепицы выполняют на меньшем (малоуклонном) скате с заходом на больший скат на величину не менее 30 см. Не рекомендуется прибивать специальные гвозди на расстоянии 30 см от центральной оси ендовы (1). Каждую черепицу дополнительно фиксируют в углах (2). Таким образом укрывают весь меньший (малоуклонный) скат крыши. Затем «отбивают» меловую линию (3) на большом (крутом) скате. Расстояние от меловой линии (3) и центральной оси ендовы (1) составляет 7÷8 см. Шинглас с большого (крутого) ската подрезается по меловой линии (3). Для отбоя воды в ендову необходимо подрезать каждую черепицу (4) и промазывать на «сдир» битумной мастикой с тыльной стороны на величину 10 см в местах отсутствия самоклеящегося слоя (5).

Выполнение примыканий

В местах стыков ската кровли со стенами или трубой набивается треугольная рейка, на которую заводится рядовая черепица. В качестве треугольной рейки может быть использован деревянный брус 50 × 50 мм, распущенный по диагонали, либо обычный деревянный плинтус.

Если поверхность вертикальной стены кирпичная, то предварительно ее необходимо оштукатурить и опраймировать. Поверх рядовой черепицы монтируются полосы ендовного ковра шириной не менее 500 мм с проклейкой битумной мастикой (мастика наносится на всю тыльную поверхность выкройки ендовного ковра). На стену полоса заводится не менее чем на 300 мм, а в климатических зонах с повышенными снеговыми нагрузками эта величина может быть дополнительно увеличена. Верхняя часть примыкания закрывается металлическим

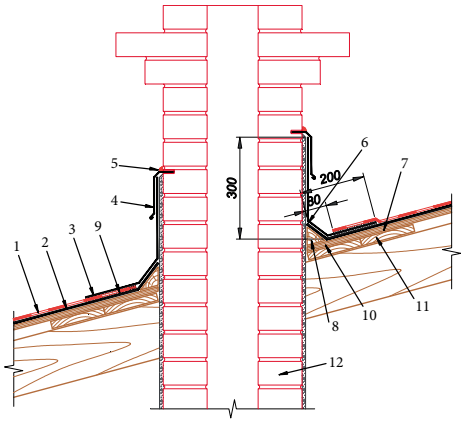


Рис. 182. Примыкание к трубе в системе ТН-Шинглас Классик: *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — мастика Фиксер; *4* — капельник; *5* — однокомпонентный полиуретановый герметик; *6* — металлический лист с антикоррозийным покрытием; *7* — сплошная обрешетка; *8* — плинтус деревянный; *9* — плита ОСП-3 или ФСФ; *10* — разреженная обрешетка; *11* — стропильная система; *12* — труба

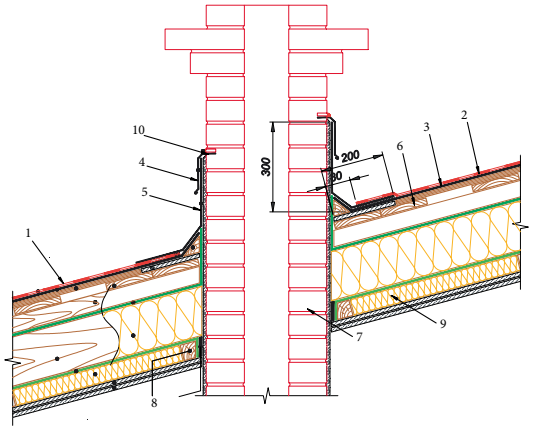


Рис. 183. Примыкание к трубе с облицовкой в системе ТН-Шинглас Мансарда: *1* — гибкая черепица; *2* — подкладочный ковер; *3* — мастика Фиксер; *4* — капельник; *5* — металлический лист с антикоррозийным покрытием; *6* — сплошная обрешетка; *7* — кирпичная кладка; *8* — упрочняющая грунтовка; *9* — утеплитель ТЕХНОФАС; *10* — анкер с тарельчатым полимерным дюбелем

фартуком с заводкой в штрабу, который закрепляется механически и герметизируется силиконовым, тиоколовым или полиуретановым герметиком (рис. 182, 183).

Для герметизации дымовых и вентиляционных труб делают выкройку либо из ендовного ковра (рис. 184), либо из металла с антикоррозийным покрытием (рис. 185). Полученные выкройки сгибаются или надрезаются в определенных местах. Способ монтажа показан на рис. 186. Первоначально монтируется лицевая выкройка с заводом на рядовую черепицу. Затем монтируется левая и правая, которые заводятся под черепицу. В последнюю очередь монтируется тыльная выкройка. При монтаже необходимо соблюдать принцип каскадности воды. Слева, справа и с тыльной стороны необходимо выполнить желоб шириной 8 см. Места сопряжения рядовой черепицы следует проклеить битумной мастикой в местах отсутствия самоклеящегося слоя на величину 10 см и отрезать уголки для отбоя воды.

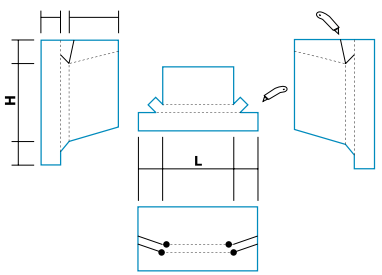


Рис. 184. Выкройка из ендовного ковра

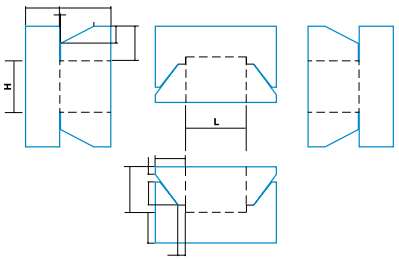


Рис. 185. Выкройка из металла с антикоррозийным покрытием

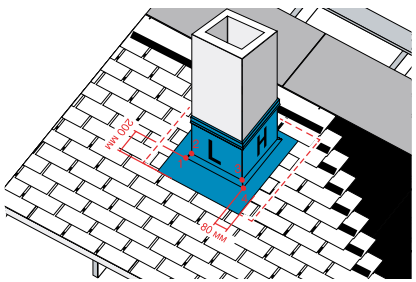


Рис. 186. Способ монтажа примыкания к трубе

Для предотвращения скапливания снега за дымовыми и вентиляционными трубами, если их сечение превышает 500 × 500 мм и они расположены поперек ската, рекомендуется устанавливать разжелобок. Герметизация нижних частей кровельных проходок (юбки), антенн, труб коммуникаций осуществляется с помощью специальных проходных элементов для шингласа.

Проходные элементы фиксируются гвоздевыми соединениями. Ряды гонтов укладываются на проходку, обрезаются и приклеиваются к фланцу битумной мастикой № 23 Фиксер. Далее на проходной элемент монтируется необходимый кровельный выход.

Ребра скатов и коньки

Метод № 1. Коньковая черепица получается при делении коньково-карнизной черепицы на три части по местам перфорации либо выкраивается из рядовой черепицы специальным способом. Коньково-карнизная черепица поставляется для форм нарезок СОНАТА, АККОРД и ДЖАЗ.

Рядовую черепицу, выходящую на ребро, подрезают так, чтобы между покрытиями смежных скатов была прорезь шириной 0,5 см. Шнуркой отбиваются габариты будущего ребра (две полосы вдоль ребра). Укладка коньковой черепицы ведется снизу вверх. Фиксируются черепицы четырьмя гвоздями (по два с каждой стороны) так, чтобы нахлест (3÷5 см) вышележащей черепицы перекрывал гвозди нижележащей. Укладка конька ведется со стороны, противоположной преобладающей розе ветров в данном районе. В остальном, монтаж коньков аналогичен способу монтажа ребер.

Метод № 2. Для форм нарезки ТАНГО, ТРИО, СОНАТА и ДЖАЗ коньковую черепицу можно вырезать из рядовой черепицы. Более сложным при укладке и нарезке является решение конической кровли (рис. 187).

При укладке выкройки коньковой черепицы тыльная часть в местах отсутствия самоклеящегося слоя дополнительно промазывается мастикой. В остальном, монтаж ребер (коньков), используя выкройки коньковой черепицы, аналогичен монтажу с использованием коньково-карнизной черепицы.

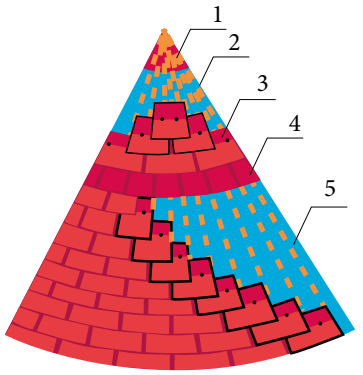


Рис. 187. Укладка конуса: *1* — металлический наконечник (устанавливается после монтажа гибкой черепицы); *2* — вертикальные линии обрезки (разметка ската); *3* — целый лепесток черепицы; *4* — половина лепестка черепицы; *5* — сплошная подкладка

Для предотвращения образований трещин в холодное время года (при температуре ниже +5 °С) на SHINGLAS серии КЛАССИК и ДЖАЗ рекомендуется производить изгиб на металлической искусственно подогретой трубе диаметром примерно 10 см.

Рекомендации по уходу за кровлей

Состояние кровли необходимо проверять в весенний и осенний периоды. Удалять листья, ветки и другой мелкий мусор с крыши рекомендуется мягкой щеткой. Использование острых инструментов недопустимо. Предметы на кровле с острыми углами необходимо удалять вручную. Для обеспечения свободного стока воды с крыши необходимо по мере засорения производить чистку водосточных желобов и воронок.

В случае угрозы образования большого слоя снега, его необходимо счищать, используя неострые деревянные лопаты. Удалять снег с крыши нужно слоями, оставляя на кровле защитный слой толщиной 10 см. С целью профилактики необходимо выполнять проверку и, в случае необходимости, ремонт монтажных проемов, отверстий, трещин и частей из металлических листов.

2.5.5. Устройство скатной кровли из композитной черепицы

Общие требования к системе Luxard

Композитная черепица Luxard — это кровельный материал на основе горячеоцинкованной стали, с двух сторон защищенной алюмоцинком. Состав покрытия (цинк — 43,5 %, алюминий — 55 % и кремний — 1,5 %) рассчитан таким образом, чтобы блокировать возможность коррозии металла в условиях постоянного контакта с водой и влажным воздухом. На металл со стороны верхней поверхности нанесены защитный слой акрилового покрытия и базальтовая крошка.

Черепица предназначена для кровли с уклоном от 12° до 90°. При меньших углах — выполняет декоративные функции. Размер панели Классик 415 × 1350 мм, размер панели Роман 430 × 1330, масса — чуть более 3 кг. Расход 2,13 шт. на м^2. Цвета: бордо, мокко, абсент, пробка, коралл, алланит.

Не допускается применение на одной и той же кровле продукции с разными кодами цвета. Раскройку композитной черепицы следует вести при помощи ножовки или ножниц по металлу, электролобзиком или ручной дисковой электропилой с твердосплавными режущими зубьями, например, двухдисковой пилой STARTWIN. Использование угловой шлифовальной машинки с абразивными кругами (болгарки) категорически запрещается.

Защитный алюмоцинковый сплав под базальтовой посыпкой предохраняет черепицу от коррозии, даже если в процессе транспортировки, монтажа или эксплуатации поверхность кровельного листа подверглась механическими нагрузкам, и на черепице появились повреждения. Механические повреждения устраняются при помощи ремкомплекта (грунт, базальтовая посыпка, лак) при наружной температуре от 5 °С. Транспортировка и хранение ремкомплекта при температуре ниже 5 °С не допускается.

Для перемещения по скату крыши используют мягкую (обрезиненную) обувь. При этом наступать на готовую кровлю разрешается только в нижней части волны кровельной панели. Если на крыше ведутся работы, связанные со штраблением, оштукатуриванием поверхностей и другие, черепицу (после монтажа) укрывают защитной пленкой.

Обеспечить необходимый температурно-влажностный режим крыши можно только в том случае, если ее конструкция включает в себя сплошную пароизоляцию, необходимую для данного региона толщину утепления, ветро-, влагозащиту и вентилируемое подкровельное пространство.

Подготовка кровельного основания

Материалы для выполнения крыш должны отвечать требованиям нормативных документов. Для увеличения срока службы деревянных элементов стропильной конструкции их обрабатывают антисептиками и антипиренами. Используют вещества, не агрессивные для кровельных пленок и покрытия.

Минимальный угол ската, при котором возможно применение композитной черепицы Luxard, — 12°. При углах наклона менее 12° композитная черепица Luxard выполняет лишь декоративные функции. При укладке Luxard по деревянным конструкциям крыши, как и по другим

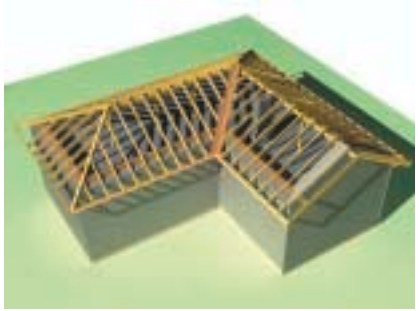


Рис. 188. Стропильная конструкция

видам конструкций, шаг стропил зависит от постоянных и временных нагрузок, а также от индивидуальных архитектурных особенностей крыши, и колеблется от 600 до 1500 мм (рис. 188). Недопустим прямой контакт деревянных элементов крыши с каменными конструкциями. Во избежание загнивания между древесиной и камнем укладывается гидроизоляция на битумной основе.

Вдоль ендов организовывают опорный настил. Ширина настила из обрезной антисептированной доски должна быть не менее 15 см от оси желобка, толщина доски должна быть 25 мм. Сплачивание досок выполняют на стропильных ногах (рис. 189). Нижний край основания подрезается по лобовой доске, верхний — по оси конька. Настил ендовы, выходящий на скат кровли, приподнимают на 40 мм. Для этого под настил вдоль опорных элементов набиваются бруски сечением 40 × 40 мм. При этом ширина настила из обрезной антисептированной доски должна быть не менее 15 см от оси желобка. Для отвода водяного конденсата от контробрешетки укладывают верхнюю защитную пленку с провисом примерно в 2 см. Для этих целей в совмещенном покрытии (мансарде) монтируют дополнительный деревянный элемент высотой 2,5 см вдоль стропильных ног.

а *б* *в*

Рис. 189. Сборка стропильной конструкции: *а* — соединение элементов каркаса; *б* — подрезка края основания; *в* — монтаж дополнительного элемента обрешетки; *г* — измерение и исправление отклонений

Перед переходом к следующему этапу монтажа повторно измеряют стропильную конструкцию. Проверяют наличие отклонений в углах установки стропил. Исправляют, если необходимо, отклонения в стропильной системе. Завершением подготовки стропильной системы является монтаж лобовой доски вдоль карнизных свесов.

Вентиляция крыши

Для увеличения срока службы подкровельной конструкции необходимо предусматривать вентиляцию каждого элемента кровельной системы. Система подкровельной вентиляции должна исключать зоны с застойным воздухом, так называемые «воздушные мешки». Поэтому стремятся обеспечить полное омывание наружным воздухом всего подкровельного пространства.

а *б*

Рис. 190. Конструктивные решения: *а* — кровля холодного чердака; *б* — кровля мансарды

Вентиляционная система холодного чердака состоит из отверстия для притока наружного воздуха, каналов над кровельной пленкой для его циркуляции, вытяжных отверстий в верхней части кровли. Вентиляция стропильной системы состоит (рис. 190) из отверстия для притока в карнизной части; вытяжных отверстий в коньке (при этом необходимо предусмотреть разрыв кровельной пленки в коньке).

В мансарде стропильная система спрятана в контур утепления, поэтому вся вентиляционная нагрузка ложится на пространство между кровельным покрытием и пленкой. Вентиляционная система состоит из трех основных элементов: отверстия для притока наружного воздуха, ка-

налов над теплоизоляцией для его циркуляции и вытяжных отверстий в верхней части кровли. Площадь вытяжных вентиляционных отверстий составляет 1/300÷1/500 от общей площади утепления крыши. При этом 35÷40 % полученной площади приходится на приточные отверстия (карниз), 60÷65 % приходится на вытяжные отверстия (конек).

Укладка защитной пленки
и монтаж обрешетки под панели Luxard

На плоскости скатов пленку раскатывают горизонтальными полосами. Первичная фиксация пленки к стропилам производится строительным степлером. В зоне ендовы пленку заводят с одной плоскости ската относительно оси ендовы на другую плоскость ската на величину не менее 30 см. Выполняют аналогичный перехлест с противоположного ската кровли (рис. 191). Вдоль оси ендовы поверх перехлестов укладывают пленку шириной не менее 1,2 м. Нижний край стартового полотна пленки заводят на лобовую доску минимум на 2 см и фиксируют строительным степлером. Каждый следующий ряд пленки заводят на предыдущий с нахлестом в 15 см, по принципу каскадности воды.

а *б* *в*

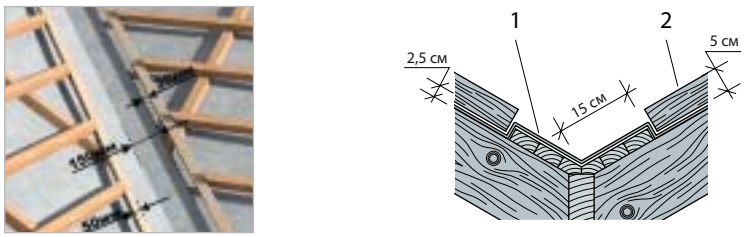
Рис. 191. Укладка защитной пленки: *а* — укладка пленки на кровле; *б* — укладка пленки на фронтоне; *в* — укладка пленки на ребре

Если плоскость ската с боковой стороны ограничена фронтоном, то пленка должна свисать на 20 см с фронтонной стропильной конструкции для фиксации пленки после монтажа элементов фронтона. Если плоскость ската с боковой стороны ограничена ребром, то пленку с двух скатов доводят до ребра и крепят строительным степлером с шагом 15 см. Затем вдоль ребра укладывается полоса из пленки шириной не менее 30 см. Фиксация пленки производится по длинным краям полотна специальной клейкой лентой.

Необходимую вентиляцию подкровельного пространства в совмещенном покрытии (мансарде) организуют при помощи контробрешетки — набитых вдоль стропил брусков сечением 50 × 50 мм. При этом происходит окончательная фиксация пленки на стропильной конструкции.

Карнизный вылет контрбруса. Нижние края контробрешетки на карнизном свесе являются опорой капельника. Поэтому необходимо организовать каждому бруску конторобрешетки карнизный вылет относительно лобовой доски. Величина вылета составляет сумму толщины деревянной подложки под крючья водосточной системы (2 см) и 1/3 сечения водосточного желоба (4 см). Через пространство между деревянными подложками осуществляется забор наружного воздуха для вентиляции подкровельного пространства. В случае, если водосточная система не устанавливается, монтаж деревянных подложек не требуется.

Контробрешетка ендовы. По краям элемента ендовы смонтируйте бруски 50 × 25 мм, предварительно приложив сам лоток ендовы. Данные бруски монтируются поверх брусков 50 × 50 мм (рис. 192).



а *б*

Рис. 192. Контробрешетка ендовы: *а* — общий вид; *б* — схема обрешетки ендовы; *1* — пленка; 2 — контробрешетка

Контробрешетка ендовы, выходящей на скат, представлена на рис. 193. Вдоль оси ендовы на расстоянии 15 см (влево и вправо) монтируют бруски конторобрешетки.

При выполнении контробрешетки на ребрах крыши вдоль них монтируют бруски контробрешетки по одному на каждый скат. Расстояние от оси ребра до бруса — 20 мм. Между основной контробрешеткой и ее брусьями ребра крыши оставляют вентилируемый зазор 50 мм.

а

б

Рис. 193. Выполнение контробрешетки: *а* — контробрешетка ендовы выходящей на скат; *б* — контробрешетка на ребрах крыши

Монтаж шаговой обрешетки под панели Luxard

В зависимости от шага стропил применяются бруски различного сечения. При шаге стропил до 1000 мм применяются бруски в основном сечении размером 50 × 50 мм с относительной влажностью не более 20 %. При большем шаге стропил сечения брусков увеличивают.

Монтаж обрешетки рекомендуется выполнять снизу вверх. Нижний брус обрешетки механически фиксируется с отступом 50 мм от свеса контробрешетки. Последующие ряды монтируются с постоянным шагом (рис. 194). При этом шаг обрешетки определяется по месту с учетом нахлестов панелей и ориентировочно равен 367 мм для панелей Классик и 370 мм для панелей Роман. Это условие является определяющим, поскольку точность мерного инструмента разных производителей при разных температурах воздуха не равна эталону. Последний брус шаговой обрешетки (в коньковой части) не доводится до оси конька на 20 мм.

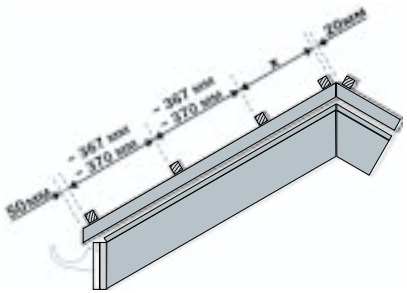


Рис. 194. Схема шаговой обрешетки

Рис. 195. Устройство фронтонного свеса

В зависимости от шага стропил применяется различное сечение брусков обрешетки. При шаге стропил до 1000 мм применяются бруски в основном сечении размером 50 × 50 мм с относительной влажностью не более 20 %. При большем шаге стропил сечение брусков необходимо увеличить.

Фронтонный свес. После окончания работ по монтажу контробрешетки и шаговой обрешетки под панели Luxard вдоль фронтона монтируют наличник (рис. 195). Верхняя часть наличника отстоит от плоскости обрешетки под композитную черепицу на величину 30÷40 мм. При этом специальные пленки, которые монтируются под композитную черепицу, заводятся на верхний торец наличника. Далее монтируют карнизную вентиляционную ленту, которая крепится к нижнему брусу обрешетки и лобовой доске.

Монтаж комплектующих систем Luxard

Перед монтажом кровельного покрытия Luxard устанавливают деревянные подложки под крепления водосборных желобов (крюков). Это необходимо сделать для обеспечения притока наружного воздуха между желобом водосборной системы и лобовой доской.

Карнизный свес. Металлическую карнизную планку закрепляют верхней полкой (короткой стороной) на первый брус шаговой обрешетки, а второй полкой опирают на свесы контробрешетки (рис. 196). Фиксируют планку специальными гвоздями либо специальными саморезами с шагом 25 см в верхнюю полку к брусу шаговой обрешетки.

Рис. 196. Устройство карнизного свеса

Обеспечивают торцевой нахлест карнизных планок 10÷15 см. По эстетическим соображениям, нахлест всех планок выполняют в одну сторону (по часовой либо против часовой стрелки). В зоне ендовы капельник подрезают так, чтобы сквозь него свободно проходил водосборный элемент ендовы. В случае применения панелей Luxard Роман поверх карнизной планки приклеивают поролоновый уплотнитель по верхней полке.

Крепление панелей Luxard. Монтаж черепицы производят снизу вверх. При монтаже учитывают преобладающие направления ветра. Порядок крепления листов ведется с противоположной стороны преобладающих ветров, за исключением панелей Роман, которые всегда монтируются слева направо.

Укладку вышележащего ряда ведут с разбежкой швов. Крепят панели Luxard (рис. 197) специальными гальванизированными гвоздями либо саморезами, за исключением панелей Роман. Крепление основания панелей Роман производят только с помощью специальных гальванизированных саморезов. Гвозди и саморезы в основание панели устанавливают под углом 60° к плоскости ската и в том месте, где волна касается деревянной шаговой обрешетки. В случае применения крепежных элементов, отличающихся по цвету от основной поверхности кровли, рекомендуется оголовки гвоздей либо саморезов замазывать краской и сверху наносить посыпку из ремкомплекта.

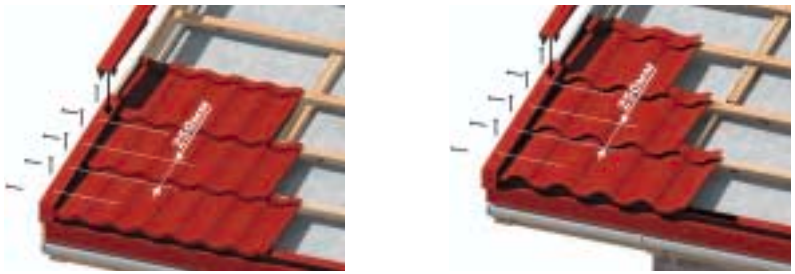
Рис. 197. Монтаж черепицы

а *б* *в* *г*

Рис. 198. Схемы подрезки панелей (*а, б*) и их сгиба (*в, г*)

Фронтон. Примыкающие к фронтону панели Luxard обрезают с учетом напуска на наличник (2,5 см). Затем зажимают боковую часть панели величиной 2,5 см в тиски либо в специальный станок и загибают на 90° вверх (рис. 198). Чтобы уменьшить деформацию листов и сохранить эстетическую привлекательность кровли, изгиб и выпрямление листов выполняют с использованием тисков с предварительно

приваренными на «щечки» металлическими уголками необходимой длины, либо специальным станком. Загиб панелей нужно производить при температуре не ниже +5 ˚С.

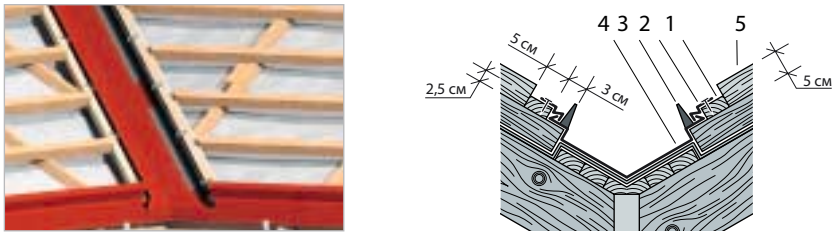


а *б*

Рис. 199. Крепление торцевых планок

Торцевые планки монтируют снизу вверх и фиксируют специальными гальванизированными гвоздями либо гальванизированными саморезами к наличнику с плоскости ската и с плоскости фронтона (рис. 199). Нахлест торцевых планок составляет 10÷15 см. Вместо стандартной торцевой планки допустимо использовать полукруглый конек.

Ендова. Водосборные элементы ендовы монтируют вдоль оси снизу вверх. Фиксируют элемент ендовы при помощи специальных металлических клямеров с шагом 25÷30 см (рис. 200). Первый элемент ендовы заводят на нижнюю полку капельника. Выходящую за пределы капельника часть элемента ендовы подрезают и загибают вниз.



а *б*

Рис. 200. Монтаж водосборных элементов ендовы: *а* — общий вид; *б* — схема монтажа; *1* — брус вдоль ендовы; *2* — кляммер крепления; *3* — поролоновый уплотнитель; *4* — лоток ендовы; *5* — обрешетка под Luxard

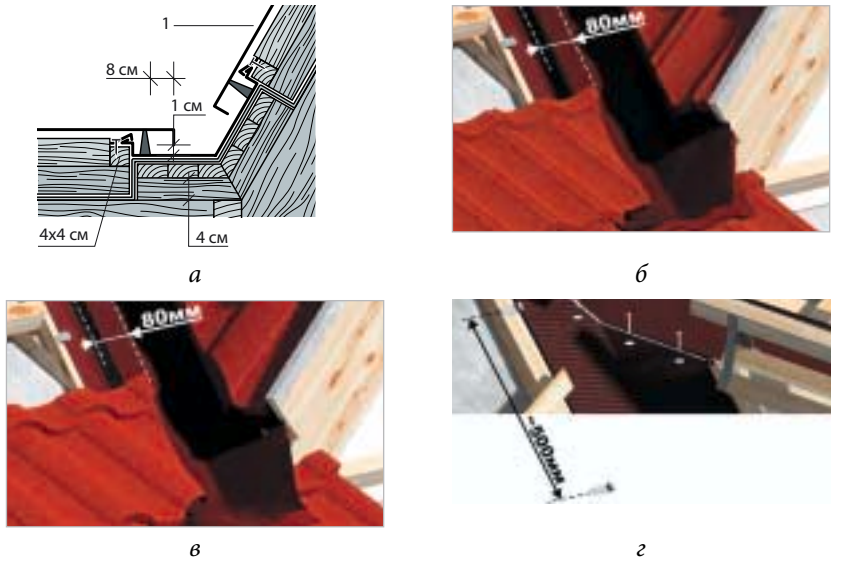
а *б* *в*

Рис. 201. Монтаж композитных панелей (1) на ендове: *а, б* — общие виды; *в* — схема монтажа

Каждый вышележащий элемент ендовы заводят в нижележащий и фиксируют при помощи кляммеров. Все нахлесты на величину 15÷20 см организовывают по принципу каскадности воды. Вдоль ендовы (слева и справа) на расстоянии 1÷4 см от бортов водосборного элемента наклеивают специальный поролоновый уплотнитель, предварительно очистив от загрязнений поверхность контакта элемента ендовы. Для более плотного примыкания поролонового уплотнителя к панелям Luxard выполняют поперечные разрезы под стенками панелей Luxard глубиной 3 см. Панель композитной черепицы Luxard заводят на элемент ендовы на 8 см и загибают вниз так, чтобы расстояние между нижним отгибом композитной черепицы и элементом ендовы составляло 1 см (рис. 201).

Ендова, выходящая на скат кровли. Выход ендовы на панели композитной черепицы проклеивают специальной лентой для примыканий. В качестве водосборного элемента используют профилированную полосу из горячеокрашенного алюминия (рис. 202). Длинные стороны полосы загибают на 2,5 см вверх (получают борта ендовы).

Полученный желоб закрепляют шестью кляммерами к контробрешетке при помощи кровельных оцинкованных гвоздей 2,8 × 25 мм. Для предотвращения сползания желоба прибивают его верхний торец четырьмя гвоздями. Недопустимо прибивать гвоздями непосредственно сам желоб по длине. Стык двух ендов проклеивают герметизирующей лентой соответствующего цвета. Наклейку специальных поролоновых уплотнителей и установку загнутых панелей вдоль ендовы выполняют аналогичным способом.



а *б* *в* *г*

Рис. 202. Монтаж панелей (1) ендовы, выходящей на скат кровли: *а, б* — общие виды; *в* — схема монтажа; *г* — наклейка поролоновых уплотнителей

Ребро. На ребра с шагом 60 см устанавливают деревянные проставки и фиксируют по краям на саморезы либо специальные металлические крепежи для хребтового бруса. Их высота регламентируется по месту. Рекомендованное сечение хребтового бруса при данном шаге проставок — 50 × 50 мм (рис. 203).

а *б* *в*

Рис. 203. Устройство хребта: *а* — монтаж хребтового бруса; *б* — подрезка панелей; *в* —крепление коньковых элементов

Панели, примыкающие к ребру (рис. 203 *б*), подрезают по оси ребра, затем 3 см панели со стороны ребра зажимают в заранее подготовленных тисках либо в специальном станке и загибают на 90° вверх. Фик-

сацию выкроенных панелей производят аналогично целым панелям. Рулонный аэроэлемент конька укладывают самоклеящимися полосами вниз. После монтажа конькового элемента удаляют защитную пленку, и аэроэлемент прикатывают резиновым валиком к панелям Luxard до полного склеивания с ними.

Полукруглые коньковые элементы на ребрах монтируют снизу вверх и укладывают с нахлестом 2 см (рис. 203 *в*). Полукруглый коньковый элемент фиксируют сверху специальными гальванизированными гвоздями либо гальванизированными саморезами к хребтовому брусу. Торец первого полукруглого конькового элемента закрывают заглушкой, вырезанной из плоского листа. Крепят вырезанную заглушку специальными гальванизированными гвоздями либо гальванизированными саморезами к торцу хребтового бруса.

Примыкание к каменной трубе. Выполнение примыкания по варианту 1 осуществляют когда панели композитной черепицы вплотную примыкают к трубе. Стык панелей и трубы изолируют специальным рулонным самоклеящимся гидроизоляционным материалом. Для предотвращения сползания гидроизоляции с трубы ленту для примыканий закрепляют механически специальными планками (рис. 204). Этот вариант не подходит для домов, имеющих большую усадку и деформации, например, деревянных бревенчатых или брусовых домов.

Рис. 204. Выполнение примыкания к каменной трубе по варианту 1

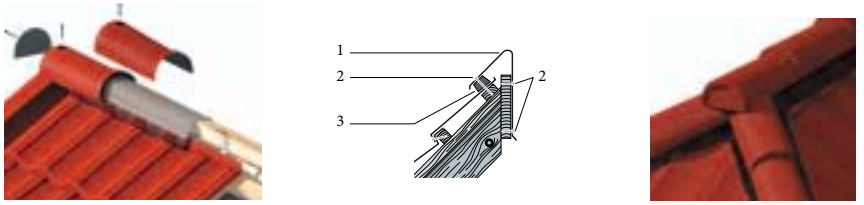
Вариант 2 подходит для любых типов домов. Панель, примыкающую к трубе снизу, обрезают под 45°. Верхнюю часть панели отгибают. Элементы панелей, которые монтируются снизу по углам трубы, обрезают под 45°. Часть панели отгибают вверх (рис. 205). Композитную черепицу, примыкающую к боковым частям трубы, загибают в месте стыка трубы и ската.

Примыкание ската к тыльной стороне трубы выполняют при помощи плоского листа Luxard (1250 × 600 мм). Для его опоры монтируют сплошной деревянный настил из досок толщиной 25 мм. Длина листа складывается из ширины трубы плюс 20 см. Ширина листа складывается из шага обрешетки, высоты заведения на трубу и отгиба на контрбрус. Монтаж выполняют согласно схеме (рис. 205 *б*). Верхнюю часть панели, примыкающую к трубе, промазывают специальным герметиком. По периметру трубы монтируют прижимную планку с последующей механической фиксацией и герметизацией (рис. 205 *в*). Примыкание к стене является частным случаем примыкания к трубе и выполняется аналогично.

а *б* *в*

Рис. 205. Выполнение примыкания к каменной трубе по варианту 2: *а* — обрезка панелей; *б* — формирование стыка панелей на тыльной стороне трубы; *в* — герметизация стыка

Конек. На крайние стропильные пары ног одного конька устанавливают крепления конькового бруса, высота которых регламентируется по месту (рис. 206). По шнурку, натянутому между крайними креплениями конькового бруса, устанавливают остальные крепления конькового бруса на каждой паре стропильных ног.



а *б* *в*

Рис. 206. Устройство конька: *а* — установка конькового бруса; *б* — схема крепления конька; *в* — соединение конька и хребта; *1* — плоский лист (согнутый); *2* — гвоздь; *3* — универсальный уплотнитель

Коньковый брус сечением 50 × 50 мм (или 50 × 75 мм) фиксируют саморезами к креплению конькового бруса. Верхний ряд панелей ска-

та не является полноразмерным, поэтому панели подрезают вдоль и профилируют в тисках либо специальном станке опорную ступень для укладки на обрешетку. Фиксацию выкроенных панелей производят аналогично целым панелям. Рулонный аэроэлемент конька укладывают самоклеящимися полосами вниз, после монтажа конька снимают защитную пленку и прикатывают аэроэлемет резиновым валиком к панелям Luxard до полного склеивания с ними. Полукруглые коньковые элементы укладывают с нахлестом 2 см и фиксируют сверху по краям гальванизированными гвоздями либо гальванизированными саморезами к коньковому брусу.

Если кровля односкатная, конек выполняют согласно рис. 206 *б*. Плоский лист сгибают и обрезают согласно уклону кровли и толщине стропил. Поверх плоского листа в декоративных целях можно закрепить полукруглые коньки. Места пересечения ребер ската с коньками выполняют при помощи выкройки из конькового элемента.

Монтаж сложных фрагментов кровли. Внешний перелом ската выполняют при помощи карнизной планки (рис. 207). При устройстве внутреннего излома дополнительных элементов не требуется.

а *б*

Рис. 207. Выполнение кровли на изломах: *а* — внешний перелом ската; *б* — внутренний излом; *1* — карнизная планка

Монтаж покрытия полукруглых или конусных элементов кровли выполняют плоским листом Luxard. В этом случае, в качестве настила монтируют сплошную обрешетку из таких материалов, как фанера повышенной влагостойкости, ОСП-3 или обрезная или шпунтованная доска. Укладывают дополнительную гидроизоляционную пленку.

На основных поверхностях монтируют рядовые панели (рис. 208). Данным способом возможно укладывать панели и на обычных скатах.

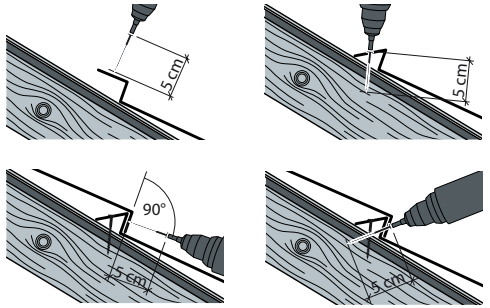
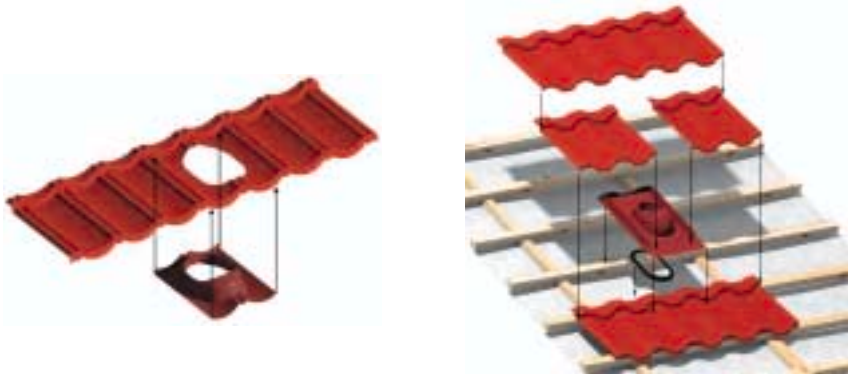


Рис. 208. Способы крепления рядовых панелей

Проходные элементы. Для организации выходов на кровлю вентиляционных систем и вентиляции подкровельного пространства применяют специальные кровельные аксессуары, схемы крепления которых приведены на рис. 209. На проходные элементы сверху монтируют, в зависимости от потребности, кровельные элементы (фланцы) для прохода труб, вентиляторы подкровельного пространства, манжеты и уплотнители для герметизации мест прохода через кровлю антенн и флагштоков.



а *б*

Рис. 209. Монтаж проходных элементов: *а* — проходной элемент (DECRA) для панели Luxard; Классик; *б* — проходной элемент (UNIVERSAL) для панели Luxard Роман

В конце монтажа все обрезанные кромки алюмоцинковых комплектующих грунтуют. Для восстановления участков покрытия, на которых произошел сход посыпки, а также скрытия шляпок гвоздей или само-

резов, эти участки покрывают специальной краской с последующим нанесением гранул посыпки. Швы стыковки композитных элементов в сложных узлах заполняют смесью краски и посыпки.

2.6. Эксплуатация и ремонт кровельных систем

Корпорация ТехноНИКОЛЬ накопила большой опыт ремонта и эксплуатации различных кровельных систем и конструкций. Доказано, что, помимо грамотного технического решения и квалифицированного монтажа, немаловажной составляющей комплекса мероприятий по обеспечению максимального срока службы кровельной системы является правильная эксплуатация крыши со своевременным обслуживанием и плановым ремонтом.

Понимание принципов того, как должна функционировать крыша, необходимо для выбора правильного решения по ремонту конструктивных элементов кровли, восстановления температурно-влажностного режима ее работы и устранения дефектов устройства и конструктивных просчетов.

2.6.1. Особенности конструктивных решений кровли

Крыши с холодным чердаком

Самым распространенным типом чердачных крыш является крыша с проходным холодным чердаком (рис. 210). Главной особенностью конструкции является обеспечение в чердачном помещении такого температурно-влажностного режима, при котором температура воздуха в чердачном помещении была бы равной расчетной температуре наружного воздуха или превышала ее не более чем на 4 °С. Таким образом, чердачное пространство является неотапливаемым (холодным). В крышах с проходным чердаком высота чердачного помещения позволяет свободно передвигаться человеку. Такая конструкция обеспечивает наиболее благоприятный режим работы тепловой изоляции.

Для проветривания на холодном чердаке устраиваются вентиляционные отверстия — продухи. Площадь продухов должна составлять

1/300÷1/500 от площади чердачного перекрытия. Для повышения эффективности вентиляционные отверстия должны располагаться таким образом, чтобы расстояния между входными и выходными отверстиями по высоте было максимальным. Отсутствие продухов приводит к нарушению температурно-влажностного режима чердачного помещения.

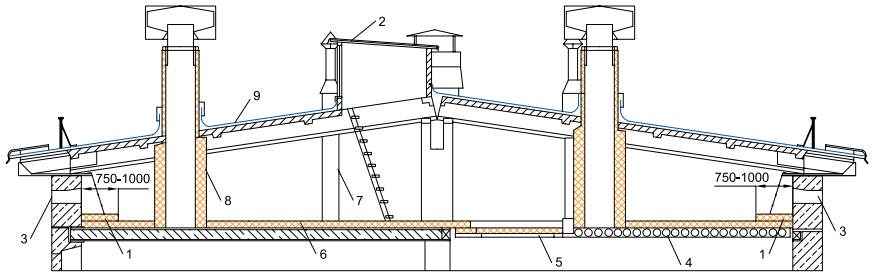


Рис. 210. Холодный чердак *1* — дополнительный слой теплоизоляции по периметру чердачного перекрытия; *2* — выход на кровлю; *3* — продух для вентиляции; *4* — плита чердачного перекрытия; *5* — люк в чердачном перекрытии, утепленный; *6* — изоляция пола; *7* — перегородка; *8* — изоляция трубы; *9* — утепление кровли

Основным требованием для нормальной эксплуатации крыши с холодным чердаком является сохранение разницы между температурой наружного воздуха и температурой воздуха чердака не более 4 °С. При выполнении этого условия в чердачном помещении наблюдается нормальный температурно-влажностный режим. При нарушении температурно-влажностного режима чердачного помещения на конструктивных элементах происходит образование конденсата, вследствие чего может произойти увлажнение утеплителя и конструкций, т.е. потеря теплозащитных и прочностных свойств, нарушение несущей способности вплоть до обрушения конструкций.

На скатных крышах с наружным организованным водостоком нарушение температурно-влажностного режима холодного чердака приводит к интенсивному образованию сосулек и наледи на карнизных свесах крыши.

Недостаточная теплоизоляция чердачного перекрытия. При недостаточной толщине тепловой изоляции чердачного перекрытия через него поступает наибольшее количество тепла. Для определения эффектив-

ности тепловой изоляции чердачного перекрытия необходимо провести температурные замеры поверхности теплоизоляционного слоя. Для этого электронный термометр погружают в утеплитель на глубину 1÷2 см. Температура должна соответствовать значениям, указанным в табл. 55.

Таблица 55

Соотношение температуры наружного воздуха и температуры поверхности утеплителя

Температура наружного воздуха, °С	–30	–25	–20	–15	–10	–5	0
Температура поверхности теплоизоляции, °С	–27,6	–23,2	–18,9	–14,1	–9,7	–3,1	+0,6

Для приведения термического сопротивления чердачного помещения в соответствие с требованиями действующих норм нужно провести расчет необходимой толщины теплоизоляционного слоя. Для этого следует установить среднюю толщину утеплителя, которая определяется по результатам замеров. Затем, исходя из материала, определяется требуемая теплопроводность.

Для утепления чердачного перекрытия рекомендуется использовать теплоизоляцию из минераловатных плит, уложенных в два слоя. В качестве нижнего слоя применяется минераловатный утеплитель с плотностью не менее 100 кг/м^3, например, марки ТЕХНОРУФ Н30. В качестве верхнего слоя, распределяющего давление и ударную нагрузку, используется материал, состоящий из минераловатного утеплителя плотностью 145 кг/м^3, толщиной 50 мм и защитного слоя из цементно-стружечной плиты, толщиной 10 мм. Плиты укладываются с разбежкой швов. Общая толщина теплоизоляции определяется согласно данным теплотехнического расчета. Утепление чердака жесткими плитами минераловатного утеплителя с защитным слоем из ЦСП имеет следующие преимущества:

— утеплитель не впитывает влагу;

— возможно передвижение людей по поверхности теплоизоляции;

— дополнительно верхняя поверхность сэндвича может пропитываться антисептирующими составами (огнебиозащита 1-й группы), снижающими возможность образования плесени и грибков.

При принятии решения о доутеплении чердачного перекрытия с сохранением существующего теплоизоляционного слоя теплотехнический расчет необходимо проводить с учетом сопротивления теплопередаче существующей конструкции. Для определения фактического сопротивления теплопередаче проводится инструментальное обследование.

В качестве материалов для дополнительного утепления чердачного перекрытия рекомендуется использовать материал, сходный с существующим утеплителем, т.е. если на чердачном перекрытии уложен насыпной утеплитель, для дополнительного утепления рекомендуется использовать керамзит, если плитный — то минераловатную изоляцию. До начала работ по дополнительному утеплению чердачного перекрытия, его следует очистить от имеющегося строительного, бытового мусора. Недопустимо складирование и наличие мусора под слоем утеплителя, у карнизов и вокруг конструкций инженерного оборудования. Чтобы предохранить утеплитель от сминания, необходимо обеспечить доступ по ходовым доскам (рис. 211) к инженерным коммуникациям, слуховым окнам и т.д. (рис. 212). Ширина доски должна быть не менее 400 мм.

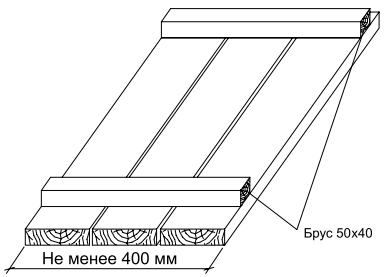


Рис. 211. Ходовая доска

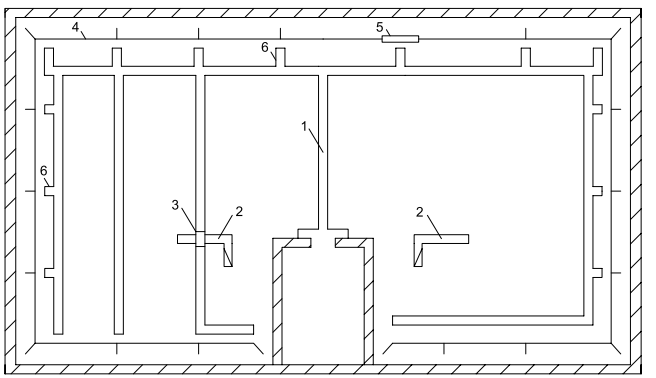


Рис. 212. Пример расположения ходовых досок на чердаке: *1* — ходовые доски; *2* — вентиляционные короба; *3* — переходный мостик; *4* — трубопровод системы отопления; *5* — воздухосборник; *6* — подходы к запорной арматуре

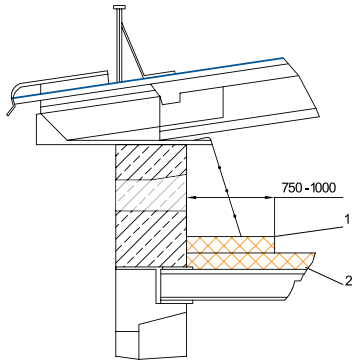


Рис. 213. Расположение дополнительного слоя теплоизоляции у наружной стены: *1* — дополнительный слой тепловой изоляции у наружной стены толщиной, равной толщине теплоизоляционного слоя чердачного перекрытия; *2* — теплоизоляционный слой на чердачном перекрытии

По периметру чердачного помещения должен быть уложен дополнительный слой утеплителя из минераловатных плит толщиной не менее 100 мм на ширину 0,75÷1 м (рис. 213). Отсутствие дополнительного слоя тепловой изоляции у наружных стен является причиной дополнительных теплопоступлений в чердачное помещение и повышает вероятность промерзания в углах жилых комнат последнего этажа (рис. 214).

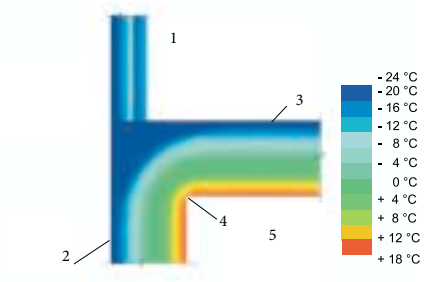


Рис. 214. Температурное поле на стыке стены и плиты чердачного перекрытия: *1* — чердачное помещение (температура –26 °С); *2* — наружная стена (температура наружного воздуха –28 °С); *3* — чердачное перекрытие; *4* — внутренняя поверхность (температура 16 °С); *5* — отапливаемое помещение (температура 20 °С)

Для исключения проникновения теплого воздуха с лестничной клетки, где нормируемая температура +15 °С, двери и люки чердачных помещений должны быть теплоизолированы, уплотнены или заменены на двери противопожарные металлические утепленные. Для плотного притвора обязательно нужны уплотняющие прокладки из морозостойкой резины, поролона или других упругих материалов. Двери и люки для входа на чердак должны быть закрыты на замок. Неплотно закрытые и неутепленные люки и двери чердачного помещения являются источником дополнительных теплопоступлений на чердак.

Все трубопроводы, расположенные в чердачном помещении, должны быть теплоизолированы с учетом нормируемой температуры наружного воздуха, так как источником максимальных теплопоступлений в чердачное помещение являются трубопроводы системы отопления и горячего водоснабжения, расположенные на чердаке. Не допускается наличие оголенных и неутепленных участков и трещин в теплоизоляции трубопроводов.

При нарушении теплоизоляции необходимо ее отремонтировать, оголенные участки утеплить. При недостаточной изоляции утеплить трубопровод матом прошивным, который крепится металлической сеткой, проволокой или стеклотканью. Необходимо также изолировать расширительные баки, воздухосборники, запорно-регулирующую арматуру. Теплоизоляцию можно выполнить коробами из двух слоев кровельной стали с минераловатным утеплителем или двухслойными чехлами из мешковины со слоями утеплителя между ними.

Вентиляционные короба и шахты, проходящие через чердачные помещения, должны быть утеплены и герметизированы. Щели и зазоры в вентиляционных коробах и шахтах не допускаются. Утепление вентиляционных коробов и шахт выполняется эффективными теплоизоляционными материалами, а герметизация — любым материалом типа пергамина или рубероида.

Канализационные стояки при прохождении через чердак соединяются раструбами вверх, чтобы конденсат, образующийся в трубах, не попадал через стыки на перекрытие. В случае наличия такого дефекта раструб полностью должен быть герметизирован самоклеящимся рулонным материалом или герметизирующими лентами, например, НИКОБЕНД. Канализационный стояк обязательно утепляется слоем минеральной ваты плотностью не менее 35 кг/м^3, например, ТЕХНОЛАЙТ Оптима толщиной 10÷12 см.

Вентиляция чердачного помещения осуществляется через вентиляционные карнизные и коньковые продухи, продухи во фризовых панелях, слуховые окна и вытяжные шахты. При недостаточной площади и неправильном расположении вентиляционных продухов невозможно обеспечить эффективное проветривание чердачного помещения.

Наиболее рационально располагать вентиляционные отверстия под свесом кровли равномерно по периметру здания и в коньке

крыши по всей длине. В этом случае приточные отверстия окажутся внизу проветриваемого объема и в зоне максимальных (положительных) давлений воздушного потока, а вытяжные — в зоне минимальных (отрицательных) давлений воздушного потока. Такое расположение обеспечит интенсивный воздухообмен по всему объему чердака. Площадь сечения продухов должна составлять не менее 1/300÷1/500 от площади чердачного перекрытия, т.е. на каждые 1000 м^2 площади чердака необходимо не менее 2 м^2 продухов. Продухи оборудуются решетками или сетками, чтобы птицы не проникали на чердак (рис. 215). Слуховые окна оборудуются жалюзийными решетками на всю площадь окна. Живое сечение жалюзи должно составлять 70 % от площади окна. Слуховые окна должны быть открыты круглосуточно.

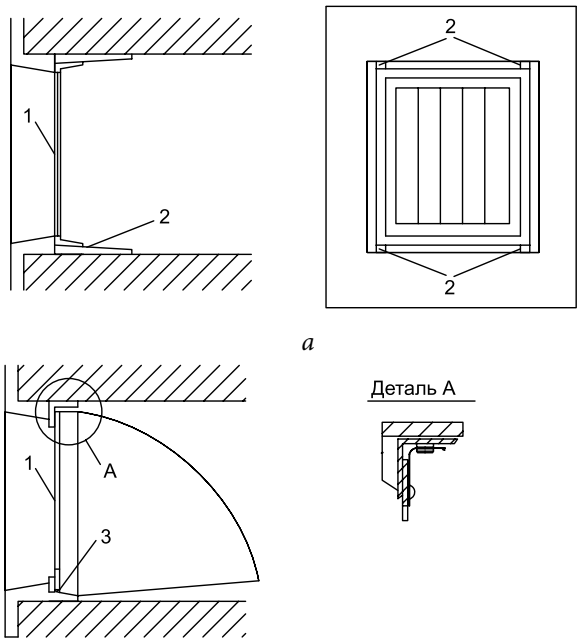


Рис. 215. Типы защитных решеток на продухах: *а* — съемная решетка; *б* — створная открывающаяся решетка; *1* — решетка; *2* — лапки из полосовой стали; *3* — шарнир

Устройство вышеописанной эффективной системы проветривания в крышах с плоскими кровлями и внутренним организованным водостоком технологически затруднено. Как правило, при таких типах крыш вентиляция обеспечивается за счет продухов, расположенных в стенах чердачного помещения. Поэтому особое внимание необходимо уделять теплоизоляции чердачного перекрытия и инженерных коммуникаций.

Крыши с теплым чердаком

Основное преимущество зданий, имеющих теплые чердаки, — улучшение вентиляции здания. Чердачное помещение теплого чердака является камерой статического давления, обособленной в каждой секции герметичностью конструкции. Вентиляционные блоки выводятся на чердак на высоту 600 мм.

Удаление воздуха из чердачного пространства осуществляется через общую вытяжную шахту — одну на каждую секцию, устанавливаемую в средней зоне, высотой не менее 4,5 м от уровня чердачного перекрытия (рис. 216). Температура воздуха чердачного помещения должна быть 12÷14 °С за счет теплого воздуха, который поступает из вентиляционных блоков, и поступлений тепла от трубопроводов, а также через неутепленное чердачное перекрытие.

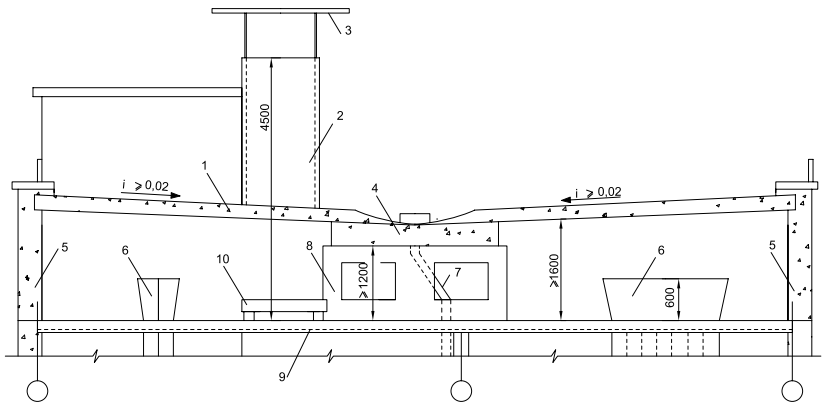


Рис. 216. Теплый чердак *1* — легкобетонная панель с рулонной кровлей; *2* — вытяжная вентиляционная шахта; *3* — защитный зонт; *4* — панель лотка; *5* — наружные стены чердака; *6* — оголовок вентиляционного блока; *7* — внутренний водосток; *8* — опорная панель; *9* — чердачное перекрытие; *10* — водосборный поддон

Нарушение вентиляции теплого чердака. Главным условием обеспечения температурного режима теплого чердака является правильная схема организации вентиляции — сохранение принципа камеры статического давления. Это позволяет теплому воздуху из вентиляционных шахт равномерно распределяться в чердачном пространстве, прогревая его.

Распространенным дефектом, нарушающим температурно-влажностный режим теплого чердака, является «зависание» вентиляционных блоков, в результате чего температура воздуха чердачного помещения опускается ниже нормативных значений. Можно выделить две причины возникновения дефекта.

Первая причина: дверь на чердак открыта или негерметична, при этом нарушается принцип статического давления и шахта перестает вытягивать теплый воздух из вентиляционных блоков. Такой же эффект наблюдается при открытых или неуплотненных межсекционных дверях. Если между двумя секциями отсутствует герметичность, т.е. воздух перетекает из одной вентиляционной шахты в другую, вентиляционные шахты теплого чердака перестают работать. Поэтому все двери, ведущие на чердак, двери и перегородки между секциями чердачного помещения, а также технологические отверстия должны быть плотно закрыты и оборудованы уплотняющими прокладками по периметру.

Вторая причина: из-за ошибок на стадии проектирования теплого чердака на одну секцию чердачного помещения могут приходиться две вытяжных шахты. В таком случае вентиляционные блоки также перестают работать.

Необходимо разделить ограждением чердачное пространство на секции таким образом, чтобы достаточное количество вентиляционных блоков приходилось на одну шахту, пропорционально объему новых секций. Чтобы обеспечить вытяжку воздуха, высота вентиляционных блоков должна быть не менее 600 мм.

Промерзание перекрытия в «мертвых» зонах. В крышах с теплым чердаком чердачное перекрытие не утепляется. При проектировании вентиляционные блоки оказываются сконцентрированными в области лестничной клетки, как правило, являющейся центральной частью теплого чердака. Здесь же находится вытяжная шахта. И шахта, и вентиляционные блоки функционируют нормально, однако удаленные части чердака не успевают обогреваться воздухом или фризовая часть стен чердака не отвечает теплотехническим требования, включая стыки. Таким образом, в объеме чердака образуются застойные зоны, что приводит к промерзаниям чердачного перекрытия.

Необходимо тщательно проанализировать планировку чердачного помещения с целью выявления «застойных зон». При их выявлении необходимо выполнить дополнительную теплоизоляцию чердачного перекрытия в этих зонах и по периметру наружных стен, толщиной 100 мм и шириной 0,7÷1 м. В случае расположения вентблоков у наружных стен следует проложить утеплитель между наружной стеной и стенкой вентблока.

Увлажнение стен вентиляционной шахты. Канализационный стояк должен проходить в углу вентиляционной шахты, и его высота должна быть выше края вентшахты на 100÷150 мм (рис. 217). Стены вентиляционной шахты должны быть теплыми. В случае устройства их из керамзитобетонных блоков, стыки следует проклеить серпянкой. Если стены вентиляционной шахты выполнены из плит ЦСП, необходимо выполнить утепление пенополистирольными плитами, закрывая вторым слоем плит ЦСП, или материалом «ТехноНИКОЛЬ Ц+XPS». Углы первого слоя должны быть проклеены серпянкой.

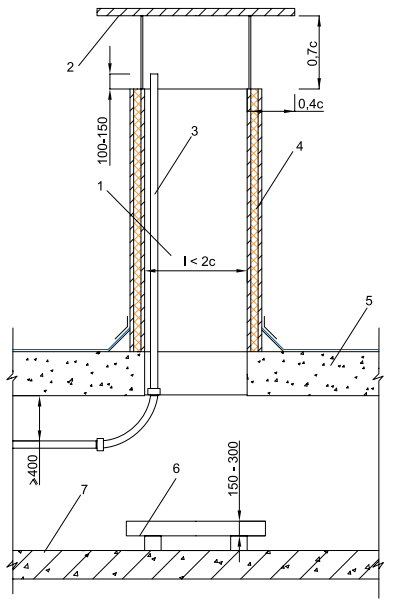


Рис. 217. Конструкция вытяжной шахты теплого чердака; *c* — ширина отверстия шахты, *l* — длина отверстия шахты; *1*— вытяжная вентиляционная шахта; *2* — защитный зонт; *3* — вытяжка из канализационных стояков; *4* — теплоизоляция вентиляционной шахты; *5* — утепленная панель покрытия; *6* — водосборный поддон; *7* — панель чердачного перекрытия

Совмещенные крыши

Конструкция совмещенной крыши в производстве работ является наиболее простым и дешевым решением устройства утепленной крыши (рис. 218). Именно по этой причине данная конструкция получила очень широкое распространение при устройстве крыш промышленных зданий. Традиционная конструкция подразумевает укладку пароизоляции непосредственно на плиту перекрытия верхнего этажа. Затем укладывается утеплитель, формируются уклоны, например, керамзитовым гравием, и заливается армированная стяжка. Перед укладкой кровельного ковра стяжка праймируется и наклеивается кровельный ковер. В большинстве кровель приклейка кровли осуществляется по всей поверхности (всплошную).

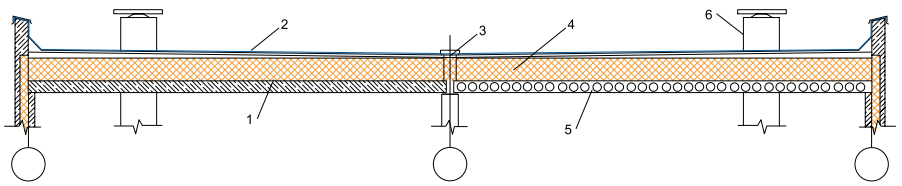


Рис. 218. Совмещенная крыша: *1* — пароизоляционный слой; *2* — кровельный ковер; *3* — водоприемная воронка внутреннего водостока; *4* — теплоизоляционный слой; *5* — плита покрытия; *6* — вентиляционная шахта

Основной особенностью совмещенной крыши является расположение утеплителя между двумя слоями с низкой паропроницаемостью, что приводит к конденсационному увлажнению теплоизоляции, потере теплозащитных качеств и разрушению. Таким образом, влага в совмещенной кровле может накапливаться как при повреждении кровельного ковра, так и в результате конденсации паров, содержащихся в воздухе помещений верхнего этажа здания. Особенно быстрое накопление конденсационной влаги может происходить при дефектах в пароизоляции.

Без установки устройств для вывода пара вся влага, попавшая в конструкцию кровли, из нее не выйдет. После замены кровельного ковра в жаркую безоблачную погоду могут происходить протечки из-за того, что влага, накопившаяся в утеплителе, вытесняется вниз в помещение.

В результате насыщенный влагой слой теплоизоляции необходимо заменять, что в рамках капитального ремонта не представляется возможным из-за высоких затрат. Это делает такие крыши практически неремонтопригодными. Установка кровельных аэраторов (флюгарок) (рис. 219) и устройство дышащей кровли не осушает увлажненный теплоизоляционный слой, а лишь снижает давление водяных паров под кровельным ковром, предотвращая тем самым образование вздутий.

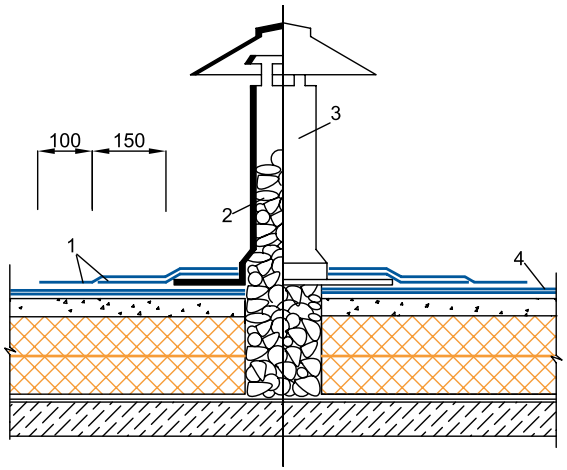


Рис. 219. Установка кровельного аэратора на совмещенной крыше: *1* — дополнительный слой кровельного ковра; *2* — керамзитовый гравий; *3* — кровельный аэратор; *4* — основной кровельный ковер

Промерзание плиты покрытия. Из-за снижения теплозащитных свойств совмещенной крыши и насыщения утеплителя влагой происходит падение температуры на внутренней поверхности плиты (потолка помещения верхнего этажа). В результате возможно нарушение температурно-влажностного режима помещений, расположенных на верхнем этаже, и даже появление конденсационной влаги и промерзаний на потолке.

При поступлении жалоб на нарушение температурно-влажностного режима помещений верхнего этажа необходимо провести инструментальное обследование с измерением температурных полей на внутренней поверхности плиты покрытия, определением состояния тепло- и пароизоляционных слоев покрытия, и разработать технические решения по капитальному ремонту или реконструкции крыши.

Для проведения данных работ необходимо привлекать специализированные организации, занимающиеся обследованием и проектированием ограждающих конструкций.

Совмещенная крыша с вентилируемой прослойкой

Конструкция бесчердачной вентилируемой крыши содержит вентилируемую наружным воздухом прослойку (рис. 220), которая служит для удаления влаги из слоя утеплителя и охлаждения чердачного перекрытия в летний период. Высота вентилируемой прослойки составляет в низкой части не более 600 мм.

В совмещенной крыше с вентилируемой прослойкой влага из теплоизоляционного слоя выводится через вентилируемую прослойку. Нарушение температурно-влажностного режима совмещенной крыши с вентилируемой прослойкой может привести к образованию обильного конденсата на охлажденных поверхностях и возникновению протечек. Особенно это сказывается после замены старого многослойного кровельного ковра на новый двухслойный. В результате этого протечки в морозную погоду могут значительно усилиться.

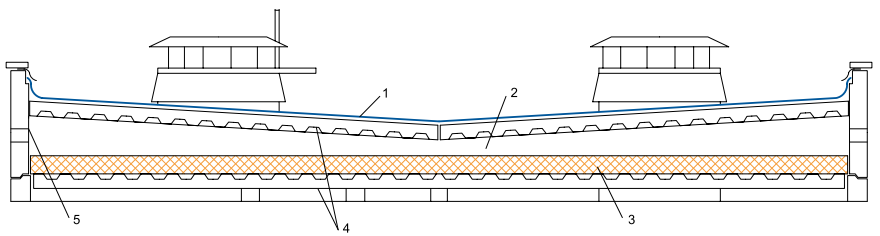


Рис. 220. Совмещенная крыша с вентилируемой прослойкой: *1* — кровельный ковер; *2* — воздушная прослойка; *3* — теплоизоляция; *4* — ж/б плиты; *5* — продух

Из-за конструктивных особенностей данного типа крыш выявление причин нарушений температурно-влажностного режима крайне затруднено и требует проведения инструментального обследования силами специализированной организации.

Промерзание чердачного перекрытия. Из-за снижения теплозащитных свойств утеплителя, при неправильной эксплуатации крыши с вентилируемой прослойкой, а также из-за нарушений при монтаже покрытия, а именно неравномерного распределения теплоизоляции на чердачном перекрытии, возможно возникновение промерзаний.

При поступлении жалоб на нарушение температурно-влажностного режима помещений верхнего этажа необходимо провести инструментальное обследование с измерением температурных полей на внутренней поверхности плиты покрытия, определением состояния теплоизоляционного слоя и эффективности проветривания, и разработать технические решения по капитальному ремонту или реконструкции крыши. Для проведения данных работ необходимо привлекать специализированные организации, занимающиеся обследованием и проектированием ограждающих конструкций.

Ремонт крыш, выбор для этой цели перспективных материалов и решение конструктивных узлов на кровле (мест примыканий и сопряжений) необходимо выполнять в соответствии с конструктивным решением и требуемым температурно-влажностным режимом всей крыши и отдельных ее элементов (самой кровли, тепло- и пароизоляции, несущих элементов).

Игнорирование факторов, изложенных в статье, может создать условия для быстрого выхода из строя даже качественно выполненной кровли. Так, оставшаяся в ковре или других элементах крыши влага впоследствии приведет к образованию вздутий, пузырей, отрыву кровли от основания. Нарушение температурно-влажностного режима чердака или утеплителя ведет к образованию конденсата или наледей.

2.6.2. Эксплуатация крыш с кровлями из рулонных материалов

Своевременное обнаружение, правильная оценка дефектов, возникающих в процессе эксплуатации крыши, необходимы для обеспечения безремонтной эксплуатации кровельного покрытия. В крышах, особенно совмещенных, даже небольшое повреждение, вызывающее протечки, может привести к падению комфортности проживания в жилом доме, а также к серьезным разрушениям здания. Поэтому с момента ввода крыши в эксплуатацию за техническим состоянием ее необходимо установить систематическое наблюдение, целью которого является своевременное обнаружение, правильная оценка дефектов и своевременное их устранение.

Правила эксплуатации чердачных помещений

Осмотр чердачных помещений обычно проводят вместе с осенним плановым осмотром. При осмотре вначале проверяют состояние конструкций, санитарно-технического оборудования, находящегося на чердаке. Так, протечки трубопровода, проходящего по чердаку, могут проявляться в виде следов протекания на потолках и стенах помещений.

Нарушение теплоизоляции трубопроводов, расположенных на чердаке, изменяет в неблагоприятную сторону температурно-влажностный режим нижележащих помещений и кровельного ковра, что может вызывать образование конденсата на потолках и стенах. Здесь же проверяется состояние утеплителя (его влажность, толщина слоя, признаки старения).

Параметры температурно-влажностного режима чердака и состояние инженерного оборудования, размещенного на нем, должны соответствовать эксплуатационным требованиям. Нарушения теплозащитных свойств крыши обнаруживаются по наличию следов конденсата, образующегося при промерзании потолка и стен в холодное время года и перегревании помещений летом.

В период эксплуатации чердачного помещения должны соблюдаться следующие требования:

1) входные двери и люки, ведущие в чердачное помещение, должны быть утеплены и закрыты на замок, ключи должны храниться в организации, ответственной за эксплуатацию здания. На крышах с теплым чердаком плотно должны закрываться двери между секциями;

2) чердачное помещение не должно быть захламлено оборудованием, строительным и прочим мусором;

3) чердачные помещения должны быть освещены, выключатель должен быть расположен в доступном месте у входа на чердак;

4) во время подготовки здания к эксплуатации в весенне-летний период года рекомендуется проводить уборку чердачного помещения;

5) в крышах с теплым чердаком раз в год необходимо проводить очистку стальных сеток на оголовках вентиляционных каналов;

6) для прохода ко всем обслуживаемым элементам (водозапорные элементы системы отопления, расширительные баки и прочее) и выходам на крышу на чердаке должны быть проложены поверх утеплителя ходовые доски. Их рекомендуется выполнять шириной не менее 0,4 м из доски толщиной 50 мм и бруса 50 × 40 мм;

7) несущие деревянные конструкции необходимо не реже одного раза в 10 лет подвергать противогрибковой обработке;

8) теплоизоляцию чердачного перекрытия, выполненную из сыпучих утеплителей, необходимо разрыхлять раз в 5 лет, а при использовании плитной теплоизоляции проверять плотность укладки и отсутствие расхождения швов.

Правила эксплуатации плоских кровель из битуминозных материалов

Контроль технического состояния кровли следует осуществлять путем проведения систематических плановых и неплановых осмотров. Обязательными являются сезонные визуальные осмотры кровель.

При весенних осмотрах осуществляются:

1) определение характера, абсолютных размеров и числа вздутий кровельного ковра;

2) выявление мокрых пятен от протечек влаги на нижней поверхности чердачного перекрытия или покрытия здания;

3) проверка состояния защитного слоя кровли;

4) оценка герметичности кровельного ковра на примыканиях к вертикальным поверхностям;

5) проверка правильности крепления металлических защитных фартуков и свесов.

При летних осмотрах осуществляются:

1) проверка наличия трещин на верхнем водоизоляционном слое кровли;

2) определение характера разрушения верхнего водоизоляционного слоя кровли и возможного появления в нем трещин, пузырей, каверн;

3) проверка состояния материала на примыканиях к вертикальным поверхностям, выявление мест сползания и отслоений.

При осенних осмотрах осуществляется:

1) проверка закрепления парапетных ограждений;

2) очистка кровли от мусора, грязи, листьев с применением деревянной лопаты, метлы или скребковых устройств из полимерных материалов;

3) проверка систем отвода воды с кровли:

— при организованном внутреннем водоотводе — воронки, внутренние водостоки, ливневая канализация, соблюдение проектных значений уклонов кровли в целом и к воронкам;

— при организованном наружном водоотводе — ендовы, пристенные желоба — с соблюдением их пропускной способности и расстояния между трубами не более 15 м;

— при неорганизованном отводе воды — соблюдение проектных значений длины свесов или карнизов.

При зимних осмотрах определяют:

1) отложение снега на кровле, наличие мест обледенения;

2) наличие сосулек, места их образования и абсолютные размеры по длине для кровель с наружным организованным отводом воды;

3) образование ледяных заторов по длине пристенных желобов, в местах приемных воронок и в водосточных трубах;

4) неисправности воронок внутреннего водостока.

После сильных ветров, ливневых дождей следует проводить внеплановые осмотры, при которых производится:

1) проверка состояния защитного слоя кровли;

2) оценка герметичности кровельного ковра на примыканиях к вертикальным поверхностям;

3) проверка правильности крепления металлических защитных фартуков и свесов;

4) проверка систем отвода воды с кровли.

Состояние совмещенной крыши определяют в комплексе по ее водоизоляционным и теплозащитным свойствам. Нарушения гидроизоляционных свойств проявляются как следы протечек, высолы на потолках и стенах помещений, расположенных непосредственно под крышей. Особое внимание уделяют сопряжениям крыши со стенами (в торцах и наружных углах зданий).

Дефекты, возникающие при неправильной эксплуатации

Механическое повреждение кровли при очистке ее от снега. Практика эксплуатации крыш выявила ряд существенных недостатков, ведущих к преждевременному разрушению кровель. Так, зачастую, значительные механические повреждения кровельному ковру наносятся при очистке крыш

от снега и наледей. Причиной таких повреждений является использование ломов, металлических лопат и других острых предметов, что категорически запрещено. Следует помнить, что очистку кровель из рулонных материалов необходимо проводить лишь при возникновении угрозы превышения расчетных нагрузок, при этом снег нельзя полностью счищать с кровли.

Основной зоной повреждений кровель являются карнизные свесы на крышах с организованным наружным или неорганизованным водостоком. Это объясняется образованием значительной наледи в этих зонах. Очистка от сосулек и больших наледей карнизных труб, свесов и желобов является по факту борьбой с последствиями дефектов, а не с причинами. Для значительного снижения образования наледей необходимо нормализовать температурно-влажностный режим чердачного помещения согласно рекомендациям.

Образование зон застоя воды из-за засорившихся воронок. Вторым по значительности дефектом, вызванным неправильной эксплуатацией, является появление зон застоя воды из-за нерегулярной очистки крыш от мусора, в особенности из-за засорения водостоков (рис. 221). Это приводит к повышению нагрузок на кровельный ковер и приводит к его ускоренному старению. Поэтому в процессе эксплуатации необходимо регулярно проверять состояние водосточной системы и своевременно устранять образовавшиеся засоры.

Рис. 221. Образование зоны застоя воды при засорении водосточной воронки

Рис. 222. Повреждение кровельного ковра из-за втапливания мусора на кровле

Мусор на кровле. Большую опасность представляет собой мусор, особенно крупногабаритный, находящийся на кровле. Куски труб, балок и прочий мусор за 2÷3 г. втапливаются в кровельный ковер и повреждают его (рис. 222).

Неправильная установка оборудования на кровле. Еще одной проблемой остается проблема установки различных антенн на крышу — зачастую подобные антенны жильцы устанавливают самовольно, нарушая целостность кровли. Поэтому доступ на крышу должен быть строго ограничен, а установка любого оборудования на кровле должна проводиться только специализированной организацией по утвержденным техническим решениям. Одним из универсальных решений является установка оборудования на специальные подставки (рис. 223), при этом все равно необходимо иметь разрешение на установку оборудования на кровлю от проектной организации.

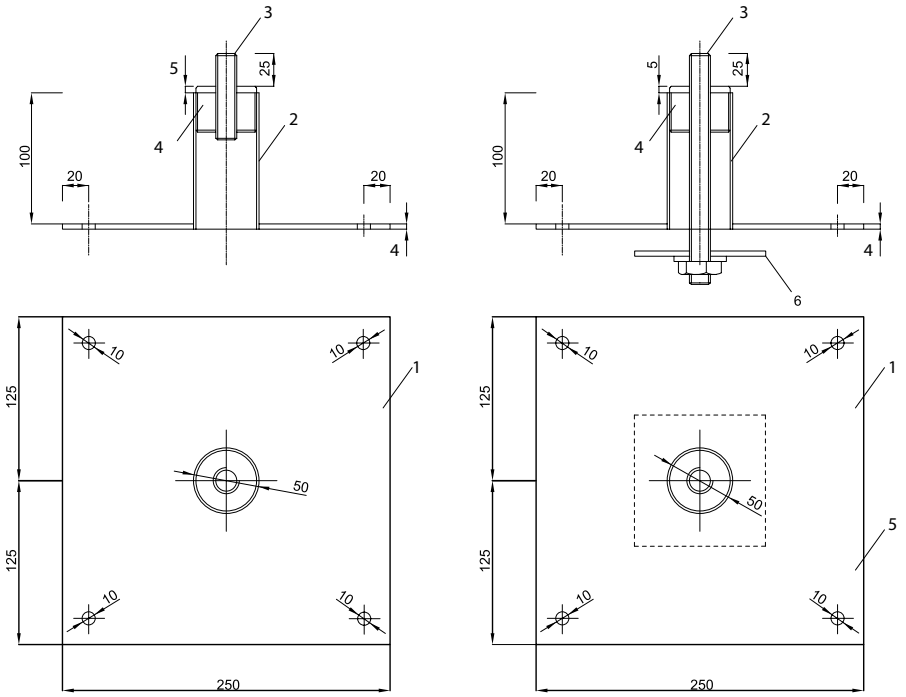


Рис. 223. Закладная деталь для установки оборудования на кровлю: *А* — вариант для установки на основание под кровельный ковер; *Б* — вариант для установки через плиты покрытия; *1* — стальная пластина; *2* — труба стальная диаметром 50 мм; *3* — шпилька оцинкованная М16 с гайкой (длина по месту); *4* — шайба металлическая; *5* — пластина стальная 100 × 100 мм, толщиной 4 мм

Отсутствие защитной посыпки на кровельном материале. В процессе эксплуатации верхний слой кровельного ковра постепенно теряет защитную посыпку. Скорость этого процесса зависит как от качества материала и типа защитной посыпки, так и от условий эксплуатации кровли — наличия зон застоя воды, например. Следует помнить, что не защищенный посыпкой материал быстрее теряет свои эксплуатационные качества, поэтому защитный слой необходимо восстанавливать, например, используя кровельную мастику.

Выводы

Кровля — это строительная система (гидро- и теплоизолирующая оболочка), основными функциональными назначениями которой являются защита конструкций здания от проникновения внешней влаги, восприятие атмосферных нагрузок, сохранение тепла и поддержание комфортных условий в помещениях. Каждый компонент этой системы равнозначно важен, а конструктивные решения и для плоских, и для скатных кровельдолжны обеспечивать выполнение функций кровли.

Кровельный пирог выполняет две очень важные функции: *тепло-* и *гидрозащитную*. Назначение теплоизоляции: минимизация теплопотерь из помещений наружу и снижение проникновения излишков тепла в помещения (в жаркий период). Назначение гидроизоляции — защита теплоизоляции и всех элементов кровельного пирога от возможного проникновения атмосферной влаги и безопасное удаление излишней влаги из-под кровельного пространства наружу. Пароизоляция препятствует проникновению паров воды из помещения в конструкцию кровли.

Стабильность эксплуатационных характеристик кровли и продолжительность срока ее безремонтной службы определяются возможностью сохранения оптимального уровня влажности. Для этого все конструкции должны быть герметично изолированы от внешней и внутренней влаги (пары, конденсат), быть вентилируемыми и обеспечивать выветривание застоявшихся влажных паров в замкнутых пространствах.

Для монтажа кровельной системы требуется высокая квалификация, знания и навыки в области кровельных работ. Это гарантирует длительный срок службы кровли, зачастую превышающий 25÷30 лет. Грамотное проектирование и квалифицированный монтаж — лишь часть комплекса мероприятий по обеспечению максимального срока службы кровельной системы. Также немаловажной является правильная эксплуатация крыши со своевременным обслуживанием и плановым ремонтом.

Долголетие как плоских, так и скатных кровель определяет группа факторов: правильный выбор материалов, грамотный проект, квалифицированный монтаж, грамотная эксплуатация. Уровень теплопотерь через кровлю определяется типом и качеством теплоизоляции. Эффективность конструирования определяется наличием наборов стандартных решений для устройства любых типов кровель.

3. Системы изоляции фундаментов и подвалов

3.1. Особенности возведения конструкций, контактирующих с грунтом

3.1.1. Гидрогеология и гидроизоляция

Одним из основных факторов, влияющих на долговечность подземных и заглубленных частей зданий и сооружений, является воздействие воды. Вода, проникающая внутрь строительных конструкций, вызывает коррозию арматуры и разрушение бетона, что ухудшает статические свойства конструкции и, в конечном счете, приводит к ее разрушению. Проникающая во внутренние помещения подземной части сооружения вода снижает их эксплуатационные свойства, нарушает работу технологического оборудования, ухудшает микроклиматические условия в помещении и т.п.

По данным различных исследований, до 90 % подземных и заглубленных сооружений имеют отказ именно по гидроизоляции, которые происходят на ранней стадии эксплуатации, способствуют ускоренному износу несущих конструкций. Большинство сбоев в работе гидроизоляционных систем (рис. 224) связаны с выбором ошибочных конструктивных решений, неверным подбором изоляционных материалов, неудовлетворительным качеством выполнения работ и эксплуатации. Для снижения риска проявления этих проблем важно выбирать правильные технические решения гидроизоляционных систем, которые позволили бы исключить протечки воды и, как следствие, существенно уменьшить дополнительные расходы на восстановление гидроизоляции.

Гидроизоляция сооружения — это система, которая обеспечивает защиту конструкции от воды и влаги. Водонепроницаемый бетон, гидроизоляционные мембраны, защита гидроизоляционных мембран, дренажные системы, теплоизоляция — все эти материалы и технологии, принципы их работы и способы укладки будут рассмотрены при

изучении систем гидроизоляции фундаментов. Гидроизоляционная система должна обеспечивать:

• эффективную защиту подземных сооружений от проникновения воды;

• эффективную защиту подземных конструкций от увлажнения подземными водами;

• устойчивость к статическим, динамическим и коррозийным нагрузкам от воздействия на нее подземных и поверхностных вод;

• защиту коммуникаций, инженерного оборудования и систем жизнеобеспечения;

• возможность эксплуатации подземных сооружений без ограничений и минимизацию затрат на их содержание.

Рис. 224. Отказ гидроизоляционной системы (протечки воды)

Работы по гидроизоляции могут выполняться как при строительстве новых сооружений, так и при ремонте уже построенных. При этом следует учитывать, что подход к устройству внешней и внутренней гидроизоляции должен быть разным. В любом случае, необходимо учитывать множество факторов, которые влияют на конечный результат:

• гидрогеологические условия площадки строительства;

• химический состав подземных вод;

• конструктивное решение сооружения, наличие деформационных швов;

• возможные оседания и деформации конструкций под собственным весом и полезной нагрузкой, их значение;

• глубину заложения фундамента;

• климатические условия проведения работ;

• планируемое использование внутренних помещений и величину относительной влажности в них;

• ситуацию на строительной площадке и сроки исполнения монтажных или ремонтных работ;

• мероприятия по охране окружающей среды.

Оценить и предусмотреть все возможные действующие факторы на гидроизоляционную систему очень сложно, учесть все нюансы практически невозможно. Поэтому, как показывает практика, эффективным является создание двух и трехуровневой гидроизоляционной системы.

Гидрогеология

Вода может проникать в сооружение вследствие множества различных причин, например:

• нарушение целостности гидроизоляционной системы;

• сезонные и климатические колебания уровня подземных вод (осадки, паводки);

• давление подземных вод на внешние стены фундамента, подземного сооружения;

• наличие в грунте капиллярной влаги;

• дождевая вода, стекающая по фасаду здания и проникающая под действием ветра внутрь фасада и по капиллярам или трещинам на внутреннюю поверхность стен фундамента;

• конденсация водяного пара на холодных стенах при недостаточной теплоизоляции или вентиляции помещений;

• случайные и аварийные протечки воды из систем водоснабжения, отопления и т.п. (водонесущих коммуникаций).

Параметры гидрогеологического воздействия на конструкцию зависят от множества факторов: рельефа местности, от типа грунтов, их физико-механических, фильтрационных характеристик и химической активности. Оказывают влияние уровни водоносных горизонтов и их характер, направления движения подземных вод, наличие в непосредственной близости от подземного сооружения водотоков, водоемов, химическая активность подземных и поверхностных вод, планировка участка застройки, наличие твердых покрытий и системы поверхностного водоотведения и т.п. Воздействия воды на сооружение можно разделить на временные (атмосферные осадки, техногенные протечки и т.д.) и постоянные (наличие в окружающих конструкцию грунтах гравитационных и капиллярных подземных вод).

Постоянное воздействие подземных вод на конструкцию обуславливается наличием существующего уровня (уровней) подземных вод, который может меняться в зависимости от сезонности, рельефа местности, наличия различных типов грунтов в геологическом разрезе, положения водоупорного слоя или водоупорных слоев и т.д. Наличие подземных вод, водоносные горизонты, их тип (напорные или безнапорные), пьезометрические уровни водоносных горизонтов определяются во время проведения инженерно-геологических изысканий на площадке строительства.

Капиллярная вода — это вода, которая удерживается в грунте адгезионными или капиллярными силами и постоянно присутствует независимо от наличия или отсутствия горизонта подземных вод или осадков.

Капиллярная вода не оказывает на конструкцию серьезного гидростатического давления, за исключением тех случаев, когда конструктивное решение не обеспечивает беспрепятственный отвод воды без образования застойных зон. При этом стоит учитывать, что в зависимости от вида грунта капиллярная вода может подниматься на различную высоту: в среднезернистых песках до 0,15÷0,35 м, в мелкозернистых и пылеватых до 0,35÷1,0 м, в супесях она возрастает от 1,0 до 2,0 м, в суглинках до 3,0÷4,0 м, а в глинах до 8,0 м (по некоторым данным, до 12,0 м), в илах — до 25,0 м.

Гравитационная или свободная вода — вода в порах грунта, которая даже при неполном их заполнении начинает перемещаться под влиянием силы тяжести. Когда говорят о подземных водах, то и имеют в виду именно гравитационные воды.

Пьезометрическая поверхность подземных вод — воображаемая поверхность, соединяющая пьезометрические уровни одного водоносного горизонта.

При подборе системы гидроизоляции следует учитывать, что первостепенное значение в разрушении строительных конструкций и нормальной эксплуатации подземных и заглубленных сооружений в условиях интенсивной застройки имеют воздействие воды, насыщенной агрессивными веществами, такими как хлориды, сульфаты, присутствие радона в почве, воздействие отрицательных температур (циклы замораживания — оттаивания). Нормальное функционирование конструкций невозможно, если не приняты надлежащие меры по их защите от подземных вод. Различные виды воды (пар, вода, лед, снег) дополнительно подразделяются по виду влияния на конструкцию и должны быть также учтены при создании системы гидроизоляции.

Положительное и отрицательное давление воды

Вода и водяные пары могут оказывать на сооружение и гидроизоляционную мембрану положительное или отрицательное давление (рис. 225). *Положительное давление* — это давление воды (иди пара), которое обеспечивает прижатие гидроизоляционной мембраны к конструкции. *Отрицательное давление* — это давление воды (или пара), которое оказывает отрывающее действие на гидроизоляционную мембрану. При этом необходимо учитывать адгезионную прочность мембраны.

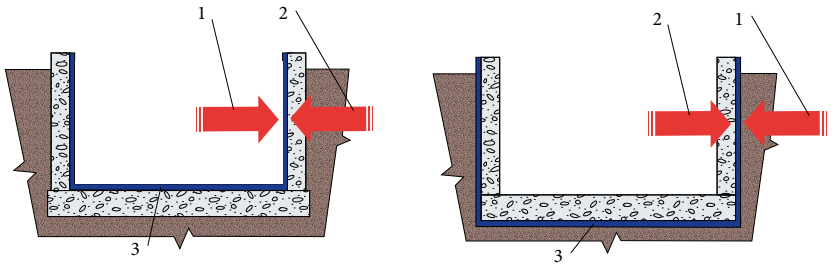


Рис. 225. Положительное (*а*) и отрицательное (*б*) давление воды: *1* — положительное давление; *2* — отрицательное давление; *3* — гидроизоляционная мембрана

Таблица 56

Свойства мембран, проявляющиеся при положительном и отрицательном давлении воды

Давление воды	Достоинства	Недостатки
Положительное	Конструкция защищена от коррозионного разрушения; от циклов замораживания—оттаивания. Внутренняя гидроизоляционная система ремонтопригодна	Внешняя гидроизоляционная система, скрытая конструкциями, неремонтопригодна. Необходимость в водопонижении при устройстве внешней гидроизоляционной системы
Отрицательное	Внутренняя гидроизоляционная система ремонтопригодна. Внешняя гидроизоляционная система, скрытая конструкциями, неремонтопригодна. Нет необходимости в устройстве внешней гидроизоляционной системы	Конструкция подвержена коррозионному разрушению. Конструкция не защищена от циклов замораживания—оттаивания. Требуется устройство прижимной стенки

Если конструкция испытывает одновременно и положительное и отрицательное давление воды/пара, то рекомендуется гидроизоляционную мембрану располагать с той стороны конструкции, где давление воды/пара больше. При этом гидроизоляционная мембрана должна пригружаться прижимной стенкой или должна быть помещена внутрь конструкции. Достоинства и недостатки устройства гидроизоляционных мембран при положительном и отрицательном давлении воды на сооружение приведены в табл. 56.

Особенности конструкционных материалов

На данный момент бетон является самым распространенным строительным материалом. Большинство сооружений, предполагающих контакт с водой, выполнены именно из него. Одной из важных характеристик бетона является *водонепроницаемость* (способность материала не пропускать воду до достижения односторонним гидростатическим давлением определенной величины). Существует несколько факторов, снижающих водонепроницаемость конструкций из бетона, но основными можно считать следующие:

- неправильный выбор марки бетона, подбора его состава;
- недостаточная плотность бетона при его укладке;
- наличие швов (деформационных и технологических) в конструкции.

Рис. 226. Бетон с пониженной плотностью

Рис. 227. Деформационный шов

Недостаточная плотность бетона (рис. 226) обуславливается (в основном) пористостью. Причины возникновения могут быть разные: некачественный заполнитель, наличие излишней воды затворения, участки непровибрированного бетона, усадочные трещины в бетоне и т.д. Хотя для большинства сооружений из монолитного железобетона достаточно, чтобы его марка по водонепроницаемости была не ниже W6 (60 м водяного столба). Однако наличие швов и сопряжений (например, пол — стена) позволит воде беспрепятственно проникать в сооружение.

Швы в конструкции (рис. 227) подразделяются на технологические (или рабочие) и деформационные. Технологические связаны с особенностями выполнения работ (большие объемы бетонных работ, сложность доставки бетонной смеси, этапность работ и т.д.), т.е. шов в месте контакта бетона разного возраста, обусловленный технологией производства бетонных работ. Деформационные связаны с необходимостью компенсировать различного вида деформации конструкции (температурный, осадочный, антисейсмический и другие швы, а также их сочетания). Сюда же можно отнести и узлы сопряжения различных материалов, например трубные проходки в бетоне ограждающих конструкций.

Камень и *кирпич* в настоящее время практически не применяются для сооружений, предполагающих контакт с водой. Такие конструкционные материалы можно наблюдать в старых зданиях. Особенностью данных материалов является способность впитывать (абсорбировать) в себя большое количество воды, поднимая ее в теле конструкции на довольно большую высоту. Не стоит забывать о низкой плотности материалов (кирпича и бута) и кладочного раствора, что позволяет воде практически беспрепятственно проникать внутрь сооружений.

Краткий обзор гидроизоляционных материалов

В настоящее время в строительстве применяется большое количество гидроизоляционных и сервисных материалов. Их можно разделить на материалы для создания гидроизоляционной мембраны, для гидроизоляции локальных участков (швов, трещин и т.д.), для повышения водонепроницаемости бетона, дренажные и инъекционные системы (табл. 57).

Литая гидроизоляция из горячих асфальтовых мастик и растворов. Достоинства: надежность, простота в применении на горизонтальных плоскостях, бесшовное покрытие, устойчивы к динамике сооружения. Недостатки: сложность и дороговизна устройства на вертикальных поверхностях (где практически не применяется), требует дополнительной механической защиты.

Таблица 57

Основные свойства материалов для создания гидроизоляционной мембраны

Свойства материалов	Материалы						
	Литая асфальтовая гидроизоляция (на горизонтальных поверхностях)	Жесткая обмазочная гидроизоляция	Гибкая обмазочная гидроизоляция	Металлические кессоны	Оклеечная рулонная гидроизоляция	ПВХ-мембраны	Бентонитовые маты
Трудоемкость	Низкая	Низкая	Низкая	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
Толщина слоя, мм	От 20	От 2	От 2	От 6	От 1,5	От 1,5	От 5
Удлинение	Среднее	Низкое	Высокое	Низкое	Высокое	Высокое	Среднее
Химическая стойкость	Средняя	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя
Защитное покрытие при засыпке котлована	—	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да
Давление воды*	+	+/–	+	+/–	+	+	+
Квалификация рабочих	Средняя	Средняя	Средняя	Высокая	Средняя	Высокая	Средняя

* «+» — положительное давление воды; «–» — отрицательное давление воды.

Жесткая обмазочная и штукатурная гидроизоляция на полимерной или цементной основе проста в применении, создает бесшовное покрытие (или швы, которые перекрываются последующими слоями), не требует дополнительной защиты. Недостаток: неустойчива к динамике сооружения.

Гибкая обмазочная гидроизоляция на полимерной, битумной или цементной основе. Достоинства: простота в применении, бесшовное покрытие, устойчивы к динамике сооружения. Недостаток: требуется дополнительная защита от механических повреждений при дальнейшем производстве работ, сложный контроль толщины покрытия.

Металлическая гидроизоляция (кессоны). Достоинства: не требует дополнительной защиты от механических повреждений. Недостатки: дороговизна, сложность монтажа и проверки сварных швов на герметичность, необходима хорошая коррозионная защита.

Оклеечная рулонная гидроизоляция. Достоинства: проста в применении, устойчива к динамике сооружения, хорошая химическая стойкость. Недостаток: большое количество швов, сложность при монтаже на вертикальных поверхностях.

Рулонные ПВХ мембраны. Достоинства: устойчивы к динамике сооружения, высокая скорость монтажа, хорошая химическая стойкость. Недостатки: сложность при монтаже на вертикальных поверхностях, требуется высокая квалификация рабочих.

Рулонные материалы на основе бентонитовых глин (бентонитовые маты). Достоинства: способность к самозалечиванию трещин, случайных повреждений, простота в креплении и монтаже. Недостатки: размываются потоками воды, поэтому требуют механической защиты, не стойки к хлоридам и сульфатам, в обязательном порядке требуют устройства прижимных стенок и стяжек.

Для *гидроизоляции локальных участков* применяют гидрофобизаторы, гидрошпонки, гидропломбы, набухающие шнуры и специальные герметики. *Гидрофобизаторы* меняют угол смачивания обработанного материала, препятствуя поступлению атмосферной влаги внутрь сооружения. Гидрошпонки (профильные ленты из ПВХ, резины и т.д.) применяются для гидроизоляции швов (как технологических, так и деформационных). Недостаток: сложность в монтаже. *Гидропломбы (плаги)* применяются для остановки активных протечек. *Набухающие шнуры* и *герметики* применяются для гидроизоляции технологических швов, пропуска коммуникаций через железобетонные конструкции. При контакте с водой увеличиваются в объеме. Недостатки: неустойчивы к динамике сооружения, нельзя использовать в деформационных швах. *Специальные твердеющие герметики* (на различной основе) применяют для заполнения (гидроизоляции) деформационных швов.

Для повышения водонепроницаемости бетона применяют материалы проникающего действия и добавки. *Материалы пенетрирующего (проникающего) действия* просты в применении и не требуют дополнительной защиты. Недостаток: неустойчивы к динамике сооружения. *Добавки в бетон* — природные и искусственные пластификаторы (супер- и гиперпластификаторы). Достоинства: уменьшение В/Ц отношения, придание бетонной смеси определенных свойств (самоуплотнение, повышение водонепроницаемости, морозостойкости, ускорение или замедление схватывания и т.д.). Недостатки: удорожание бетонной смеси, иногда требуется очень точная дозировка (до граммов).

Распространенными видами дренажа являются пристенный дренаж и инъекционные системы. *Пристенный дренаж* в основном состоит из профилированных листов ПВП (ПВХ) и геотекстильного фильтра (рис. 228). Применяется для отвода подземной воды от сооружения. Достоинства: не требует дополнительной защиты. Недостаток: трудность в установке на сложных поверхностях. *Инъекционные составы* (на различной основе) применяются для заполнения пустот в теле конструкции либо для создания противофильтрационной завесы за телом конструкции. В зависимости от основы материала могут обладать различными свойствами. Главный недостаток: сложность в применении.

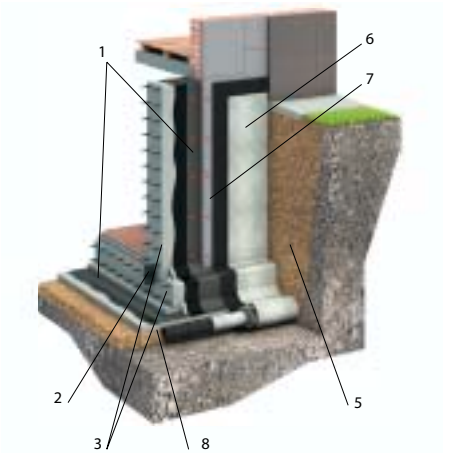


Рис. 228. Система изоляции фундамента: *1* — гидроизоляционная мембрана; *2* — гидрошпонка; *3* — фундамент; *4* — бетонная подготовка; *5* — обратная засыпка; *6* — теплоизоляция; *7* — пристенный дренаж; *8* — дренажная труба

Контроль качества используемых материалов является одним из важных технологических процессов. Так как качество гидроизоляционной системы в целом во многом зависит от качества используемых материалов, то следует ориентироваться на материалы, которые имеют полную техническую документацию, протоколы испытания независимой экспертизы, успешно применялись для решения подобных задач.

3.1.2. Методы повышения водонепроницаемости ограждающих конструкций

Водонепроницаемый бетон ограждающих конструкций является первичным уровнем защиты от воздействия воды. Бетон с заданными физико-механическими характеристиками способен не только обеспечить несущую способность конструкции, но и противостоять воздействию воды и агрессивной среды даже в случае нарушения целостности гидроизоляционной мембраны.

Особое внимание следует обращать на герметизацию технологических и деформационных швов, по которым чаще всего вода попадает внутрь защищаемой конструкции. В заглубленных и подземных сооружениях элементы уплотнения швов являются неотъемлемой частью гидроизоляционной системы, которые должны обеспечивать надежную защиту сооружения от внешних воздействий. Выбор конкретного способа герметизации швов (и, соответственно, материалов) зависит от конструкции шва, действующих на него нагрузок, расчетных деформаций, квалификации рабочих и т.д.

Повышение водонепроницаемости бетона

Вода, не вступившая в реакцию гидратации цемента, после высыхания образует в бетоне большое количество пор. Часть из них замкнута, а часть образует сквозные каналы, по которым впоследствии может проникнуть вода. Потребность в большем количестве воды, чем необходимо для реакции гидратации, определяется необходимостью обеспечения транспортировки и удобоукладываемости бетонной смеси. В процессе укладки большое время уделяется вибрации бетона. Это необходимо для того, чтобы бетонная смесь полностью заполнила необходимое пространство без образования пустот (рис. 229). Особенно важен этот процесс при густом армировании конструкции.

Рис. 229. Участок непровибрированного бетона

Рис. 230. Усадочные трещины в бетоне

Для уменьшения количества воды затворения при сохранении подвижности бетонной смеси применяют пластификаторы. Применение пластификаторов позволяет снизить водоцементное отношение (например, с В/Ц 0,5 до В/Ц 0,3) и, как следствие, уменьшить объем пор в бетоне, повышая, таким образом, плотность бетона. При этом следует учитывать, что подбор состава конкретной бетонной смеси должен осуществляться в лабораториях с учетом особенностей и характеристик применяемых материалов: цемента, крупного и мелкого заполнителя, различных добавок. Для бетонов с низким водоцементным отношением сохранение воды в теле бетона от испарения, необходимой для процесса гидратации цемента, является одной из основных задач. Пренебрежение этой операцией может сильно отразиться на качестве конечного продукта (рис. 230).

Стандартная схема ухода за бетоном предусматривает увлажнение свежеуложенного бетона (каждые 3÷4 ч) в течение первых трех дней (в зависимости от температуры окружающей среды) и укрытие участка бетонирования влажной мешковиной или пленкой, либо применение специальных пленкообразующих составов. При применении пленкообразующих составов необходимо тщательно ознакомиться с характеристиками применяемого материала, так как на некоторые из них невозможно нанести гидроизоляционную мембрану (либо другое покрытие) после вызревания бетона.

Для повышения марки водонепроницаемости бетона очень часто применяют минеральные материалы проникающего (пенетрирующего) действия.

Материал либо добавляется в бетонную смесь в процессе ее приготовления, либо наносится на подготовленную поверхность (очищенную

от загрязнений и цементного молока, а также насыщенную водой) при помощи распылителя штукатурных составов или кисти (рис. 231). Активные химические добавки, входящие в состав материала, проникая внутрь бетона, вступают в химическую реакцию с компонентами бетонной смеси, образуя нерастворимые соединения (кристаллы), которые создают сплошной барьер, препятствующий поступлению воды. В зависимости от марки обрабатываемого бетона можно повысить степень его водонепроницаемости на две-три ступени. Если материал наносился на подготовленную поверхность, то по истечении 28 сут необходимо удалить остатки материала с поверхности, если в дальнейшем предусмотрено нанесение дополнительных покрытий. Очистку можно производить как механическим, так и химическим способом (пятипроцентным раствором соляной кислоты).

Рис. 231. Обработка конструкции пенетрирующим составом

Герметизация технологических швов

Технологические швы образуются из-за перерывов в бетонировании. Это может быть связано с этажностью работ, большими объемами укладки бетонной смеси и т.д. Перерыв в бетонировании больше трех часов считается технологическим швом, так как предыдущий слой бетона уже успевает схватиться. Технологические швы практически всегда бывают при смене бетонирования с горизонтальных на вертикальные конструкции и наоборот. Для герметизации технологических швов обычно применяют гидрошпонки, набухающие шнуры, инъекционные системы.

Герметизация технологических швов с применением гидрошпонок

Гидрошпонки представляют собой профилированную ленту из ПВХ. Принцип действия гидрошпонок основан на увеличении пути фильтрации воды (рис. 232). По расположению в бетонном массиве шпонки подразделяются на центральные, двухсторонние, внутренние (располагаются в центре массива бетона и развязываются к арматуре) и боковые/односторонние/внешние (располагаются сбоку массива и крепятся к опалубке).

а *б*

Рис. 232. Гидроизоляция бетона гидрошпонкой: *а* — центральной; *б* — боковой

Таблица 58

Гидрошпонки для рабочих и деформационных швов

Изображение и маркировка	Назначение
ТехноНИКОЛЬ НР 220	Наружная гидрошпонка для рабочих швов бетонирования и для разбивки на секции гидроизоляционной ПВХ мембраны LOGICROOF T-SL.
ТехноНИКОЛЬ ВР240	Внутренняя гидрошпонка для рабочих швов бетонирования , для гидроизоляции швов в монолитных бетонных конструкциях при новом строительстве.
ТехноНИКОЛЬ ХОМ-240-4/20	Наружная гидрошпонка для рабочих швов бетонирования при выполнении гидроизоляции с использованием мембран LOGICROOF T-SL.
ТехноНИКОЛЬ ХО-320-6/25	Наружная гидрошпонка для технологических швов бетонирования при строительстве заглубленных и подземных сооружений

Центральные шпонки защищены слоем бетона от внешних воздействий и выдерживают давление воды с любой стороны, боковые должны прижиматься давлением воды к бетону. Центральные и боковые шпонки разделяются между собой по типоразмеру, области применения и максимально воспринимаемому давлению воды. Номенклатура выпускаемых шпонок для технологических швов приведена в табл. 58. Основные параметры шпонок,

физико-механические характеристики и монтажные схемы можно найти в технических листах на материалы и альбоме технических решений.

Установку гидрошпонок необходимо производить в строгом соответствии с проектной документацией. В проектное положение гидрошпонку устанавливают и закрепляют симметрично относительно осей шва. При установке шпонок необходимо обеспечить герметичность в местах примыкания их к опалубке для предотвращения вытекания бетонной смеси при бетонировании.

Центральные шпонки очень сложны в монтаже, так как приходится их монтировать между верхним и нижним рядами арматурного каркаса, а опалубка должна быть разрезная. Боковые шпонки легко монтировать, но есть опасность образования непровибрированных зон в бетоне. Центральные шпонки крепятся вязальной проволокой к арматурному каркасу с шагом 200÷250 мм. Прокол шпонки для крепления проволокой необходимо осуществлять на расстоянии между краем шпонки и первым краевым анкером/усиком (рис. 233).

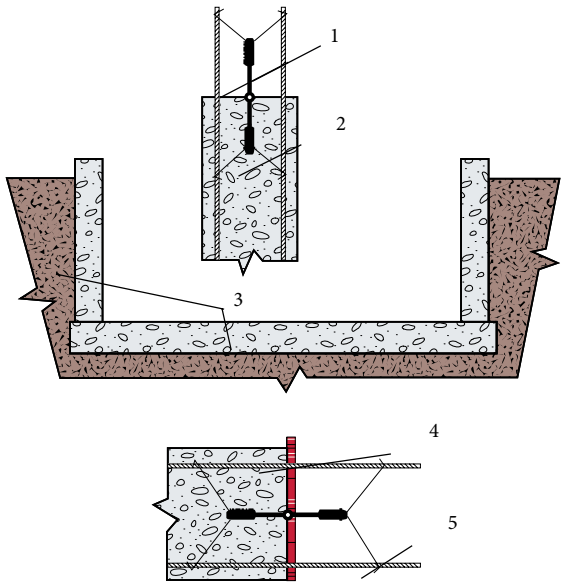


Рис. 233. Монтаж центральной гидрошпонки для технологических швов: *1* — шпонка; *2* — развязка к арматуре; *3* — технологический шов со шпонкой; *4* — опалубка; *5* — арматура

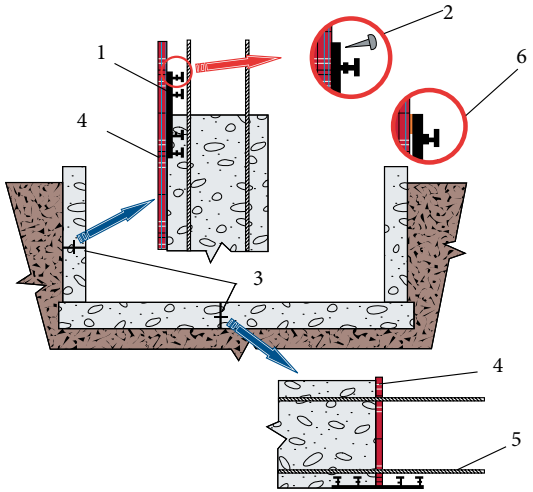


Рис. 234. Монтаж боковой гидрошпонки для технологических швов: *1* — шпонка; *2* — крепление шпонки к опалубке гвоздем с широкой шляпкой; *3* — технологический шов со шпонкой; *4* — опалубка; *5* — арматура; *6* — крепление шпонки к опалубке двухсторонним скотчем

Боковые шпонки крепятся к деревянной опалубке короткими гвоздями с широкой шляпкой с шагом 250÷350 мм. Забивка гвоздя осуществляется на расстоянии между краем шпонки и первым краевым анкером-усиком. Гидрошпонку можно крепить к опалубке на клеевые составы или двухсторонний скотч (рис. 234). При выборе клеевого состава необходимо учитывать его совместимость с ПВХ-материалом гидрошпонки. В любом случае, выбранный способ крепления гидрошпонки к опалубке или арматурному каркасу должен указываться в проектной документации и полностью исключать возможность смещения шпонки от проектного положения при бетонировании конструкций. Между собой шпонки свариваются (стыкуются) непосредственно на строительной площадке при температуре воздуха не ниже +5 °С. При атмосферных осадках работы следует проводить под защитой тента.

Для монтажа шпонок используют специальное оборудование: машинку для выравнивания и прижатия шпонок (под профиль конкретной шпонки либо универсальная), сварочный утюг (разогревается до температуры 180÷200 °С, оплавляя края соединяемых шпонок) (рис. 235).

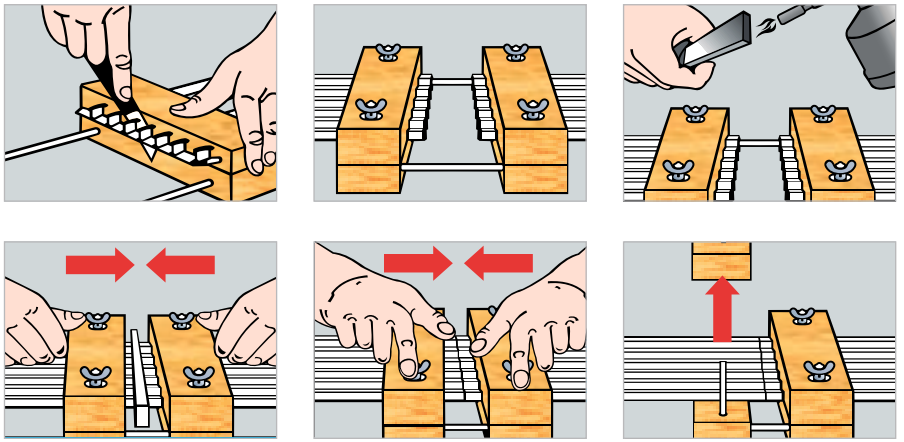


Рис. 235. Последовательность сварки гидрошпонок

Качество выполнения сварных стыков проверяют визуально и механически (лампами на просвет). Проверку выполняют как после сварки шпонки, так и непосредственно перед бетонированием. Сложные соединительные узлы (рис. 236): крестообразные, угловые и Т-образные элементы изготавливаются на объекте или поставляются готовыми.

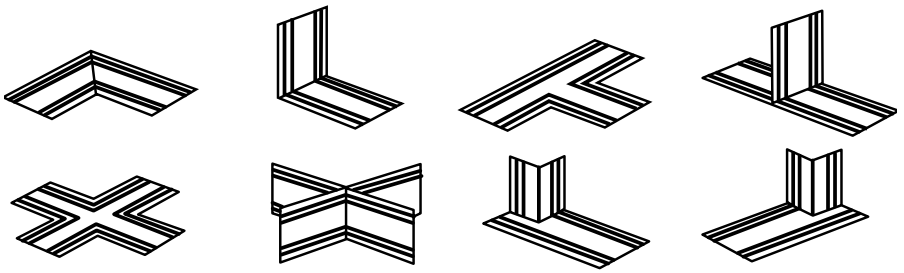


Рис. 236. Сложные соединительные узлы гидрошпонок, изготавливаемые на заводе

Герметизация технологических швов с применением набухающих шнуров

Набухающие шнуры (рис. 237) бывают разных видов и обычно изготавливаются из гидрофильной резины или на основе бентонитовых глин. Шнур устанавливается посередине (по толщине) железобетон-

ного элемента на специальный клей (поставляемый в комплекте) либо механически на дюбеля в тело бетона с шагом 350÷500 мм (рис. 239).

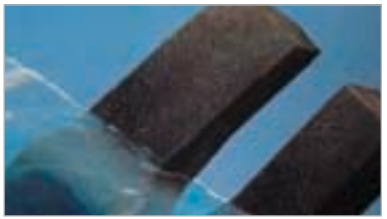


Рис. 237. Набухающий шнур из гидрофильной резины

Рис. 238. Монтаж набухающего шнура механическим способом

Физико-механические характеристики набухающего шнура из гидрофильной резины

Твердость по Шор А, единицы Шор А,	55
Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	6,0
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	300
Объемное набухание в свободном состоянии, %, не менее	600
Плотность, кг/см^3	1,2

При соприкосновении с водой резиновый шнур впитывает ее в себя, увеличиваясь в объеме пропорционально объему впитанной воды, заполняя таким образом свободное пространство в шве и останавливая возможные протечки. Бентонитов шнур при соприкосновении с водой расширяется в объеме, образует плотный влагонепроницаемый гель. В зависимости от производителя, увеличение шнура в объеме при свободном разбухании составляет от 150 до 600 %. Шнур должен набухать в ограниченном (зажатом) пространстве.

Во время набухания шнура незначительная часть воды может пройти сквозь шов. После окончания процесса набухания шнура шов становится водонепроницаемым. При снятии водной нагрузки с конструкции шва шнур восстанавливает свою первоначальную форму (высыхает, если есть такая возможность).

Набухающие шнуры бывают различных размеров и форм (от круглой до прямоугольной), что позволяет их использовать при герметизации технологических швов практически в любой конструкции, а также трубных проходках. Так как с установкой набухающего шнура справится практи-

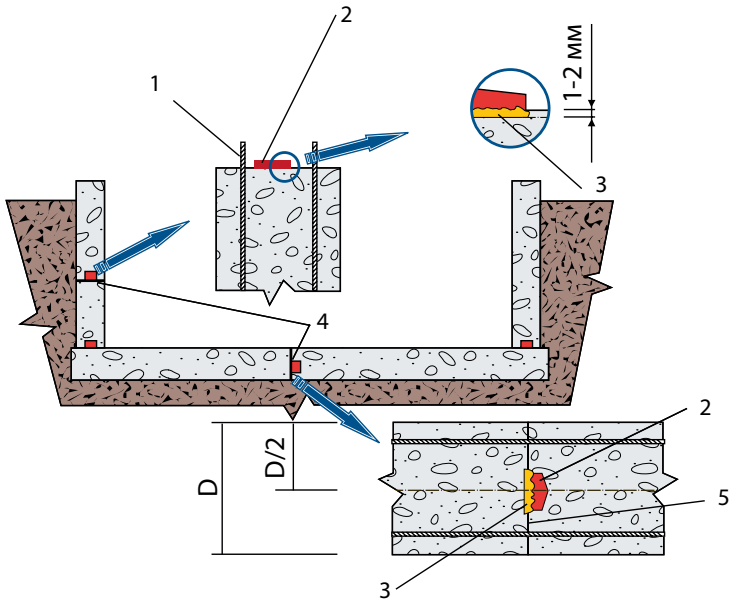


Рис. 239. Монтаж набухающего шнура с помощью клея: *1* — арматура; *2* — набухающий шнур; *3* — клей; *4* — технологический шов со шнуром; *5* — технологический шов

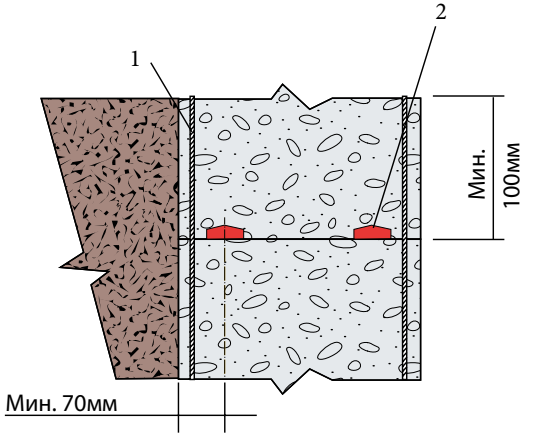


Рис. 240. Двухуровневая система гидроизоляции технологического шва с применением набухающего шнура: *1* — арматура; *2* — набухающий шнур

чески любой подрядчик (в отличие от шпонок), этот шнур нашел широкое применение — от частного строительства до серьезных объектов.

Не рекомендуется устанавливать шнур вплотную к арматуре, так как в этом случае возможно образование пустот в теле бетона, даже при хорошем виброуплотнении. Для предотвращения сдвига установленного шнура в процессе бетонирования и обеспечения ровности поверхности установки, рекомендуется перфоратором с малой энергией удара выполнить штрабу глубиной 1÷2 мм, куда и устанавливается шнур (рис. 2390).

При двухуровневой системе гидроизоляции линия установки набухающего шнура располагается на расстоянии не менее 70 мм от края конструкции за арматурой (рис. 240). Минимальная толщина бетона, перекрывающая установленный шнур, должна быть не менее 100 мм.

Горизонтальный стыковой узел выполняется с нахлестом 20 мм. Угловой и Т-образный стыковые узлы выполняются без нахлеста, при этом стыковой край шнура должен быть ровно обрезан. Шнуры, образующие стыковые узлы, категорически запрещается склеивать и сваривать между собой.

Герметизация технологических швов с применением инъекционных систем

Инъекционные системы представляют собой специальный инъекционный шланг (рис. 241), замоноличиваемый в массиве бетона, в зоне шва. В зависимости от используемого инъекционного материала может применяться однократно (эпоксидные смолы) или многократно (суспензия цемента). В зависимости от производителя системы отличаются друг от друга внутренним и внешним диаметрами инъекционного шланга.

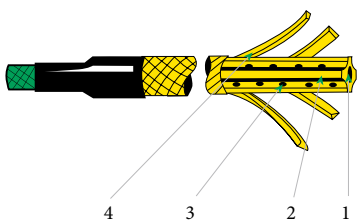


Рис. 241. Инъекционный шланг: *1* — инъекционный канал; *2* — высокопрочный стержень; *3* — инъекционные отверстия; *4* — неопреновые полосы

Неопреновые полосы, закрывающие выходные отверстия, препятствуют при бетонировании конструкции проникновению в инъекционный канал цементного молока. При подаче в шланг инъекционного материала под давлением полосы отжимаются и инъекционный материал выдавливается изо всех отверстий. При этом идет непрерывная подача материала по всей длине шланга, обеспечивая надежную герметизацию шва. Шланги по длине стыкуются между собой при помощи специального клея.

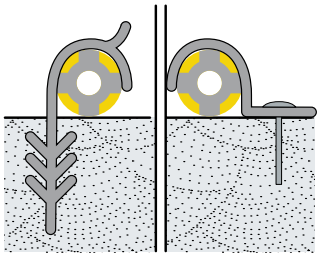


Рис. 242. Крепление инъекционного шланга к основанию

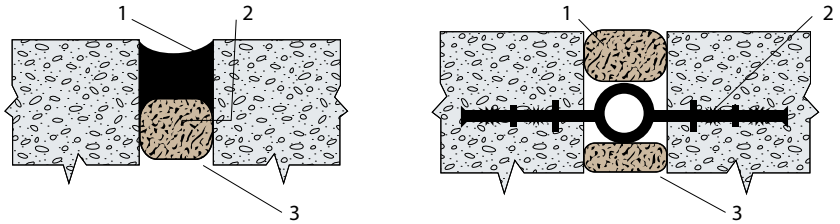
Рис. 243. Инъекционный шланг в теле конструкции

Для предотвращения возможного сдвига при бетонировании шланг крепится при помощи специального крепежа к бетону основания (рис. 242). При многократном использовании системы, концы инъекционных шлангов обычно выводятся в специальную зону, защищенную от попадания бетона (рис. 243).

Герметизация деформационных швов

Деформационные швы — это подвижные швы в конструкциях сооружений, позволяющие компенсировать различного рода деформации (тепловые, осадочные и т.д.) и представляющие собой специальный зазор между двумя сопрягаемыми элементами. Основными материалами для герметизации деформационных швов являются гидрошпонки, эластичные герметики и гидроизоляционные ленты.

Конструктивно деформационный шов (рис. 244) состоит из зазора шва соответствующей величины, гидроизоляционного (противофильтрационного) элемента, заполнителя полости шва. По величине зазора деформационные швы подразделяются на узкие (до 30 мм), средние (до 60 мм), широкие (более 60 мм). Дополнительно выделяют деформационные швы малых перемещений (<25 % ширины шва) и больших перемещений (>25 % ширины шва).



а *б*

Рис. 244. Конструкции деформационного шва: *а* — с применением герметика; *б* — с применением гидрошпонки; *1* — гидроизоляционный элемент; *2* — заполнитель полости шва; *3* — зазор деформационного шва

Минимальная величина зазора деформационного шва зависит от расстояния между деформационными швами в конструкции и выражается в отношении между ними. В зависимости от типа конструкции это соотношение может быть разным (табл. 59). Максимальные расстояния между деформационными швами регламентированы и приводятся в нормативно-технической документации. Они зависят от вида сопрягаемых конструкций, условий эксплуатации, применяемого строительного материала и т.д.

Таблица 59

Зависимость величины зазора деформационного шва от расстояния между деформационными швами

Тип конструкции	Элементы конструкции	Минимальная величина зазора шва по отношению к расстоянию между швами
Бетонные и железобетонные	Наружные стены, конструкция покрытия с теплоизоляцией	1/1500
	Конструкция покрытия без теплоизоляции	1/1000
	Парапеты и ограждения	1/300
	Подземные сооружения	1/1000
Бетонная подготовка	Бетон лотков, покрытия	1/300

Максимальные расстояния между деформационными швами для различных строительных конструкций, воспринимающие воздействия от изменения температуры, приведены в табл. 60.

Таблица 60

Максимальное расстояние между деформационными швами для различных строительных конструкций

Вид сооружения или конструкции	Расстояние между деформационными швами в конструкциях (м)	
	подвергающихся атмосферному воздействию	не подвергающихся воздействию атмосферному или подземных вод
Сборные конструкции из бетона	30	40
Сборные железобетонные плоские конструкции	30	50
Монолитные конструкции из неармированного бетона	10	20
Монолитные конструкции из железобетона	20	30
Монолитные железобетонные плоские конструкции и предварительно напряженные объемные конструкции из плоских элементов	25	40
Подпорные стенки: неармированные/армированные	9/18	12/24
Парапетные стенки: неармированные/армированные	3/6	
Бетонная подготовка: неармированная/армированная	(от 1,5 до 6)/(от 3 до 9)	

При воздействии других нагрузок на конструкцию необходимо учесть возможные деформации от них, что может повлиять на расстояния между деформационными швами. К заполнителю полости шва не предъявляют никаких требований по водонепроницаемости. Поэтому в качестве заполнителя часто применяют дерево с антисептированной пропиткой, пенопласт, просмоленную паклю (канат). В последнее время материалом для заполнения полости шва служит экструзионный пенополистирол, который закладывают в шов при его формировании в процессе бетонирования, что обеспечивает свободное сжатие и рас-

крытие шва практически без напряжений сопрягаемых элементов. В то же время он не впитывает воду и достаточно прочный для восприятия нагрузок от свежеуложенного бетона, что очень важно при производстве бетонных работ.

Основными материалами гидроизоляционного элемента деформационных швов малых перемещений (<25 % ширины шва) служат специализированные герметики. В деформационных швах больших перемещений (>25 % ширины шва) основными материалами гидроизоляционного элемента являются гидрошпонки и гидроизоляционные ленты, причем зачастую их применяют совместно, а также со специализированными герметиками (двухуровневая защита деформационного шва).

Герметизация деформационных швов с применением гидрошпонок

Гидрошпонки для деформационных швов отличаются от гидрошпонок для технологических швов только наличием деформационного элемента, который может воспринимать различные деформации конструкции (рис. 245). В зависимости от возможных подвижек подбирается размер и форма деформационного элемента. Деформационные элементы бывают круглых, овальных и П-образных видов.

а *б*

Рис. 245. Гидрошпонки для деформационных швов: *а* — боковая гидрошпонка; *б* — центральная гидрошпонка

Так же как и гидрошпонки для технологических швов, шпонки для деформационных швов подразделяются на центральные, двухсторонние, внутренние и боковые, односторонние, внешние, а также подразделяются между собой по типоразмеру, области применения и максимальному давлению воды, которое она может воспринять. Номенклатура выпускаемых шпонок для деформационных швов приведена в табл. 61. Монтаж и бетонирование гидрошпонок для деформационных швов полностью аналогичен процессу монтажа шпонок для технологических швов.

Таблица 61

Гидрошпонки для деформационных швов

Изображение и маркировка	Назначение
ТехноНИКОЛЬ ОД-260	Наружная гидрошпонка для герметизации деформационных швов при строительстве заглубленных и подземных сооружений
ТехноНИКОЛЬ ДОМ-320/30-4/30	Наружная гидрошпонка для герметизации деформационных швов при выполнении гидроизоляции с использованием мембран LOGICROOF T-SL.
ТехноНИКОЛЬ ВД-240	Внутренняя гидрошпонка для герметизации деформационных швов при строительстве заглубленных и подземных сооружений
ТехноНИКОЛЬ ДВ-320/20	Внутренняя гидрошпонка для герметизации деформационных швов при строительстве заглубленных и подземных сооружений
ТехноНИКОЛЬ ДЗ-140/30-4/35	Внутренняя гидрошпонка для защиты и герметизации деформационных швов

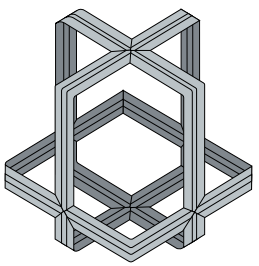


Рис. 246. Замкнутый гидроизоляционный контур из гидрошпонок

Рис. 247. Сложный стыковочный узел гидрошпонок

При проведении работ с гидрошпонками необходимо учитывать, что общая схема гидроизоляции объекта с применением шпонок может быть

очень сложной и содержать стыковочные узлы различных типов шпонок (деформационных и технологических) друг с другом (рис. 246 и 247). При этом категорически запрещается сваривать (стыковать) друг с другом гидрошпонки, выполненные из различных материалов (например, ПВХ и резины). Из-за различия физико-механических характеристик они будут по-разному вести себя в процессе эксплуатации сооружения.

Герметизация деформационных швов с применением герметиков

В силу своих возможностей герметики могут выполнять функции гидроизоляционного элемента только в швах с небольшой величиной зазора (узких швов, до 30 мм) и малых перемещений (<25 %). Известно большое количество герметиков на различной основе (битумные, бутилкаучуковые, полиуретановые, силиконовые и т.д.). Применение того или иного материала осуществляется с учетом нескольких факторов. Помимо относительного удлинения, это условия производства работ на конкретном объекте, условия эксплуатации, конструкция шва, стойкость к УФ-излучению и т.д.

Таблица 62

Виды герметиков для деформационных швов

Вид герметика для заполнения швов	Допустимые значения растяжения/сжатия, % от ширины шва	Примечание
Мастики (полибутилены, полиизобутилены)	3	Неотверждаемые в своей массе
Термопласты: горячего отверждения (битумы)	5	Отверждение при охлаждении
холодного отверждения (резино-битумы, бутилкаучук)	7	Отверждение при испарении растворителя или разрушении эмульсий под воздействием воздуха
Термореактопласты (винилацетаты, полисульфиды, полиуретаны)	25	Химическое отверждение
Силиконы	25÷50	Вулканизация на воздухе

При подборе материала герметика следует исходить из условия, что максимально допустимые деформации герметика при заданном его сечении должны быть больше максимальных перемещений смежных конструкций в деформационном шве.

Работоспособность герметика в шве не зависит от конструкции самого шва (табл. 62). Между тем, огромное влияние на работоспособность (рис. 248) герметика оказывает отношение (коэффициент формы К) глубины заполнения шва к его ширине ($K = D/W$). Когда коэффициент формы в шве для герметика равен или меньше единицы, обеспечиваются наилучшие условия реализации его эластомерных характеристик. И наоборот, чем больше коэффициент формы, тем меньшую величину зазора в шве может обеспечить герметик.

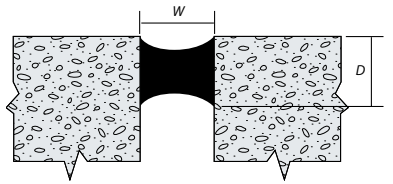


Рис. 248. Схема к расчету коэффициента формы герметика

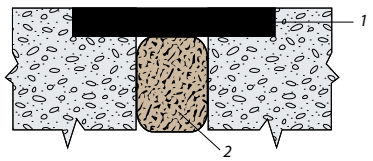


Рис. 249. Т-образный деформационный шов: *1* — герметик; *2* — заполнитель шва

Улучшение условий работы герметиков при уплотнении деформационных швов может быть достигнуто выполнением так называемых Т-образных швов (рис. 249) или обеспечением наиболее целесообразного значения коэффициента формы шва. При выполнении Т-образного шва должно быть обеспечено условие, когда длина деформирующегося элемента, выполненного из герметика, должна быть много больше, чем изолируемый зазор шва. Кроме того, в конструкцию деформационного шва может быть введен дополнительный элемент — антиадгезионная прокладка. Ее назначение — убрать адгезионное сцепление герметика с третьей стороной шва (бетонной подложкой) и (или) материалом заполнителя шва (рис. 250).

В качестве антиадгезионной прокладки можно использовать скотч или полиэтиленовую пленку. Широкое применение для данных целей нашел шнур «Вилатерм» — вспененный полиэтилен, который обеспечивает отсутствие адгезии с герметиком и создает форму шва (рис. 251). При применении горячих мастик необходимо укладывать термостойкий шнур.

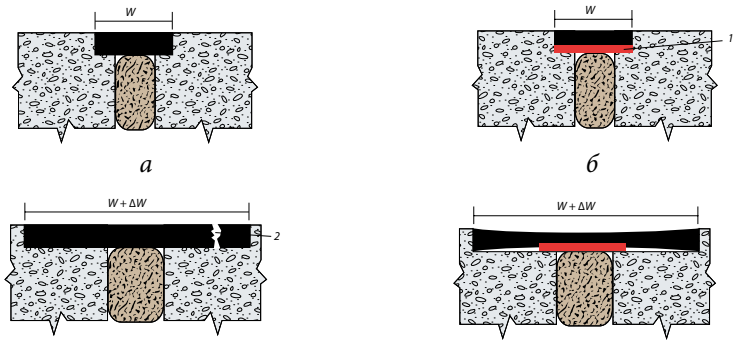


Рис. 250. Применение антиадгезионной прокладки при герметизации швов: *а*, *б* — трехсторонняя адгезия; *в*, *г* — двухсторонняя адгезия; *1* — антиадгезионная прокладка; *2* — разрушение герметика

Для эффективной работы в деформационном шве герметик должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть водонепроницаемым;
- изменять форму и размеры для восприятия деформаций, происходящих в шве;
- обладать хорошими адгезионными свойствами;
- работать без разрушения при положительных и отрицательных температурах.

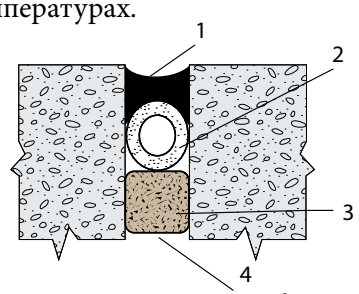


Рис. 251. Конструкция деформационного шва с применением шнура Вилатерм: *1* — герметик; *2* — шнур Вилатерм; *3* — XPS-плиты; *4* — зазор деформационного шва

Герметики можно наносить на бетон только после его выдержки в течение определенного периода времени. Это время устанавливается производителем материала (обычно 28 сут). Пренебрежение данной операцией может привести к созданию дополнительных внутренних напряжений в материале (из-за усадки бетона), что может негативно сказаться на его работе в шве в дальнейшем.

При производстве работ по герметизации швов также необходимо контролировать влажность бетона.

Показатели влажности бетонной смеси, при которых можно производить укладку материала, указываются в техническом листе на материал. Повышенная влажность может сказаться на адгезионных свойствах герметика или привести к его полному отслоению.

Герметизация деформационных швов с применением гидроизоляционных лент

Как уже говорилось выше, наилучшие условия эксплуатации уплотнительных материалов достигаются при коэффициенте формы, стремящемся к нулю ($K = D/W \to 0$). В этом случае реализуются предельные эластомерные свойства герметика. Обеспечить такие условия герметизации деформационных швов можно двумя способами: Т-образной конструкцией шва или уменьшением толщины (D) герметика.

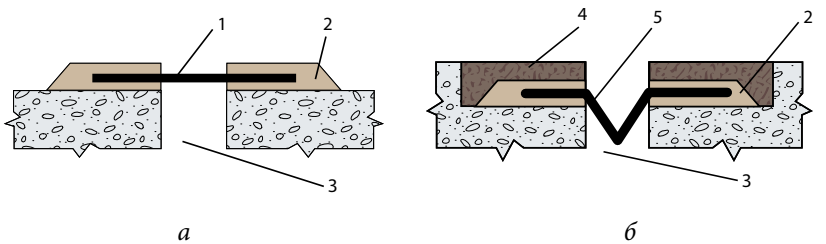


Рис. 252. Герметизация швов гидроизоляционными лентами: *а* — гидроизоляционная лента; *б* — гидроизоляционная лента с компенсатором; *1* — гидроизоляционная лента; *2* — клеевой состав; *3* — зазор деформационного шва; *4* — ремонтный состав; *5* — гидроизоляционная лента с компенсатором

В качестве тонкослойных герметиков обычно применяют тонкослойные гидроизоляционные ленты (рис. 252) на основе ПВХ, которые крепятся к основанию клеевым составом (эпоксидным, полиуретановым, полимерцементным).

При значительных деформациях конструкции гидроизоляционная лента монтируется с компенсатором, что существенно повышает надежность уплотнения деформационного шва. Кроме того, гидроизоляционная лента может быть уложена в подготовленную штрабу, что позволяет сохранить начальный профиль конструкции.

В процессе установки гидроизоляционная лента может быть состыкована с наружной гидроизоляционной мембраной (когда в качестве

гидроизоляционной мембраны применяется ПВХ-мембрана), либо располагаться под контуром гидроизоляционной мембраны. Гидроизоляционные ленты удобно применять в местах сопряжения различных элементов (например, при переходе с горизонтальной на вертикальную поверхность). При этом стоит быть очень внимательным в процессе монтажа ленты, так как в этих местах возможно образование складок ленты.

3.2. Устройство гидроизоляционной мембраны

3.2.1. Подготовка поверхности

к нанесению гидроизоляционных мембран

Подготовка поверхности перед нанесением гидроизоляционных мембран является одной из самых ответственных, а зачастую и самой сложной и трудоемкой технологической операцией. Так как бетон является самым распространенным строительным материалом, то чаще всего подготовке подлежат поверхности из бетона и железобетона, реже из кирпича и натурального камня (известняк, песчаник и т.д.).

Качество подготовки поверхности зависит от применяемого материала в качестве гидроизоляционной мембраны и должно удовлетворять определенным требованиям, которые указываются производителем конкретного материала. Можно выделить основные требования к качеству подготовки бетонных и железобетонных поверхностей:

- отсутствие рыхлых легко отслаивающихся элементов;
- отсутствие трещин (особенно параллельных деформационным швам), сколов и раковин, участков непровибрированного бетона (рис. 253);
- необходимая ровность поверхности;
- прочность бетона на отрыв — не менее 1,5 МПа;
- удаление всех загрязнений и материалов, препятствующих адгезии (грязи, пыли, цементного молочка, опалубочной смазки и т.д.);
- удаление бетона, загрязненного хлоридамином на всю глубину;
- допустимая влажность бетона основания (включая глубинную влажность).

При невыполнении требований по подготовке поверхности качество гидроизоляционной мембраны и всей гидроизоляционной системы будет низким. Способы подготовки бетонной поверхности назначают в зависимости от необходимой ровности поверхности, степени разрушения конструкции, вида и объема повреждений, а также вида материала, предназначенного для выполнения работ по устранению дефектов, и материала для устройства гидроизоляционной мембраны.

а *б* *в*

Рис. 253. Дефекты поверхности бетона: *а* — участки непровибрированного бетона; *б* — вытек бетонной смеси из опалубки; *в* — трещина в бетоне

Различают четыре способа подготовки бетонных поверхностей:

- механический: с использованием перфораторов, отбойных молотков, проволочно-игольчатого пневмоотбойника, кирок, пескоструйных и дробеструйных установок, шлифовальных машин и фрез и т.п;
- гидравлический: с применением водоструйных установок, развивающих давление от 180 до 1200 атм;
- термический: с использованием пропановых или ацетиленово-кислородных горелок;
- химический: с применением соляной или фосфорной кислот.

В некоторых случаях, в зависимости от условий производства подготовительных работ, качества требуемой поверхности и необходимых темпов выполнения, следует использовать комбинированные способы подготовки бетонных поверхностей с последовательной обработкой поверхности двумя из перечисленных выше способов.

Механический способ (рис. 254) обработки бетонных и железобетонных конструкций можно применять во всех случаях, независимо от степени разрушения и применяемых для ремонта материалов, за исключением случаев, когда недопустима запыленность или загрязнение окружающей среды.

а

б

в

г

Рис. 254. Способы подготовки поверхности: *а* — механический; *б* — термический; *в* — гидравлический; *г* — химический

Термический способ используется при небольшой глубине повреждения бетонной поверхности (3÷5 мм), загрязненной смолами, маслами, остатками резины и другим органическими соединениями. За термической обработкой покрытия всегда должна следовать механическая или гидравлическая обработка.

Гидравлический способ можно применять во всех случаях и при любой степени разрушения бетона, за исключением случаев, когда на месте производства работ не допускается изменение влажности окружающей среды. Очистку с использованием водоструйной установки, развивающей давление от 600 атм. и выше, или водопескоструйной применяют, если необходимо удаление ослабленного бетона и продуктов коррозии арматуры. Водоструйную установку, развивающую давление 180÷600 атм., используют, если нужно только очистить поверхность бетона от краски и грязи.

Химический способ используется только там, где механическая обработка невозможна по санитарно-гигиеническим условиям, или в стесненных условиях. Обязательным условием после применения химического способа обработки является обильная промывка бетонных

поверхностей водой. Сильно загрязненные нефтепродуктами, жирами и другими органическими соединениями бетонные поверхности, обладающие достаточной прочностью, подлежат очистке и обезжириванию растворами поверхностно-активных веществ. При выборе способа подготовки бетонной поверхности следует учитывать влияние его на изменение прочности бетона на отрыв (табл. 63).

Таблица 63

Влияние способа подготовки бетонной поверхности на прочность бетона

Наименование способа подготовки бетонной поверхности	Изменение прочности бетона на отрыв, %	
	Снижение (–)	Увеличение (+)
Механический способ		
Вибрационные фрезы	–20	—
Фрезы ударного типа действия (пальчиковые)	–30	—
Отбойные молотки	–25	—
Перфораторы	0	
Пневмозубила, игольчатый или проволочный пистолет	—	+50
Шлифовальная машина	—	+30
Пескоструйная или дробеструйная обработка	–30	—
Гидравлический способ		
Водоструйная обработка	—	+10
Обработка паром	0	
Термический способ	–60	—
Химический способ	0	
Комбинированные способы		
Водопескоструйная обработка	—	+30
Термическая обработка с пескоструйной	—	+20
Термическая обработка с фрезерованием	–20	—

К отбойным молоткам относятся пневматические или с приводом от двигателей внутреннего сгорания молотки с энергией единичного удара не менее 20 Дж. К пневмозубилам, игольчатым или проволочным пистолетам относятся пневматические инструменты с энергией единичного удара не более 5 Дж и частотой более 3000 ударов в минуту. При некоторых видах механической обработки (шлифование, пескоструйная обработка) существует вероятность забивки открытых пор бетона пылью, что может сказаться на дальнейшей адгезии ремонтного состава или гидроизоляционной мембраны. Для устранения этого эффекта рекомендуется обработанную поверхность бетона промыть водой, либо тщательно обеспылить промышленным пылесосом.

При производстве работ с некоторыми материалами (например, мастиками) одним из самых важных этапов является контроль влажности основания. Влажность основания указывается в технических описаниях на конкретный материал. Определение значений влажности бетона чаще всего производят с помощью заводских приборов — влагометров. При работе с данными приборами необходимо учитывать, какую влажность он измеряет, и при необходимости пересчитать/привести к необходимому показателю.

3.2.2. Гидроизоляционные мембраны

Одним из основных элементов гидроизоляционной системы является гидроизоляционная мембрана, которая может выполняться из различных материалов (рис. 255).

Выбор типа гидроизоляционной мембраны зависит от многих факторов. При этом следует учитывать особенности конкретных материалов, которые применяются для создания гидроизоляционной мембраны. В общем случае, к гидроизоляционной мембране предъявляют следующие требования: водонепроницаемость, трещиностойкость, стойкость к низким температурам, химическая стойкость, долговечность, технологичность.

Эти требования связаны со сложными условиями работы мембраны: постоянное или временное воздействие воды, причем зачастую под давлением, отсутствие возможности ремонта, химическое воздействие, механическое воздействие от грунта обратной засыпки, влияние корней растений, подвижки и деформации грунта и конструкций и т.п. Гидроизоляционная мембрана защищает не только внутренние помещения от воды, но и фундамент конструкции от разрушения, поэтому от правильного выбора материала гидроизоляционной мембраны зависит и долговечность сооружения в целом.

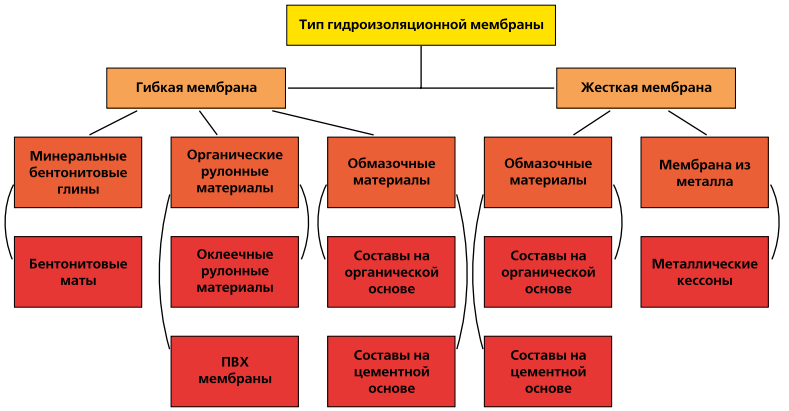


Рис. 255. Типы гидроизоляционных мембран

Оклеенные рулонные органические материалы

Наиболее распространенными материалами для создания гидроизоляционной мембраны являются рулонные органические материалы. Связано это с относительной простотой монтажа и стабильностью технических параметров, заложенных при их изготовлении на заводе. Рулонная гидроизоляция может быть одно- и многослойной. Толщина гидроизоляционной мембраны зависит как от типа применяемого материала, так и от глубины заложения фундамента (табл. 64), при этом считается, что уровень подземных вод находится на отметке уровня земли. На общую толщину покрытия могут влиять и другие факторы, например, химическая агрессия подземных вод. При этом необходимо учитывать следующий момент: чем толще мембрана, тем она надежнее, однако толстослойная мембрана теряет свою эластичность.

Еще один важный аспект. Однослойная мембрана (толщиной 5 мм) удобна в работе и быстрее в укладке. Сложность заключается в герметизации швов. Если гидроизоляционная мембрана многослойна, то каждый последующий слой перекрывает предыдущий со сдвигом, тем самым герметизируя швы предыдущего слоя, что повышает надежность мембраны.

Таблица 64

Зависимость толщины гидроизоляционной мембраны от глубины заложения фундамента

Глубина заложения, м	Общая толщина гидроизоляционного слоя из битумно-полимерных рулонных материалов, не менее, мм
0÷3	1,5÷5
3÷5	5÷8

В однослойной мембране соблюсти герметичность швов непросто, для этого необходимо обладать навыком работы с такими материалами. Исходя из этого, однослойную мембрану не рекомендуется применять при заглублении фундамента более 5 м и высоком уровне подземных вод. Битумно-полимерные рулонные материалы не рекомендуется применять для устройства гидроизоляционной мембраны при возведении конструкций методом «стена в грунте» и в тоннелях закрытого типа.

Самым распространенным типом оклеечных материалов, применяемых для устройства гидроизоляционной мембраны, являются наплавляемые битумно-полимерные материалы с добавкой СБС (стирол-бутадиен-стирол) модификатора. Это позволяет существенно улучшить физико-механические свойства материалов.

Материалы, произведенные на окисленном битуме, или с недостаточным количеством полимера-модификатора, значительно изменяют свои характеристики даже при незначительной химической нагрузке. Наблюдается резкое ухудшение разрывных нагрузок и значительное размягчение битумного вяжущего, что может привести к разрушению гидроизоляционного слоя при незначительных нагрузках, в том числе при изменении давления воды.

Для битумно-полимерных материалов, применяемых для устройства гидроизоляционной мембраны, важным моментом является выбор основы (армирования), на которую нанесено битумно-полимерное вяжущее. Не рекомендуется применять материалы с армированием из стеклоткани и стеклохолста, так как они нестойки к химически агрессивным средам, что снижает долговечность гидроизоляционной мембраны. Оптимальным вариантом является применение в качестве основы полиэстера, который является химически инертным материалом

и по химической стойкости и долговечности превосходит стеклоткань и стеклохолст. Исходя из вышесказанного, для устройства гидроизоляционной мембраны из наплавляемых битумно-полимерных материалов следует применять следующие марки:

- Техноэласт ЭПП — для создания многослойной гидроизоляционной мембраны во всех случаях проведения работ по гидроизоляции;
- Техноэласт МОСТ Б — в качестве однослойной гидроизоляционной мембраны при неглубоком заложении фундамента (до 5 м) и невысоком уровне грунтовых вод (ниже уровня фундамента). Чаще всего — коттеджное малоэтажное строительство. Также его рекомендуется применять в многослойной мембране;
- Техноэласт АЛЬФА — в качестве последнего слоя многослойной мембраны при необходимости защиты фундамента от агрессивного воздействия газов (в частности от радона);
- Техноэласт ГРИН — в качестве последнего слоя многослойной мембраны, при необходимости защиты гидроизоляционной мембраны и фундамента от нежелательного действия корневой системы различных растений;
- Техноэласт БАРЬЕР (БО) — самоклеящийся безосновный материал, который рекомендуется применять в качестве однослойной гидроизоляционной мембраны при неглубоком заложении фундамента (до 3 м) и невысоком уровне грунтовых вод (ниже уровня фундамента). Чаще всего — коттеджное малоэтажное строительство. Физико-механические свойства материалов приведены в 1-й главе.

Перед нанесением рулонных материалов необходимо устранить все острые выступы, углы и т.д., чтобы избежать излома материала или статического продавливания мембраны (например, при засыпке котлована грунтом и в процессе эксплуатации сооружения), для чего необходимо устраивать переходные галтели или выкружки.

В зависимости от ориентации конструкции в пространстве рулонные материалы могут свободно укладываться на основание (горизонтальные поверхности) или наплавляться на подготовленное основание (горизонтальные и вертикальные поверхности). Однако при высокой квалификации производителя работ возможна свободная укладка мембраны с механической фиксацией к основанию и на вертикальные поверхности. При этом следует учитывать, что при укладке материалов с механической фиксацией резко снижается надежность гидроизоляционной мембраны.

Любой мелкий дефект мембраны приведет к ее отказу (вода заполнит все свободное пространство между гидроизоляционной мембраной и конструкцией). При сплошной наклейке материалов мелкий дефект локализуется в зоне появления и не оказывает серьезного воздействия на надежность всей гидроизоляционной мембраны. Поэтому при укладке рулонных материалов с механической фиксацией предъявляются очень жесткие требования к ровности поверхности и защите мембраны. К достоинствам метода свободной укладки материалов с механической фиксацией к основанию можно отнести существенное увеличение скорости монтажа мембраны (примерно в 4÷5 раз) и возможность работы на влажных поверхностях.

Для предотвращения сдвига гидроизоляционной мембраны при свободной укладке материала необходимо обращать внимание на то, что нагрузки, действующие на мембрану при устройстве защитной бетонной стяжки, всегда должны быть направлены перпендикулярно к поверхности мембраны и быть равномерно распределенными.

При наплавлении рулонных битумно-полимерных материалов необходимо обеспечить достаточную адгезию материалов с основанием (0,3÷0,5 МПа). С этой целью поверхность основания бетона должна быть огрунтована битумным праймером. Расход праймера составляет 0,25÷0,35 л/м^2 в зависимости от впитывающей способности основания.

Праймер наносится кистью, щеткой или валиком (рис. 256) на основания с влажностью по массе не более 4 %, а праймер № 04 можно наносить на основания с влажностью по массе до 8 %, так как он является водной эмульсией битума. Тем не менее, наносить рулонные материалы на поверхность с влажностью по массе более 4 % даже с применением битумно-эмульсионного праймера не рекомендуется, если у защищаемой конструкции нет возможности отводить водяные пары через другие грани. В этом случае (при влажности основания по массе более 4 %) рекомендуется свободная укладка материала с механической фиксацией к основанию.

Материалы наплавляются (рис. 257) только после полного высыхания битумного праймера (на приложенном к высохшей грунтовке тампоне не должно оставаться следов битума). Время высыхания праймера зависит от его марки и климатических условий во время проведения работ. При выполнении работ по нанесению грунтовочного состава не допускаются одновременно работы по наплавлению гидроизоляционного покрытия и другие работы с применением открытого пламени (например, газовая или электросварка).

Рис. 256. Нанесение праймера

Рис. 257. Наплавление битумно-полимерных рулонных материалов

Смежные полотна наклеивают с краевым нахлестом не менее 100 мм и не менее 150 мм в торцевом (рис. 258). Для однослойных материалов краевой нахлест должен быть не менее 120 мм. Одним из признаков герметичности шва является вытекание битумной массы из-под боковой кромки материала сплошным валиком, примерно на 5÷10 мм (рис. 259). Аналогично наклеивают вторую часть рулона.

Рис. 258. Правильный вытек битумного вяжущего из-под боковой кромки материала

Наплавленные рулоны не должны иметь складок, морщин и волн. Для недопущения указанных дефектов полотнища прикатывают мягкими щетками или валиками, движения которых должны быть от оси рулона по диагонали к его краям, пока подложка размягчена (рис. 260). Особенно тщательно прикатывают нахлесты (рис. 261).

При свободной укладке материалов рулоны механически крепятся к основанию и свариваются между собой только по зоне нахлеста. В этом случае краевой нахлест материалов составляет не менее 120 мм, торцевой — 150 мм. Места нахлестов должны быть герметично сварены с обязательным вытеканием битумной массы из-под боковой кромки материала примерно на 5÷10 мм и для надежности прикатаны валиком.

При укладке гидроизоляционной мембраны на вертикальных и наклонных конструкциях свободно, рекомендуется крепить мембрану

к поверхности конструкции тарельчатыми держателями диаметром 50 мм и не рекомендуется крепить крепежными рейками.

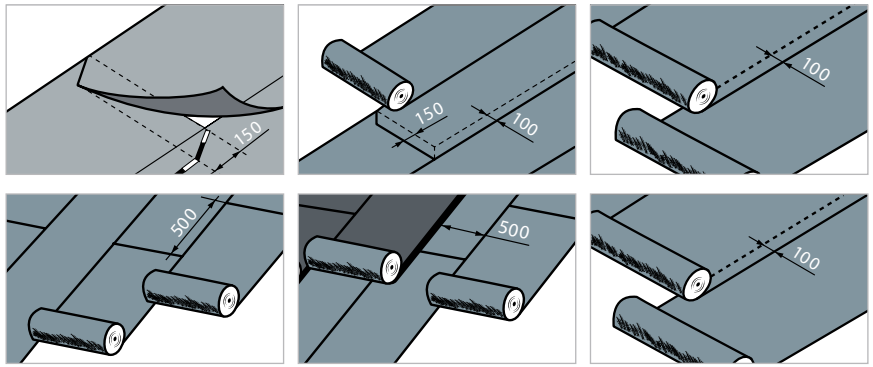


Рис. 259. Боковые и краевые нахлесты битумно-полимерного рулонного материала

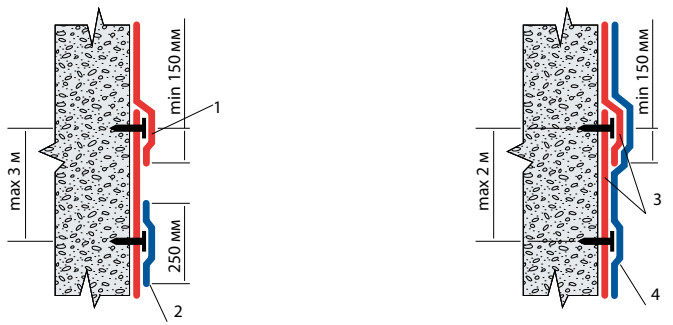
Рис. 260. Прикатка рулона роликами

Рис. 261. Прикатка нахлестов рулонных материалов

Шаг крепления мембраны по высоте составляет не более 3 м при устройстве однослойной мембраны (рис. 262) и не более 2 м при устройстве многослойной мембраны, с обязательным креплением края рулона. Крепежный элемент после фиксации перекрывается нахлестом рулона следующего слоя шириной минимум 150 мм или бандажом (при однослойной мембране) шириной 250 мм. Бандаж изготавливается из отрезка рулона материала, из которого выполняется гидроизоляционная мембрана.

Самоклеящийся материал Техноэласт БАРЬЕР (БО) наносится на тщательно просушенное (влажность по массе не более 4 %) и прогрунтованное основание. Направление укладки — снизу вверх, постепенно

разматывая рулон и приглаживая материал с помощью щетки или валика. Материал наносится с краевым нахлестом 80÷100 мм и торцевым нахлестом 150 мм. Места нахлестов дополнительно прокатываются тяжелым роликом, удаляя воздух из зоны нахлеста.



а *б*

Рис. 262. Шаг механического крепления при устройстве мембран: *а* — однослойной мембраны; *б* — многослойной мембраны; *1* — мембрана; *2* — бандаж; *3* — мембрана 1-й слой; *4* — мембрана 2-й слой

Гидроизоляционная мембрана заводится на отметку выше уровня отметки земли на высоту 0,3÷0,5 м. Верхний край рулона закрепляется к цокольной конструкции сооружения профилированной металлической краевой рейкой механически, независимо от способа укладки материала (наплавлением, механически или по самоклеящейся технологии). Мембрана защищается утеплителем (XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON) или внешним защитным отделочным покрытием для предотвращения механического повреждения мембраны при обратной засыпке котлована и для защиты от УФ-излучения, если время между устройством мембраны и засыпкой котлована больше 7 сут. Соединение горизонтальной и вертикальной гидроизоляционной мембраны

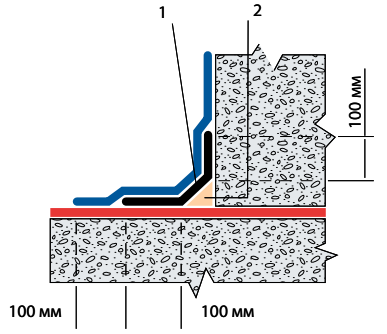


Рис. 263. Соединение горизонтальной и вертикальной гидроизоляционной мембраны: *1* — полоса усиления; *2* — переходная галтель

выполняют с обязательным усилением шва дополнительной полосой гидроизоляционного материала шириной не менее 300 мм (рис. 263).

Слои гидроизоляционной мембраны из битумно-полимерных наплавляемых материалов укладываются огневым способом с использованием открытого пламени. Для укладки требуется ручная газовая горелка, подсоединенная при помощи кислородного шланга к газовому баллону. Кислородный шланг подсоединяется к газовому баллону через специальное переходное устройство — газовый редуктор. Работы по укладке наплавляемых материалов должны выполняться с соблюдением норм требований безопасности и охраны труда.

Рулонные полимерные материалы

Принципиальное отличие гидроизоляционной мембраны, выполненной из полимерных материалов, и мембраной из битумно-полимерных материалов заключается в отсутствии сплошной приклейки к основанию. Во многом принцип действия полимерных материалов похож на принцип свободной укладки с механическим креплением рулонных битумно-полимерных мембран.

Если при повреждении битумной мембраны со сплошным наплавлением вода, столкнувшись с бетоном в месте повреждения, дальше скорее всего не пройдет, то при повреждении полимерной мембраны вода проходит за нее и распространяется между бетоном и гидроизоляцией, ища слабое место в бетоне. С другой стороны, полимерная мембрана не приклеена к бетону, следовательно, она меньше зависит от деформаций всей конструкции и ее отдельных частей, а также ее можно монтировать на влажном основании.

Полимерная мембрана производится толщиной от 1,5 до 2,0 мм и укладывается в один слой (реже в два слоя), что позволяет в полной мере реализовать эластомерные свойства материала. Размеры рулона (20 × 2 м) позволяют существенно сократить количество сварных швов в мембране и увеличить скорость монтажа.

Еще одна особенность полимерных мембран заключается в том, что монтаж осуществляется безогневым способом, а сварка швов происходит при помощи горячего воздуха автоматическим специализированным оборудованием. При этом прочность сварного шва получается выше, чем прочность самого материала.

Помимо этого, полимерные мембраны обладают следующими преимуществами: не требуют тщательного выравнивания основания, обладают практически нулевым водопоглощением, высокой устойчивостью к старению, гниению и прорастанию корней.

Толщины гидроизоляционной мембраны зависят от глубины заложения фундамента. Так, при глубине заложения 0÷10 м, достаточная толщина мембраны составляет 1,5 мм, а при глубине заложения 10÷20 м толщина гидроизоляционного слоя из ПВХ мембраны LOGICROOF T-SL должна быть не менее 2 мм. Определяются необходимые длины рулонов, места и направления их стыковки.

Необходимо предотвращать контакт со всеми материалами, содержащими битум, жир, деготь, масла, растворители, а также исключать прямой контакт с полимерными материалами из пенополистирола, полиизоцианата, фенолсодержащих пен, которые могут сильно повлиять на свойства материала. Это достигается путем применения подкладочных слоев (снизу и/или сверху материала в зависимости от конструкции), например из иглопробивного термообработанного геотекстиля.

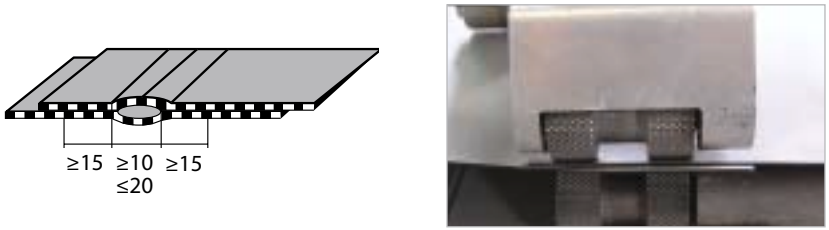
Рис. 264. Укладка геотекстиля

Рис. 265. Сварка геотекстиля

На горизонтальное основание материал укладывается по следующей технологии. На подготовленное основание свободно укладывается подкладочный слой из иглопробивного термообработанного геотекстиля развесом 300÷500 г/м^2. Геотекстиль обеспечивает защиту мембраны от возможных повреждений и снижает нагрузки от давления (рис. 264). Нахлесты полотнищ геотекстиля свариваются между собой горячим воздухом и должны составлять не менее 150 мм (рис. 265).

Поверх геотекстиля свободно укладывается ПВХ мембрана LOGICROOF T-SL. Нахлесты полотнищ мембраны должны составлять не менее 100 мм и свариваются между собой горячим воздухом при по-

мощи специального автоматического или ручного (в труднодоступных местах) сварочного оборудования. Сварка происходит с образованием двойного шва и центральным воздушным каналом (проверочным каналом), который позволяет контролировать герметичность сварки. Ширина каждого из сварных швов должна быть не менее 15 мм. Ширина воздушного канала — не более 20 мм (рис. 266).



а *б*

Рис. 266. Сварка с образованием двойного шва и проверочным каналом: *а* — схема сварки; *б* — процесс сварки

Рис. 267. Крепление ПВХ мембраны к рондели

Рис. 268. Шаг установки элементов крепления

На вертикальных конструкциях ПВХ мембрана крепится путем точечной приварки горячим воздухом к металлическим элементам с ПВХ покрытием или ПВХ ронделям, механически закрепленным к основанию через подкладочный слой (рис. 267). Также возможно крепление ПВХ мембраны к фрагментам ПВХ мембраны, закрепленным механически к гидроизолируемой поверхности. ПВХ рондели устанавливаются с шагом 1,0÷1,5 м по горизонтали и 2,0÷2,5 м по вертикали (рис. 268), составлением припуска по вертикали не менее 200 мм, под состыковку со следующим листом мембраны. Вертикальный ряд ронделей рекомендуется располагать как можно ближе к центру рулона. Мембрана обратной стороной при помощи горячего воздуха приваривается к ПВХ ронделю.

По уложенной ПВХ мембране LOGICROOF T-SL устраивается защитный слой из термоскрепленного геотекстиля развесом не менее 500 г/м^2. Нахлесты полотнищ материала должны составлять не менее 150 мм и свариваются между собой горячим воздухом. На вертикальную поверхность геотекстиль точечно приклеивается к мембране клеевым составом, например, контактным клеем на основе полиуретана.

Поверх защитного слоя укладывается полиэтиленовая пленка толщиной 200÷300 мкм. Нахлесты полотен полиэтиленовой пленки должны составлять не менее 100 мм и склеиваться между собой двухсторонним скотчем. Полиэтиленовая пленка используется в качестве скользящего слоя между геотекстилем и бетоном защитного слоя. Она также предотвращает пропитывание геотекстиля продуктами гидратации цемента. На вертикальную поверхность полиэтиленовая пленка крепится к геотекстилю с помощью двухстороннего скотча.

Контроль качества при помощи манометра производится следующим образом. В проверочный канал (между зонами сварки) вводится игла, которая подключена к насосу с манометром. Место прокола выбирается так, чтобы оно перекрывалось зоной сварки последующих рулонов. Если давление воздуха в течение 20 мин не падает больше, чем на 20 %, то сварной шов считается герметичным. При большем падении давления определяется зона некачественного шва (с применением мыльного раствора) и производится сварка данного места ручным способом или установка заплатки.

Мастичные (обмазочные) материалы на органической основе

Мастичные материалы на органической основе (мастики) — один из самых распространенных видов материалов для создания гидроизоляционной мембраны. Это связано с простотой их нанесения, отсутствием швов и высокой производительностью труда. Когда подлежащая гидроизоляции поверхность сложной конфигурации, с большим количеством переходов и примыканий, то следует выполнять гидроизоляционную мембрану из мастичных материалов. Применение рулонных материалов и ПВХ мембран в подобном случае чрезвычайно сложно и поэтому нецелесообразно.

Мастики также незаменимы при антикоррозионной защите заглубляемых элементов конструкций, к которым не предъявляются ника-

кие специальные требования по гидроизоляции (например, опоры мостов, подпорные стенки и т.д.).

Одно из основных преимуществ мастик состоит в том, что они без применения других материалов и технологий способны обеспечивать бесшовную мембрану в местах сложных сопряжений: сопряжений с трубными проходками, сопряжений различного типа материалов (например, металл — бетон), сопряжений стен с поломи т.д. В случае сильных деформаций гидроизоляционная мастичная мембрана усиливается армирующим материалом (стеклотканью или стеклохолстом).

Обычно мастики изготавливаются на основе битумов, полиуретанов, каучуков, эпоксидных смол и т.д. Мастики чаще всего имеют низкую вязкость, что позволяет наносить их на подготовленную поверхность как механизированным способом, так и вручную. Мастики бывают холодного и горячего (в основном битумные) применения, одно- и двухкомпонентные, а также подразделяются на жесткие и гибкие. Гибкие гидроизоляционные мембраны обладают высокой эластичностью, которая доходит до 1100÷1200 %, что дает возможность перекрывать возможные трещины в основании с раскрытием до 1,5 мм. Жесткие гидроизоляционные мембраны обладают повышенной химической стойкостью и применяются в основном для создания гидроизоляционной мембраны с повышенными требованиями к химической стойкости.

Мастики холодного применения подвержены усадке, которая связана с испарением растворителя из материала при твердении. Поэтому в техническом описании на каждую мастику указывается такой показатель как «массовая доля нелетучих веществ» (или сухой остаток), который указывается в процентах. Например, массовая доля нелетучих веществ мастики № 21÷50 %, и это означает, что в 1 кг материала находится 0,5 кг мастики и 0,5 кг растворителя, и если нанести на поверхность 1 кг мастики, после высыхания останется 0,5 кг гидроизоляционной мембраны.

Главными технологическими особенностям при работе с мастиками являются:

- контроль влажности основания;
- контроль проектной толщины каждого слоя гидроизоляционной мембраны, как мокрой, так и сухой пленки;
- контроль времени межслойных интервалов.

Контроль толщины мокрой пленки производится гребенкой или диском, толщину сухой пленки измеряют универсальными толщиномерами.

Если нанести слой мастики большей толщины, чем указано в техническом листе на матриал, то растворитель не сможет эффективно испаряться из покрытия, что может привести к внутренним напряжениям в материале и, как следствие, разрыву покрытия, а также к отсутствию должной адгезии гидроизоляционной мастичной мембраны к основанию. То же самое произойдет, если нанести последующий слой мастики по невысохшему предыдущему слою. Время высыхания материала зависит от температуры и влажности (как окружающего воздуха, так и основания) и указывается в техническом листе на материал.

Мастики могут наноситься на подготовленные вертикальные и горизонтальные поверхности и только со стороны положительного давления воды. Обязательным и очень важным является контроль влажности основания. Увеличенная влажность основания приводит к образованию вздутий покрытия, резкому уменьшению адгезионных свойств и, как следствие, отслоению мембраны от защищаемой поверхности. Мастики можно наносить на бетонное основание только после завершения активных усадочных процессов в нем и при обеспечении необходимой влажности основания.

При обратной засыпке котлована для гидроизоляционных мембран, выполненных из мастик, необходимо устраивать защитное покрытие (стяжки, стенки). Исключение могут составить жесткие гидроизоляционные мембраны, что указывается производителем конкретного материала. Мембрана защищается утеплителем (XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON) или внешним защитным отделочным покрытием, которое также защищает мембрану от УФ-излучения, если время между устройством мембраны и засыпкой котлована больше семи суток.

Гидроизоляционные мастики выпускаются холодного и горячего применения, на растворителях и водоэмульсионные, для ручного и машинного нанесения.

Мастика холодного применения № 21 представляет собой полностью готовый к применению материал, состоящий из нефтяного битума, модифицированного искусственным каучуком, минеральных наполнителей и органического растворителя. Данную мастику можно использовать при обмазочной гидроизоляции как бетонных, так и металлических элементов строительных конструкций, заглубляемых в землю.

Мастика холодного применения № 24 представляет собой полностью готовый к применению материал на основе нефтяного битума, содержащий технологические добавки, минеральные наполнители и растворитель. Данная мастика не содержит полимера, поэтому она не имеет относительного удлинения (относится к жестким гидроизоляционным мембранам) и не используется при работе с металлом.

Мастика эмульсионная № 31 относится к мастикам холодного применения и представляет собой готовый к применению материал, состоящий из водной эмульсии нефтяного битума, модифицированного искусственным каучуком, технологических добавок и наполнителей. Не содержит растворителей. Благодаря водной основе материал можно наносить на влажные (до 8 % по массе), но не мокрые основания.

Мастика эмульсионная № 33 относится к мастикам холодного применения и представляет собой готовый к применению материал, состоящий из водной эмульсии нефтяного битума, модифицированного латексом. Не содержит растворителей, поэтому ее можно наносить на влажные (до 8 % по массе), но не мокрые основания. Благодаря двухканальному вулканизированному способу нанесения данную мастику можно наносить на подготовленную поверхность увеличенной толщиной (до 10 мм) в один слой.

Рис. 269. Двухканальная установка нанесения гидроизоляции

Рис. 270. Разогрев мастики

В комплекте поставляется хлористый кальций ($CaCl_2$), который перед нанесением растворяется в 25 л воды. Для нанесения мастики используют двухканальное смешивающее дозирующее устройство (установка RX-27 (рис. 269) или аналоги). Применение установки обеспечивает полный технологический цикл работ: подачу и нанесение на поверхность с использованием двухканального распыляющего пистолета, а также существенно увеличивает производительность — до 1000 м^2 за смену.

Мастика № 41 относится к мастикам горячего применения и изготавливается из битумов, модифицированных полимерами, и минерального наполнителя. Перед нанесением мастика предварительно разогревается до температуры 160÷180 °С в специальной битумоплавильной установке (рис. 270). Запрещено нагревать мастику свыше 200 °С. Из-за отсутствия растворителей данную мастику можно наносить на подготовленную поверхность увеличенной толщиной (до 10 мм) в один слой.

При устройстве гидроизоляционной мембраны из мастичных материалов следует руководствоваться правилом: минимальное количество слоев гидроизоляционной мембраны ≥ 2. Общая толщина гидроизоляционной мембраны, выполненной из мастик, зависит от глубины заложения фундамента.

Перед нанесением мастик необходимо сгладить все острые выступы и сделать выкружки (галтели), чтобы не произошло разрушение мембраны при засыпке котлована грунтом и в процессе эксплуатации сооружения. Особое внимание уделить местам стыка опалубочных листов, там часто образуются «гребешки», которые необходимо удалить.

Рис. 271. Перемешивание мастики с помощью низкооборотной дрели

Для обеспечения необходимой адгезии мастики к бетонному основанию поверхность должна быть огрунтована битумным праймером, например № 01, № 03, № 04. Расход праймера составляет 0,25÷0,35 л/м^2 в зависимости от впитывающей способности основания. Физико-механические характеристики используемых битумных праймеров и технология их нанесения были описаны в пункте, посвященном оклеечным рулон-

Рис. 272. Нанесение мастики

ным материалам. Перед нанесением мастики на огрунтованное основание ее необходимо тщательно перемешать до однородного состояния, для чего используется низкооборотная дрель (~600 об/мин) с насадкой (рис. 271), и нанести на поверхность (рис. 272).

Приемку каждого слоя гидроизоляционной мембраны и мест усиления производят до устройства последующего слоя или защитного покрытия. При этом проверяют качество выполненных конструктивных элементов гидроизоляционной мембраны и толщину слоя. Обнаруженные дефекты в каждом слое должны быть устранены. Недостаточная толщина слоя мембраны устраняется путем дополнительного нанесения мастики. Участки мембраны с недостаточной адгезией к основанию вырезаются, и на место дефекта наносится новый слой мастики.

Обмазочные и штукатурные материалы на минеральной (цементной) основе

Обмазочные материалы на минеральной основе получили достаточно широкое распространение. Это связано с тем, что материалы данного вида можно наносить на влажные (но не мокрые) основания, поэтому отпадает необходимость в тщательном просушивании поверхности, а подготовка основания для укладки материалов может вестись с применением водоструйных установок (одного из самых эффективных способов подготовки поверхности).

Гидроизоляционные мембраны на минеральной основе эффективно работают как при положительном, так и отрицательном давлении воды. Такие материалы обладают высокой паропроницаемостью и из-за схожести физикомеханических характеристик работают с основанием как единое целое. Обычно данные материалы состоят из портландцемента, фракционированного песка и комплекса различного рода добавок, которые придают материалу необходимые свойства (адгезию, водонепроницаемость, прочность и т.д.). Материалы на цементной основе подразделяются на жесткие (штукатурные составы) и гибкие (гибкие цементные мембраны).

Материалы на минеральной основе наносятся в 2÷3 слоя (толщина одного слоя у таких материалов обычно составляет 1,5÷5,0 мм), в зависимости от свойств конкретного материала и условий эксплуатации объекта. Материалы наносятся кистями, валиками, специальными распылителями

штукатурных составов (рис. 273 и 274). Время выдержки между слоями зависит от многих факторов (погодных условий, свойств конкретного материала и т.д.) и может находиться в интервале от 6 до 24 ч и более.

Рис. 273. Нанесение гидроизоляционного штукатурного покрытия

Рис. 274. Нанесение гибкой цементной мембраны кистью

При работе с жесткими гидроизоляционными мембранами следует учитывать возможность образования холодных швов (в идеале, желательно их совсем избежать, организовав процесс нанесения соответствующим образом). В случае появления холодных швов необходимо зону шва перекрыть последующим слоем на ширину не менее 1 м (рис. 275).

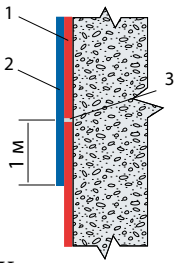


Рис. 275. Холодные швы в штукатурном покрытии: *1* — первый слой; *2* — второй слой; *3* — холодный шов

Гибкие цементные мембраны (ГЦМ) в основной своей массе — двухкомпонентные материалы (сухая смесь и акриловая эмульсия). Гидроизоляционная мембрана, выполненная из ГЦМ (рис. 276), обладает эластичными свойствами, что позволяет ей перекрывать трещины в основании с раскрытием до 0,5 мм, а при армировании ГЦМ щелочестойкой сеткой — до 1,5 мм. Армированию подлежат места стыков, переходов, примыканий и т.д., для чего предварительно сглаживаются все острые углы.

Рис. 276. Гибкая цементная мембрана

Металлические мембраны

Металл — самый известный материал, который полностью не пропускает воду и пар. Гидроизоляционные мембраны из металла применяются в случаях:

- большого гидростатического напора воды (больше 20 м);
- при жестких требованиях к низкой влажности внутренних помещений (архивы, сейфовые хранилища и т.д.);
- при гидроизоляции конструкций, подверженных воздействию высоких температур (более 80 °С).

Рис. 277. Металлическая гидроизоляционная мембрана

Рис. 278. Противокоррозионная защита металлической мембраны

Металлическая гидроизоляционная мембрана (рис. 277) (металлическая гидроизоляция) выполняется из стальных листов толщиной обычно 2÷6 мм, в некоторых случаях больше, усиливаемых ребрами жесткости. Она может размещаться как со стороны положительного, так и со стороны отрицательного давления воды. Чаще всего их располагают с внутренней стороны сооружения, и в этом случае она служит несъемной опалубкой для проведения бетонных работ. Поэтому все элементы металлической мембраны рассчитывают на прочность с учетом гидростатического давления подземных вод и свежеуложенного бетона. Также металлическая мембрана может крепиться к специально установленным закладным элементам уже после бетонирования конструкций (этот способ не получил широкого распространения).

При этом следует учитывать, что металлическая мембрана должна плотно прилегать к изолируемой конструкции. Этого добиваются путем нагнетания за мембрану специальных тампонажных растворов (чаще всего на основе цемента).

Нагнетание тампонажных растворов производят через заранее устроенные в металлических листах патрубки под давлением от 0,05 до 0,3 МПа в зависимости от типа материала. По окончании тампонажных работ патрубки заваривают. При проектировании металлической гидроизоляционной мембраны следует предъявлять очень жесткие требования к противокоррозионной защите всех металлических элементов (рис. 278).

Кислород, присутствующий в грунте, вода, большое количество солей, антиобледенители на дорогах — все это способствует активной коррозии металлической мембраны. Исходя из этого, при проектировании металлической мембраны должны учитываться следующие положения. Все металлические конструкции мембраны (анкера, металлические листы, ребра жесткости и т.д.) должны быть качественно защищены. Возможно применение цинконаполненных грунтов. Запрещено крепить анкера к арматурному каркасу. Не применять металлическую мембрану без теплоизоляционной защиты.

Соединение листов между собой производится сваркой. Сварку листов рекомендуется выполнять внахлестку. Вертикальные стыки листов на стенах следует располагать вразбежку не ближе 500 мм один от другого. Особое значение следует придавать местам сопряжения с различными видами трубных проходок.

Устройство металлической мембраны очень дорого, технология монтажа сложная и трудоемкая: раскройка листов и монтаж мембраны, установка дополнительных профилей для жесткости, нанесение защитных покрытий, сварка и проверка сварных швов, нагнетание за мембрану тампонажных растворов и т.д.

При монтаже металлической мембраны необходимо тщательно и без пропусков контролировать качество всех сварных швов листовых элементов мембраны инструментальными или другими методами. Сварные швы должны обеспечивать минимальные температурно-усадочные напряжения, чтобы избежать коробления мембраны.

Преграды на основе глины

Природная глина (рис. 279) используется для гидроизоляции строительных конструкций очень давно. Глина состоит из очень мелких частиц слоистой (чешуйчатой) формы размером меньше 0,0001 мм, очень похожих на структуру слюды. При соприкосновении с водой глина

образует пластичное тесто, способное принимать и сохранять любую заданную ему форму. Благодаря чешуйчатому строению глина способна впитывать и удерживать воду, увеличиваясь при этом в объеме до 2 раз и более. Это свойство глины и глинистых грунтов используют при устройстве глиняных замков.

Рис. 279. Природная глина

Рис. 280. Устройство глиняного замка

Глиняный замок — тщательно утрамбованные слои (толщиной 200÷300 мм) жирной пластичной глины, которая содержит в своем составе не более 15 % песка. Чтобы улучшить пластические свойства материала, из которого впоследствии будут изготовлены надежные замки, его замачивают и дают вылежаться как можно дольше. При этом важно, чтобы глина не пересохла. Этого можно добиться, заготовив глину еще осенью и оставив лежать на открытом воздухе всю зиму. Глина постепенно замораживается, мокнет, а это в свою очередь способствует проникновению воды по межслоевым пространствам во все частицы материала и придает ему однородность и пластичность.

Нередко, чтобы улучшить качество глины, которая будет использована при изготовлении глиняных замков, в нее добавляют около 20 % извести. Раньше для улучшения качества глины в нее добавляли навозную жижу, сыворотку, кровь животных.

Часто глиняный замок изготавливают в переставной опалубке или непосредственно в котловане (рис. 280). Для того чтобы изготовить надежный глиняный замок, следует брать глину естественной влажности — материал не должен быть пересушен или отличаться излишним содержанием влаги. В этом случае трамбовать глину достаточно просто.

Устройство глиняного замка довольно трудоемкий процесс с большим расходом материала, поэтому в настоящее время практически не применяется. На смену ему пришли материалы из бентонитовых глин, которые более технологичны, но при этом обладают всеми достоинствами глин.

При гидроизоляции строительных конструкций обычно используются бентонитовые пасты, бентонитовые маты (рис. 281) и бентонитовые шнуры (рис. 282). Реже в виде сухой смеси, которая наносится распылением.

Рис. 281. Бентонитовый мат

Рис. 282. Бентонитовый шнур

Бентонитовые маты состоят из гранул бентонитовых глин, расположенных между двумя слоями геотекстиля, соединенных между собой иглопробивным способом. Бентонитовые маты способны воспринимать растягивающие напряжения (удлинение при разрыве до 75 %). Бентонитовые маты укладываются внахлест (150 мм) на предварительно подготовленную поверхность. Зоны стыка дополнительно промазываются бентонитовой пастой. На вертикальные поверхности маты крепятся к основанию механически, например, пристрелкой дюбелями со специальными шайбами. Различного рода сопряжения (например, трубные проходки) также промазываются бентонитовой пастой. Бентонитовые материалы можно укладывать только на прочную поверхность при полном отсутствии влаги.

Благодаря способности разбухать при соприкосновении с водой (увеличение в объеме бентонита при гидратации до 12÷16 раз) бентонитовые материалы способны к самозалечиванию, т.е. к ликвидированию трещин в основании, небольших механических повреждений и т.п. К достоинствам также относится простота нанесения материалов, возможность производства работ при температуре до –30 °С, очень низкий коэффициент фильтрации ($1 \div 7 \cdot 10^{-6}$ м/сут), хорошее сочетание различных бентонитовых гидроизоляционных материалов с бетоном. К недостаткам относятся необходимость защиты от действия влаги при

укладке (дождь, снег, изморось и т.п.) с целью предотвращения преждевременной гидратации — полная защита от влаги, необходимость пригрузки гидроизоляционного слоя (не менее 50 мм бетона стяжки или прижимная стенка, так как материал работает только в ограниченном, зажатом пространстве). К недостаткам также относятся нестойкость материала к хлоридам и сульфатам, способность размываться потоками воды, относительная дороговизна материала, необходимость применения грузоподъемных механизмов при укладке материала (рулон 5 × 40 м весит от 950 до 1330 кг в зависимости от марки материала).

3.3. Защита гидроизоляционной мембраны

3.3.1. Защита от механических повреждений

Одну из самых больших опасностей для гибкой гидроизоляционной мембраны представляет период от выполнения работ нулевого цикла до выполнения обратной засыпки пазух котлована, так как в этот период мембрана не защищена от воздействий механических повреждений (рис. 283), собственного веса, ультрафиолетового излучения.

Рис. 283. Механическое повреждение мембраны

Рис. 284. Обратная засыпка котлована смерзшимся грунтом

Рис. 285. Устройство защитной стенки из кирпича

При выполнении обратной засыпки грунтом очень велик риск повреждения гидроизоляционной мембраны механизмами, крупными (или смерзшимися) включениями, строительным мусором (рис. 284). При дальнейшей эксплуатации здания есть опасность осадки грунта обратной засыпки, прорастания корней деревьев сквозь гидроизоляцию. Для предотвращения нежелательных процессов разрушения мембраны используют различные методы ее защиты. Обычно для защиты гидроизоляционной мембраны применяют следующие способы:

- защита плоским шифером толщиной 8 м;
- защита кирпичной стенкой толщиной в полкирпича (рис. 258);
- защита монолитной бетонной тонкой стенкой, набетонкой.

Эти способы являются очень материало- и трудоемкими. Альтернатива им — защита гидроизоляции профилированными мембранами PLANTER standard (рис. 286) и PLANTER eco.

Рис. 286. Защита гидроизоляции профилированной мембраной PLANTER standard

Материалы PLANTER изготавливаются из полиэтилена высокой плотности с отформованными шипами высотой 8 мм. Эти рулонные материалы предотвращают возможные повреждения гидроизоляционной мембраны при обратной засыпке котлована и дополнительно защищают конструкцию фундамента от негативных внешних воздействий. Укладка материала осуществляется шипами к стене, что позволяет создать дополнительный, страховочный зазор 8 мм между грунтом и гидроизоляцией, равный высоте шипа мембраны.

На вертикальных поверхностях мембрана PLANTER закрепляется механически выше уровня гидроизоляционной мембраны на 200÷300 мм при помощи дюбелей по верхней кромке мембраны, и закрываются краевым профилем PLANTER profile. Шаг установки дюбелей должен быть не менее 200 мм.

Все локальные нагрузки, возникающие в грунте, равномерно распределяются по гладкой стороне профилированной мембраны PLANTER. Мембрана способна воспринять на сжатие до 28 т/м^2 — это позволяет эффективно использовать ее до глубины ~ 15 м. Кроме механической защиты PLANTER защищает гидроизоляционную мембрану от воздействия УФ-излучения при долговременном строительстве, от воздействия химической агрессии, от прорастания корней.

3.3.2. Замена бетонной подготовки

При строительстве любого сооружения необходимо устройство по грунтовому основанию котлована бетонной подготовки. Обычно она выполняется из низкомарочного бетона (класса В 7,5) по уплотненному щебеночному или песчаному выравнивающему слою, с целью получения ровной жесткой поверхности, по которой будут проводиться последующие арматурные и опалубочные работы.

При низком уровне подземных вод (ниже дна котлована) отдельно стоящие подземные конструкции (фундаменты опор, каркасов зданий и т.п.), железобетонные полы, мелкозаглубленные фундаменты, небольшие монолитные железобетонные лотки, коллекторы и т.д. необходимо защитить только от капиллярной влаги. В этом случае можно отказаться от применения бетонной подготовки, а вместо нее использовать профилированную мембрану PLANTER standard (рис. 287 и 288).

Рис. 287. Принципиальная схема замены бетонной подготовки

Рис. 288. Развязка арматурного каркаса по профилированной мембране

Рис. 289. Стыковка рулонов профилированной мембраны

Технология работ при замене бетонной подготовки на мембрану PLANTER standard в общем случае выглядит следующим образом:

• произвести откопку котлована на необходимую глубину, удаляя грунты, подверженные морозному пучению;

• выполнить хорошо уплотненную песчаную выравнивающую подготовку толщиной не менее 50 мм, позволяющей шипам мембраны зафиксироваться;

• уложить профилированную мембрану PLANTER standard шипами вниз. Швы между рулонами, уложенными внахлест, тщательно проклеивают;

• произвести арматурные и опалубочные работы, забетонировать конструкцию.

При сборке элементов мембраны листы соединяются между собой по длине и ширине внахлест с перекрытием не менее четырех рядов шипов (выступов). Для соединения листов места их стыка необходимо промазать клеящей мастикой либо самоклеящейся лентой (Техноэласт БАРЬЕР (БО) мини или Никобенд). Торцевые рулоны профилированной мембраны крепятся между собой вразбежку с минимальным расстоянием 500 мм (рис. 289).

При производстве работ по замене бетонной подготовки с применением профилированной мембраны необходимо учесть следующие факторы:

• арматуру нельзя сваривать, ее нужно только вязать;

• арматурные каркасы необходимо устанавливать на пластиковые закладные элементы;

• нижний защитный слой бетона до нижней арматуры должен быть не менее 25 мм.

Применение профилированных мембран создает оптимальные условия для твердения бетона, так как жидкая составляющая бетонной смеси не уходит в грунт. Шипованная поверхность мембраны придает ей необходимую жесткость, что позволяет укладывать непосредственно на нее арматурный каркас, устанавливать опалубку и бетонировать (рис. 290÷293).

Рис. 290. Укладка профилированной мембраны по песчаной подготовке

Рис. 291. Стык профилированной мембраны со стеной

Рис. 292. Вязка арматурного каркаса

Рис. 293. Бетонирование фундаментной плиты

Эта технология позволяет защитить монолитные железобетонные конструкции и сооружения от капиллярной влаги, обеспечить высокие темпы производства работ (2000÷3000 м^2/смена), сократить период времени для устройства подготовки, существенно снизить трудоемкость работ.

3.3.3. Теплоизоляционная защита

Теплоизоляция заглубленных частей сооружений является составной частью гидроизоляционной системы и защищает гидроизоляционную мембрану от воздействия отрицательных температур и механических воздействий, продлевая срок эксплуатации мембраны.

Горизонтальная теплоизоляция позволяет уменьшить глубину промерзания грунта и, соответственно, защитить сооружение от деформаций морозного пучения. Защита гидроизоляционной мембраны профилированным материалом PLANTER standard позволяет предотвратить повреждение мембраны от механических воздействий при обратной засыпке котлована. Применение PLANTER standard в качестве замены бетонной подготовки позволяет существенно ускорить процесс ее монтажа и снизить трудоемкость работ.

Под термином «теплоизоляция» принято понимать проведение мероприятий по сокращению расходов на отопление сооружения при его эксплуатации, обеспечения требуемой и постоянной во времени температуры внутри помещения, предотвращению образования конденсата на внутренних поверхностях заглубленных сооружений. Установлено, что теплопотери сооружения через фундамент и ограждающие конструкции подземных частей составляют 10÷20 % от общего объема теплопотерь конструкции в целом. Кроме того, теплоизоляционная защита является составным элементом гидроизоляционной системы и предохраняет от разрушения и температурного старения гидроизоляционную мембрану.

Применение теплоизоляции заглубленных сооружений приводит к снижению затрат на отопление, улучшаются условия работы конструкций, повышается комфортность помещений для персонала и т.д. Применение теплоизоляционного слоя также способствует продлению долговечности гидроизоляционных мембран.

Одним из материалов, который обладает высокими теплоизоляционными свойствами, прочностью, долговечностью, минимальным водопоглощением является экструзионный пенополистирол (XPS-плиты). Это — эффективный полимерный теплоизоляционный материал, производимый методом экструзии из полистирола общего назначения. Производственные возможности позволяют получить материал с равномерной структурой, состоящей из мелких, полностью закрытых ячеек размерами 0,1÷0,2 мм. Материал выпускается в виде плит с L-образной или гладкой кромкой.

Экструзионный пенополистирол обладает также и высокими физико-механическими характеристиками, благодаря которым его используют в самых различных конструкциях: плоские крыши, полы по грунту, «теплые» полы, перекрытия над подвалами, теплоизоляция чердачных перекрытий, цокольные части фасадов, внутренняя теплоизоляция помещений, фундаменты, теплоизоляция отмосток, транспортные сооружения (теплоизоляция дорог, аэродромов, взлетно-посадочных полос и прочее).

Толщину теплоизоляции следует назначать с учетом того, что сопротивление теплопередаче стен заглубленных частей зданий должно быть не менее 0,85·*R*, требуемого для надземной части стены. Для обеспечения низкого уровня теплопотерь наиболее рациональным является утепление с наружной стороны стены.

В качестве теплоизоляции вертикальных стен фундаментных конструкций промышленных и гражданских объектов применяются материалы с прочностью на сжатие не менее 250 кПа: XPS CARBON ECO; не менее 300 кПа: XPS CARBON PROF; для частного строительства может

быть применена марка с прочностью не менее 200 кПа (XPS ТЕХНОПЛЕКС), так как глубина заложения в таких сооружениях меньше, и давление грунтов и подземных вод на материал ниже. Для конструкций, где требуются повышенные прочностные свойства (нагружаемые полы), следует выбирать материал с прочностью на сжатие не менее 500 кПа — XPS CARBON SOLID.

Еще одной проблемой для подземных частей зданий является морозное пучение грунтов основания, что в ряде случаев приводит к деформации конструкции: смерзаясь с внешней поверхностью ограждающей конструкции, грунт способен приподнимать ее за счет касательных сил морозного пучения. При заложении фундаментов выше глубины промерзания пучинистых грунтов или если в процессе строительства в зимний период фундаментная плита не была утеплена, под ее подошвой возникают нормальные силы морозного пучения.

Укладка теплоизоляции по периметру здания под конструкцией отмостки позволяет уменьшить глубину промерзания вдоль стен и под подошвой фундамента и удерживать границу промерзания в слое непучинистого грунта — песчаной, гравийной подушке или грунте обратной засыпки. Ширина укладки XPS-плит по периметру должна быть не менее глубины сезонного промерзания и толщиной не менее 0,85·*R*, требуемого для теплоизоляции надземной части стены. При этом XPS-плиты должны укладываться с заданным уклоном отмостки 2 % от дома (рис. 294).

Рис. 294. Укладка теплоизоляции под отмосткой

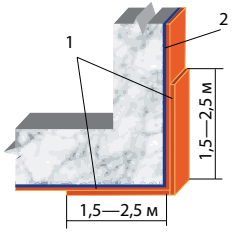


Рис. 295. Увеличение толщины теплоизоляционного слоя в угловых зонах (вид угла сверху)

Глубину укладки теплоизоляционного слоя на вертикальной части фундамента рекомендуется принимать более или равной глубине сезонного промерзания грунта. Толщина теплоизоляционного слоя устанавливается согласно условию снижения исключения промерзания грунта под теплоизоляцией на основе теплотехнического расчета и не менее 0,85·*R*, требуемого для надземной части стены. Толщина теплоизоляционного слоя в угловых зонах должна быть увеличена на 40÷50 % на расстоянии в 1,5÷2,5 м от угла в обе стороны. Для обеспечения низкого уровня теплопотерь наиболее рациональным является утепление с наружной стороны стены (рис. 295).

Требуемая толщина теплоизоляции стены конструкции, расположенной ниже уровня земли, может быть рассчитана по формуле:

$$\delta_{xps} = \left(R_{\text{ТР}} - 1{,}05 - \frac{\delta_{i+1}}{\lambda_{i+1}} \right) \cdot \lambda_{xps},$$

где $R_{\text{тр}}$ — нормируемое сопротивление теплопередаче наружной стены, (м·°С)/Вт; δ_{i+1} — толщина несущей части стены, м; λ_{i+1} — теплопроводности материала несущей части стены, Вт/(м·К); λ_{xps} — теплопроводность XPS-плит, Вт/(м·К).

а

б

Рис. 296. Монтаж теплоизоляционных плит из экструзионного пенополистирола: *а* — XPS-плиты; *б* — гидроизоляционная мембрана

Теплоизоляционные плиты на вертикальной поверхности фиксируются способом, обеспечивающим герметичность гидроизоляционной мембраны. При использовании битумных, битумно-полимерных материалов крепление теплоизоляционных плит можно осуществлять на приклеивающую Мастику № 27 (рис. 296). Данная мастика предназначена для приклеивания XPS-плит к битумным, битумно-полимерным материалам, а также к бетонным, металлическим, деревянным. Расход: при нанесении полосами 0,6÷1 кг/м^2, при нанесении точками 0,5÷0,8 кг/м^2.

При укладке плит на гидроизоляционную мембрану, имеющую в качестве защитного слоя пленку, ее требуется удалить при помощи пропановой горелки. Температура нанесения мастики от –10 до +40 °С. При температуре ниже +5 °С мастику следует выдерживать в теплом (не ниже +15 °С) помещении в течение 24 ч.

В случае использования в качестве гидроизоляционной мембраны ПВХ материалов, крепления XPS-плит следует выполнять при помощи полиуретановых составов, методом бандажного крепления на ПВХ ленты либо иным методом, который будет обеспечивать надежную фиксацию теплоизоляции. При этом следует учесть, что совместное применение ПВХ мембран и экструзионного пенополистирола осуществляется только через разделительный слой (геотекстильное полотно или стеклохолст).

В зоне цоколя (выше уровня грунта) теплоизоляционные плиты крепят на полимерцементный клей либо любой другой, обеспечивающий хорошую адгезию к основанию. В зоне цоколя обязательна установка фасадных дюбелей из расчета 4 дюбеля на плиту размером 600 × 1200 мм. Для фиксации XPS-плит к различным поверхностям, например, битумной или битумно-полимерной гидроизоляционной мембране, бетону, дереву и т.д., возможно использование крепежа № 01. Расход крепежа для фиксации XPS-плит — 4 шт/м^2. Крепление утеплителя с повреждением гидроизоляционной мембраны недопустимо.

При невозможности устройства теплоизоляции с наружной стороны конструкции допускается размещение ее с внутренней стороны. При этом обязательна проверка стен изолируемой конструкции на возможность накопления в ней конденсационной влаги. Теплоизоляция со стороны помещения может быть также приклеена к поверхности стены описанными выше способами либо закреплена механическим способом с последующим устройством отделочного покрытия.

При необходимости утепления фундаментной плиты (рис. 297) теплоизоляционные плиты укладываются на гидроизоляционную мембрану. При этом если в качестве гидроизоляционной мембраны применяются ПВХ материалы (LOGICROOF T-SL), то укладка теплоизоляционных плит осуществляется через разделительный слой (геотесктильное полотно или стеклохолст). Если для армирования железобетонной монолитной фундаментной плиты или силового пола планируется применять вязаную арматуру, то плиты утеплителя достаточно защитить от жидких компонентов бетона

полиэтиленовой пленкой толщиной 150÷200 мкм, укладываемой в один слой. Если для арматурных работ планируется применение сварки, то поверх пленки необходимо выполнить защитную стяжку из низкомарочного бетона или цементно-песчаного раствора. Листы полиэтилена укладывают с перехлестом 100÷150 мм над двухстороннем скотче.

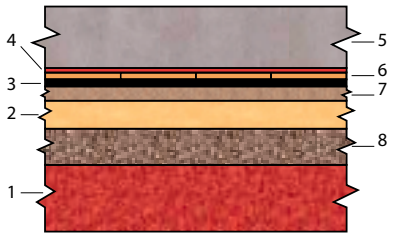


Рис. 297. Утепление фундаментной плиты: *1* — грунт; *2* — песчаная подготовка; *3* — гидроизоляционная мембрана; *4* — полиэтиленовая пленка; *5* — фундаментная плита; *6* — XPS-плиты; *7* — бетонная подготовка; *8* — гравийная отсыпка

Благодаря прочностным характеристикам материала XPS-плиты, при его использовании в качестве теплоизоляции заглубленных сооружений отпадает надобность в устройстве защитного покрытия гидроизоляционной мембраны. Если глубина заложения сооружения больше глубины промерзания грунта (на эту глубину необходимо устраивать теплоизоляцию), то возможна комбинированная схема защиты гидроизоляционной мембраны: на глубину промерзания грунта — XPS-плиты, ниже — PLANTER standard (рис. 298).

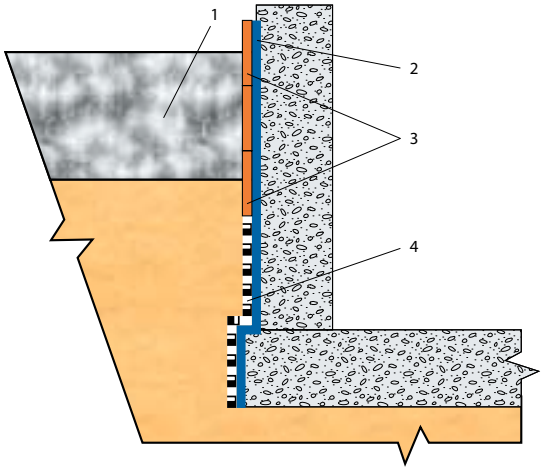


Рис. 298. Схема утепления подвала на глубину промерзания грунта: *1* — глубина промерзания грунта; *2* — гидроизоляционная мембрана; *3* — XPS-плиты; *4* — PLANTER standard

XPS-плиты CARBON DRAIN с фрезерованными канавками на поверхности специально разработаны для отвода воды. Данный материал, совместно с геотекстильным полотном, успешно работает в качестве пристенного дренажа, т.е. он выполняет три функции: утепление заглубленного помещения, защита гидроизоляционной мембраны от механических повреждений и отвод воды от фундамента в системе дренажа.

Теплоизоляция подземных частей зданий в конструкции полов холодильных камер, ледовых арен и т.д.

Здания холодильников с отрицательными температурами в помещениях, возводимые во всех строительно-климатических районах, за исключением зон распространения вечномерзлых грунтов, должны проектироваться с учетом необходимости предотвращения промерзания грунтов, являющихся основанием фундаментов и полов.

Таблица 65

Требуемая толщина теплоизоляционного слоя полов на обогреваемых грунтах

Температура воздуха в охлажденных помещениях, °С	Требуемая толщина теплоизоляции из XPS-плит, мм, полов на обогреваемых грунтах
–1	90
–10	110
–20	160
–30	190

С этой целью следует применять системы искусственного обогревания грунтов (электрообогревная, обогрев незамерзающей жидкостью), устройство проветриваемого подполья и другие системы защиты. Для увеличения эффективности систем теплоизоляции грунтов следует применять теплоизоляционные плиты из экструзионного пенополистирола (XPS-плиты). Требуемая толщина теплоизоляционного слоя в конструкции полов холодильных камер, ледовых арен и пр. устанавливается на основании табл. 65 и 66.

Таблица 66

Требуемая толщина теплоизоляционного слоя над проветриваемыми подпольями

Среднегодовая температура наружного воздуха в районе строительства, °С	Требуемая толщина теплоизоляции перекрытий из XPS-плит, мм, над проветриваемыми подпольями для различных районов (СНиП 23-01-99), при температуре воздуха в более холодном помещении, °С				
	–30	–20	–10	–5	0° и не нормируется
3 и ниже	160	120	110	90	90
выше 3 и ниже 9	160	140	120	90	90
9 и выше	180	160	140	120	110

3.4. Дренажные системы

3.4.1. Виды дренажных систем

Дренаж является составной частью гидроизоляционной системы. Устройство дренажной системы позволяет понизить уровень подземных вод, отводя их от защищаемых конструкций и сооружений, предотвращая таким образом их подтопление. Это позволяет существенно увеличить долговечность сооружения, обеспечивая нормальный режим его эксплуатации. Самыми надежными быстровозводимыми дренажными системами считают геокомпозитные дренажи в сочетании с трубчатыми дренами. Их применяют при любом типе грунта, при глубине заложения до 20 м, даже при воздействии агрессивных подземных вод.

Заглубленные и подземные сооружения очень часто подвергаются подтоплению. Причины подтопления могут быть разные — атмосферные осадки, подземные воды, поверхностные стоки, утечки из водонесущих коммуникаций и т.д. Для защиты заглубленных частей зданий (подвалов, технических подполий и т.п.) от подтопления должны предусматриваться дренажи.

Устройство дренажей обязательно в случаях расположения:

• эксплуатируемых заглубленных помещений ниже расчетного уровня подземных вод или при превышении уровня чистого пола подвального помещения над расчетным уровнем грунтовых вод менее 500 мм;

• эксплуатируемых заглубленных помещений в глинистых и суглинистых грунтах независимо от наличия подземных вод;

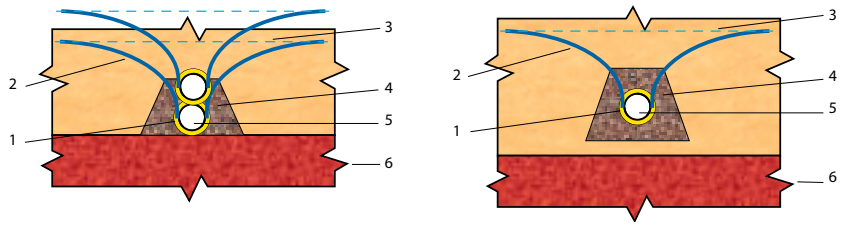
• технических подполий в глинистых и суглинистых грунтах при их заглублении более 1,5 м от поверхности земли, независимо от наличия подземных вод;

• любых конструкций, расположенных в зоне капиллярного увлажнения, когда условия их эксплуатации связаны с жестким температурно-влажностным режимом.

Проектирование дренажей следует выполнять на основании гидрогеологических данных конкретного объекта строительства. Проектирование дренажных систем строящихся объектов следует выполнять с учетом существующих (ранее запроектированных) дренажных систем на прилегающих территориях. При этом следует учитывать, что устройство гидроизоляционной мембраны для защиты заглубленной части сооружения должно предусматриваться во всех случаях, независимо от устройства дренажной системы.

При проектировании и строительстве дренажей вблизи существующих зданий должны быть предусмотрены меры против выноса грунта в котлован и, соответственно, просадки грунта под близлежащими зданиями. При заложении дренажа ниже фундамента зданий с целью исключения суффозии грунтов из-под фундаментов, особое внимание следует обратить на неправильный подбор и устройство дренажных обсыпок, дренажных труб и фильтрующих элементов, на качество заделки швов и отверстий в дренажных колодцах. При большой величине понижения горизонта подземных вод под фундаментами (существующими и проектируемыми) следует производить расчет дополнительной осадки сооружений, попадающих в зону депрессии.

В зависимости от расположения дренажа по отношению к водоупорному горизонту дренажи могут быть совершенного или несовершенного типа. Дренаж совершенного типа закладывается на водоупоре. Подземные воды поступают в трубчатый дренаж сверху и с боков, где дренаж совершенного типа должен иметь дренирующую обсыпку (рис. 299). Дренаж несовершенного типа закладывается выше водоупора. Подземные воды поступают в трубчатый дренаж со всех сторон, поэтому дренирующая обсыпка должна быть замкнутой со всех сторон дренажной трубы.



а *б*

Рис. 299. Устройство дренажа: *а* — дренаж совершенного типа; *б* — дренаж несовершенного типа; *1* — фильтрующий элемент; *2* — кривая депрессии; *3* — уровень грунтовых вод; *4* — дренажная засыпка; *5* — дренажная труба; *6* — водоупор

Дренажи подразделяются на местные и общие. Местные дренажи применяются для защиты от подтопления подземными водами отдельных сооружений (кольцевой, пристенный, пластовый), общие — для защиты территории (головной, систематический).

а *б* *в*

Рис. 300. Виды дренажа: *а* — пластовый дренаж; *б* — кольцевой дренаж; *в* — пристенный дренаж

Пластовый дренаж устраивается в основании защищаемого сооружения непосредственно на водоносный грунт. При этом он гидравлически связан с трубчатой дреной, расположенной с наружной стороны фундамента на некотором расстоянии от плоскости стены здания. Пластовая дренажная система защищает сооружение как от подтопления подземными водами, так и от увлажнения капиллярной влагой (рис. 300 *а*).

Пластовый дренаж широко применяется при строительстве подземных сооружений, возводимых на слабопроницаемых грунтах (Кф ≤ 5 м/сут), а также при наличии под фундаментом мощного водоносного

пласта. Для защиты подвальных помещений и сооружений, в которых по условиям эксплуатации не допускается появление сырости, при нахождении этих помещений в зоне капиллярного увлажнения грунтов следует устраивать пластовые дренажи.

Кольцевой дренаж (чаще всего — это трубчатые дрены) располагается по контуру защищаемого здания или его участка (рис. 300 *б*). Действие кольцевого дренажа основано на понижении уровня подземных вод внутри защищаемого контура, что обеспечивает защиту от подтопления подземных сооружений и заглубленных частей зданий. Глубина этого понижения зависит от заглубления труб, галерей или фильтрующей части скважин относительно уровня подземных вод, а также от размеров защищаемого контура. Кольцевые дрены располагаются на некотором удалении от сооружения, благодаря этому они могут быть установлены уже после его возведения. В этом отношении кольцевой дренаж выгодно отличается от пластового, который может быть устроен только одновременно со строительством сооружения.

Пристенный дренаж (рис. 300 *в*) состоит из дренажных пристенных конструкций (отсыпаемых, наклеиваемых, устанавливаемых) и трубчатых дрен, уложенных с наружной стороны сооружения и служащих одновременно собирающим и отводящим дренажные воды трубопроводом. Пристенный дренаж применяется, как правило, практически во всех случаях как самостоятельно, так и совместно с другими видами дренажей. Глубина заложения водоприемных и отводящих элементов дренажей определяется заглублением защищаемых конструкций и гидравлическим расчетом и должна быть не менее глубины промерзания грунта.

Продольные уклоны дренажных труб рекомендуется принимать не менее 0,002 для глинистых грунтов и 0,003 для песчаных грунтов. Наибольшие уклоны дренажей следует определять, исходя из максимально допустимой скорости течения воды в трубах — 1,0 м/с.

Смотровые колодцы следует устанавливать в местах поворотов трассы и изменения ее уклонов, а также при больших расстояниях дренажной трубы. На прямых участках дренажа расстояние между смотровыми колодцами не должно превышать 50 м. Смотровые колодцы служат для ревизии дренажной системы и проведения ее очистки. При необходимости монтируются перепадные (рис. 301) и приемные колодцы.

а *б* *в*

Рис. 301. Дренажные колодцы: *а* — перепадной колодец; *б* — смотровой колодец; *в* — приемный колодец

Мероприятия по отводу воды из дренажной системы разрабатываются и согласовываются на стадии разработки проектной документации. Водоотвод осуществляют в водосточно-дождевую канализацию, водотоки, проточные водоемы. При невозможности выпуска воды из дренажа самотеком, необходимо предусмотреть насосную станцию перекачки дренажных вод.

Для устройства горизонтальных дрен обычно применяют хризотилцементные (рис. 302), пластмассовые, керамические, керамзитобетонные, бетонные трубы. Пластмассовые гофрированные перфорированные трубы изготавливаются из ПВХ, ПВД или ПНД и получили в последнее время наиболее широкое применение. Это связано со 100 % заводской готовностью дренажных труб и комплектующих изделий лотковой части пластмассовых смотровых колодцев, с легкостью и удобством их транспортировки и монтажа, высокой стойкостью в агрессивных средах.

а *б*

Рис. 302. Дренажные трубы: *а* — хризотилцементные трубы; *б* — гофрированные ПВХ трубы

Пластмассовые трубы выпускаются с полной или частичной перфорацией (водоприемными отверстиями) и для различных глубин заложения (обычно до 6 м). Между собой трубы соединяются с помощью соединительных муфт из идентичного материала.

Подбор состава дренирующих обсыпок дренажных труб производят по специальным графикам в зависимости от типа фильтра и состава дренируемых грунтов. Дренирующие обсыпки в соответствии с составом дренируемых грунтов, устраивают однослойными или двухслойными. При расположении дренажа в песках крупных и средней крупности (при среднем диаметре частиц от 0,3 мм и более) устраивают однослойные обсыпки из гравия, а при его отсутствии — из щебня.

При расположении дренажа в песках с диаметром частиц менее 0,3 мм, а также в мелких и пылеватых песках, супесях и при слоистом строении водоносного пласта, устраивают двухслойные обсыпки. Внутренний слой обсыпки устраивают из щебня, а внешний слой обсыпки — из песка. Толщина одного слоя дренирующей обсыпки должна быть не менее 150 мм.

Материалы для дренирующих обсыпок должны быть чистыми и не должны содержать более 5 % по весу частиц с диаметром менее 0,1 мм. Гравий или щебень, применяемые для устройства дренажей всех типов, должен быть только изверженных пород, например гранита, базальта, габбро и т.п.

Содержание в грунтах глинистых и илистых частиц приводит к снижению фильтрующей способности дренажа, так как они забивают водоприемные отверстия в дренажных трубах и дренажных плит пристенного дренажа. Для обеспечения длительной и бесперебойной работы дренажа и для препятствия проникновения мелких и илистых частиц грунта в дренажную систему, используют геотекстильные материалы. Эффективная работа геотекстильного фильтра достигается при следующих условиях: $d(90) < D(90)$ или $d(90)/D(90) < 1$, где $d(90)$ — эффективный размер пор геотекстиля, соответствующий диаметру зерен грунта, 90 % которого удерживается геотекстилем, мм; D(90) — диаметр зерен грунта обратной засыпки, соответствующего 90 % их содержанию, мм. Применение геотекстильных материалов позволяет отказаться от песчаной обсыпки гравийного фильтра. В этом случае

дренажная труба располагается в гравийной обсыпке, обернутой геотекстильным материалом.

С применением геотекстилей разработаны специальные геокомпозитные дренажные системы для пристенного дренажа. Геокомпозиты состоят из профилированной пластиковой мембраны (ПВП) и наклеенного на нее геотекстиля. Геотекстиль пропускает воду, задерживая при этом частицы грунта, а пластиковая мембрана свободно отводит воду к дренажным трубам.

3.4.2. Дренажные системы PLANTER

Дренажные системы PLANTER изготавливаются из высококачественных компонентов на современном технологическом оборудовании, что позволяет выпускать материалы, соответствующие по своим характеристикам лучшим мировым образцам.

Дренажные системы PLANTER представляют собой одно-, двух- и трехслойную конструкцию. Однослойная конструкция состоит из профилированной пластиковой мембраны с отформованными шипами, двухслойная конструкция состоит из профилированной пластиковой мембраны и фильтрующего элемента из термоскрепленного геотекстиля. В трехслойную конструкцию дополнительно (помимо профилированной мембраны и геотекстиля) включен скользящий слой из полиэтиленовой пленки. Скользящий слой, укладываемый в сторону фундамента с гидроизоляционной мембраной, позволяет профилированному полотну с геотекстилем вертикально смещаться при морозном пучении или деформациях грунта.

PLANTER standard применяется в качестве пластового дренажа фундаментной плиты, а также для защиты гидроизоляционной мембраны от механических повреждений при обратной засыпке котлована. PLANTER standard eco применяется в качестве пластового дренажа фундаментной плиты, а также для защиты гидроизоляционной мембраны от механических повреждений.

При проектировании пластового дренажа (рис. 303) необходимо учитывать, что при бетонировании фундаментной плиты давление свежеуложенного бетона сжимает профилированную мембрану, и это ведет к снижению ее водопропускной способности от 7 до 30 % (согласс-

но DIN 18218, в зависимости от скорости бетонирования давление на мембрану может составлять от 0,03 до 1,5 МПа). Такая вертикальная нагрузка на пластовый дренаж возможна при бетонировании колонн высотой 4÷5 м.

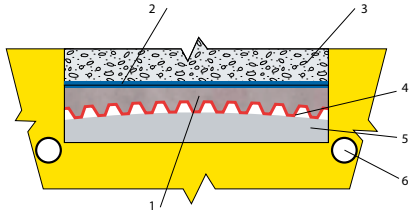


Рис. 303. Устройство пластового дренажа с применением PLANTER standard: *1* — выравнивающая стяжка; *2* — гидроизоляционная мембрана; *3* — фундаментная плита; *4* — PLANTER standard; *5* — бетонная подготовка с разуклонкой; *6* — трубчатые дрены

PLANTER geo применяется для устройства пристенного дренажа. При этом следует учитывать, что различные типы грунтов оказывают различное боковое давление на профилированную мембрану. Это приводит к ее сжатию, что в свою очередь, снижает водопропускную способность мембраны. В табл. 67 приведена область применения дренажной системы PLANTER geo в зависимости от типа грунта и глубины заложения фундамента.

Таблица 67

Допустимые глубины заложения дренажных систем

Грунт	Максимальная глубина (м) заложения дренажных систем:	
	PLANTER geo	PLANTER active
Крупный и средний песок	15	20
Мелкий песок	12	
Пылеватый песок	10	
Супесь	8	15
Суглинок	6	12
Глина	5	10

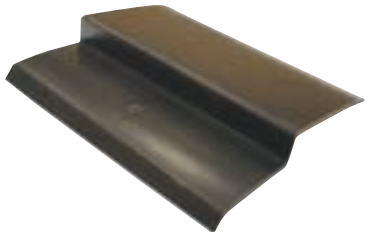


Рис. 304. Краевой профиль

Рис. 305. Дюбель-гвоздь

Профилированные мембраны могут монтироваться как вертикальными, так и горизонтальными рядами, что определяется удобством производства работ. Промежуточное крепление мембраны осуществляется при помощи специального крепежа «Крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ № 01». Крепеж № 01 изготавливается из полиэтилена высокой плотности и представляет собой шип с зубцами для фиксации в профилированной мембране и плоскую площадку с приклеивающим слоем, который защищен легко снимающейся силиконизированной пленкой. Крепеж может быть закреплен на битумных, битумно-полимерных, железобетонных поверхностях (рис. 306 и 307). Расход крепежей составляет 4 шт/м^2.

Рис. 306. Крепление профилированной мембраны к основанию

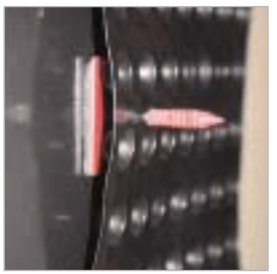


Рис. 307. Крепление профилированной мембраны с помощью крепежа № 01

Листы мембраны соединяются между собой по длине и ширине внахлест по направлению движения воды с перекрытием не менее 3÷4 рядов выступов (рис. 308). Для более надежного соединения листов рекомендуется место их стыка промазать клеящей мастикой либо самоклеящейся лентой (Техноэласт БАРЬЕР (БО)-мини, НИКОБЕНД, другими аналогичными материалами). Соединение самоклеящимися

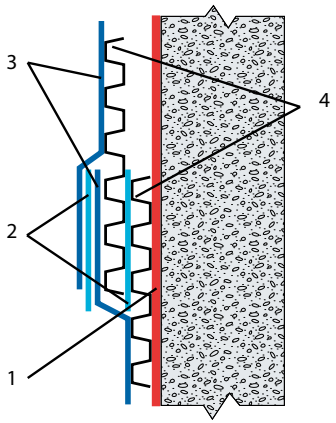
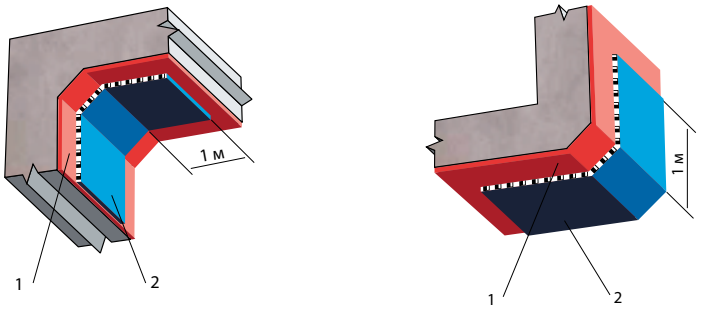


Рис. 308. Соединение двух листов профилированной мембраны PLANTER geo между собой: *1* — гидроизоляционная мембрана; *2* — клеящая мастика; *3* — геотекстиль; *4* — PLANTER geo

лентами может производиться по внутренней и по наружной стороне мембраны. Нахлесты геотекстиля также проклеиваются между собой клеем или с помощью скотча.

Для предотвращения засорения внутреннего пространства дренажной системы свободные концы геотекстиля на крайних боковых и верхней гранях должны быть завернуты за полимерную мембрану или приклеены к изолируемой поверхности. Внутренние и внешние углы перекрываются целыми рулонами с таким расчетом, чтобы в обе стороны от угла приходилось по полосе шириной минимум 1 м (рис. 309).



а *б*

Рис. 309. Устройство пристенного дренажа: *а* — внутренний угол; *б* — внешний угол; *1* — гидроизоляционная мембрана; *2* — PLANTER geo

Для долговременного функционирования дренажной системы (рис. 310) необходимо дренажные трубы оборачивать геотекстилем, для чего необходимо отделить геотекстиль от профилированной мембраны (длиной около 1 м), а обратную засыпку делать фракционированным щебнем и песком для фильтрации воды.

Для исключения обводнения грунтов территорий и поступления воды к зданиям и сооружениям, кроме устройства дренажей, необходимо предусматривать нормативное уплотнение грунта при засыпке котлованов и траншей; устройство отмосток у зданий шириной не менее 1 м с активным поперечным уклоном от зданий не менее 2 %.

Рис. 310. Дренажная система здания

3.5. Системы гидроизоляции фундаментов

3.5.1. Выбор оптимальной системы гидроизоляции фундаментов

Несмотря на многообразие грунтов и гидрогеологических условий, а также требований к фундаментам как строительным конструкциям, накопленный проектирующими организациями опыт позволил создать системные решения фундаментов для типовых условий эксплуатации (рис. 311).

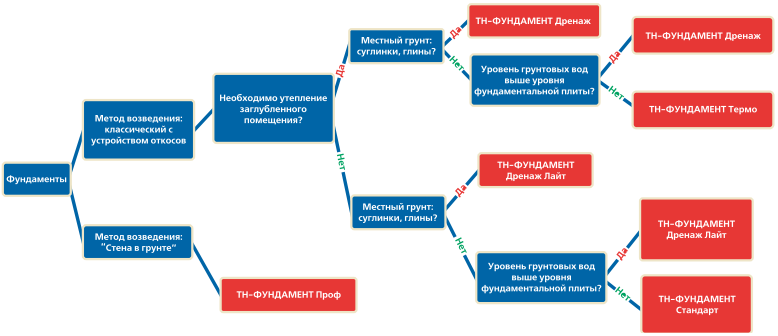


Рис. 311. Навигатор выбора системы гидроизоляции фундаментов

На основании существующего опыта разработан специальный алгоритм, ответы на вопросы которого помогают проектировщику (заказчику, производителю работ) оценить правильность выбора той или иной гидро-

изоляционной системы, выбора конкретных материалов и технологий применительно к конкретному объекту. Для облегчения принятия решения по выбору комплексной защиты заглубленных сооружений разработаны несколько вариантов завершенных гидроизоляционных систем.

3.5.2. Фундаментные системы

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Стандарт

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Стандарт (рис. 312) применяется для защиты подземных сооружений с техническим этажом или неэксплуатируемых помещений в песчаных грунтах с низким уровнем грунтовых вод (ниже уровня фундаментной плиты).

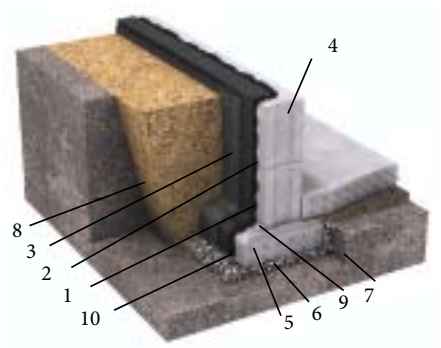


Рис. 312. Система ТН-ФУНДАМЕНТ Стандарт: *1* — мастика кровельная № 21 (Технонаст); *2* — праймер; *3* — профилированная мембрана PLANTER standard; *4* — железобетонная конструкция фундамента; *5* — набухающий профиль; *6* — щебеночная подготовка; *7* — грунт основания; *8* — грунт обратной засыпки; *9* — переходной бортик (галтель); *10* — песчаная подготовка

В качестве гидроизоляционной мембраны рекомендуем использовать: мастики (№ 21, № 24, № 31, № 33, № 41), рулонные битумно-полимерные наплавляемые материалы (Техноэласт ЭПП, ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б), ПВХ материалы (LOGICROOF T-SL) либо самоклеящиеся материалы Техноэласт БАРЬЕР (БО). Применение PLANTER standard также позволяет предохранить гидроизоляционный слой от действия УФ-излучения, негативно воздействующего на битумные и битумно-полимерные материалы во время длительного периода монтажа.

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж (рис. 313) применяется для защиты подземных сооружений с эксплуатируемыми или жилыми помещениями, в глинистых и суглинистых грунтах независимо от уровня грунтовых вод, а также в песчаных грунтах при уровне грунтовых вод выше уровня фундаментной плиты. Рекомендуется также применять данную систему в конструкциях, расположенных в зоне капиллярного увлажнения, когда условия их эксплуатации связаны с жестким температурно-влажностным режимом.

В качестве гидроизоляционной мембраны рекомендуем использовать: мастики (№ 21, № 24, № 31, № 33, № 41), рулонные битумно-полимерные наплавляемые материалы (Техноэласт ЭПП, ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б), а также ПВХ материалов (LOGICROOF T-SL).

В качестве пристенного дренажа применяется профилированная мембрана PLANTER geo. В грунтах, подверженных морозному пучению, — PLANTER active. При низком уровне подземных вод (ниже уровня фундаментной плиты) в качестве альтернативы бетонной подготовки рекомендуется использовать профилированную мембрану PLANTER standard.

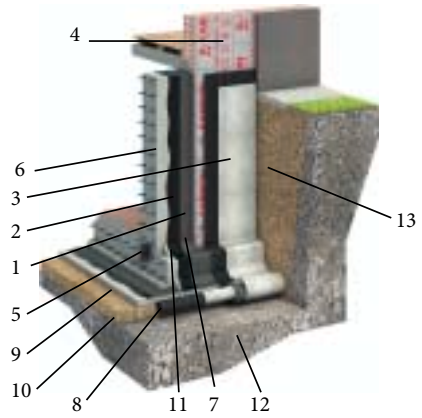


Рис. 313. Система ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж: *1* — гидроизоляционный слой ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б; *2* — праймер; *3* — профилированная мембрана PLANTER geo; *4* — XPS-плиты; *5* — ПВХ гидрошпонка, центральная; *6* — стена фундамента; *7* — крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ №01 для фиксации плит XPS; *8* — дренажная труба; *9* — бетонная подготовка; *10* — песчаная подготовка; *11* — переходной бортик (галтель); *12* — грунт основания; *13* — грунт обратной засыпки

Применение теплоизоляционного слоя в данной системе позволяет сократить тепловые потери и снизить расходы на отопление, предотвратить промерзание железобетонной стены и гидроизоляционной мембраны, что увеличивает долговечность всей гидроизоляционной системы. В качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется использовать XPS-плиты, которые обладают высоким сопротивлением теплопередаче, практически нулевым водопоглощением и большим сроком службы.

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж Лайт

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж Лайт применяется для защиты подземных сооружений с техническим этажом или неэксплуатируемых помещений, в глинистых и суглинистых грунтах при глубине заложения фундамента более 1,5 м, вне зависимости от уровня грунтовых вод, а также в песчаных грунтах при уровне грунтовых вод выше уровня фундаментной плиты. В этой системе в качестве материала гидроизоляционной мембраны применяются такие же материалы, как и в системе ТН-ФУНДАМЕНТ Стандарт. В качестве пристенного дренажа применяется профилированная мембрана из полиэтилена высокой плотности PLANTER geo. В грунтах, подверженных морозному пучению, применяется профилированная мембрана PLANTER active.

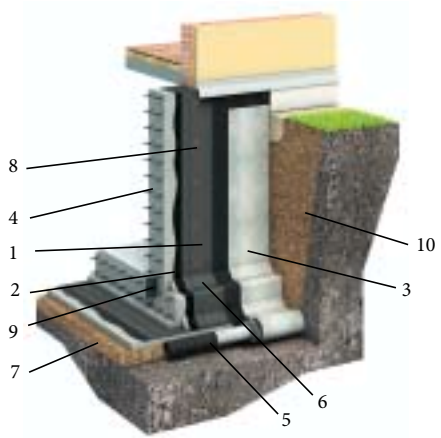


Рис. 314. Система ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж Лайт: *1* — гидроизоляционный слой ТЕХНОЭЛАСТМОСТ; *2* — праймер; *3* — профилированная мембрана PLANTER geo ; *4* — стена фундамента; *5* — дренажная труба; *6* — переходной бортик (галтель); *7* — инженерная подготовка; *8* — крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ №01 для фиксации плит XPS; *9* — ПВХ гидрошпонка; *10* — грунт обратной засыпки

В системах ТН-ФУНДАМЕНТ Стандарт и ТН-ФУНДАМЕНТ Дренаж Лайт в качестве ограждающих конструкций могут применяться как монолитные железобетонные конструкции, так и конструкции из блоков ФБС. При устройстве гидроизоляционной мембраны по бетонным блокам ФБС следует отдавать предпочтение материалам с большим относительным удлинением. При устройстве конструкций из монолитного железобетона необходимо выполнять дополнительную герметизацию технологических швов бетонирования с применением набухающего шнура или гидрошпонок, а также деформационных швов с применением гидрошпонок.

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Термо

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Термо (рис. 315) применяется для защиты подземных сооружений с эксплуатируемыми или жилыми помещениями в песчаных грунтах, с низким уровнем грунтовых вод (ниже уровня фундаментной плиты), при глубине промерзании грунта до уровня фундаментной плиты. Дополнительно может быть использована горизонтальная теплоизоляция под отмосткой из XPS-плит.

В качестве гидроизоляционной мембраны рекомендуем использовать: мастики (№ 21, № 24, № 31, № 33, № 41), рулонные битумно-полимерные наплавляемые материалы (Техноэласт ЭПП, ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б), а также ПВХ материалы (LOGICROOF T-SL). При неглубоком заложении фундамента (коттеджное и малоэтажное строительство) возможно применения битумно-полимерного самоклеящегося материала Техноэласт БАРЬЕР (БО).

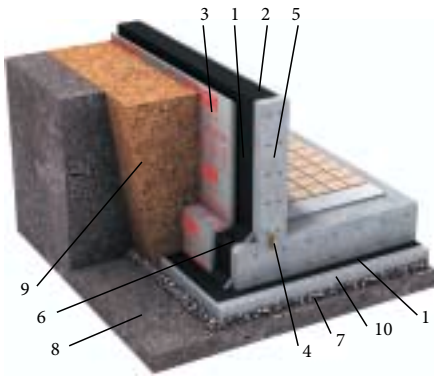


Рис. 315. Система ТН-ФУНДАМЕНТ Термо: *1* — Техноэласт ЭПП (или Техноэласт АЛЬФА); *2* — праймер; *3* — XPS-плиты; *4* — ПВХ гидрошпонка, центральная; *5* — стена фундамента; *6* — переходной бортик (галтель); *7* — щебеночная подготовка; *8* — грунт основания; *9* — грунт обратной засыпки; *10* — бетонная подготовка

В качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется использовать XPS-плиты, которые обладают высоким сопротивлением теплопередаче, практически нулевым водопоглощением и большим сроком службы. Применение гидрошпонок и набухающих шнуров для дополнительной герметизации технологических и деформационных швов в данной системе является необходимым.

Роль защиты гидроизоляции выполняет экструзионный пенополистирол. Проход коммуникаций выполняют при помощи закладной детали, предусмотренной на стадии проектирования. Для обеспечения герметичности деформационного шва следует укладывать централь-

ные ПВХ-гидрошпонки, а также выполнять усиление гидроизоляционного слоя. Гидроизоляционный слой в цокольной части должен выполняться на 300÷500 мм выше уровня земли. Устройство защитного слоя выполняют при помощи экструзионного пенополистирола.

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Лайт

Система изоляции столбчатого фундамента состоит из обработанных фундаментных столбов эластичной битумной мастикой № 21 (Технонаст), которая позволяет сократить влияние касательных сил морозного пучения грунта, а также дополнительно предохраняет от грунтовых вод. Перед нанесением мастики для увеличения адгезии фундаментные столбы следует обработать праймером.

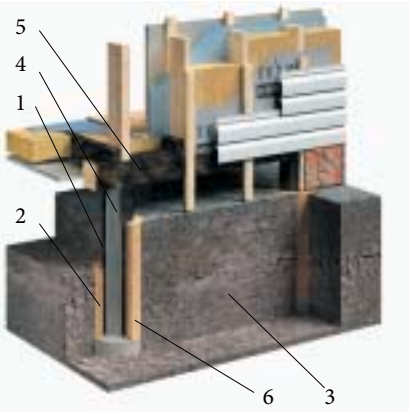


Рис. 316. Система ТН-ФУНДАМЕНТ Лайт: *1* — праймер; *2* — мастика кровельная № 21 (Технонаст); *3* — грунт основания; *4* — фундаментный столб; *5* — брус обвязки; *6* — песчаная обсыпка

Столбчатые фундаменты по расходу материалов и трудозатратам гораздо экономичнее ленточных. Экономическая выгода при сооружении столбчатого фундамента может достигать 60÷70 % от стоимости ленточного фундамента.

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Проф

Система ТН-ФУНДАМЕНТ Проф (рис. 317) эффективно применяется для гидроизоляции подземных частей здания, сооружаемых по принципу «стена в грунте», а также для создания ремонтопригодных гидроизоляционных систем. Подобная система успешно применяется в условиях городской застройки, так как не предполагает создания откосов котлована. Данная система является одним из наиболее надежных решений гидроизоляции подземных сооружений, позволяющих оптимально контролировать герметичность гидроизоляционной мембраны и восстанавливать ее в случае повреждения в процессе строительства или последующей эксплуатации объекта.

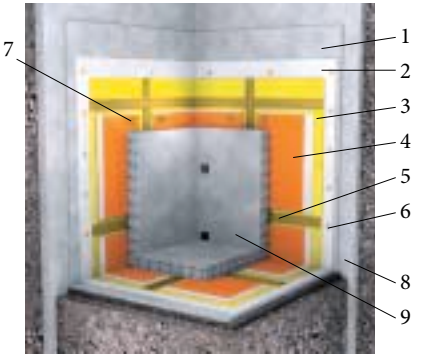


Рис. 317. Система ТН-ФУНДАМЕНТ Проф: *1* — XPS-плиты; *2* — геотекстиль иглопробивной 300 г/м^3; *3* — гидроизоляционная мембрана LOGICROOF T SL; *4* — пленка пароизоляционная 150 г/м^2; *5* — ПВХ гидрошпонка, краевая; *6* — ПВХ рондель; *7* — комплект инъекционных штуцеров и трубок; *8* — стена ограждения котлована; *9* — стена фундамента

Гидроизоляционная мембрана выполняется из ПВХ мембран LOGICROOF T-SL с последующим делением на карты при помощи ПВХ гидрошпонок. Это позволяет создать ремонтопригодную систему повышенной степени надежности: при повреждении гидроизоляционной мембраны влага локализуется в пределах одной карты. В дальнейшем, при обнаружении протечки, через специальную систему инъекционных штуцеров и пакеров, установленных на поверхности гидроизоляционной мембраны, в поврежденные карты закачиваются герметизирующие составы.

3.6. Системы изоляции малозаглубленных фундаментов

3.6.1. Общие положения

Применение новых строительных технологий и материалов при строительстве различных сооружений позволяет добиться значительной экономии ресурсов, снизить трудоемкость и продолжительность строительства.

Для РФ характерны сложные грунтовые условия. При возведении малоэтажных зданий строителям приходится сталкиваться с решением вопросов, обусловленных наличием пучинистых грунтов в основании фундаментов. Значительную долю общей стоимости зданий составляют затраты на устройство фундаментов.

При устройстве фундаментов на пучинистых грунтах с целью уменьшения глубины промерзания грунта в территориальных строительных нормах ТСН МФ-97 МО при проектировании и устройстве мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных зданий в Московской области рекомендуется применение утеплителей, укладываемых под отмостку, с обязательной защитой их гидроизоляцией.

С освоением промышленного выпуска экструдированного пенополистирола в Скандинавских странах, Канаде и США разработаны стандарты для проектирования и строительства фундаментов мелкого заложения с использованием XPS-плит в качестве теплоизолирующего слоя, уменьшающего глубину сезонного промерзания грунта в основании зданий.

Рекомендации составлены на основе стандарта СТО 36554501-012-2008, разработанного с учетом опыта использования теплоизолированных фундаментов мелкого заложения (ТФМЗ) в Америке и Европе, а также особенностей инженерно-геологических, гидрогеологических, климатических условий и опыта строительства малоэтажных зданий в РФ.

Актуальным является решение вопросов проектирования и строительства теплоизолированных фундаментов мелкого заложения на естественном основании, использующих теплоизоляцию из XPS-плит для предотвращения пучения фундаментов при сооружении их на сезонно-промерзающих грунтах.

Рекомендации применимы к отапливаемым и неотапливаемым одно- и двухэтажным жилым, коммерческим, сельскохозяйственным зданиям и отдельно стоящим опорам с условием, что конструктивные требования, не касающиеся вопросов защиты от пучения, соответствуют строительным нормам и правилам или принятым методам проектирования. Размещение подошвы фундаментов на малой глубине (0,3÷0,4 м) от дневной поверхности значительно сокращает трудоемкость и стоимость работ по возведению малоэтажных зданий и отдельно стоящих опор.

Теплоизолированный фундамент мелкого заложения (ТФМЗ) — фундамент на естественном основании (столбчатый, ленточный, фундаментная плита), подошва которого находится в слое сезонного промерзания, а сам фундамент защищен от выпучивания с помощью XPS-плит и устройства в его основании подушки из непучинистого грунта, которым также засыпаются пазухи котлованов.

ТФМЗ должен проектироваться на основе нормативных документов и с учетом:

- результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий для площадки строительства;
- прогноза изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки в период строительства и эксплуатации;
- климатических условий района строительства;
- данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности здания и условия его эксплуатации;
- нагрузок, действующих на фундаменты;
- наличия существующей застройки и влияния на нее нового строительства;
- экологических требований;
- технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений.

При проектировании должны быть предусмотрены решения, обеспечивающие надежность, долговечность и экономичность сооружений на всех стадиях строительства и эксплуатации. Используемые при устройстве ТФМЗ грунты, материалы, изделия и конструкции должны удовлетворять требованиям проектов соответствующих стандартов и технических условий. Замена предусмотренных проектом грунтов, материалов, изделий и конструкций, входящих в состав возводимого здания или его основания, допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

При проектировании и возведении ТФМЗ из монолитного и сборного бетона или железобетона следует руководствоваться СНиП 52-01, СНиП 2.03.11 и СНиП 3.04.01, а также соблюдать требования нормативных документов по организации строительного производства, технике безопасности и охране окружающей среды, правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ.

При производстве земляных работ следует выполнять приемочный контроль, руководствуясь СНиП 12-01 и СНиП 3.02.01. Приемку ТФМЗ

следует выполнять с составлением актов на скрытые работы. При необходимости в проекте допускается указывать другие элементы, подлежащие промежуточной приемке, с составлением актов на скрытые работы.

При проектировании должна быть предусмотрена срезка экологически чистого плодородного слоя почвы для последующего использования его в целях восстановления (рекультивации) нарушенных или малопродуктивных сельскохозяйственных земель, озеленения района застройки и т.п.

3.6.2. Конструирование защиты фундаментов

XPS-плиты могут размещаться вертикально по внешнему периметру поверхности фундамента и цоколя отапливаемого здания (*вертикальная теплоизоляция*). *Горизонтальная теплоизоляция* — XPS-плиты, размещенные горизонтально в отапливаемых зданиях по их наружному периметру на уровне заложения подошвы фундаментов, в неотапливаемых зданиях и отдельно стоящих колоннах — под подошвой фундаментов, выходя за периметр здания или отдельно стоящего фундамента.

Теплоизоляционной «юбкой» называют — для неотапливаемых зданий и отдельно стоящих опор — часть горизонтальной изоляции, выходящую за контур здания или контур фундамента опоры; для отапливаемых зданий — горизонтальную теплоизоляцию за контуром здания, расположенную на глубине заложения подошвы фундамента и граничащую с вертикальной изоляцией.

В качестве ТФМЗ используются фундаменты на грунтовой подушке (столбчатые, ленточные или фундаментные плиты), подошва которых закладывается на глубину 0,4 м в отапливаемых зданиях и на глубину 0,3 м в неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящие опоры. Размеры фундамента определяют расчетом согласно СНиП 2.02.01.

Во избежание выпучивания фундаментов при сезонном промерзании грунта ТФМЗ включают в себя специальным образом уложенную теплоизоляцию из XPS-плит, позволяющую уменьшить глубину сезонного промерзания под подошвой фундамента и удержать границу промерзания в слое непучинистого грунта (в фунтовой подушке), устраиваемого в отапливаемых зданиях непосредственно под подошвой фундаментов толщиной H, в неотапливаемых зданиях и

отдельно стоящих опорах — под слоем теплоизоляции, на который опирается сам фундамент. Во избежание деформаций фундамента от действия касательных сил пучения пазухи котлованов засыпаются непучинистым грунтом.

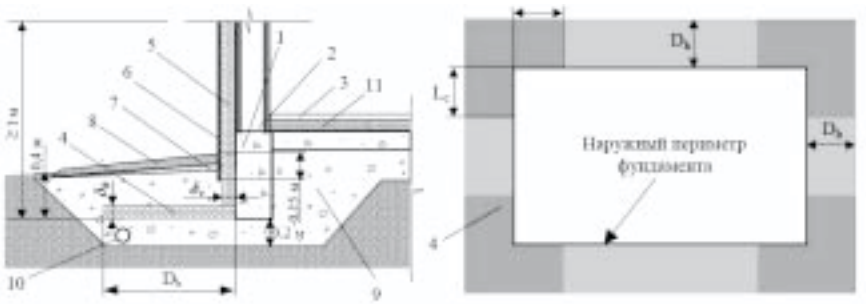


Рис. 318. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола: *1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция XPS-плиты; *5* — вертикальная теплоизоляция XPS-плиты; *6* — защитное покрытие; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — непучинистый грунт; *10* — дренаж; *11* — теплоизоляция пола

В качестве материала для устройства подушки может быть использован песок гравелистый, крупный и средней крупности, мелкий щебень, котельный шлак. В случае необходимости увеличения несущей способности основания целесообразно применять песчано-щебеночную подушку, состоящую из смеси песка крупного, средней крупности (40 %), щебня или гравия (60 %).

Устройство подушек и засыпку пазух и траншей следует выполнять с послойным трамбованием или уплотнением площадочными вибраторами. При применении щебеночных подушек для сохранения плит ЭПС от продавливания следует применять выравнивающий слой песка, превышающий по толщине фракцию щебня в два раза.

Для защиты грунтов основания от обводнения поверхностными и фунтовыми водами на дневной поверхности по периметру здания по песчаной подготовке толщиной 5 см на ширину теплоизоляционной юбки устраивается асфальтовая или бетонная отмостка толщиной 2÷3 см. Отмостке придается уклон от здания 3 %. Кроме того, в фунто-

вой подушке вблизи ее подошвы по всему периметру теплоизоляционной юбки усваивается трубчатый дренаж с выпуском в ливневую канализацию или в пониженные места за пределами здания.

В отапливаемых зданиях XPS-плиты толщиной δ_V укладываются вертикально по внешней поверхности фундамента и цоколя здания на высоту не менее 1,0 м от подошвы фундамента и горизонтально за контуром здания на глубине заложения подошвы фундамента на ширину D_h, с образованием теплоизоляционной юбки толщиной δ_h по всему наружному периметру фундамента (кроме углов) и толщиной δ_c на углах и длиной участков L_c по углам здания.

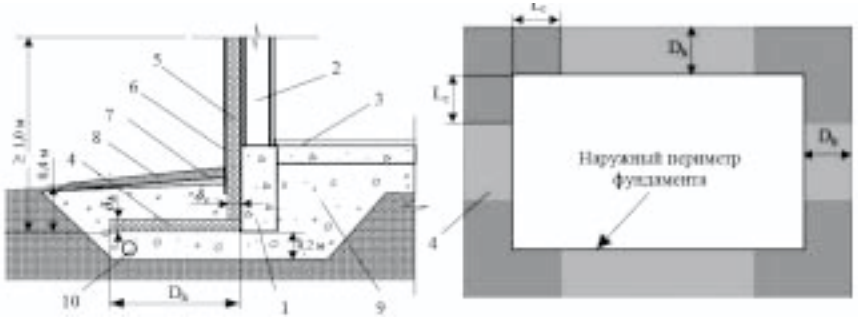


Рис. 319. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах отапливаемых зданий без теплоизоляции пола: *1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция XPS-плиты; *5* — вертикальная теплоизоляция XPS-плиты; *6* — защитное покрытие; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — непучинистый грунт; *10* — дренаж

Схема укладки и параметры теплоизоляционного слоя в фундаментах отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола XPS-плитами и без теплоизоляции показаны, соответственно, на рис. 321 и 322. Схема, показанная на рис. 319, не применяется в жилых зданиях, так как в них следует обязательно устраивать утепление пола по грунту (по СНиП 23-02). Схема укладки теплоизоляции в фундаментах неотапливаемых зданий приведена на рис. 320. На рис. 321 представлена схема укладки теплоизоляции в фундаментах зданий с переменным режимом эксплуатации, на рис. 325 — схема укладки теплоизоляции в фундаментах зданий с невентилируемым подпольем и переменным режимом эксплуатации.

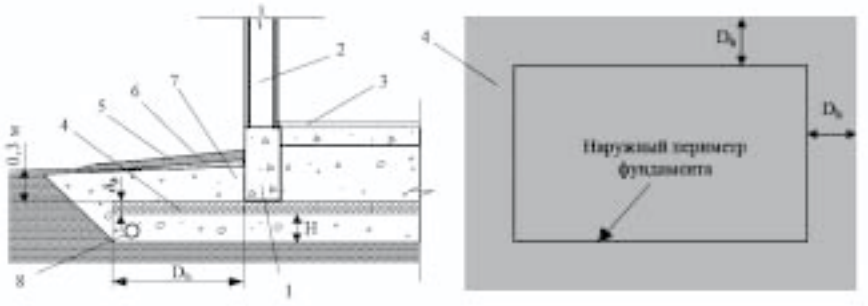


Рис. 320. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах неотапливаемых зданий: *1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция XPS-плиты; *5* — асфальтовая или бетонная отмостка; *6* — песчаная подготовка под отмостку; *7* — непучинистый грунт; 8 — дренаж

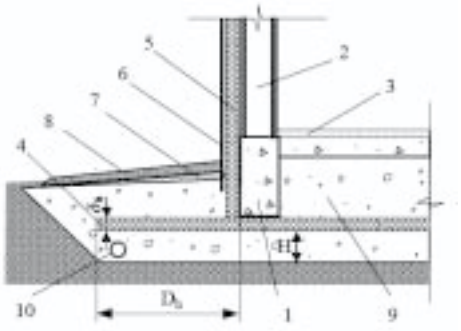


Рис. 321. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах зданий с переменным режимом эксплуатации (отапливаемое —неотапливаемое): *1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция XPS-плиты; *5* — вертикальная теплоизоляция XPS-плиты; *6* — защитный слой; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — непучинистый грунт; *10* — дренаж

Неотапливаемые здания — здания с температурой воздуха в помещениях, зимой равной или ниже +5 °С. В неотапливаемых зданиях XPS-плиты укладываются только горизонтально под подошвой фундамента в пределах всего здания и изоляционной юбки, которая выступает за контур здания на ширину D_h. Толщина слоя XPS-плит принимается постоянной и равной δ_h.

Если у отапливаемых зданий имеются холодные пристройки, например, террасы, крыльца, то теплоизоляционной юбке придается форма, показанная на рис. 325, а ширина юбки увеличивается на ширину пристройки. При этом ее параметры D_h и δ_h принимаются как для неотапливаемого здания.

Под отдельно стоящей или ленточной опорой XPS-плиты укладываются горизонтально, непосредственно под подошвой фундамента, выступая за его контуры на ширину D_h, и имеют толщину δ_h (рис. 322÷325).

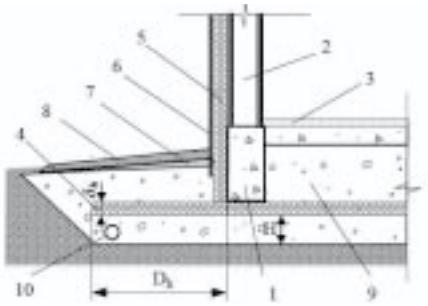


Рис. 322. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах зданий с невентилируемым подпольем и переменным режимом эксплуатации (отапливаемое — неотапливаемое): *1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — невентилируемое подполье; *5* — вертикальная теплоизоляция XPS-плиты; *6* — защитный слой; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — горизонтальная теплоизоляция XPS-плиты; *10* — дренаж; *11* — непучинистый грунт; *12* — парозащитный слой

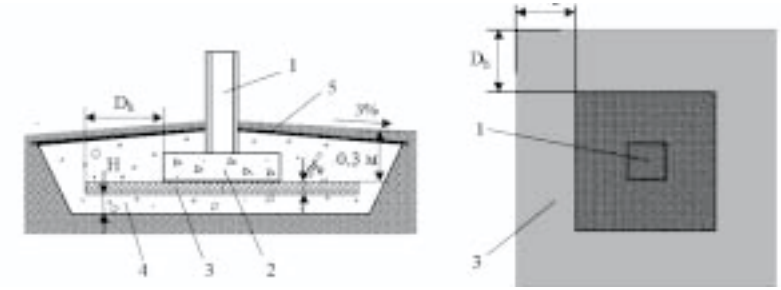


Рис. 323. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах отдельно стоящих опор: *1* — опора; *2* — фундамент; *3* — теплоизоляционный слой XPS-плит; *4* — песчано-гравийная смесь; *5* — водоупорный слой

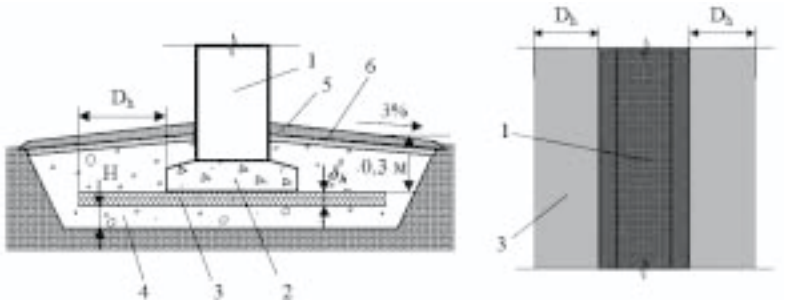


Рис. 324. Схема укладки теплоизоляции при устройстве ленточной опоры: *1* — ленточная опора; *2* — фундамент; *3* — теплоизоляционный слой XPS-плиты; *4* — песчано-гравийная смесь; *5* — отмостка; *6* — песчаная подготовка под отмостку

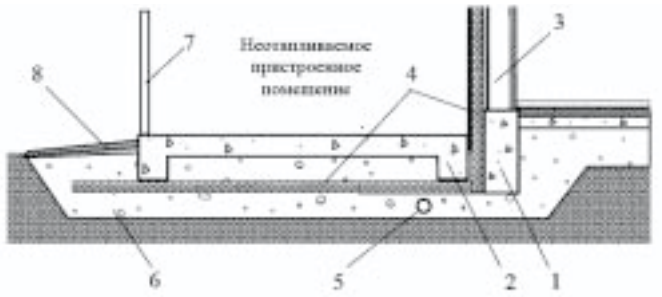


Рис. 325. Сопряжение отапливаемого здания с холодной пристройкой: *1* — фундамент существующего здания; *2* — фундамент пристройки; *3* — стена существующего отапливаемого здания; *4* — XPS-плиты; *5* — дренаж; *6* — песчано-гравийная смесь; *7* — стена пристройки; *8* — отмостка

Для защиты вертикальной изоляции, расположенной на внешней поверхности фундамента и цоколя здания, от механических повреждений, атмосферных воздействий, ультрафиолетового излучения и обеспечения долговечности конструкции необходимо предусмотреть светонепроницаемое и стойкое к атмосферным воздействиям защитное покрытие, которое совместимо с материалом изоляции. Защитное покрытие заглубляется в грунт на 15 см.

Для защиты горизонтальной теплоизоляционной юбки от механических повреждений, возникающих в результате воздействия колесной или точечной нагрузки на асфальтовое покрытие или тротуарную плитку в

процессе эксплуатации, должна быть предусмотрена защита теплоизоляционных XPS-плит листовым материалом. Защитный листовой материал может быть изготовлен на основе цементно-волокнистых плит либо другого материала и предназначен для использования в грунте. Защитный слой располагается на верхней поверхности теплоизоляционных XPS-плит.

3.6.3. Мелкозаглубленный фундамент типа «шведская плита»

Наибольший интерес среди плитных фундаментов, как гладких, так и ребристых плит, занимает так называемая «шведская плита». В Европе эта технология далеко не новая и существует уже несколько десятков лет, а вот в России она только начинает набирать популярность. В первую очередь это связано с технологическими особенностями. Плита является утепленной монолитной железобетонной конструкцией с заложенной сетью коммуникаций, включая систему водяного подогрева пола. Таким образом, комплексный подход при организации «шведской плиты» позволяет получить в короткие сроки утепленное основание со встроенными инженерными системами и ровный пол, готовый для укладки плитки, ламината или другого покрытия.

Поскольку фундамент типа «шведская плита» представляет из себя плоскую конструкцию, то давление на грунт в подобной конструкции равномерно распределено, а дополнительные перекрестные ребра жесткости создают конструкцию, достаточно устойчивую к знакопеременным нагрузкам, возникающим при замораживании, оттаивании и просадке грунта. Благодаря этому, «шведская плита» может применяться на любом типе оснований: пучинистые грунты, песок, супесь, суглинок, глина, водонасыщенные и слабонесущие грунты.

Морозоустойчивость «шведской плиты» достигается за счет устройства теплоизоляции, которая состоит из XPS-плит, расположенных в один слой вертикально по периметру фундамента и в несколько слоев в основании. Оптимальными прочностными характеристиками (более 200 кПа при 2 % линейной деформации) обладает CARBON ECO SP, что позволяет применять этот материал в фундаментах. Таким образом, железобетонная

плита с сетью инженерных коммуникаций находится в оптимальном тепло-влажнастном режиме, что позволяет использовать данную технологию в районах сурового климата и с распространением вечной мерзлоты.

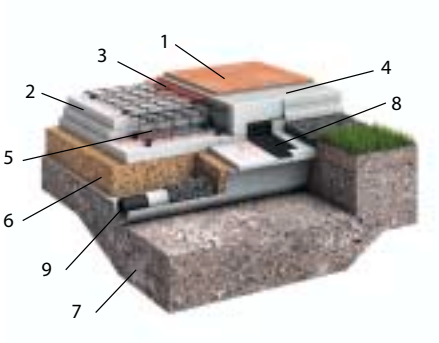


Рис. 326. Мелкозаглубленный фундамент типа «шведская плита»: *1* — покрытие пола; *2* — экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP; *3* — система обогрева теплого пола; *4* — бетонная конструкция фундамента; *5* — арматурный каркас; *6* — песчаная подготовка; *7* — грунт основания; *8* — профилированная мембрана отмостки; *9* — дренажная система

Поскольку поверхность «шведской плиты» уже является поверхностью пола, готовой к применению напольных покрытий (паркет, линолеум, ламинат и т.д.), то это следует учитывать при экономическом сравнении решений фундамента. Кроме того, с экономической точки зрения применение «шведской плиты» позволяет существенно снизить расход бетона (до 30 %) и трудозатраты (до 40 %) по сравнению с заглубленными фундаментами, а простота технологии не требует высокой квалификации рабочих, что делает ее доступной для всех.

3.6.4. Технология производства работ

При устройстве ТФМЗ следует руководствоваться требованиями СНиП 12-01, а также соблюдать требования нормативных документов по организации строительного производства, геодезическим работам, технике безопасности, правилам пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ и охране окружающей среды.

Устройству ТФМЗ должны предшествовать следующие подготовительные работы: вырубка кустарника и корчевка пней; осушение площадки путем устройства водоотводных и нагорных канав, кюветов, лотков и т.п. с отводом воды в пониженные места; устройство подъездных путей и ЛЭП; строительство инженерных сетей до колодцев ввода и заглубленных конструкций, предусмотренных проектом.

К технологии производства работ по устройству ТФМЗ предъявляются требования избегать избыточного водонасыщения грунтов в основании фундаментов, предохранять их от промерзания в период строительства.

Строительство ТФМЗ начинают с устройства котлована, размер которого по дну принимается не менее размеров в плане горизонтальной изоляции, а в отапливаемых зданиях — плюс ширина фундамента. Для отапливаемых зданий котлован устраивается на глубину 0,6 м, для неотапливаемых зданий и под отдельно стоящими опорами — на глубину сезонного промерзания непучинистого грунта. Крутизна откосов котлована принимается 1:1.

В готовый котлован до уровня подошвы фундаментов в отапливаемых зданиях и подошвы теплоизоляции в неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящими опорами слоями отсыпается непучинистый грунт и послойно уплотняется до плотности скелета грунта не менее 1600 кг/м^3. При этом толщина слоя назначается в зависимости от применяемых для уплотнения механизмов. В грунтовой подушке устраивается трубчатый дренаж.

На поверхность грунтовой подушки укладываются XPS-плиты и устанавливаются фундаменты отапливаемых зданий. В неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящими опорами фундаменты устанавливаются непосредственно на поверхность XPS-плиты.

При производстве фундаментных работ следует руководствоваться нормативными документами на производство бетонных и железобетонных работ, а также местным опытом строительства. После монтажа сборных фундаментов или устройства монолитного фундамента следует произвести обратную засыпку пазух котлована непучинистым грунтом с его тщательным уплотнением. После окончания фундаментных работ и засыпки пазух котлована надлежит закончить планировку площадки вокруг дома с обеспечением стока воды от здания.

Работы нулевого цикла подлежат приемке представителем авторского и технического надзора на всех стадиях их выполнения с составлением актов скрытых работ на перечисленные ниже конструктивные элементы и технологические процессы. К этим работам относятся:

• работы по устройству системы водоотлива и осушения, а также другие подготовительные работы (к акту скрытых работ следует прикладывать исполнительные планы, продольные и поперечные профили дренажных канав);

• работы по устройству предусмотренных проектом инженерных сетей;

• освидетельствование фунтов-котлованов (осмотр в натуре следует сопоставить с данными изысканий и в случае их несовпадения внести коррективы в проект);

• работы по устройству грунтовой подушки (осмотр в натуре надо подкреплять данными лабораторных испытаний по определению плотности материала фунтовой подушки; только в том случае, если она соответствует проектной, можно приступать к укладке XPS-плит и устройству фундаментов);

• работы по устройству горизонтальной теплоизоляции;

• работы по устройству фундаментов, гидроизоляции, вертикальной теплоизоляции и засыпке пазух котлована.

В отапливаемых зданиях, в случае, когда плоскость стены здания не совпадает с плоскостью внешней вертикальной поверхности фундамента, вертикальной изоляции в месте сопряжения плоскостей придается излом во избежание образования мостика холода. В процессе проектирования и строительства ТФМЗ необходимо предусмотреть мероприятия по недопущению возникновения «мостиков холода».

Изоляцию малозаглубленного фундамента («Шведская плита») осуществляют в следующей последовательности. Снимают верхний слой грунта на площади немного большей, чем будущий фундамент, и глубиной не менее чем 40 см. Застилают геотекстиль, который служит препятствием к проникновению выравнивающего слоя (песка) в основной грунт. Засыпают выравнивающий слой песка (около 10 см толщиной). По периметру укладывают дренаж с колодцами. Производят обратную засыпку котлована песком с проливкой и послойным трамбованием. Укладывают канализационные трубы. Засыпают, выравнивают и утрамбовывают гравий (щебень) (10÷15 см толщиной). Расклинивают (выравнивают) основание тонким слоем песка.

Укладывают бортовые элементы по периметру будущего фундамента дома (100 мм экструдированного пенополистирола и опалубка). Раскладывают в два слоя экструдированный пенополистирол в качестве теплоизоляции (общий слой толщиной 20 см). Монтируют на

специальные подставки-фиксаторы (4÷5 шт/м^2) арматуру диаметром 10÷12 мм. Укладывают трубы для системы обогрева полов, подключают к коллектору и закачивают в них теплоноситель и опресовывают под давлением. Заливают бетонную плиту толщиной 10 см с бетонными усилениями под несущими стенами, выравнивают.

3.7. Изоляция подвалов

3.7.1. Требования к материалам и конструкциям

Несущая часть стен подвала может быть выполнена из кирпичной кладки, бетонных блоков или из монолитного железобетона. Теплоизоляция стен подвала необходима при размещении в подвалах служебно-вспомогательных помещений, складов и т.п. В результате достигается снижение затрат на отопление, исключается возможность образования конденсата на стенах, повышается комфортность и улучшаются условия работы конструкций.

Плитная теплоизоляция располагается по выровненной наружной поверхности стен подвала после выполнения по ней гидроизоляции, которая в зависимости от гидроусловий может быть окрасочной или оклеечной. При невозможности устройства теплоизоляции с наружной стороны поверхности стен подвала допускается размещение ее с внутренней стороны. При этом, согласно СНиП 23-02-2003, обязательна проверка стены подвала на возможность накопления в ней конденсационной влаги.

Для теплоизоляции стен подвала и цоколя применяют XPS-плиты. Теплоизоляционные плиты крепят к стене на битумно-цементном клее. В зоне цоколя обязательна установка дюбелей из расчета 4 дюбеля на плиту 1200 × 600 мм. Примыкание изоляции к окнам и дверям наружных стен подвальных помещений выполняется аналогично таковым для надземной части. Работы по теплоизоляции стен, расположенных ниже уровня земли, следует выполнять после завершения гидроизоляционных работ.

Крепление теплоизоляционных плит к гидроизолированной поверхности производят в следующей последовательности: битуминозный покровный слой гидроизоляции подплавляют в 3÷5 точках и к ним плотно прижимают теплоизоляционную плиту.

Таблица 68

Изоляция полов на грунте (XPS-плиты)

Температура воздуха в охлажденных помещениях, °С	Требуемая толщина теплоизоляции из ЭПС, мм, полов на обогреваемых грунтах
–1	90
–10	110
–20	160
–30	190

Таблица 69

Изоляция охлаждаемых помещений (XPS-плиты)

Температура воздуха в более теплом помещении, °С	Требуемая толщина теплоизоляции из XPS-плит, мм, внутренних стен и междуэтажных перекрытий охлаждаемых помещений, при температуре воздуха в более холодном помещении, °С						
	–30	–20	–10	–5	0	+5	+12
–30	60	—	—	—	—	—	—
–20	70	60	—	—	—	—	—
–10	110	90	60	—	—	—	—
–5	120	110	70	60	—	—	—
0	140	120	90	70	60	—	—
5	140	120	110	90	70	60	—
10	160	140	120	110	90	70	60
20	180	160	140	120	90	70	60

Каждую теплоизоляционную плиту с четвертями укладывают вплотную к соседним плитам с последующей проклейкой швов (стыков) полосой Герлена шириной 100 мм. Теплоизоляция стены подвала со стороны помещения может быть также приклеена к поверхности стены либо закреплена механическим способом с последующим устройством отделочного слоя.

Минимальное допустимое сопротивление теплопередаче стен и покрытий зданий различного назначения и разных климатических условий регламентировано СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». *Стены подвала* имеют несущую часть, выполненную из кирпича или камней толщиной 510 мм или из бетонных блоков толщиной 500 мм с отделочным штукатурным слоем толщиной 20 мм со стороны помещения.

Теплоизоляция стен подвала рассчитывается только для «теплых» подвалов, в которых предусмотрена нижняя разводка труб систем отопления, горячего водоснабжения, а также труб систем водоснабжения и канализации (табл. 68, 69, 70). Сопротивление теплопередаче стен подвалов принимается с учетом расчетной температуры воздуха подвала как для наружных стен.

Таблица 70

Изоляция перекрытий над проветриваемым подпольем (XPS-плиты)

Среднегодовая температура наружного воздуха в районе строительства,°С	Требуемая толщина теплоизоляции из XPS-плит, мм, перекрытий над проветриваемыми подпольями для различных районов (СНиП 23-01-99) при температуре воздуха в более холодном помещении, °С				
	–30	–20	–10	–5	0 и не нормируется
+3 и ниже	160	120	110	90	90
от +3 до +9	160	140	120	90	90
+9 и выше	180	160	140	120	110

Выводы

Гидроизоляционная система — это комплекс мероприятий, направленных на предотвращение попадания подземных вод внутрь сооружения или защиту от нее конструкций, расположенных в грунте. Элементами данной системы являются: водонепроницаемый бетон, гидроизоляционная мембрана, теплоизоляция, защита мембраны, дренаж, вентиляция и кондиционирование воздуха.

При выборе материалов для гидроизоляции следует руководствоваться условиями их применения, гидрогеологической обстановкой в районе строительства, положительным или отрицательным давлением воды на мембрану, ремонтопригодностью системы, конструктивными особенностями сооружения, наличием квалифицированных кадров для устройства гидроизоляционной системы и т.д. При проектировании и устройстве гидроизоляционной системы всегда следует отдавать предпочтение двух-, трехуровневой системе.

Водонепроницаемый бетон ограждающих конструкций является первичным уровнем защиты от воздействия воды. Бетон с заданными физико-механическими характеристиками способен не только обеспечить несущую способность конструкции, но и противостоять воздействию воды и агрессивной среды даже в случае нарушения целостности гидроизоляционной мембраны.

Особое внимание следует обращать на герметизацию технологических и деформационных швов, по которым чаще всего вода попадает внутрь защищаемой конструкции. В заглубленных и подземных сооружениях элементы уплотнения швов являются неотъемлемой частью гидроизоляционной системы, которые должны обеспечивать надежную защиту сооружения от внешних воздействий. Выбор конкретного способа герметизации швов (и, соответственно, материалов) зависит от конструкции шва, действующих на него нагрузок, расчетных деформаций, квалификации рабочих и т.д.

Гидроизоляционная мембрана является одним из основных элементов гидроизоляционной системы.

При выборе материалов для гидроизоляционной мембраны следует ориентироваться на:

- условия эксплуатации объекта (особое внимание к химической агрессии);
- наличие положительного или отрицательного давления воды, знакопеременность суммарного давления;
- условия проведения работ;
- сроки вызревания бетона;
- качество поверхности для укладки гидроизолирующих материалов, трудоемкость в ее подготовке;
- наличие квалифицированных исполнителей работ;
- требования техники безопасности.

Также на выбор материала оказывают влияние общие сроки строительства объекта и сезонность работ.

Необходимо учитывать качество применяемых материалов, которые должны быть подкреплены гарантией производителя, результатами независимой экспертизы и рекомендациями специализированных институтов и ассоциаций.

Устройство дренажной системы позволяет понизить уровень подземных вод, отводя их от защищаемых конструкций и сооружений, предотвращая, таким образом, их подтопление. Это позволяет существенно увеличить долговечность сооружения, обеспечивая нормальный режим его эксплуатации. Самыми надежными быстровозводимыми дренажными системами в настоящий момент считают геокомпозитные дренажи в сочетании трубчатыми дренами. Их применяют при любом типе грунта, при глубине заложения до 20 м, даже при воздействии агрессивных подземных вод.

4. Системы изоляции фасадов и наружных стен

4.1. Основы энергосбережения и комфорта

Повышение цен на энергоносители изменило отношение домовладельцев к качеству и эффективности ограждающих конструкций зданий. Больше внимания стали обращать на теплосберегающие параметры строительных систем и долговечность как вновь строящихся, так и уже существующих домов. Эта общемировая тенденция отражена в государственных программах по эффективному использованию энергии в жилых домах. За прошедшие годы различным странам удалось не только задержать рост, но и существенно снизить энергопотребление в строительном комплексе, даже несмотря на рост жилых площадей.

В России работа по модернизации нормативной документации ведется с 90-х гг. XX в. Так, в 1995 г. было принято Изменение № 3 в СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», которое сразу увеличило требуемое приведенное сопротивление ограждающих конструкций примерно в 2 раза, а с 2000 г. — более чем в 3 раза. В результате в традиционных, зачастую однослойных ограждающих конструкциях домов при разумной толщине несущей стены стало невозможно обеспечить требуемое термическое сопротивление. Впоследствии СНиП II-3-79* был заменен на новый СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий». В 2009 г. вся концепция энергосбережения в стране была сведена в единый документ, и 23 ноября вступил в силу новый федеральный закон N261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

Все эти предпосылки дали начало бурному развитию в России различных фасадных систем. Корпорация ТехноНИКОЛЬ, проанализировав мировой опыт и учитывая особенности российской строительной отрасли, разработала фасадные системы для промышленного и гражданского строительства.

Применение теплоизоляционных материалов в многослойных строительных конструкциях решает такие задачи, как сокращение теплопотерь и обеспечение комфортного проживания.

4.1.1. Основные принципы энергосбережения

В современном мире вопросы рационального использования ресурсов, экономии топлива и энергосбережения приобретают все бóльшую актуальность. Экономия топливно-энергетических ресурсов, повышение эффективности тепловой защиты зданий и сооружений, промышленных объектов, внедрение энергоэффективных технологий и материалов являются приоритетными направлениями в развитии как российской, так и мировой экономики.

В России, где общая площадь эксплуатируемых зданий составляет около 5 млрд м^2, на отопление ежегодно расходуется около 400 млн т условного топлива, т.е. примерно четверть энергоресурсов страны. Расположение в северных широтах предполагает холодные продолжительные зимы и большое количество осадков. Поэтому на единицу жилой площади у нас расходуется в 2÷3 раза больше тепловой энергии, чем в странах Европы. Проблема экономии энергии, а значит и повышения эксплуатационных характеристик зданий, стала для России актуальной задачей, требующей скорейшего решения. Одним из наиболее эффективных путей экономии энергии признано сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений.

В Федеральном законе об энергосбережении (№ 28-ФЗ от 3 апреля 1996 г.) в числе первоочередных мер по реализации потенциала энергосбережения в России были рекомендованы в том числе такие меры, как создание и внедрение высокоэффективных теплоизоляционных материалов и строительных конструкций. Применение эффективных систем теплоизоляции позволяет сократить потребление энергоресурсов на отопление до 10 раз.

На рис. 327 показаны две термометрические съемки одного дома. Первая (рис. 327 *а*) произведена до утепления. Вторая (рис. 327 *б*) — после. Красно-желтые оттенки на съемке указывают на высокие температуры поверхности наружной стены (11÷16 °С). Таким образом, дом фактически отапливает улицу, подобно батарее. После утепления стен и установки других стеклопакетов наблюдается значительное снижение температуры на поверхности стены, что приводит к снижению расхода тепловой энергии на обогрев дома, и, следовательно, к экономии.

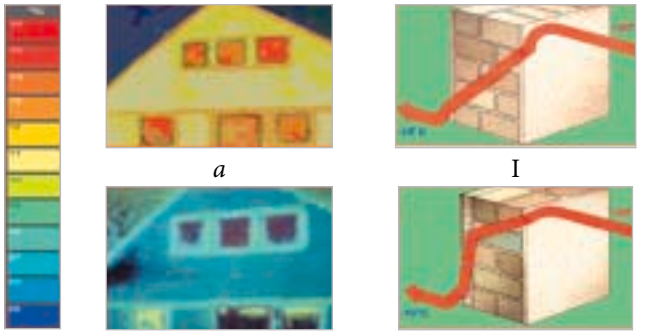


Рис. 327. Результаты термометрической съемки: *а* — до утепления; *б* — после утепления; *I* — температурная кривая стены до утепления; *II* — температурная кривая стены после утепления

Изменение температуры в неутепленной стене показано на рис. 327 *I* при температуре воздуха внутри здания +20 °С, а снаружи –10 °С, значительный перепад температур вызывает перемещение холодного воздуха по помещению, а расход энергии, необходимой для поддерживания высокой температуры в помещении, увеличивается. При утеплении стены (рис. 327 *II*) таких явлений нет, а разность температур воздуха в помещении и внутренней поверхности стены незначительная. В утепленной стене резкое падение температуры происходит в пределах теплоизоляционной плиты.

4.1.2. Обеспечение комфортного проживания в помещении

Внутри помещений в зависимости от их функционального или технологического назначения должны обеспечиваться определяющие микроклимат санитарно-гигиенические условия.

Микроклимат помещений гражданских и промышленных зданий характеризуется температурами воздуха, их колебаниями, температурами на внутренних поверхностях ограждений, относительной влажностью и скоростью движения воздуха в помещении, кратностью воздухообмена, а также гигиеническим состоянием воздуха и наличием или отсутствием агрессивных воздействий на ограждения.

При этом температура внутренней поверхности ограждающей конструкции не должна вызывать у человека ощущение холода. На ней не должна конденсироваться влага, приводящая к появлению сырости, образованию грибков. Материал и конструкция ограждения должны подбираться таким образом, чтобы в толще его при эксплуатации не образовывалась влага, ухудшающая теплозащитные и санитарно-гигиенические качества ограждения. Итак, чтобы обеспечить необходимые комфортные условия в помещении, ограждения должны иметь:

- достаточные теплозащитные свойства для защиты помещений зимой от холода, летом от перегрева;
- температуры внутренних поверхностей, незначительно отличающиеся от температуры внутреннего воздуха.

При этом наружные ограждающие конструкции должны обеспечивать минимальные экономически обоснованные теплопотери, отвечающие требуемой энергетической эффективности здания.

Сокращение теплопотерь. При наступлении холодов температура в помещениях значительно снижается. Эта проблема касается всех зданий — от небольших домов до высотных сооружений. Потери тепла происходят через все ограждающие конструкции здания в следующем соотношении: стены — до 35 %; крыша — до 40 %; окна и двери — до 20 %; подвал — до 5 %.

Интенсивное дополнительное обогревание внутри зданий — решение экстренное, но временное, связанное с большим расходом используемой энергии и с загрязнением окружающей среды. Наиболее рациональным решением является утепление наружных стен зданий, позволяющее достичь оптимального микроклимата в помещении и сократить энергозатраты.

4.2. Общие принципы конструирования систем изоляции

4.2.1. Системные решения и материалы

Системы наружного утепления зданий позволяют эффективно решить вопросы энергосбережения. Их применение в современном строительстве дает широкие возможности архитекторам и проектировщикам в создании нового облика зданий, придания им ранее недоступных архитектурных форм. В строительной практике преобладают три типа конструктивных решений: фасадные системы со штукатурным слоем (скрепленного типа), фасады с вентилируемым зазором и слоистые системы.

Системы применяют для зданий одно- и многоэтажных, I÷IV степени огнестойкости с сухим и нормальным температурно-влажностным режимом для строительства на всей территории страны; для стен несущих или самонесущих из штучных материалов (кирпич, камни, бетонные блоки) или монолитного железобетона.

Стена может быть несущей или самонесущей или представляет собой трехслойную конструкцию с несущим слоем из полнотелого керамического кирпича, бетонных блоков или монолитного железобетона.

Штукатурный фасад является примером утепления стен снаружи. В зависимости от толщины штукатурного слоя, можно выделить фасады с «тонкой» или «толстой» штукатуркой. Толщина отделочного слоя «легкой» штукатурной системы составляет 4,5÷5 мм, «тяжелой» — 20÷40 мм.

В конструкции с тонким штукатурным слоем утеплитель крепят к несущему слою стены на клей и дополнительно распорными дюбелями. При подготовке несущей части стены до закрепления к ней теплоизоляции рекомендуется использовать при необходимости (в зависимости от состояния поверхности) антигрибковый состав, грунтовку.

Слоистая (колодезная) кладка представляет собой трехслойную конструкцию. Несущая стена (внутренняя верста) выполняется из кирпича, бетона, керамзитобетона, блоков и других материалов. Далее идет слой теплоизоляции и устанавливается внешний слой (наружная верста) из лицевого кирпича, который несет защитно-декоративную функцию. Внутренняя и наружная части трехслойной кладки связываются между собой специальными закладными деталями — гибкими связями из пластика. Последний вариант предпочтительнее из-за меньшей теплопроводности стеклопластиковых стержней.

Устройство слоистых кладок можно разделить на два типовых решения. В первом устраивается воздушный зазор. Во втором — нет. При выборе между ними учитывается, что воздушный зазор работает не так, как в системах утепления стен с вентилируемым воздушным зазором. Необходимо понимать, что устройство воздушного зазора увеличит длину гибких связей, итоговую толщину стены, а, следовательно, и фундамента, но зато позволит удалять влагу из конструкции. При этом

избыточная влага из несущей стены и минеральной ваты будет сразу уходить в атмосферу, в то время как в конструкции без воздушного зазора пар будет проходить и через облицовочный кирпич.

Навесные фасадные системы утепления с воздушным зазором представляют конструкцию, в которой теплоизоляционные плиты защищены от атмосферных воздействий навесной облицовкой, установленной на кронштейнах подконструкции с образованием воздушного зазора между облицовкой и утеплителем. Крепление плит к поверхности фасада осуществляется при помощи дюбелей фасадных.

Облицовочным материалом системы могут являться различные плитки из каменных пород, керамики, керамогранита, цемента и фиброцемента; кассеты и полукассеты из листовых материалов; облицовки металлические со средним слоем из полимерных материалов, стеклянные. В качестве гидро- и ветрозащиты предусмотрена пленка гидроветрозащитная для скатной кровли и фасадов. Существуют минераловатные плиты, которые позволяют не применять пленки. К таким относится продукция марки ТЕХНОВЕНТ.

Требования к утеплителю предъявляются достаточно жесткие: материал должен быть негорючим, гидрофобизированным и не давать усадки. Кроме этого, структура материала должна быть такой, чтобы в толще утеплителя не возникало конвективных потоков, из-за которых снижаются теплоизоляционные показатели. В качестве основного утеплителя применяют плиты на основе минеральной ваты.

4.2.2. Критерии теплозащиты

Минимальное допустимое сопротивление теплопередаче стен и покрытий зданий различного назначения и разных климатических условий регламентировано СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003).

По назначению рассматриваемые здания образуют 3 группы:

— жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты;

— общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом;

— производственные с сухим и нормальным режимами.

При новом строительстве необходимая толщина слоя теплоизоляции из минераловатных плит должна определяться с учетом группы зданий и при соблюдении ряда условий.

Стены без воздушной прослойки имеют несущую часть из полнотелого керамического кирпича или камней толщиной 380 мм и наружную защитно-декоративную стенку из штукатурки или из кирпича толщиной 120 мм. В зданиях 1 и 2 группы стена с внутренней стороны имеет отделочный штукатурный слой толщиной 20 мм. Коэффициент теплотехнической однородности 0,95 без учета откосов проемов и их теплопроводных включений. При наличии замкнутой воздушной прослойки должно быть учтено ее термическое сопротивление. В конструкциях стен с вентилируемой воздушной прослойкой требуемая толщина теплоизоляции определяется на основе теплотехнического и аэродинамического расчета воздушной прослойки.

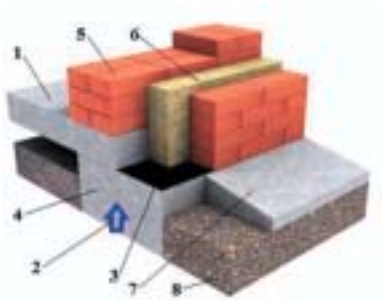


Рис. 328. Устройство горизонтальной отсечки влаги: *1* — плита перекрытия; *2* — капиллярный подсос влаги; *3* — гидроизоляция; *4* — фундамент; *5* — стена; *6* — утеплитель; *7* — отмостка; *8* — грунт

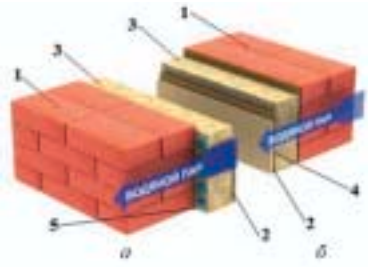


Рис. 329. Проектирование слоистой системы: *а* — неправильно; *б* — правильно; *1* — толстый слой; *2* — тонкий слой; *3* — утеплитель; *4* — отсутствие конденсата в толще стены; *5* — образование конденсата на поверхности толстого слоя

Стены подвала имеют несущую часть, выполненную из кирпича или камней толщиной 510 мм или из бетонных блоков толщиной 500 мм с отделочным штукатурным слоем толщиной 20 мм со стороны помещения. Теплоизоляция стен подвала рассчитывается только для «теплых»

подвалов, в которых предусмотрена нижняя разводка труб систем отопления, горячего водоснабжения, а также труб систем водоснабжения и канализации.

При реконструкции стен и покрытий толщина слоя дополнительной теплоизоляции определялась исходя из разности сопротивлений теплопередаче требуемого и существующего.

Необходимость устройства специального парозащитного слоя определяется расчетом по СП 50.13330.2012. Эффективное использование теплоизоляции основано на соблюдении следующих условий. Теплоизоляционный материал используют только сухим. Установку плит утеплителя необходимо производить вплотную друг к другу и элементам конструкции. Не допускается возникновение зазора между плитами, приводящего к образованию мостиков холода, что увеличит теплопотери через ограждающую конструкцию.

Обязательным является устройство горизонтальной гидроизоляции, защищающей стены от увлажнения грунтовой влагой (рис. 328). По периметру здания делается отмостка шириной 0,75÷1 м с уклоном от здания.

Выход диффузионной влаги через конструкцию наружу должен быть свободный (рис. 329). При этом необходимо плотные паронепроницаемые материалы расположить с внутренней стороны конструкции, а пористые паропроницаемые — с внешней. Запрещается устанавливать с «холодной» стороны утеплителя или на наружной поверхности стены материалы, плохо пропускающие водяные пары: пароизоляционные пленки, тяжелые цементные штукатурки, акриловые штукатурные смеси и краски (в случае с минераловатным утеплителем).

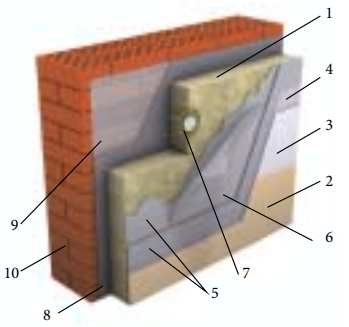
4.3. Системы изоляции фасадов и стен

4.3.1. Системы изоляции штукатурных фасадов

Система ТН-ФАСАД Декор

Система ТН-ФАСАД Декор — система утепления фасада с тонким штукатурным слоем (рис. 330). Система обладает высоким уровнем стабильности климата внутренних помещений благодаря расположению каменной стены внутри теплого контура. Различная фактура финишных штукатурок и возможность колеровки в любой цвет придает системе большие декоративные возможности.

Рис. 330. Система ТН-ФАСАД Декор: *1* — плита ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO FAS RF (для изоляции цоколя); *2* — фасадная краска (по необходимости); *3* — декоративная штукатурка; *4* — кварцевая грунтовка; *5* — базовый армирующий слой; *6* —стеклотканевая щелочестойкая сетка; *7* — тарельчатый фасадный анкер; *8* — клей для теплоизоляционных плит; *9* — упрочняющая грунтовка; *10* — наружная стена



Основанием системы могут быть несущие, самонесущие и навесные стены из каменных и армокаменных кладок и монолитного железобетона. По предварительно прогрунтованной поверхности ограждающей конструкции к фасаду приклеиваются теплоизоляционные плиты на специальный клей для плит. После полного высыхания клея (через 24 ч) теплоизоляционные плиты дополнительно дюбелируются.

В качестве теплоизоляции фасада используются жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты на синтетическом связующем ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ. Данный вид теплоизоляции экологически чист, не горюч, не имеет усадки после производства материала, обладает высокой звукоизоляционной способностью, а за счет хорошей паропроницаемости позволяет дому «дышать».

Армирование щелочестойкой сеткой увеличивает ударную стойкость, снижает опасность возникновения трещин. В фасадной теплоизоляционной системе применяются профилированные изделия из сетки: углы, оконные планки, деформационные швы. Они облегчают монтаж, делая конечный вариант более аккуратным и долговечным. Декоративная штукатурка имеет не только эстетическое назначение, но прежде всего защитное — снижение воздействия атмосферных факторов и, как следствие, продление срока службы фасада. Структура покрытия определяется размером и формой зернистого наполнителя, инструментом и приемами нанесения.

Система ТН-ФАСАД Классик

Система ТН-ФАСАД Классик разрешена к применению на зданиях всех степеней огнестойкости и всех классов конструктивной и функциональной пожарной опасности высотой до 75 м. Основные преимущества системы:

- система негорючая, благодаря чему идеально подходит для фасадов детских садов, школ, больниц;
- стальная армирующая сетка обеспечивает высокую ударную прочность;
- безремонтный срок службы системы — более 25 лет.

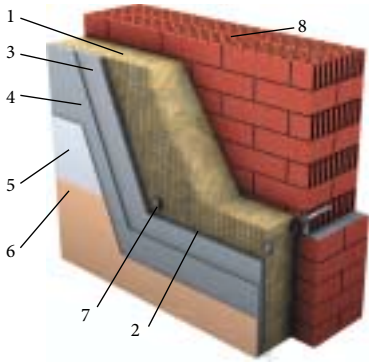


Рис. 331. Система ТН-ФАСАД Классик *1* — ТЕХНОФАС ЭКСТРА (или ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO FAS RF — для изоляции цоколя); *2* — стальная сетка; *3* — грунтующий слой; *4* — выравнивающий слой; *5* — декоративная штукатурка; *6* — фасадная краска (по необходимости); *7* — стальной анкерный крепеж; *8* — наружная стена

ТН-ФАСАД Классик — система с отделочным слоем из традиционной штукатурки, благодаря стальной армирующей сетке и толщине штукатурного слоя до 40 мм она имеет высокую ударную прочность. Система применяется как при новом строительстве, так и при реконструкции зданий. В качестве основания под систему могут служить несущие, самонесущие и навесные стены из каменных, армокаменных кладок и монолитного железобетона.

В качестве теплоизоляции фасада используются жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА на синтетическом связующем. Плиты крепятся к основанию на специальный стальной анкерный крепеж. На этот крепеж также закрепляется стальная армирующая сетка. За счет шарнирной конструкции крепежа система не жестко сопряжена с основанием и при температурном расширении не образуются трещины.

По стальной сетке наносится штукатурный состав механически или вручную в 2 слоя: 1-й слой — грунтующий, 2-й — выравнивающий. Между нанесением необходимо сделать перерыв для полного высыхания предыдущего слоя.

Финишным слоем является декоративная штукатурка, колерованная или под покраску, которая не только придает фасаду эстетический вид, но и защищает систему от воздействия атмосферных факторов. Тип штукатурки и способ нанесения определяют конечную структуру фасада.

4.3.2. Системы изоляции фасадов с вентилируемым зазором

Система ТН-ФАСАД Вент

Отличительная особенность системы ТН-ФАСАД Вент (рис. 332) заключается в том, что конструкция имеет защитный экран от атмосферных осадков, отделенный от системы вентилируемым зазором. Благодаря этому, теплоизоляционный слой всегда поддерживается в сухом состоянии, а фасад в целом не имеет поверхностного замораживания—оттаивания.

В качестве теплоизоляции фасада используются жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты на синтетическом связующем ТЕХНОВЕНТ. Данный вид теплоизоляции экологически чист, не горюч (НГ), не имеет усадки, обладает высокой звукоизоляционной способностью, благодаря высокой паропроницаемости позволяет дому «дышать». Теплоизоляция может устанавливаться как в один, так и в два слоя, при этом дюбелируется каждый слой.

Варианты комбинации теплоизоляции: однослойное применение (ТЕХНОВЕНТ); двухслойное применение (ТЕХНОВЕНТ + ТЕХНОЛАЙТ/ ТЕХНОБЛОК). В зонах повышенной ветровой нагрузки (углы здания, парапеты) теплоизоляционный слой возможно дополнительно защитить паропроницаемой ветрозащитной пленкой (супердиффузионной мембраной). Благодаря высокой плотности плит ТЕХНОВЕНТ в применении ветрозащитных пленок по всей плоскости фасада нет необходимости.

На установленные кронштейны после закрепления теплоизоляционных плит монтируются несущие профили. За счет подвижной части несущего кронштейна и особого крепления несущего профиля, система

нивелирует неровности стен и принимает строго вертикальное положение. Высокие декоративные характеристики системы возможны благодаря различным материалам облицовочного экрана: керамогранитным или фиброцементым плитам, алюминиевым композитным панелям.

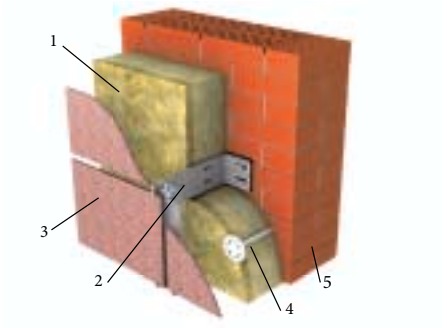


Рис. 332. Система ТН-ФАСАД Вент: *1* — плиты ТЕХНОВЕНТ или сочетание ТЕХНОЛАЙТ/ТЕХНОБЛОК + ТЕХНОВЕНТ (двухслойное решение); *2* — несущая подсистема; *3* — облицовка (композит, керамогранит, фиброцемент); *4* — дюбель для изоляции со стальным (пластиковым) гвоздем; *5* — несущая/самонесущая стена

Система ТН-ФАСАД Сайдинг

В качестве несущей конструкции данной системы являются каменные и армокаменные кладки, монолитный железобетон (рис. 333). Снаружи здания к фасаду механически крепится деревянный каркас для надежной фиксации теплоизоляционных плит ТЕХНОБЛОК требуемой толщины.

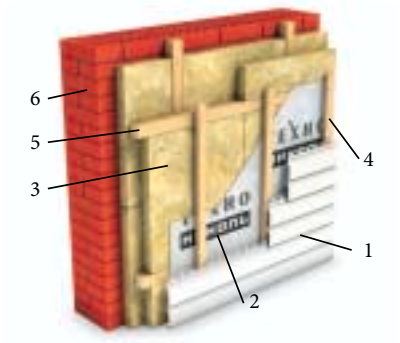


Рис. 333. Система ТН-ФАСАД Сайдинг: *1* — виниловый сайдинг; *2* — пленка гидро-ветрозащитная для скатной кровли и фасадов; *3* — ТЕХНОБЛОК; *4* — контррейка, толщиной 3—5 см; *5* — каркас под теплоизоляцию, брус 50 × 50 мм; *6* — каменная кладка

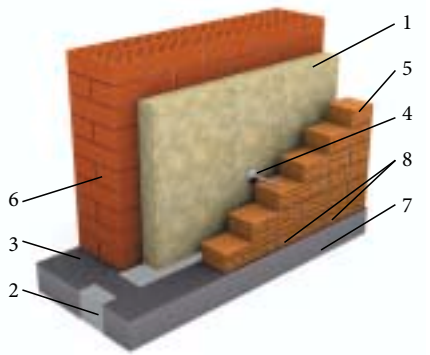
Каркас состоит из двух рядов обрешетки. Горизонтальная и вертикальная обрешетка каркаса под теплоизоляцию устанавливается с шагом, равным ширине теплоизоляционных плит (600 мм), и служит для поддержания теплоизоляции в проектном положении. Контррейка устанавливается с шагом 400 мм под крепление сайдинга.

Для защиты утеплителя от выветривания тепла и от замачивания атмосферной влагой, плиты покрываются ветровлагозащитной пленкой для фасадов. Данная пленка дополнительно крепится контррейками, по которым монтируется виниловый сайдинг. Для организации достаточного вентиляционного канала толщина контррейки должна быть в пределах 3÷5 см. В системе ТН-ФАСАД Сайдинг пароизоляция не требуется. Благодаря вентиляционному каналу фасад стабильно работает даже на стенах из «легких блоков».

Система ТН-ФАСАД Стандарт

ТН-ФАСАД Стандарт — фасадная система слоистой кладки с эффективной теплоизоляцией ТЕХНОБЛОК, специально разработанная для многоэтажных зданий (рис. 334). Система обладает высоким уровнем стабильности климата внутренних помещений. Благодаря кирпичной облицовке имеет классический внешний вид, при этом система является вентилируемой, что позволяет не перегреваться в теплый период года и не накапливать конденсат в утеплителе в холодный период года.

Рис. 334. Система ТН-ФАСАД Стандарт: *1* — плиты ТЕХНОБЛОК; *2* — плиты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON; *3* — гидроизоляционная отсечка (Бикроэласт) (в случае, если это пол первого этажа); *4* — гибкие базальтопластиковые связи с фиксатором зазора; *5* — облицовочный кирпич; *6* — несущая/самонесущая стена; *7* — опорное перекрытие с системой «термовкладышей»; *8* — приточно-вытяжные отверстия (вертикальные швы)



Фасадная система ТН-ФАСАД Стандарт является полностью самонесущей конструкцией, опертой на межэтажное перекрытие, поэтому ограничена высотой этажа. Шов между слоистой кладкой и вышележащим перекрытием заполняется компенсационным герметиком. Традиционным материалом для внутренней части стены является глиняный кирпич и блоки из так называемых «легких» или «эффективных» бетонов плотностью не ниже 600 кг/м^3.

Теплозащиту в слоистых кладках обеспечивает слой эффективной теплоизоляции. При этом материал должен иметь хорошую паропроницаемость и жесткость. Данным требованиям отвечают теплоизоляционные плиты ТЕХНОБЛОК.

Для предотвращения обрушения наружной версты (кладки), ее соединяют с внутренней верстой гибкими связями из базальтопластика. Этот элемент дополнительно поддерживает утеплитель в проектном положении и с помощью фиксаторов обеспечивает сохранение вентилируемого зазора (2÷5 см) между теплоизоляцией и наружной верстой. Приточные и вытяжные отверстия выполняются специальными аэраторами, заполняющими вертикальный шов между соседними кирпичами. Поскольку система полностью опирается на монолитное перекрытие, то для удаления сплошного мостика холода в перекрытие при монолитных работах вставляются термовкладыши из плит ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON.

В системе ТН-ФАСАД Стандарт пароизоляция не требуется. Исключением является фасады, возводимые из «легких блоков» с высокой паропроницаемостью.

4.3.3. Системы изоляции стен

Система ТН-ФАСАД Сэндвич

Основным элементом системы ТН-ФАСАД Сэндвич (рис. 335) является специальный сэндвич-профиль. Он представляет собой объемную тонкослойную конструкцию, изготовленную холодным формованием из покрытого полимером оцинкованного стального листа. Профили ставятся друг на друга и крепятся к каркасу здания и между собой саморезами. Возможность использования в системе ТН-ФАСАД Сэндвич легких теплоизоляционных плит ТЕХНОЛАЙТ обусловлена ненагружаемой схемой применения теплоизоляции.

Все стыки сэндвич-профилей между собой и примыкания профилей к металлокаркасу проклеиваются специальными пароизоляционными уплотнителями. Благодаря высоким пароизоляционным свойствам системы и наличию вентилируемого канала, только данную сэндвич-систему допустимо применять на объектах с повышенными требованиями по герметичности внутренних стен — автомойках, бассейнах, птицефермах и т.п.

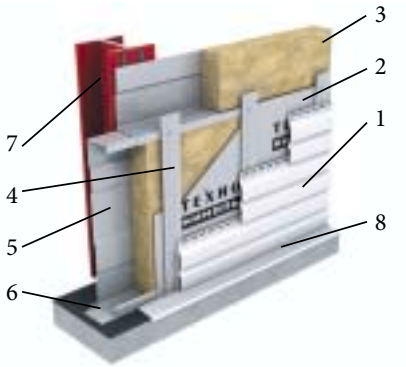


Рис. 335. Система ТН-ФАСАД Сэндвич: *1* — виниловый сайдинг; *2* — пленка гидро-ветрозащитная для скатной кровли и фасадов; *3* — плиты ТЕХНОЛАЙТ; *4* — контррейка (металлический шляпный профиль); *5* — сэндвич-профиль; *6* — уплотнительные ленты; *7* — несущая рама здания; *8* — отлив

Внешняя отделка системы может также выполнятся фасадными кассетами. В таком случае, благодаря негорючей облицовке, система отвечает более высоким противопожарным требованиям. При замене плит ТЕХНОЛАЙТ на ТЕХНОВЕНТ, можно отказаться от гидроветрозащитной пленки для фасадов. Полученная конструкция становится полностью негорючей.

Конкурентоспособность системы ТН-ФАСАД Сэндвич заключается в простоте сборки, отсутствии потребности в подъемных механизмах при монтаже, низкой себестоимости и высокой надежности при эксплуатации, благодаря наличию в конструкции вентилируемого канала. Система удобна в эксплуатации, легко моется, и имеет срок службы более 50 лет.

Система ТН-ФАСАД Эконом

Сайдинг широко используется для облицовки как старых, так и новых домов. Главные достоинства сайдинга — долговечность и экономичность, простота эксплуатации, к тому же сайдинг очень прост при монтаже.

Несущий каркас системы ТН-ФАСАД Эконом (рис. 336) может быть выполнен из древесины хвойных пород, либо из стальных термопрофилей. Слабая теплопроводность дерева и термопрофилей позволяет располагать негорючие теплоизоляционные плиты ТЕХНОЛАЙТ в пространстве каркаса, благодаря этому толщина стен получается минимальной. Ориентированно-стружечные плиты (ОСП-3) выполняют функцию связи в каркасной схеме здания, благодаря чему дом способен

выдерживать большие горизонтальные нагрузки (ветровые, полезные и т.д.). Еще одним назначением плит ОСП-3 является сплошное основание под сайдинг для 100 % надежного и качественного крепления панелей и доборных элементов системы винилового сайдинга.

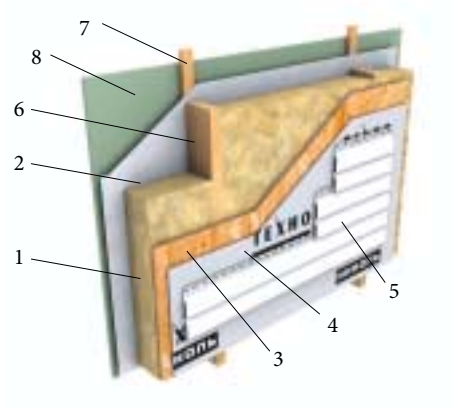


Рис. 336. Система ТН-ФАСАД Эконом: *1* — плита ТЕХНОБЛОК; *2* — пароизоляция для скатных кровель и стен; *3* — плиты ОСП-3; *4* — мембрана супердиффузионная; *5* — виниловый сайдинг; *6* — каркас здания; *7* — контррейка 40÷60 мм; *8* — внутренняя обшивка ГКЛ или ГВЛ

Для увеличения срока службы как плит ОСП-3, так и фасадной системы в целом, между сайдингом и сплошным основанием располагается супердиффузионная мембрана. Данный изоляционный материал способен пропускать влажный воздух через себя изнутри помещения наружу, но не пускать влагу внутрь конструкции. Супердиффузионная мембрана выводит влажный воздух из фасада и при этом предохраняет плиты ОСП-3 от уличной влаги, попавшей из-под облицовки (дождь, роса, туман). Изнутри система защищена от переувлажнения пароизоляционной мембраной.

Важно иметь в виду, что пароизоляционная мембрана, — это конструктивный элемент. Он монтируется из прочной пароизоляционной пленки, нахлесты которой проклеиваются соединительной бутилкаучуковой лентой. Аналогичным способом проклеиваются примыкания пленки к соседним конструкциям. Только в таком случае получится эффективная преграда влажному воздуху. Чтобы пароизоляционный контур не был нарушен при монтаже коммуникаций (электрика, отопление, водоснабжение), внутреннюю обшивку необходимо располагать на расстояние 4÷6 см от пароизоляции.

Система ТН-СТЕНА Термо

Система ТН-СТЕНА Термо — это наиболее простой способ теплоизоляции существующего помещения (рис. 337). При производстве внутренних работ нет необходимости в строительных лесах, нет ограничений по внешним погодным условиям, нет сложных технологических процессов и нет большой номенклатуры дорогостоящих доборных материалов. Чаще всего данная система применяется при утеплении присоединенных лоджий и балконов.

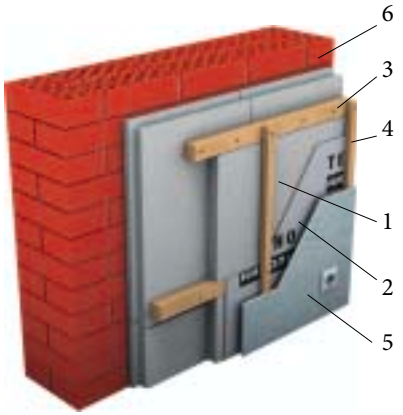


Рис. 337. Система ТН-СТЕНА Термо: *1* — плита ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON; *2* — пароизоляция для скатных кровель и стен; *3* — прижимная планка; *4* — контррейка, толщиной 40—60 мм; *5* — внутренняя обшивка; *6* — изолируемая стена

При устройстве данной системы плиты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON прижимаются к стене деревянными брусками, пространство между брусками тоже заполняется плитами ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON. Затем крепится пароизоляционная пленка. Очень важно проклеить все нахлесты пленок между собою и примыкание пленки к ограждающим конструкциям. В этой операции используется специальный материал — соединительная бутилкаучуковая лента.

Пленка дополнительно прижимается рейками, по которым выполняется внутренняя отделка помещения. Образовавшийся зазор между пароизоляцией и внутренней отделкой необходим для прокладки коммуникаций (электрика, отопление, водоснабжение) без нарушения пароизоляции.

4.4. Монтаж систем фасадной изоляции

4.4.1. Монтаж систем наружной изоляции стен зданий со штукатурным слоем

Стены с отделочным слоем из традиционной (толстослойной) штукатурки. При отделочном слое из традиционной штукатурки толщиной 20÷40 мм в качестве теплоизоляции используются минераловатные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА.

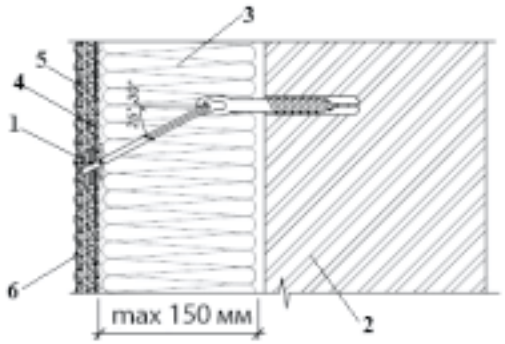


Рис. 338. Стена с защитно-декоративным слоем из традиционной штукатурки; *1* — крепежное изделие; *2* — наружная стена; *3* — теплоизоляционная плита ТЕХНОФАС ЭКСТРА; *4* — штукатурная сетка; *5* — базовый штукатурный состав (2 слоя); *6* — защитно-декоративная штукатурка

Конструкция фасадной системы с толстым штукатурным слоем позволяет выполнить теплоизоляцию ограждающих конструкций зданий с наружной стороны. Поверх изоляции из минеральной ваты выполняются толстые штукатурные слои, система крепится к стене при помощи специальных крепежных изделий и стальной сетки. Дополнительные нагрузки от штукатурных слоев через шарнирные фиксаторы передаются на конструкции стены (рис. 338).

Особенностью данной системы является раздельная работа стены и теплоизоляционной конструкции с толстым армированным штукатурным слоем на гибких связях и защитно-декоративным покрытием, благодаря чему компенсируются деформации по фасаду при изменении температурно-влажностного режима. Применение этого метода позволяет значительно улучшить тепло- и звукоизоляцию ограждающей конструкции в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003).

Благодаря механическим крепежным изделиям на анкерах метод подходит для нового строительства и реконструкции, в том числе для слабых стеновых оснований и деревянных конструкций. Система может применяться в сухой, нормальной или влажной климатических зонах при температурных условиях от –40 до +80 °С.

Начало монтажа системы. Стену при помощи цветного шнура делят на квадраты со стороной 500 мм, начиная от угла и учитывая, что первая линия проводится на расстоянии 100÷150 мм от угла. В местах пересечения линий, где будут сверлиться отверстия крепежа, делают отчетливые отметки.

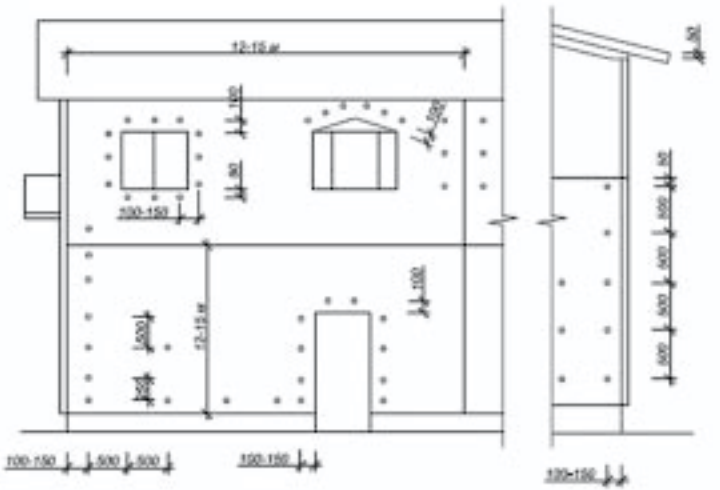


Рис. 339. Схема установки крепежных изделий в плоскости стены

Вокруг оконных и дверных проемов места сверления отверстий под крепеж отмечают отдельно специальным мелком. Отметки делают на расстоянии 100÷150 мм от краев проема. Сверление отверстий в отмеченных местах начинают, учитывая глубину сверления для крепежных дюбелей (рис. 339).

По отметкам устанавливаются скобы, которые крепятся к стене при помощи подходящих крепежных дюбелей. В скобу вставляется маятниковый рычаг, который фиксируется в верхнем положении под углом 90° для легкого монтажа теплоизоляционных плит ТЕХНОФАС ЭКСТРА.

На установленные в верхнем положении маятниковые рычаги накалывается теплоизоляционная плита. Теплоизоляционные плиты надо устанавливать снизу вверх, вплотную друг к другу с перевязкой с соседними плитами.

На углах здания можно укладывать только целые и половинные изоляционные плиты соединением в зуб. Промокшие или поврежденные плиты устанавливать нельзя. Монтировать можно только целые плиты. Пригоночные детали более 150 мм из одного и того же изоляционного материала можно использовать только на рядовой зоне и ни в коем случае на краях.

Установленную теплоизоляционную плиту ТЕХНОФАС ЭКСТРА закрепляют с помощью круглого блокировочного элемента, удерживающего теплоизоляцию на месте, и делают в ней разрез под углом 25÷45° (в зависимости от крепежа). Маятниковый рычаг перемещается в нижнее положение, что позволяет равномерно распределить нагрузку на крепеж.

Установка штукатурной сетки. Перед установкой стальной сварной оцинкованной сетки необходимо убедиться в том, что все маятниковые рычаги, являющиеся составной частью крепежного изделия, выведены из блокировочного положения и установлены под заданным углом 25°÷45° (в зависимости от крепежа).

Сетку натягивают полосами, равными ширине рулона, раскручивая рулон сверху вниз, с нахлестом не менее 50 мм. Для облегчения работ от рулона отрезают специальными ножами куски сетки длиной в 2÷3 этажа. Сетку слегка натягивают сверху вниз и фиксируют блокировочной шпилькой.

Откосы дверных, оконных и других проемов обтягиваются кусками сетки под углом 45 градусов согласно строительному проекту. Углы проемов усиливаются полосками сетки размером 300 × 500 мм, которые закрепляются блокировочной шпилькой к первому слою сетки (рис. 340).

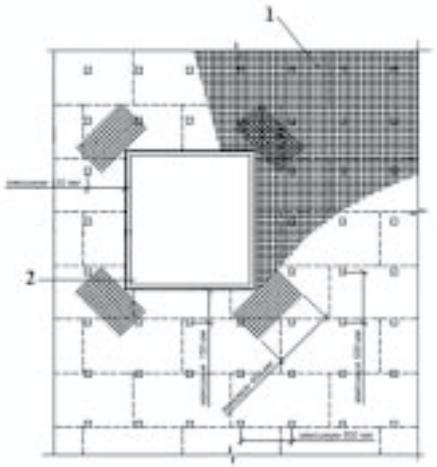


Рис. 340. Схема установки теплоизоляционных плит, крепежных элементов и армирующей сетки: *1* — штукатурная сетка по всей поверхности минераловатных плит; *2* — угол оконного проема

Штукатурные работы. Температура воздуха и основания во время штукатурных работ и в течение 3 сут после их выполнения должна составлять не менее +5 °С. Перед началом штукатурных работ производится контроль крепежных изделий и всей конструкции.

Первый слой служит каркасом конструкции, которая армируется штукатурной сеткой. Поэтому для первого слоя очень важно, чтобы сетка была сплошь покрыта раствором с обеих сторон. Расход раствора для первого слоя — 15÷20 кг/м^2.

Штукатурный раствор наносят механически (растворонасосом) или вручную стальным шпателем, придавливая его к сетке и теплоизоляции. При необходимости сетку оттягивают от минераловатной плиты так, чтобы штукатурный раствор покрывал ее с обеих сторон полностью. После механического нанесения штукатурный раствор разглаживается правилом.

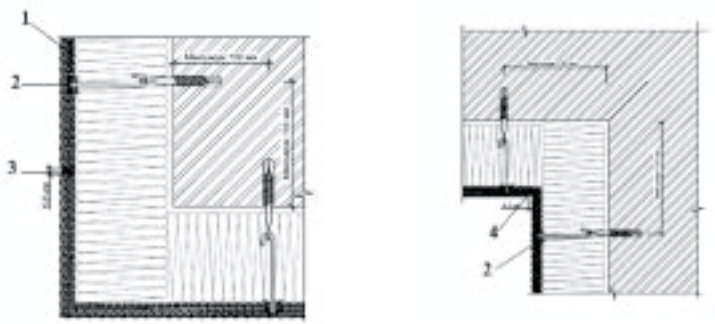
Поверхность стены после нанесения первого штукатурного слоя необходимо поддерживать влажной в течение времени схватывания (1÷3 сут в зависимости от температуры и влажности воздуха).

Создание выравнивающего штукатурного слоя. Второй штукатурный слой выравнивает конструкцию стены и создает основу для нане-

сения защитно-декоративного слоя. Расход раствора для второго слоя составляет 15÷20 кг/м^2.

Перед нанесением второго слоя первый слой следует увлажнять за 1÷2 ч до начала работ. Второй слой можно наносить вручную или механически, плотно прижимая к основе. Толщина слоя составляет около 10÷12 мм, однако общая толщина трехслойной штукатурки должна составлять не менее 20÷30 мм. Нанесенный слой раствора разравнивают правилом в соответствии с отметками на маяках. В сухую и теплую погоду оштукатуренные поверхности при необходимости увлажняются.

Создание декоративно-защитного слоя. Перед нанесением защитно-декоративной штукатурки поверхность должна полностью просохнуть (не менее 3÷5 дней, в зависимости от погодных условий). За 12÷24 ч до нанесения штукатурки поверхность покрывается грунтовкой. Декоративно-защитную штукатурку наносят слоем в размер зерна и сразу растирают круговыми движениями.

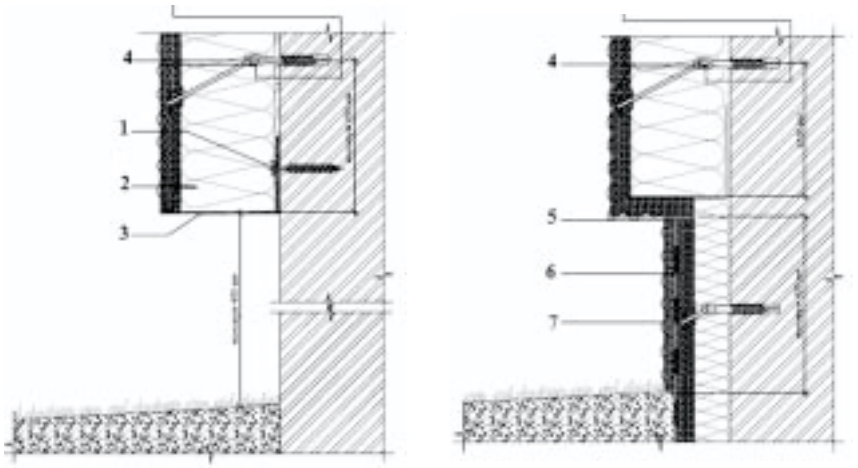


а *б*

Рис. 341. Устройство системы на углах (горизонтальный разрез): *а* — теплоизоляция наружного угла и устройство деформационного шва; *б* — теплоизоляция внутреннего угла и устройство вертикального деформационного шва; *1* — нахлест сетки, минимум 50 мм; *2* — крепежное изделие; *3* — вертикальный деформационный шов, эластичная шовная мастика; *4* — вертикальный деформационный шов

В процессе монтажа всей многослойной теплоизолирующей системы необходимо сохранять деформационные швы корпуса здания. Через каждые 12÷15 м выполняются деформационные швы системы.

Устройство системы на углах здания показано на рис. 341. Устройство цокольной части системы на углах здания показано на рис. 342.



а *б*

Рис. 342. Примыкание системы к цоколю, варианты А и Б: *1* — крепление цокольного профиля к стене; *2* — крепление штукатурной сетки к профилю шурупом; *3* — металлический профиль (отверстия диаметром около 10 мм и с шагом 300 мм); *4* —крепежное изделие; *5* — эластичная шовная мастика; *6* — гидроизоляционный раствор; *7* — цветной финишный слой

Стены с отделочным слоем из тонкослойной штукатурки

При отделочном слое из тонкослойной штукатурки толщиной 4,5÷5 мм в качестве теплоизоляции используются плиты минераловатные ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ (рис. 343÷344).

При защитно-декоративном слое из тонкослойной штукатурки необходимо, чтобы штукатурка имела нулевой предел распространения огня. Тонкослойная штукатурка должна выполняться толщиной 4,5÷5 мм по закрепленной к несущей части стены щелочестойкой стеклосетке.

Существует две основные системы в зависимости от применяемого теплоизоляционного материала: на минеральной вате, на пенополистироле с рассечками из минеральной ваты. Для систем на минеральной вате используются плиты марки ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ.

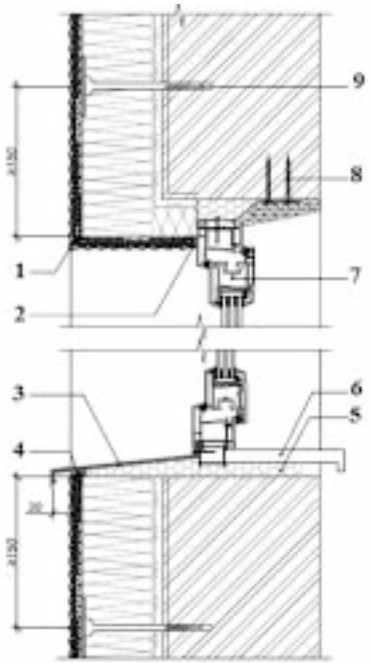


Рис. 343. Примыкание системы утепления к оконному блоку, утопленному в оконном проеме (вертикальный разрез): *1* — угловой ПВХ профиль с капельником и армирующей сеткой; *2* — оконный профиль примыкания ПВХ с армирующей сеткой; *3* — отлив; *4* — герметик ТехноНИКОЛЬ; *5* — монтажная пена; *6* — подоконник ПВХ; *7* — оконный блок; *8* — крепеж; *9* — тарельчатый дюбель с распорным элементом

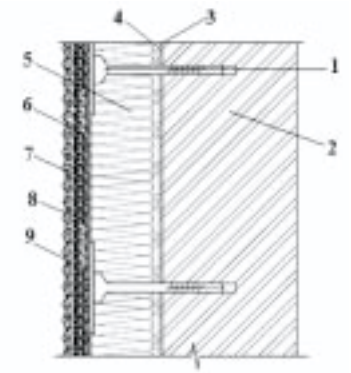
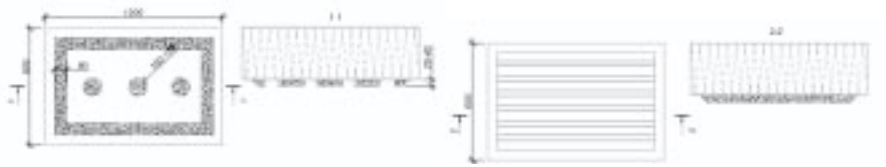


Рис. 344. Расположение слоев в системе утепления (вертикальный разрез): *1* — крепежный дюбель; *2* — наружная стена; *3* — упрочняющая грунтовка; *4* — клеевой состав; *5* — каменная вата ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ; *6* — базовый штукатурный состав; *7* — фасадная стеклотканевая щелочестойкая сетка; *8* — кварцевая грунтовка; *9* — защитно-декоративная штукатурка

При теплоизоляции из пенополистирола в уровне перекрытий, но не реже чем через 4 м по вертикали, следует предусмотреть противопожарные рассечки из «негорючих» материалов (из минераловатных плит ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ на всю толщину слоя теплоизоляции и высотой не менее толщины перекрытия (не менее 150 мм)). По контуру оконных и дверных проемов должен предусматриваться слой негорючей теплоизоляции шириной 100÷120 мм из минераловатных плит, также в качестве рассечки.

Существуют два основных способа приклейки теплоизоляции к основанию: точечный и сплошной (рис. 345). Выбор метода приклейки зависит от кривизны существующей стены, на которую будет монтироваться система тонкослойного штукатурного фасада.



а *б*

Рис. 345. Способы нанесения клеевого состава на плиту теплоизоляции: *а* — схема точечного нанесения клея на плиту теплоизоляции; *б* — схема сплошного нанесения клея на плиту теплоизоляции

Если неровности основания более 3 мм, применяется точечный метод приклейки (рис. 345 *а*). При точечном нанесении клея площадь приклеивания должна составлять не менее 40 %. Если неровности основания до 3 мм, применяется сплошной метод приклейки (рис. 345 *б*). При сплошном методе нанесения клея площадь приклеивания должна составлять не менее 85 % поверхности утепления.

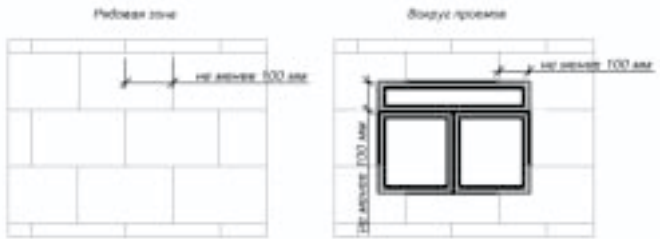


Рис. 346. Перевязка плит теплоизоляции на фасаде. Установка плит на плоскости фасада с перевязкой швов

Теплоизоляционные плиты устанавливаются в горизонтальном положении и приклеиваются на основание снизу вверх, начиная от цокольного профиля рядами, с перевязкой вертикальных швов в каждом ряду, причем на внешних и внутренних углах следует выполнять зубчатое зацепление плит (рис. 346).

Рис. 347. Перевязка плит на внутренних и наружных углах здания

Установка дюбелей для крепления плит теплоизоляции должна выполняться после полного высыхания клеевого состава. Срок высыхания при температуре наружного воздуха 20 °С и относительной влажности 65 % составляет не менее 24 ч. Перед установкой дюбелей выполняется шлифовка плит теплоизоляции при наличии неровностей в местах стыка. Дюбелирование выполняют по определенной схеме крепления. На краевых зонах (1,5 м от угла здания) количество дюбелей увеличенное, в отличие от рядовой зоны. Число дюбелей в краевой зоне также увеличивается с этажностью здания, это связано с ветровыми нагрузками.

Внешние углы здания с укрепленной теплоизоляцией, а также углы дверных и оконных проемов должны быть усилены пластмассовыми уголками с вклеенной стеклосеткой, которые устанавливают встык по отношению друг к другу с нахлесткой сетки в местах стыка на 10 см.

При тонкослойной штукатурке после устройства усиливающего уголка на плоскости откосов дверных и оконных проемов (рис. 348) следует наклеивать усилительную диагональную армирующую сетку размером 20 × 30 см. При этом усилительная сетка в углах оконных и дверных проемов вклеивается без напуска на пластмассовую часть уголка.

Для тонкослойной штукатурки при устройстве защитного слоя на поверхность закрепленного утеплителя наносится полутеркой клеевой состав, на котором фиксируется и втапливается полотно стеклосетки. Второе и последующие полотна стеклосетки устанавливаются с напуском 10 см на предыдущее. В местах примыкания защитного слоя к оконным и дверным блокам снимается фаска под углом 45° для уплотнительной ленты или герметизирующей мастики (допускается для

уплотнения применять самоклеящиеся профили). После технологического перерыва не менее 72 ч, необходимого для высыхания клеевого состава, на поверхность защитного слоя наносят грунтовку. До нанесения защитно-декоративного слоя необходимо выдержать технологический перерыв не менее 6 ч.

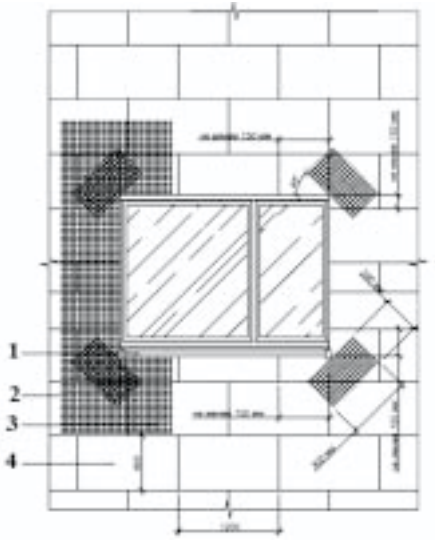


Рис. 348. Схема установки угловых элементов и армирующей сетки вокруг оконных проемов: *1* — оконный отлив; *2* — «косынка» — фрагмент сетки минимум 200 × 300 мм; *3* — стеклотканевая сетка армированного слоя; *4* — каменная вата ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ

Для тонкослойной штукатурки используется сухая цементно-песчаная смесь. Нанесение базового штукатурного слоя осуществляется по щелочестойкой стеклосетке. Фасады отделывают устройством защитно-декоративного слоя. Основание под декоративную штукатурку или окраску должно соответствовать требованиям СНиП 3.04.01-87. На армированную стеклосеткой поверхность защитной штукатурки декоративная штукатурная смесь наносится теркой слоем, соответствующим размеру зерна минерального наполнителя. Работы по нанесению декоративной штукатурной смеси следует выполнять при температуре воздуха от 5 до 30 °С (для цветных штукатурок от 9 °С) и относительной влажности не более 80 %.

Несущая часть стен подвала может быть выполнена из кирпичной кладки, бетонных блоков или из монолитного железобетона. Теплоизоляция стен подвала необходима при размещении в подвалах служебно-вспомогательных помещений, складов и т.п. В результате достигается снижение затрат на отопление, исключается возможность образования конденсата на стенах, повышается комфортность и улучшаются условия работы конструкций.

Плитная теплоизоляция располагается по выровненной наружной поверхности стен подвала после выполнения по ней гидроизоляции, которая, в зависимости от водонасыщенности грунта, может быть окрасочной или оклеечной. При невозможности устройства теплоизоляции с наружной стороны поверхности стен подвала допускается размещение ее с внутренней стороны. При этом обязательна проверка стены подвала, согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003), на возможность накопления в ней конденсата. Для теплоизоляции стен подвала плиты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON крепят к стене на битумно-цементный клей. В зоне цоколя обязательна установка дюбелей из расчета 4 дюбеля на плиту 1200 × 600 мм. Примыкание изоляции к окнам и дверям наружных стен подвальных помещений выполняется аналогично надземной части.

Работы по теплоизоляции стен, расположенных ниже уровня земли, следует выполнять после завершения гидроизоляционных работ. Крепление теплоизоляционных плит к гидроизолированной поверхности производят в следующей последовательности: битуминозный покровный слой гидроизоляции подплавляют в 3÷5 точках и к ним плотно прижимают теплоизоляционную плиту. Допускается приклейка теплоизоляции на битумную мастику или специальный крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ 01, который не повреждает гидроизоляционный слой. Каждую теплоизоляционную плиту с четвертями укладывают вплотную к соседним плитам с последующей проклейкой швов (стыков) полосой «Герлена» шириной 100 мм. Теплоизоляция стены подвала со стороны помещения может быть также приклеена к поверхности стены, либо закреплена механическим способом с последующим устройством отделочного слоя.

Штукатурка на высоту 2,5 м от уровня земли должна иметь защиту от механических повреждений. Для этого применяют специальную антивандальную сетку повышенной плотности, либо два слоя рядовой.

4.4.2. Стены с вентилируемой воздушной прослойкой

Стены с вентилируемой воздушной прослойкой включают несущую часть, выполненную из полнотелого керамического кирпича, бетонных блоков или из монолитного железобетона, металлический каркас, теплоизоляционный слой из минераловатных плит марки ТЕХНОВЕНТ и защитный облицовочный экран (рис. 349, 350).

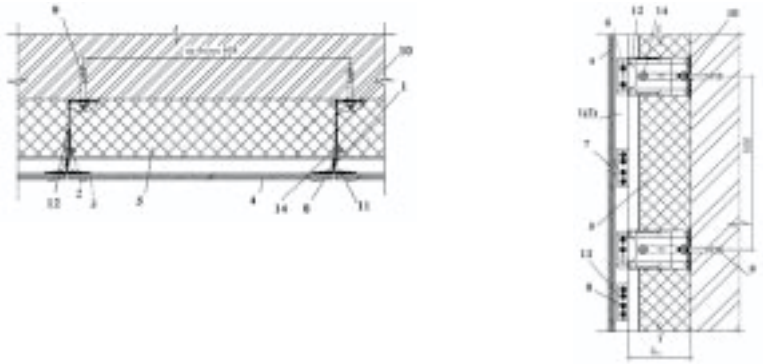
Монтаж системы осуществляют в следующей последовательности. К стене через теплоизолирующие прокладки крепятся кронштейны для направляющих подконструкции. На изолируемой стене размещаются минераловатные плиты и фиксируются фасадными дюбелями. Направляющие элементы подконструкции закрепляются к кронштейнам. На закрепленные элементы подконструкции устанавливаются и прикрепляются плиты наружной облицовки.

Каркас состоит из кронштейнов, направляющих и кляммеров для закрепления облицовки (рис. 351). Кронштейны и направляющие каркаса, а также кляммеры для крепления плит облицовки изготавливаются из оцинкованной стали. Толщина прижимов кляммеров должна составлять не менее 1 мм, ширина прижима — не менее 10 мм.

Кронштейн имеет подвижную вставку, позволяющую осуществлять регулировку установки направляющих в заданной плоскости. Длина подвижной вставки установлена исходя из толщины теплоизоляционного слоя от 50 до 270 мм. Шаг кронштейнов по горизонтали рекомендуется принимать равным 600 мм, а по вертикали — не менее 1400 мм. Кронштейны крепятся к несущей части стены анкерными дюбелями, число которых определяется расчетом, исходя из величины ветровой нагрузки и веса облицовки с каркасом.

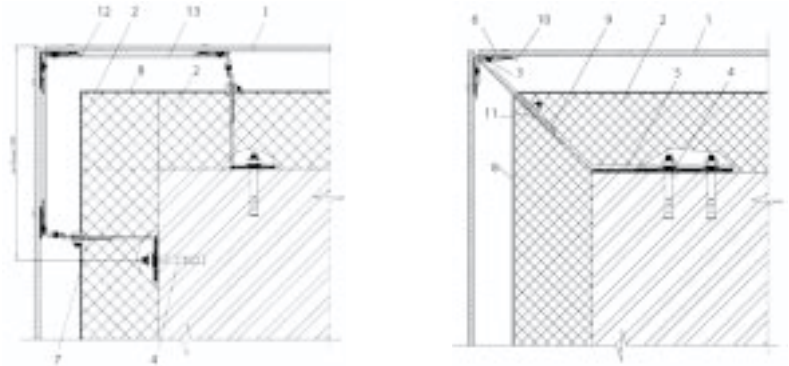
Стандартная длина направляющей составляет 3000 мм. Направляющие выполнены Т и Г-образного профиля и закрепляются к кронштейнам двумя вытяжными заклепками диаметром 8 мм. При этом свободный конец направляющей от места закрепления к кронштейну не должен превышать 300 мм. Стык направляющих по вертикали осуществляется с помощью вставок. При этом между направляющими предусматривается зазор в 8÷10 мм.

При скрытом креплении материалов облицовочного слоя после установки в проектное положение вертикальных направляющих к ним



а *б*

Рис. 349. Вентилируемый фасад: *а* — вид в плане; *б* — разрез по стене; *1* — направляющая из Т-образного профиля; *2* — направляющая из Г-образного профиля; *3* — кляммер; *4* — плита керамогранитная; *5* — минераловатная плита ТЕХНОВЕНТ; *6* — кляммер К3; *7* — воздушная прослойка; *8* — заклепка вытяжная нержавеющая; *9* — анкерный дюбель; *10* — поронитовая прокладка; *11* — резиновая прокладка; *12* — кронштейн рядовой; *13* — стыковочный профиль; *14* — регулировочный винт



а *б*

Рис. 350. Облицовка внешнего угла: *а* — крепление рядовыми кронштейнами; *б* — крепление угловым кронштейном; *1* — плитка керамогранитная; *2* — минераловатная плита ТЕХНОВЕНТ; *3* — заклепка вытяжная нержавеющая; *4* — анкерный дюбель; *5* — поронитовая прокладка; *6* — резиновая прокладка; *7* — кронштейн рядовой; *8* — пленка ветрозащитная (может не устанавливаться); *9* — кронштейн угловой; *10* — направляющая из А-образного профиля; *11* — регулировочный винт

крепятся на заклепках горизонтальные направляющие. Минераловатные плиты теплоизоляции крепятся к несущей части стены тарельчатыми дюбелями.

При креплении облицовочных плит керамогранита кляммеры, располагаемые с шагом, соответствующим размеру облицовочных плит, крепят к направляющим на заклепках. При этом конструкция кляммера определяет величину горизонтального зазора между плитами облицовки, равную 4 мм. Вертикальный зазор между плитами также принимается равным 4 мм.

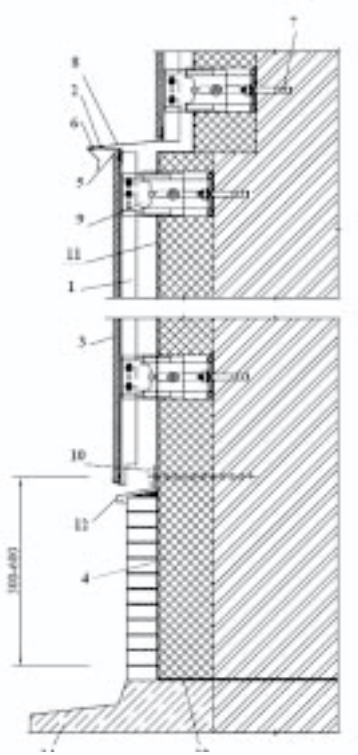


Рис. 351. Облицовка цоколя: *1* — направляющая из Т-образного профиля; *2* — направляющая из Г-образного профиля; *3* — плита керамогранитная; *4* — теплоизоляция; *5* — кляммер; *6* — заклепка вытяжная нержавеющая; *7* — анкерный дюбель; *8* — слив оконного блока; *9* — кронштейн рядовой; *10* — дюбель; *11* — пленка ветрозащитная (может не устанавливаться); *12* — слив цоколя; *13* — гидроизоляция; *14* — отмостка

При скрытом креплении на плитах облицовки предусматриваются опорные элементы для их навески на горизонтальные направляющие. Опорный элемент крепится посредством самозапирающейся втулки, которая вставляется в предварительно рассверленное в плите отверстие. Фиксация плит в проектном положении обеспечивается по вертикали регулировочным винтом опорного элемента, а по горизонтали — посредством свободного перемещения опорного элемента вдоль горизонтальной направляющей.

При облицовочном слое из металлических кассет перед их установкой внутрь направляющей вставляют салазки, имеющие поперечный штифт. Салазки крепят к направляющим двумя заклепками. После навески на штифты кассету выравнивают согласно проектному положению и крепят заклепками через верхний отгиб кассеты к направляющим.

4.4.3. Стены с отделочным слоем из кирпича

Для стен с облицовкой из кирпича толщиной 120 мм используются теплоизоляционные плиты марки ТЕХНОБЛОК. При устройстве защитной кирпичной стенки могут применяться кирпич или камни керамические лицевые пластического формования (ГОСТ 530-2007), а также силикатный кирпич (ГОСТ 379-95).

При облицовке силикатным кирпичом цоколь, пояса, парапеты и карниз выполняют из керамического кирпича. При новом строительстве защитная стенка из кирпича может выполняться на всю высоту здания. Защитная стенка может быть самонесущей до высоты 6÷7 м, а далее навесной с опиранием на пояса (несущая балка-пояс), выступающие из несущей стены через каждые 2 этажа (6÷7 м) по высоте здания.

При этом несущая часть стены и балка-пояс в соответствии с п. 6.35 СНиП II-22-81 крепятся к перекрытиям анкерами сечением не менее 0,5 см^2 (рис. 352). Шаг анкеров должен быть не более 6 м. При реконструкции кирпичная защитная стенка обязательна в виде цоколя высотой не менее 2,5 м от планировочной отметки. По архитектурным соображениям она может быть выполнена самонесущей и большей высоты.

При защитной стенке из кирпича кладка ведется с обязательным заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и расшивкой с фасадной стороны. Шаг температурных швов в кирпичной

облицовке принимается по СНиП II-22-81* как для неотапливаемых зданий. В новом строительстве облицовка кирпичной кладкой соединяется с несущей частью стены гибкими связями, располагаемыми с шагом по высоте 600 мм; площадь поперечных стержней (связей) должна быть не менее 0,4 см^2/м^2.

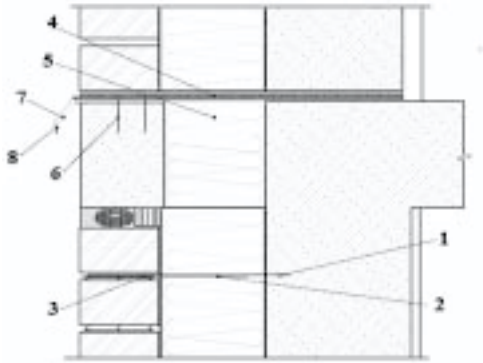


Рис. 352. Расположение слоев фасадной системы с отделочным слоем из кирпича: *1* — анкер с рым-болтом; *2* — гибкая связь; *3* — сетка С-1; *4* — гидроизоляция самоклеящаяся; *5* — вкладыш из минеральной ваты, обернутый в пленку; *6* — дюбель; *7* — отлив из оцинкованного листа с полимерным напылением; *8* — костыль стальной оцинкованный

При реконструкции кирпичная облицовка связывается с существующей кладкой с помощью кронштейнов, закрепленных на дюбелях. При этом рекомендуются дюбели типа Д1 ВЗ-1 Ш (Бийского завода стеклопластиков), HPS-I фирмы «Хилти» или ДГ. Парапеты, пояса, подоконники и т.п. должны иметь надежные сливы из оцинкованной стали, которые обеспечивают отвод атмосферной влаги и исключают возможность ее сбегания непосредственно по стене. Все открытые поверхности стальных элементов, выходящих на фасад, и анкера, устанавливаемые в кладке, должны быть защищены от коррозии металлизацией слоем толщиной 120 мкм или лакокрасочными покрытиями.

Отделку цоколя рекомендуется выполнять из материалов повышенной прочности и декоративности, допускающих их очистку и мойку, например, из лицевого кирпича, плит из натурального или искусственного камня, керамической и стеклянной плитки и др. Верхняя кромка

этой защитно-декоративной отделки должна располагаться не ниже 2,5 м от уровня планировки. Аналогичную отделку могут иметь углы стен, порталы дверей, арок, ворот, оконные наличники или отдельные участки глухих стен. Соединение конструкции трехслойных стен и конструкций кровли осуществляют с использованием термовставки из газосиликатных блоков, располагаемой на уровне теплоизоляционного слоя плит перекрытия.

4.5. Системы каркасных зданий

4.5.1. Конструкции и материалы каркасных систем

Каркасная конструкция состоит из трех основных элементов: каркаса (основа из дерева или металла), теплоизоляции, внешней и внутренней обшивки (рис. 353). В зависимости от того, где происходит сборка каркаса и устанавливается теплоизоляция, здания могут быть построены по *каркасно-рамочной* или *каркасно-панельной* технологии.

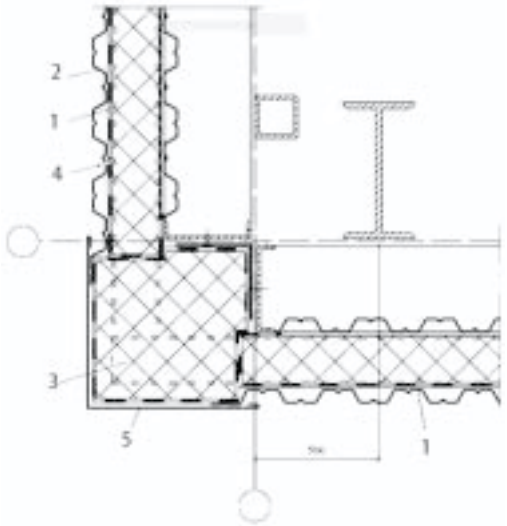


Рис. 353. Каркасная стена с обшивкой из профлиста: *1* — ветрозащитная пленка; *2* — наружная обшивка из оцинкованных стальных профлистов; *3* — минераловатные плиты ТЕХНОЛАЙТ; *4* — каркас панели; *5* — угловой нащельник

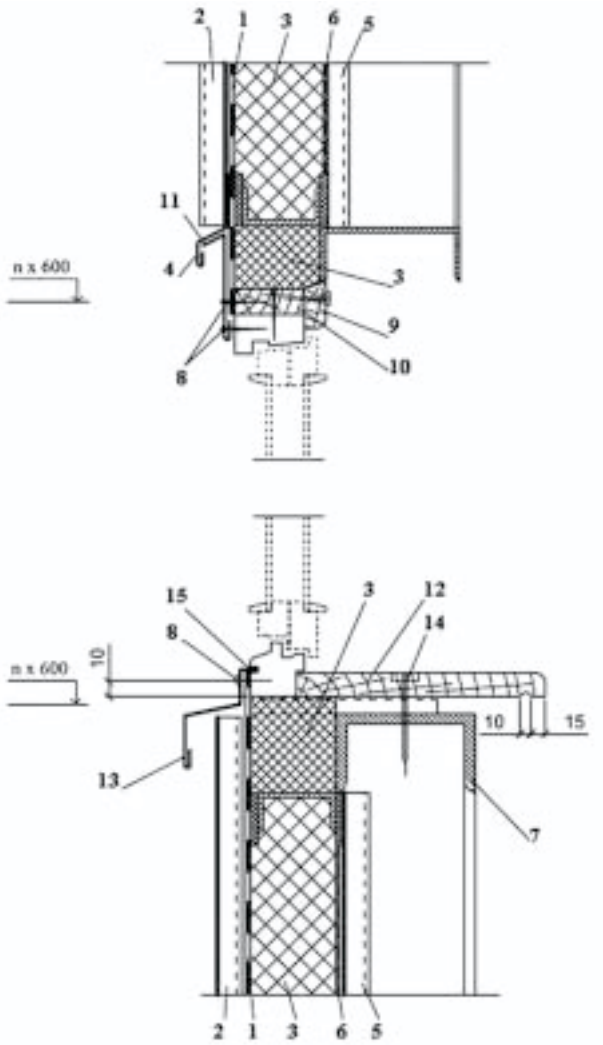


Рис. 354. Оконный проем в каркасной стене: *1* — ветрозащитная пленка; *2* — наружная обшивка из оцинкованных стальных профлистов; *3* — плиты ТЕХНОЛАЙТ; *4* — слив С1; *5* — внутренняя обшивка; *6* — пароизоляция; *7* — ригель; *8* — шуруп; *9* — антисептированный деревянный брус сечением 40 × 120; *10* — антисептированный деревянный брусок сечением 40 × 90; *11* — нащельник; *12* — подоконник из деревянной доски 60 × 180; *13* — слив С5; *14* — болт; *15* — герметизирующая мастика

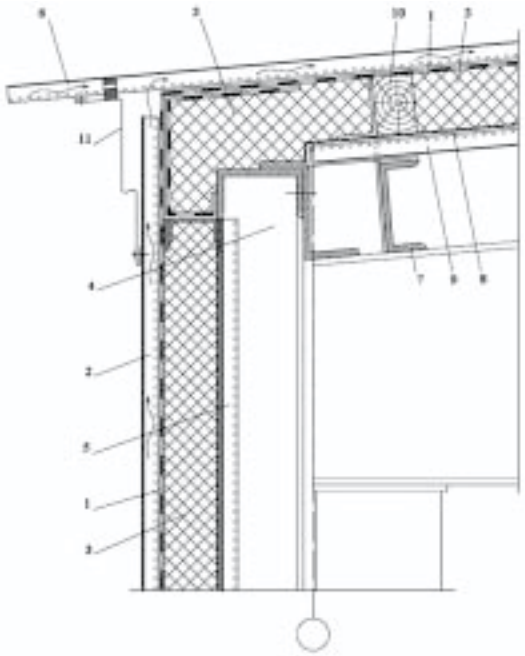


Рис. 355. Кровля с малым уклоном в каркасной системе: *1* — ветрозащитная пленка; *2* — наружная обшивка из оцинкованных стальных профлистов; *3* — плиты ТЕХНОЛАЙТ; *4* — каркас панели; *5* — внутренняя обшивка; *6* — кровля из профлиста; *7* — прогон; *8* — пароизоляция; *9* — несущий настил покрытия; *10* — ригель; *11* — нащельник

Толстостенные каркасы из углеродистой или низколегированной стали должны иметь защитное полимерное покрытие. Места сварных соединений также подлежат защите. Полость каркасной конструкции заполняется теплоизоляционным материалом.

Каркасная конструкция весьма чувствительна к накоплению влаги, поэтому при строительстве каркасных зданий применяются гидро- и пароизоляционные материалы. Существенно улучшит пожарные характеристики конструкции более толстый слой обшивки или обшивка из более огнестойких материалов.

Деревянный каркас. Появление в практике строительства водорастворимых биоцидных и антипиреновых пропиток древесины, а также развитие технологий производства клееных изделий дали новый импульс развитию деревянного каркасного домостроения. В основном деревянные конструкции применяются при строительстве жилых зданий.

Преимущества каркасного домостроения перед традиционным строительством из массивных конструкционных материалов: высокая теплозащита, малый вес здания, высокая скорость строительства, широкие возможности дизайна. Большинство современных технических решений пришли в Россию из Европы и Канады. Задача производителей — адаптировать технологии и материалы к российским условиям — климатическим, историческим традициям застройки и эксплуатации зданий, а также к действующей нормативно-правовой базе в строительстве.

Конструкция каркасной стены. Несущий каркас изготавливается из дерева или металла. Он обеспечивает пространственную жесткость конструкций, выдерживает нагрузку перекрытий и кровли, служит основой для крепления всех обшивок и изолирующих материалов. Для обеспечения долговечности здания к качеству сырья, из которого изготовлен каркас, предъявляются высокие требования. Не допускается использование древесины с влажностью более 19 % или горячеоцинкованной стали с покрытием толщиной менее 18 мкм.

Конструкция каркасной кровли (рис. 356). Строительство кровли каркасно-рамочного здания, как правило, ведется по традиционной технологии и принципиально отличается от кровель массивных зданий. Это может быть утепленная мансарда или скатная кровля над холодным чердаком. В первом случае утеплению подлежит межстропильное пространство и каркасные стены фронтонов. Во втором — утепляется чердачное перекрытие: в полости между лагами горизонтально укладывается теплоизоляционный слой.

У *кровельных панелей заводской сборки* есть отличительная особенность: в них отсутствует стропильная система. Кровельная панель заводской сборки предусматривает собранный каркас с уложенным слоем теплоизоляции необходимой толщины, прикрепленный гидроизоляционный материал и сплошную внешнюю обшивку кровельной панели, на которую укладывается кровельное покрытие. Внутренняя сторона панели закрывается пароизоляцией и внутренним обшивочным слоем. Панели обладают достаточной жесткостью для того, чтобы выдержать ветровую и снеговую нагрузки, а также вес кровельного покрытия.

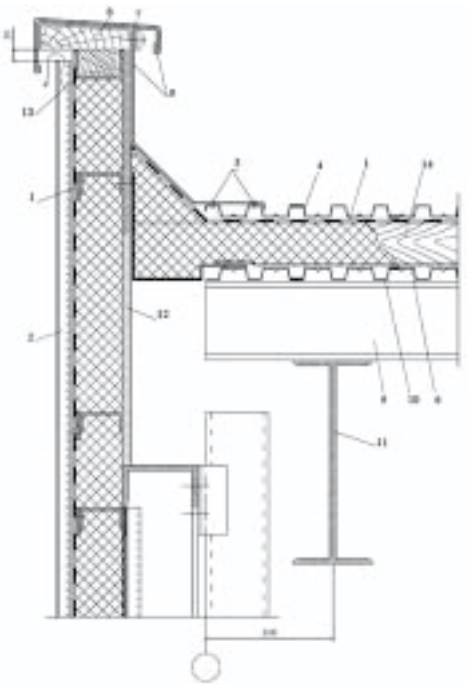


Рис. 356. Плоская кровля в каркасной системе: *1* — ветрозащитная пленка; *2* — наружная обшивка из оцинкованных стальных профлистов; *3* — заклепка; *4* — кровля из профлиста; *5* — прогон; *6* — пароизоляция; *7* — костыль; *8* — деревянный брусок; *9* — фартук; *10* — несущий настил покрытия; *11* — балка покрытия; *12* — хризотилцементный лист; *13* — ригель; *14* — термовкладыш из бакелизированной фанеры

Монтаж кровельных панелей начинают с установки по периметру здания мауэрлатов, служащих нижним основанием для кровли. Верхним основанием является коньковый брус, закрепленный между фронтонами крыши. Панели укладывают на мауэрлаты и коньковую балку и крепят с помощью винтов.

Отделка и изоляция стены. Теплоизоляционные материалы из минеральной ваты, широко применяемые при строительстве каркасных зданий, имеют ряд преимуществ перед утеплителями из целлюлозной ваты или пенополистирола. Главное — это пожарная безопасность. Долговечность, уровень тепло- и звукозащиты делают минеральную вату идеальным материалом для строительства каркасных зданий. Теплоизоляция выполняется из минераловатных плит марки ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА, ТЕХНОБЛОК СТАНДАРТ, по которым с наружной стороны размещается ветрозащитная пленка (мембрана супердиффузионная), а с внутренней стороны при необходимости слой пароизоляции.

Для внутренней и внешней обшивки используют плиты заводского изготовления на основе гипса (гипсокартонные или гипсоволокнистые) или на основе древесного или целлюлозного сырья: ориентированно-стружечная плита (ОСП), фибролит, древесно- или цементо-стружечные плиты.

Для *наружной отделки* используют различные материалы: сайдинг, композитные декоративные плиты, блок-хаус, фасадные кассеты и панели, искусственный камень и керамогранит. Это позволяет реализовывать любые дизайнерские решения и придает архитектурную выразительность зданию.

Гидроизоляция и пароизоляция. Успешная эксплуатация утепляемой каркасной конструкции (как кровельной, так и стеновой) возможна только при обеспечении ее герметичности: теплоизоляция должна оставаться сухой в любое время года и при любых погодных (климатических) условиях.

Герметичность конструкции обеспечивается паробарьерными материалами, создающими экран на пути теплого воздуха из помещения на улицу, а также гидрозащитой, предотвращающей попадание атмосферной влаги с улицы в конструкцию. Гидрозащитные материалы выполняют еще и функцию ветробарьера, предохраняя конструкцию от продувания.

В качестве паробарьеров используют плотные пленки из полиэтилена или полипропилена, а также материалы нового поколения, имеющие переменную (в зависимости от времени года) паропроницаемость — пароизоляционные мембраны. Эффективно задерживая влагу, проникающую из обогреваемого помещения, мембрана летом способствует быстрому высыханию деревянных элементов конструкции. Это свойство особенно важно для новых конструкций, легко набирающих влагу в процессе отделочных работ.

Паронепроницаемую пленку в термопанели вкладывают уже на заводе. Выступающая как минимум на 200 мм за пределы нижнего и верхнего краев панели, пленка позволяет соединять пароупорный контур

стен, пола и потолка с помощью адгезионной ленты. Паронепроницаемость межпанельных вертикальных швов деревянных конструкций обеспечивается благодаря резиновым трубчатым прокладкам. При необходимости швы уплотняются изнутри мастикой.

В качестве гидрозащитных материалов применяют паропроницаемые мембраны. Они эффективно задерживают капельную влагу, которая может проникать через неплотности декоративной обшивки, а также конденсат, иногда образующийся на внутренних покрытиях и облицовке. Такие мембраны проницаемы для водяного пара, находящегося в конструкции. Они способствуют его выводу наружу. Гидрозащитные материалы обычно прикрепляют на месте строительства, тщательно следя за герметичностью перехлестов полотнищ.

4.5.2. Основы проектирования изоляции каркасного здания

Целью проектирования каркасного здания является достижение теплового и акустического комфорта при сохранении установленных уровней пожарной, гигиенической и экологической безопасности.

Тепловой комфорт. Необходимый уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций определяется требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003). Он зависит от типа зданий (жилые, общественные или производственные) и климатических условий их эксплуатации. В теплотехнических расчетах каркасного здания следует учитывать, что опорные элементы каркаса являются «мостиками холода». Они изготовлены из материалов (дерево, металл, бетон), теплопроводность которых существенно превышает теплопроводность теплоизоляционного материала. Именно в этих теплопроводных включениях могут возникать условия «точки росы», и, как следствие, возможны промерзание конструкции, протечки и разрушения. Теплотехническая неоднородность должна учитываться в расчете эффективного сопротивления теплопередаче, которое всегда ниже, чем номинальное.

Основную функцию теплозащиты в каркасном здании выполняет теплоизоляция. Внутренняя и внешняя обшивки имеют значительно меньшую толщину, чем теплоизоляция. Поэтому их теплопроводность не оказывает существенного влияния на суммарное сопротивление теплопередаче, а основной задачей при проектировании теплозащиты современного каркасного здания является выбор теплоизоляционного материала и его необходимой толщины.

Для повышения энергоэффективности конструкции каркасных зданий используют следующие технические решения:

— выбор теплоизоляции с минимальной теплопроводностью в условиях эксплуатации;

— использование стоек каркаса с редуцированным сердечником: двутавровых балок из деревянных брусков и центральной перемычкой из ОСП или легких стальных профилей с термопросечками (так называемый «термопрофиль»);

— максимально большие расстояния между стойками каркаса при сохранении несущей способности конструкции);

— дополнительные уплотнительные терморазделяющие ленты из пенополиуретана или жесткой минеральной ваты в узлах сопряжения обвязочных балок с перекрытиями или кровлей;

— смещение дверных и оконных коробок в каркасных зданиях к внутренней поверхности стены. Их стараются расположить с подветренной стороны здания;

— расположение помещений с повышенной влажностью (кухни, душевые), а также вентиляционных коробов в центре здания.

Защита от шума. Допустимый уровень звукового воздействия внешних источников шума, а также шума оборудования инженерных систем регламентируется СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003). Требования к звукоизоляции стен, разделяющих блоки жилого дома, описаны в СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные» и соответствуют индексу изоляции воздушного шума, который должен быть не ниже 50 дБ. Защита помещений от шума снаружи здания осложнена тем, что наиболее уязвимым участком для проникновения являются окна и двери. Поэтому акустические требования в первую очередь предъявляются к звукоизолирующей способности именно этих элементов ограждающей конструкции. По умолчанию предполагается, что наружные стены и кровля должны иметь индекс изоляции воздушного шума не ниже значений, сформулированных для окон и указанных в табл. 71.

Таблица 71

Требуемые значения индекса изоляции воздушного шума

Назначение помещений	Требуемое значение *R* транспортного шума, дБА, при эквивалентных уровнях звука у фасада здания при наиболее интенсивном движении транспорта (в дневное время, час пик), дБА				
	60	65	70	75	80
Палаты больниц, санаториев, кабинеты медицинских учреждений, жилые помещения домов отдыха	15	20	25	30	35
Жилые комнаты в домах категории А	15	20	25	30	35
Жилые комнаты в домах категории Б и В	—	15	20	25	30
Жилые комнаты общежитий	—	—	15	20	25
Номера гостиниц категории А/Б/В	15/—/—	20/15/—	25/20/15	30/25/29	35/30/25
Рабочие комнаты в офисах категории А/ категории Б и В	—	—	15/—	20/15	25/20

Для повышения акустического комфорта в каркасных зданиях следует уделять особое внимание исключению всех неплотностей в конструкции: щелей, трещин, сквозных отверстий. Их устраняют конструкционными мерами, заделкой невысыхающими герметиками и другими материалами по всей глубине щели. Каркасные панели должны крепиться друг к другу через демпфирующие прокладки в виде полос из пористой резины или другого мягкого полимерного долговечного материала.

Пожарная безопасность зданий. Одна из мер по обеспечению пожарной безопасности — ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций, в том числе кровель, отделки облицовки фасадов и помещений. Устанавливаемый предел огнестойкости конструкции зависит от материалов, из которых она изготовлена, а также от шага стоек каркаса

и качества монтажа. Помимо общих требований к огнестойкости конструкции существуют требования к конструкциям отдельных категорий жилых зданий.

Для жилого одноквартирного дома с этажом площадью до 150 м^2 требования существенно мягче, чем для зданий III степени огнестойкости: допускается принимать предел огнестойкости несущих стен не менее R 30, перекрытий — не менее REI 30 (СНиП 31-02-2001). Требования к административным зданиям IV степени огнестойкости и высотой два и более этажа существенно строже, чем к жилым зданиям той же степени огнестойкости: минимально допустимый предел огнестойкости несущих конструкций соответствует R 45 (СНиП 31-05-2003). Несущие конструкции покрытия встроенно-пристроенной части жилых зданий IV степени огнестойкости и выше должны иметь предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной опасности К0 (СНиП 31-01-2003).

Минераловатные плиты и маты успешно применяются при возведении каркасных зданий разной степени огнестойкости и уровня ответственности (табл. 72).

Герметичность зданий. Для повышения энергоэффективности здания следует максимально снизить его воздухопроницаемость, т.е. нужно устранить все возможные неплотности конструкции. Воздухопроницаемость конструкции нормируется СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003), а также ведомственными методическими документами в строительстве.

Воздухопроницаемость наружных стен, перекрытий и покрытий жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений должна быть не более 0,5 кг/(м^2·ч), а воздухопроницаемость стыков между панелями наружных стен не должна превышать 1,0 кг/(м·ч).

Герметичность каркасного здания обеспечивается паро- и гидроизоляционными материалами, а также с помощью заделки стыков в обшивке. В каркасных конструкциях особенно тщательно следует контролировать заделку щелей и зазоров между конструкционными элементами. В них должны отсутствовать повреждения: трещины, раковины, сколы. В районах с сильным ветровым давлением следует дополнительно ограничивать движение воздуха через конструкцию. Для этого существуют специальные инженерные решения (ориентация здания, заградительные посадки и пр.).

Таблица 72

Характеристики каркасных конструкций

Тип конструкции	Наименование конструкции	Показатель
Несущие (наружные и внутренние) стены	Деревянный каркас. Наружная несущая однослойная обшивка (ГВЛ), толщина 220 мм	RE 45; K3(45)
	Деревянный каркас. Внутренняя несущая однослойная обшивка (ГВЛ), толщина 120 мм	REI 45
	Металлический каркас ЛСТК. Наружная несущая стена	RE 45; K0(45)
	Металлический каркас ЛСТК. Внутренняя несущая стена	REI 45; K0(45)
	Сэндвич ПС-С-Юг	E 60/I 45; K0
	Сэндвич ПС-С-Центр	E 90/I 15; K0
	Сэндвич Пс-С-Север	E 120/I 30; K0
Перекрытия междуэтажные	Металлический каркас ЛСТК. Перекрытие	REI 45, K0(45)
Покрытия	Металлический каркас ЛСТК. Покрытие (бесчердачная скатная кровля)	RE 45, K0 (45)
	Сэндвич ПС-К-Север	R 60/E 45; K0

4.5.3. Технологии возведения каркасных зданий

Каркасно-рамочная технология предполагает установку теплоизоляции непосредственно на месте строительства дома. Монтаж несущих элементов, теплоизоляционного материала и материалов для внутренней и наружной обшивки проводят поэлементно. Главным отличием каркасно-рамочного здания от каркасно-панельного является возможность раздельно заготавливать и транспортировать строительные элементы. Непосредственно на месте строительства рамочный каркас собирается в укрупненные модули и затем устанавливается поэтажно, как правило, без применения тяжелого подъемного оборудования.

После сборки каркаса монтируют теплоизоляцию (рис. 357). Ширина минераловатных плит адаптирована под стандартные проемы между несущими элементами. Необходимо, чтобы ширина между стропилами (каркасом) была на 5÷10 мм меньше ширины теплоизоляционного слоя. Далее к каркасу крепят паро- и гидроизоляционные материалы, которые зашивают листами внешней и внутренней обшивки.

а *б*

Рис. 357. Каркасное здание: *а* — заполнение каркаса утеплителем; *б* — готовый коттедж

Каркасно-рамочная технология чаще всего используется при возведении жилых зданий по индивидуальным проектам, а также там, где проезд большегрузного транспорта и механизированное строительство затруднено. Поэтому подобная технология востребована в зонах сложившейся застройки, в труднодостижимых горных или лесных районах, на островных территориях, в зонах с неразвитой дорожной инфраструктурой.

Каркас чаще всего изготавливается из деревянных балок заводского производства — неклееных пиломатериалов или слоистых клееных изделий. Иногда его производят из деревянных двутавровых балок, выполненных с применением ориентированно-стружечных плит (ОСП), или на базе толстостенных или тонкостенных металлических конструкций.

Каркасно-панельная технология предусматривает конвейерную сборку стеновых и кровельных модулей заводского изготовления (рис. 358). Затем модули транспортируют на место строительства в готовом для чистовой отделки виде. Несущие элементы каркасно-панельного здания изготавливаются из клееных или неклееных деревянных элементов или деревянных двутавровых балок. Монтаж теплоизоляции и обшивок происходит на конвейере в заводских условиях. Мощность домостроительных комбинатов варьируется от 2÷3 до 15 домов в сутки. Стабильность геометрических характеристик и высокая скорость сборки дома, по сравнению с монтажом каркасного рамочного здания обеспечивается благодаря заводской сборке.

Рис. 358. Укладка утеплителя в панель

Из-за того что массивная древесина обладает анизотропией, для снижения риска усадки, изменения геометрии и деформации балок несущие элементы панелей изготавливают преимущественно из клееных деревянных изделий. Теплопроводность клееной древесины на 15÷20 % ниже, чем теплопроводность природной древесины, что положительно сказывается на уровне теплозащиты конструкции.

При использовании традиционных пиломатериалов (обрезной доски или бруска) в прочностные расчеты закладывают большой коэффициент запаса. Это гарантирует неизменность механических характеристик конструкции, но неэффективно с точки зрения расхода сырья, теплотехнических параметров конструкции и долговечности здания.

В строительстве каркасных зданий используются панели, собранные на двутавровых балках. Их изготавливают из двух брусков с прорезями вдоль одной стороны, в которые вставлена перемычка из ориентировано-стружечной плиты. Ширина перемычки определяется толщиной полученного по теплотехническому расчету слоя теплоизоляции. Подобное решение значительно улучшает теплотехническую однородность конструкции, снижает вероятность усадки деревянного каркаса и, как правило, более экономично, чем аналогичные решения из массивной или клееной древесины.

Панели до состояния полной готовности монтируют на заводе в горизонтальном положении. Теплоизоляционный слой укладывается в полость каркасной панели в середине технологического цикла. Наиболее технологичными материалами для производства панелей заводской сборки являются теплоизоляционные маты. Нарезку материала осуществляют вручную с помощью длинных ножей или с применением электропил с режущим полотном «Аллигатор». Применение электропилы сокращает выделение пыли и увеличивает производительность в 4÷5 раз по сравнению с ручным трудом.

При раскрое нужно предусматривать припуск по длинным сторонам материала, необходимый для фиксации враспор. Слишком большие припуски не рекомендуются, поскольку вздутие или выпирание теплоизоляции из панелей недопустимо. Для того чтобы избежать сжатия краев в местах прилегания к стропилам, достаточно аккуратно надавить ладонью на теплоизоляционный материал в центре. Его края при этом быстро расправляются, и теплоизоляция надежно прилегает к конструкции. Теплоизоляция должна полностью заполнять полость каркаса. При неплотном прилегании теплоизоляции возможно промерзание конструкции и как следствие — порча внутренней отделки и ухудшение качества воздуха в помещении.

Укладку материала начинают с глухих панелей стен, перекрытий и кровли. Остающиеся обрезки складируют на производственной площадке и используют для герметизации дверных и оконных коробок, а также для заделки неплотностей возле воздуховодов и других коммуникационных каналов.

Стеновые и кровельные панели на базе сэндвича поэлементной сборки (СПС)

Навесная ограждающая конструкция на базе сэндвич-панелей поэлементной сборки (СПС) широко применяется для строительства как промышленных, так и административных зданий. Панели состоят из основы — сэндвич-профиля, в полости которого размещают теплоизоляцию, а также из терморазделяющего слоя и наружной облицовки (рис. 359). В качестве облицовки используют профилированный лист, фасадные кассеты и пр.

Поэлементная сборка СПС происходит непосредственно на строительной площадке. Преимущества СПС по сравнению с традиционными трехслойными клееными панелями:

• лучшие пожарные характеристики, так как в СПС используется легкая теплоизоляция, относящаяся к группе НГ, и не применяется клей;

• меньший вес конструкции, что позволяет использовать СПС даже при реконструкции ветхих кровель, надстройке мансард на эксплуатируемые здания, а также упрощает погрузку-разгрузку и монтаж;

• возможность поэлементного демонтажа СПС при необходимости перевозки (военные объекты, объекты временного использования), а также повторной безремонтной сборки. Любую поврежденную в процессе эксплуатации часть сборного сэндвича можно заменить, сохранив остальные элементы конструкции;

• цена стеновой конструкции СПС на 10÷15 % ниже цены клееных панелей, аналогичных по теплотехническим параметрам, а кровельные СПС экономичнее аналогов на 15÷45 %.

Рис. 359. Сэндвич-панель поэлементной сборки: *1* — несущий каркас; *2* — облицовка «профлист»; *3* — теплоизоляция; *4* — внутренняя часть сэндвич-панели; *5* — гидроветрозащитная пленка

Существует *три основных варианта изготовления СПС*, отличающихся друг от друга теплотехническими характеристиками. В первом используются легкие минераловатные плиты. Теплоизоляционный материал полностью заполняет кассету по толщине.

Во втором варианте полость сэндвич-кассеты также заполнена легкими теплоизоляционными плитами, но полка сэндвич-профиля отделена от металлической наружной облицовки с помощью дополнительного слоя теплоизоляции. Это может быть сплошной слой из жестких фасадных минераловатных плит или полос этого материала шириной 100 мм. Таким образом, устраняется «мостик холода» между полкой кассеты и металлической облицовкой. Часто этот вариант применяется в зонах с высокой ветровой нагрузкой для дополнительной защиты ограждающей конструкции от продувания.

В третьем случае используются два слоя легкой теплоизоляции, суммарная толщина которых может доходить до 350 мм. Первый слой заполняет сэндвич-профиль на половину глубины. Второй (наружный) слой теплоизоляции толщиной 100 или 150 мм, благодаря продольному надрезу, надевается на полку сэндвич-профиля, надежно перекрывая «мостик холода» между наружной облицовкой и сэндвич-профилем.

Для того чтобы при креплении облицовки теплоизоляция не сжималась и плоскость фасада оставалась абсолютно ровной, используются специальные самонарезающие винты с упором. Термическое сопротивление конструкций с дистанцированным слоем облицовки может достигать 5,6 $м^2 \cdot °С/Вт$.

Здания на металлическом каркасе

Существуют несколько типов зданий на металлическом каркасе:

• конструкции на металлическом каркасе из прокатных профилей толщиной более 4 мм;

• конструкции на легком стальном тонкостенном каркасе из холодногнутых профилей толщиной до 4 мм (далее — ЛСТК).

По способу установки различают рамные конструкции, которые монтируют поэлементно, и структурные, монтаж которых проводят укрупненными блоками. Строительство из структурных металлических конструкций более быстрое, но транспортировка, подъем и монтаж этих конструкций довольно сложен, так как необходимо сохранять их геометрическую форму.

Здания на металлическом каркасе из прокатных профилей. В зданиях, построенных на толстостенном металлокаркасе, основой ограждающих конструкций являются каркасные элементы из углеродистой или низколегированной стали с защитным покрытием. Это могут быть стойки из фасонного проката (балки, швеллеры, уголки и профили специального назначения), замкнутые гнутосваренные профили прямоугольного сечения или фермы из труб.

Прочностные характеристики металлокаркаса позволяют строить большепролетные здания. Поэтому металлокаркас чаще используется при возведении сооружений производственного, складского и административного (офисы) назначения. Однако существуют примеры строительства жилых металлокаркасных зданий.

На толстостенных металлических каркасах возводят:

• большепролетные полнокомплектные здания в основном производственного и складского назначения;

• здания с навесными стеновыми и кровельными конструкциями в основном административного назначения, шоу-румы автомобильных салонов и магазины розничной торговли;

• высотные монолитно-каркасные жилые здания с применением термопанелей из ЛСТК в качестве ограждающих конструкций.

Одним из вариантов утепления полнокомплектных зданий является использование теплоизоляции с пароизоляционным слоем, нанесенным на заводском конвейере.

Здания на легком стальном тонкостенном каркасе. Легкий тонкостенный каркас из холодногнутых профилей толщиной до 4 мм стал применяться в отечественном строительстве около 20 лет назад. Несущей основой каркаса являются профили различной конфигурации редуцированного сечения.

Толщина стали у профилей без учета толщины защитно-декоративного покрытия варьируется в зависимости от назначения — от 0,4 до 4 мм. Крепление элементов осуществляется с помощью самонарезающих винтов.

Иногда подобные конструкции используются в качестве панелей в монолитно-каркасных зданиях. В этом случае панели воспринимают ветровую нагрузку, действующую на фасад, и передают ее на основной несущий каркас. Такие конструкции получили название Термопанель из ЛСТК.

Отличительной особенностью ЛСТК является машиностроительная точность, с которой выполнены ее несущие элементы — профили. Они изготавливаются из рулонной стали методом холодной прокатки на автоматических профилегибочных станах или из листовых заготовок на листогибочных прессах. Благодаря геометрической четкости деталей при возведении зданий из ЛСТК, отклонения в геометрии каркаса минимальны. Это позволяет значительно сократить количество обрезков обшивочных и декоративных материалов и заметно снижает трудозатраты и ошибки при монтаже. Сооружения из ЛСТК не дают усадки. Деформация оконных и дверных проемов исключена. Благодаря тому что высокая устойчивость здания обеспечивается тонкостенными конструкциями, заполненными теплоизоляцией легких марок, удельный вес таких зданий заметно меньше аналогичных зданий на традиционном металлокаркасе.

Вес 1 м^2 несущего стального каркаса здания составляет 20÷25 кг, а вес 1 м^2 готового 1÷2 этажного — около 50 кг. Малый вес конструкции позволяет:

• снизить затраты на фундамент, транспортировку в удаленные и труднодоступные районы;

• расширить возможности строительства на нестабильных грунтах и в сейсмоопасных зонах;

• осуществлять строительство в условиях сложившейся тесной городской застройки без применения тяжелой грузоподъемной техники;

• применять ЛСТК при реконструкции зданий (в том числе сильно изношенных).

Стальные профили из горячеоцинкованной стали защищены от коррозии различными видами покрытий: цинковым, алюмоцинковым или нанесенным в заводских условиях защитно-декоративным лакокрасочным покрытием. Минеральная вата нейтральна в отношении как стальной основы, так и покрытия стального каркаса.

Для того чтобы в месте контакта стального профиля, обладающего высокой теплопроводящей способностью, не образовывался «мостик холода», между слоем обшивки и полкой профиля устанавливают дистанцирующие прокладки из полиуретана.

Другим распространенным способом уменьшения влияния «мостиков холода» является *использование термопрофиля* — балки редуцированного сечения со сквозными продольными канавками, прорезанными или выштампованными в шахматном порядке. Благодаря такой перфорации, за счет увеличения эффективного пути теплового потока значительно улучшаются теплоизолирующие свойства всей конструкции. В некоторых случаях это приводит к лучшей тепло- и звукоизоляции по сравнению с каркасными зданиями из неклеенных деревянных элементов. Благодаря прорезям, термопрофили обладают хорошими виброакустическими свойствами.

Здания на металлическом каркасе, как правило, монтируют поэлементно. В этом случае наиболее удобной будет установка плитных теплоизоляционных материалов. Изнутри каркас обшивается гипсо-

картоном или гипсоволокнистым листом. Применение древесно-стружечных плит в металлическом каркасе не получило широкого распространения. Пропитка этих материалов для защиты от гниения содержит силикат натрия, вызывающий коррозию металла.

Выводы

Внешние ограждающие конструкции зданий в современном строительстве представляют собой многослойные системы, состав которых не обходится без применения эффективных теплоизоляционных материалов. Причина тому — ужесточение нормативной базы, напрямую связанной с вопросами энерго- ресурсосбережения.

Тепловая изоляция в современном строительстве и промышленности играет важную роль. С ее помощью решают вопросы жизнеобеспечения, организации технологических процессов, экономии энергоресурсов. Благодаря изоляции значительно повышаются надежность, долговечность и эффективность эксплуатации зданий. Тепловая изоляция позволяет уменьшить толщину стен зданий, облегчить их массу, уменьшить объем фундамента, повысить сборность конструкций.

Основным видом применяемых в России утеплителей являются минераловатные изделия. Материалы относятся к группе горючести НГ (негорючие), что позволяет применять данную продукцию на всех типах зданий. Отличительной особенностью теплоизоляционных материалов на основе каменной ваты является четкое позиционирование по области применения. Благодаря своим техническим характеристикам материалы эффективно и максимально долго работают. Они успешно используются как в гражданском и промышленном строительстве, так и при реконструкции зданий и сооружений различного назначения.

5. Системы отделки и изоляции внутри помещений

5.1. Формирование комфортных условий

Комфортное существование человека в местах его пребывания складывается из факторов, влияющих на основные чувства человека. Так, сильными раздражителями могут стать: несбалансированный микроклимат помещения, недостаточная изоляция помещений от внешних шумов и, конечно, декоративность финишной отделки помещения. Отсюда различают тепловой, акустический и визуальный комфорт. Именно на достижение этих показателей нацелены системы, применимые внутри помещений, т.е. область применения отделочных и изоляционных систем внутри помещений — это внутренние ограждающие конструкции: стены, перегородки и перекрытия.

Для обеспечения комфорта внутри здания необходимо соблюсти ряд требований при проектировании: СП 50.13330 «Тепловая защита зданий» и СП 51.13330 «Защита от шума».

Системы разделяют по назначению и области применения. Так, по назначению системы делятся на звукоизоляционные, теплоизоляционные и отделочные или облицовочные. А по области применения, соответственно, системы для устройства облицовок или перегородок, подвесных потолков, перекрытий, полов и мансард.

С помощью современных изоляционных систем для внутренних конструкций появилась возможность решать проблемы комфорта более эффективно по сравнению с классическими решениями, снижая материало- и трудоемкость и при этом увеличивая качественные показатели. Немаловажно при этом обеспечить комплексный подход. Так, например, решая проблемы звукоизоляции, зачастую приходится не только изолировать стены и перегородки, а также обращать внимание на перекрытия, так как звук распространяется не только прямым, но и косвенным путем. Некоторые материалы, например, плиты из каменной ваты ТЕХНОАКУСТИК, предназначенные для применения в звукоизоляционных системах, также являются теплоизоляционным материалом, а материал ТЕХНОЭЛАСТ

АКУСТИК СУПЕР не только снижает уровень шума, проходящий через перекрытие, но и гидроизолирует его, исключая возможные протечки на нижележащее помещение.

5.2. Системы звукоизоляции строительных конструкций

5.2.1. Акустика и акустические материалы

Строительная акустика — наука, занимающаяся вопросами защиты зданий и помещений от шума. *Звук* — это упругие волны, продольно распространяющиеся в какой-либо упругой среде (воздухе или материале) и создающие в ней механические колебания.

Каждая звуковая волна имеет длину (м) и частоту (Гц) — количество колебаний в секунду. Человек воспринимает частоты от 16 до 20 000 Гц. *Громкость звука* определяется амплитудой колебания звуковой волны. *Сила или интенсивность звук*а — средняя мощность (Вт/м^2), переносимая волной через единичную площадку (табл. 73). Скорость, с которой распространяется звук, зависит от среды, в которой он передается.

Таблица 73

Мощность звука и уровень шума

Источник звука	Мощность звука, Вт	Уровень шума, дБА
Шепот	10^{-9}	30
Разговор	10^{-5}	60
Гул машин	10^{-2}	80
Перфоратор	10^{0}	90÷95
Самолет	10^{4}	110

Шум — беспорядочные колебания звуковых волн различной физической природы, т.е. нежелательные и раздражающие звуки. Шум приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ, замедляет реакцию человека, угнетает центральную нервную систему, вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонической болезни. При воздействии шума высоких уровней возможен разрыв барабанных перепонок. Разделяют три вида шума по способу распространения: воздушный, ударный и структурный.

Воздушный шум распространяется по воздуху. Источниками этого шума являются: радио, телевизор, шум дорог и т.д. Источник создает звуковую волну, при встрече с преградой (стена, перегородка, потолок и т.д.) звуковая волна вызывает изгибные колебания стены, которые приводят в колебательное движение частицы воздуха в соседнем помещении, создавая звуковую волну. Именно эту переизлученную преградой звуковую волну мы слышим в соседнем помещении. Под изоляцией воздушного шума принято понимать свойство ограждающей конструкции передавать в соседнее помещение только часть падающей на конструкцию звуковой энергии.

Структурный шум распространяется по тому же механизму, однако его источниками являются вибрации конструкции, создаваемые работой перфоратора, хлопаньем дверей и т.д. Частный случай структурного шума — ударный шум. Его источники — топот, удары молотка и другие ударные воздействия. Изоляция ударного шума определяется по результатам приведенных уровней звукового давления при ударном воздействии на перекрытие с полом. *Ударный шум* распространяется за счет изгибных колебаний, вызванных ударом по конструкции. Эти колебания приводят в колебательное движение частицы воздуха. Шумы такого рода распространяются по конструкциям намного дальше воздушных.

Децибел (дБ) — это относительная величина, предназначенная для измерения отношения («соотношения уровней») двух величин, а не единица измерения звука, как принято считать. Для акустических оценок применяется отношение текущего значения интенсивности звука к пороговой величине (10^{12} Вт/м^2), принятой во всем мире одинаковой.

Децибел акустический (дБА) — единица измерения уровня шума с наложенным на измеритель фильтром, учитывающим особенность восприятия шума слуховым аппаратом человека (нелинейность частотной характеристики уха).

Звукоизоляция — снижение уровня шума, проникающего через ограждающую конструкцию. Количественная мера звукоизоляции ограждающих конструкций выражается в децибелах. Степень необходимости звукоизоляции перекрытий определяется гигиеническими требованиями соблюдения тишины при различных источниках шума в смежных помещениях. Величина звукоизоляции определяется характеристиками используемых материалов при соблюдении технологических норм.

Звукопоглощение — явление преобразования энергии звуковой волны во внутреннюю энергию среды, в которой распространяется волна.

Звукоизоляция любой конструкции согласно СП 51.13330 «Защита от шума» (Актуализированная редакция СНиП 23-03) характеризуется двумя величинами: расчетным индексом изоляции воздушного шума R_w и фактическим индексом изоляции воздушного шума, R_w. Обе величины обозначают разность уровней звука перед и за ограждающей конструкцией. Различие заключается в том, что расчетный индекс определяется в лабораторных условиях и не учитывает влияние полов, смежных стен и т.д. Фактический индекс учитывает влияние этих эффектов.

Ударный шум характеризуется индексом приведенного уровня ударного шума L_{nw}. Звукоизоляция в 3 дБ воспринимается человеком как уменьшение громкости примерно в 2 раза. Звукоизоляция — это целый комплекс мероприятий, направленных на достижение акустического комфорта. В обычном понимании хорошая акустика — это сбалансированное сочетание звуков, фоновых шумов и звукоизоляции. В помещении с хорошей акустикой звуки приобретают необходимое звучание, а посторонние шумы исчезают или становятся незначительными.

Чаще всего проблемы акустического комфорта связаны с проникновением шума в помещение извне (рис. 360). Особенно остро эта проблема стоит в больших городах. Во времена постройки большинства многоквартирных домов проблемам звукоизоляции не уделяли достаточно внимания. Поэтому большинство жителей городов жалуются на шумных соседей и гул с улицы. Необходимо комплексное решение звукоизоляции помещений как от шума с улицы, так и от шума внутри здания.

Обязательные требования, которые должны выполняться при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий различного назначения с целью защиты от шума и обеспечения нормативных параметров акустической среды, устанавливает СП 51.13330.

Материалы, с точки зрения строительной акустики, делятся на:

- звукопоглощающие, применяемые в конструкциях звукопоглощающих облицовок и отдельных звукопоглотителей для защиты от воздушного шума;
- звукоизолирующие, применяемые в многослойных ограждающих конструкциях и в качестве прокладок в плавающих полах для защиты от ударного шума;
- вибропоглощающие, применяемые с целью снижения колебаний, распространяющихся по жестким конструкциям.

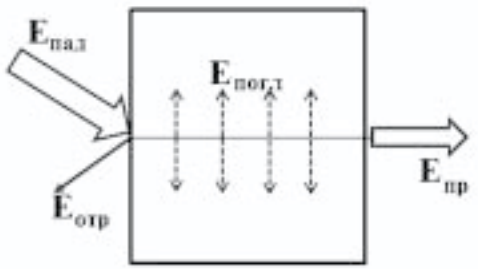


Рис. 360. Механизм поглощения звуковой энергии материалами из каменной ваты: $E_{пад.}$ — падающая звуковая энергия; $E_{отр.}$ — отраженная звуковая энергия; $E_{погл.}$ — звуковая энергия поглощенная материалом; $E_{пр.}$ — звуковая энергия, прошедшая через материал

Плиты из каменной ваты — высокопористый материал с гибким скелетом. Минераловатные изделия имеют следующий механизм поглощения звуковой энергии: звуковые волны, встречаясь с поверхностью пористого материала, приводят воздух внутри пор в колебательное движение. Поры оказывают большое сопротивление потоку воздуха через них, благодаря чему движение воздуха в порах тормозится, и в результате вязкого трения часть звуковой энергии превращается в теплоту.

Плиты из каменной ваты обладают хорошим звукопоглощением воздушного и ударного шума в широком диапазоне частот. Плиты ТЕХНОАКУСТИК являются оптимальным материалом для применения в качестве заполнителя при звукоизоляции стен, перегородок и межэтажных перекрытий. В качестве прокладки для изоляции полов применяются плиты ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ.

Экструзионный пенополистирол (XPS-плиты) — полимерный тепло- звукоизоляционный материал, обладающий равномерной закрытой пористой структурой, с диаметром ячеек 0,1÷0,2 мм. Применение звукоизоляционных материалов из XPS-плит из-за достаточно высоких значений динамического модуля упругости, обеспечивает высокий индекс изоляции ударного шума в конструкции «плавающих» полов и позволяет снизить уровень ударного шума на 28 дБ.

Экструзионный пенополистирол XPS-CARBON ECO специально разработан для теплоизоляции в частном домостроении, в том числе «теплых полов» в квартирах, утепления балконов и лоджии, полов по грунту и фундаментов.

Рулонные битумно-полимерные материалы Технoэласт АКУСТИК и Технoэласт АКУСТИК СУПЕР являются одной из разновидностей звукоизоляции для полов. Как правило, они совмещают в себе гидроизоляцию и звукоизоляцию пола. Материалы производятся нанесением на битумное вяжущее звукоизоляционного полотна, которое обладает волокнистой структурой и поглощает ударные шумы. Битумный слой предотвращает намокание и пропитку звукоизоляционного полотна влагой или цементным молоком при устройстве стяжки пола. Таким образом, при сравнительно небольшой толщине звукоизоляционного слоя можно добиться комфортных условий нахождения в помещении.

Технoэласт АКУСТИК СУПЕР представляет собой полотно, состоящее из негниющей основы, покрытой битумно-полимерным вяжущим. На внешнюю сторону полотна нанесен специальный звукоизолирующий материал с высокой степенью защиты от ударного шума. С помощью материала эффективно решается комплексная задача звукоизоляции и гидроизоляции помещения. Наиболее часто применяется в конструкциях «плавающих» полов. Материал укладывают свободно звукоизоляционным слоем к основанию и заводят на стены на высоту финишного покрытия. Полотна укладывают внахлест и сваривают при помощи промышленного фена горячим воздухом.

Технoэласт АКУСТИК изготавливается на основе специального звукоизоляционного геотекстиля, на одну сторону которого нанесен слой битумно-полимерного вяжущего. Применяется для устройства звукоизолирующих прокладок в конструкциях «плавающих» полов или других конструкциях, эффективно изолируя помещение от ударных

шумов. Материал укладывают свободно звукоизоляционным слоем к основанию и заводят на стены на высоту финишного покрытия. Полотна укладывают встык и проклеивают скотчем.

5.2.2. Звукоизоляционные стены и перегородки

Конструкции, с точки зрения строительной акустики, делятся на однослойные и многослойные. Однослойные конструкции — один или несколько жестко связанных между собой слоев, которые колеблются как одно целое. Многослойные конструкции — несколько слоев с различными (резко отличающимися) характеристиками, не жестко связанных между собой, каждый из которых способен колебаться с разными амплитудами.

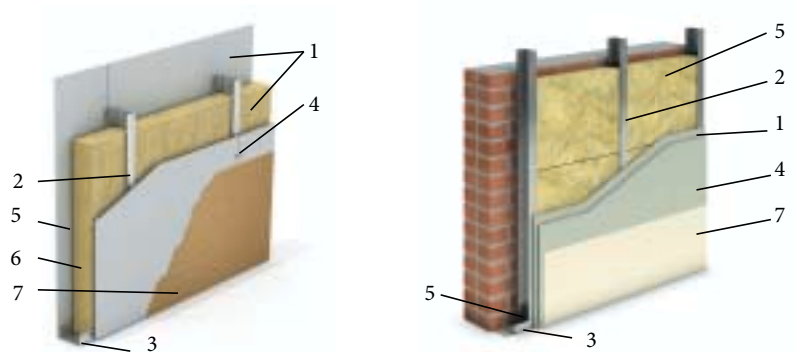
Каркасные перегородки с заполнением минераловатным звукоизоляционным материалом оптимальны для обеспечения акустического комфорта внутри помещения. Звукоизолирующая способность межкомнатных перегородок характеризуется индексом звукоизоляции воздушного шума R_w, исчисляемого в децибелах (дБ). Чем выше значение R_w, тем лучше звукоизоляция помещения. Применение в системе различных комбинаций толщины утеплителя и количества слоев обшивки позволяет снизить уровень воздушного шума до необходимого.

Конструкция многослойной перегородки со звукоизоляционным слоем полностью отвечает требованиям СП 51.13330 для жилых зданий в качестве защиты от шума, создаваемого распространенными в быту источниками (например, негромкий разговор, игра на пианино). Конструкция сборных перегородок оказывает более чем в 6 раз меньшее давление на конструкцию пола по сравнению с классическим вариантом — кирпичной стеной, при этом позволяет легко конструировать перегородки различной формы.

Система перегородок из гипсоволокнистых или гипсокартонных листов на стальном каркасе со звукоизоляционным слоем из минераловатных плит ТЕХНОАКУСТИК относится к классу пожарной опасности К0, т.е. является пожаробезопасной и сохраняет данные свойства при пожаре в течение 40 мин и более, что полностью отвечает современным пожарным нормам.

Фактически звукоизоляционная облицовка представляет собой многослойную перегородку, где одна из облицовок заменена существующей

стеной (кирпич, ж/б и т.д.). Звукоизоляционная облицовка стен необходима для увеличения звуко- и теплоизолирующей способности уже возведенной стены. И система звукоизоляционной облицовки стен — один из самых простых способов сделать это. Особенно это актуально при реконструкции зданий.

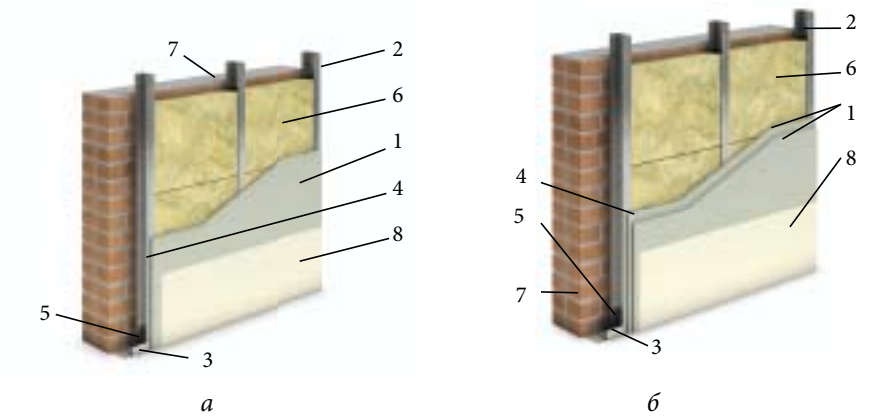


а *б*

Рис. 361. Перегородка на одинарном стальном каркасе: *а* — с одинарной обшивкой; *б* — с двойной обшивкой; *1* — обшивка ГКЛ или ГВЛ; *2* — стоечный профиль; *3* — направляющий профиль; *4* — шуруп; *5* — уплотнительная лента; *6* — звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *7* — чистовая отделка

Система внутренних звукоизоляционных перегородок на одинарном стальном каркасе с минераловатным звукоизоляционным материалом (рис. 361) включает: обшивку ГКЛ или ГВЛ, профили стоечный и направляющий, системы уплотнения и чистовой отделки, звукоизоляционный слой. При одинарной обшивке и толщине звукоизоляционного слоя 50 мм индекс изоляции воздушного шума (R_w) составляет 46 дБ, а при толщине 100 мм — 54 дБ. При двойной обшивке и толщине звукоизоляционного слоя 50 мм индекс изоляции воздушного шума составляет 49 дБ, а при толщине 100 мм — 57 дБ.

Система внутренней звукоизоляционной облицовки на одинарном стальном каркасе с минераловатным звукоизоляционным материалом (рис. 362) включает: обшивку ГКЛ или ГВЛ, профили стоечный и направляющий, системы уплотнения и чистовой отделки, звукоизоляционный слой. Индекс изоляции воздушного шума кирпичной стены толщиной 125 мм без звукоизоляции составляет 35 дБ. При одинарной обшивке и толщине звукоизоляционного слоя 50 мм индекс изоляции воздушного шума составляет 50 дБ, а при толщине 100 мм — 52 дБ. При двойной обшивке индексы изоляции воздушного шума составляют, соответственно, 35, 52 и 57 дБ.



а *б*

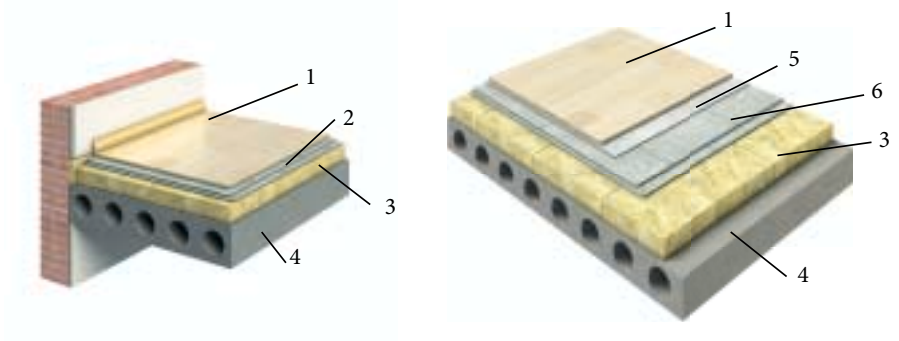
Рис. 362. Облицовка на одинарном стальном каркасе: *а* — с одинарной обшивкой; *б* — с двойной обшивкой; *1* — обшивка ГКЛ или ГВЛ; *2* — стоечный профиль; *3* — направляющий профиль; *4* — шуруп; *5* — уплотнительная лента; *6* — звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *7* — стена из кирпичной кладки; *8* — чистовая отделка

5.2.3. Системы звукоизоляции пола и межэтажных перекрытий

Системы звукоизоляции пола предназначены для изоляции от воздушного и ударного шума. Конструкция «плавающего пола» направлена на изоляцию ударного шума, передающегося по несущим конструкциям здания. «Плавающий пол» является одной из самых эффективных систем изоляции пола от ударного шума. Применение систем изоляции от ударного шума обеспечивает требуемый уровень звукоизоляции, предъявляемый к большинству жилых помещений.

Толщина армированной цементно-песчаной стяжки задается в соответствии с СП 29.13330 «Полы» (Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88) по действующим нагрузкам на покрытие пола. В случае, если

в качестве финишного покрытия используются паркетные доски или щиты, вместо армированной цементно-песчаной стяжки можно использовать сборную стяжку из листов ГВЛ, фанеры.

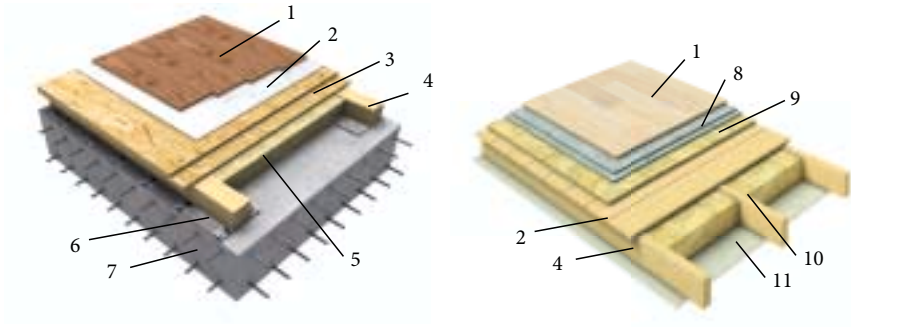


а *б*

Рис. 363. Система звукоизоляции межэтажных перекрытий по бетонному основанию: *а* — с цементно-песчаной стяжкой; *б* — со сборной стяжкой из ЦСП; *1* — покрытие пола; *2* — цементно-песчаная стяжка (толщиной 50 мм); *3* — звукоизоляционный материал ТЕХНОФЛОР; *4* — плита перекрытия; *5* — подложка; *6* — сборная сяжка из ЦСП

Система звукоизоляции межэтажных перекрытий по бетонному основанию (рис. 363) выполняется по цементно-песчаной стяжке или по сборной стяжке из цементно-стружечных плит (ЦСП). В качестве *минераловатного звукоизоляционного материала* применяют ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ. При толщинах звукоизоляционных плит 30, 40 и 50 мм индекс снижения уровня ударного шума (DL_{nw}) составляет, соответственно, 36, 38 и 39 дБ в полах по цементно-песчаной стяжке и 34, 36 и 37 дБ в полах по сборной стяжке из ЦСП.

Система звукоизоляции пола по деревянным лагам (рис. 364) может выполняться с минераловатным (ТЕХНОАКУСТИК) и рулонным звукоизоляционным материалом (Техноэласт АКУСТИК) или только с минераловатными звукоизоляционными материалами. В первом случае, при использовании плит ТЕХНОАКУСТИК толщиной 50 мм индекс снижения уровня ударного шума составляет 24 дБ. Во втором случае при использовании комбинированной изоляции плит ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ (50 мм) и ТЕХНОАКУСТИК (100 мм) индекс снижения уровня ударного шума составляет 40 дБ.



а *б*

Рис. 364. Система звукоизоляции пола по деревянным лагам: *а* — с теплоизоляционным и рулонным материалами; *б* — с теплоизоляционными материалами; *1* — покрытие пола; *2* — подложка; *3* — черновой пол; *4* — лаги; *5* — звукоизоляционный материал; *6* — звукоизоляционный материал Техноэласт АКУСТИК; *7* — плита перекрытия; *8* — сборная стяжка из ЦСП (толщиной 50 мм); *9* — звукоизоляционный материал ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ; *10* — звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *11* — обшивка потолка нижнего этажа

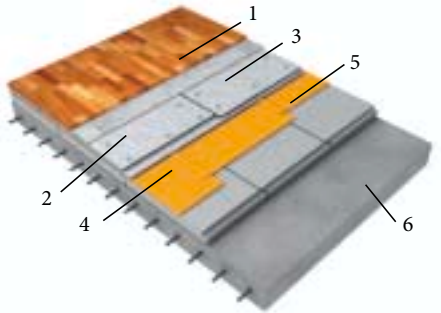


Рис. 365. Межэтажное перекрытие с XPS-плитами и сборной стяжкой из ЦСП: *1* — чистовое покрытие пола; *2* — материал подложки; *3* — сборная стяжка (толщиной 50 мм); *4* — пароизоляционная пленка; *5* — звукоизоляция из XPS-плит толщиной 20 мм по геотекстильной подоснове толщиной 5 мм; *6* — плита перекрытия

Система звукоизоляции межэтажных перекрытий с звукоизоляционным материалом из XPS-плит и сборной стяжкой из ЦСП (рис. 365) позволяет достичь индекса снижения уровня ударного шума до 28 дБ.

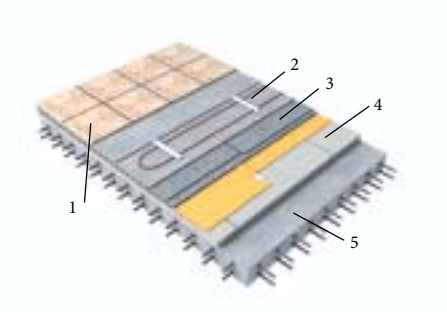


Рис. 366. Система для полов ТН-ПОЛ Термо: *1* — чистовое покрытие пола; *2* — цементно-песчанная стяжка с системой электрообогрева (толщина не менее 50 мм); *3* — пароизоляционная пленка; *4* — звукоизоляция из XPS-плит толщиной 20 мм по геотекстильной подоснове толщиной 5 мм; *5* — плита перекрытия

Система для полов ТН-ПОЛ Термо (рис. 366) предназначена для создания системы обогрева пола при помощи электронагревательных кабелей. Индекс снижения уровня ударного шума этого пола составляет 28 дБ.

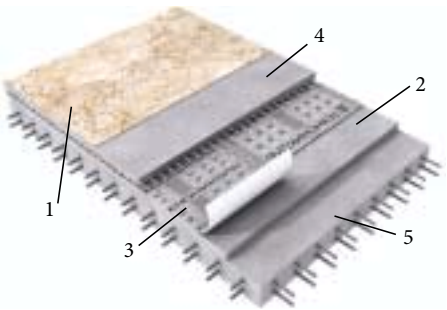


Рис. 367. Система звукоизоляции межэтажных перекрытий с битумно-полимерным звукоизоляционным материалом: *1* — плита перекрытия; *2* — выравнивающая стяжка; *3* — звукоизоляционный материал Техноэласт АКУСТИК или Техноэласт АКУСТИК СУПЕР; *4* — армированная цементно-песчаная стяжка; *5* — чистовое покрытие пола

Система звукоизоляции межэтажных перекрытий с битумно-полимерным звукоизоляционным материалом (рис. 367) основана на применении звукоизоляционных материалов Техноэласт АКУСТИК или Техноэласт АКУСТИК СУПЕР. Индекс снижения уровня ударного шума (DL_{nw}) при использовании Техноэласт АКУСТИК составляет 23 дБ, а при использовании Техноэласт АКУСТИК СУПЕР — 26 дБ.

5.2.4. Системы звукоизоляции потолков

Звукоизоляция потолков позволяет значительно улучшить акустический комфорт помещения. Также при устройстве звукоизоляции потолков изолируют распространение звука не только в вертикальном направлении, но и в горизонтальном. Подвесные потолки позволяют скрыть проходящие под потолком коммуникации и декоративные изъяны потолка. Выбирая между решением сделать подвесной потолок сплошной конструкцией или довести многослойные перегородки до перекрытия, с точки зрения звукоизоляции, второй вариант предпочтительнее.

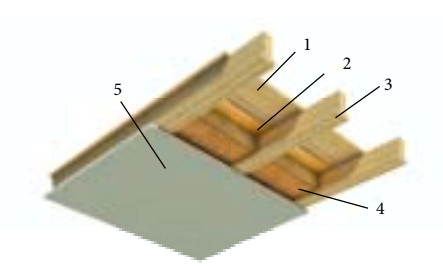


Рис. 368. Система звукоизоляции потолка по деревянным лагам: *1* — пол верхнего этажа; *2* — пароизоляционная пленка; *3* — лаги; *4* — звукоизоляция ТЕХНОАКУСТИК; *5* — обшивка потолка

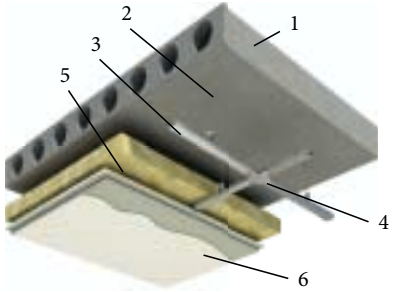


Рис. 369. Потолок на прямом подвесе: *1* — основание потолка; *2* — прямой подвес; *3* — потолочный профиль; *4* — соединитель профилей разноуровневый; *5* — звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *6* — обшивка ГКЛ или ГВЛ

Звукоизоляция потолка по деревянным лагам с минераловатным звукоизоляционным материалом (рис. 368) имеет индекс изоляции воздушного шума 50 дБ. *Система внутренней звукоизоляции со стальным каркасом с минераловатной звукоизоляцией и однослойной обшивкой на прямом подвесе* (рис. 369) имеет индекс изоляции воздушного шума 50 дБ при толщине перекрытия 140 мм. Звукоизоляционный слой толщиной 50 мм увеличивает общую звукоизоляцию перекрытия на 9 дБ, а толщиной 100 мм — на 11 дБ.

Система внутренней звукоизоляции со стальным каркасом с минераловатной звукоизоляцией и двухслойной обшивкой на подвесе-спице (рис. 370) имеет индекс изоляции воздушного шума 50 дБ при толщине перекрытия 140 мм. Звукоизоляционный слой толщиной 50 мм увеличивает общую звукоизоляцию перекрытия на 11 дБ, а толщиной 100 мм —

на 13 дБ. Частотная характеристика звукопоглощающего потолка может регулироваться путем изменения величины относа от перекрытия.

Рис. 370. Потолок на подвесе-спице: *1* — основание потолка; *2* — анкерный подвес; *3* — спица; *4* — потолочный профиль; *5* — соединитель профилей одноуровневый; *6* — звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *7* — обшивка ГКЛ или ГВЛ

Особое внимание при устройстве звукоизоляции конструкции следует обращать на наличие акустических мостиков (например, некачественно заделанные стыки между материалами) и возможности косвенной передачи звука (например, отсутствие прокладок в местах соединения пола с перегородкой).

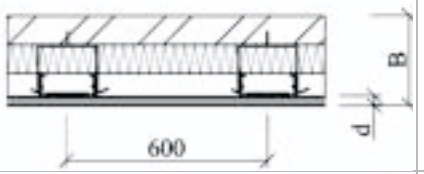
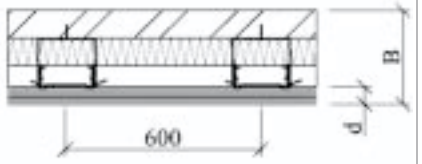
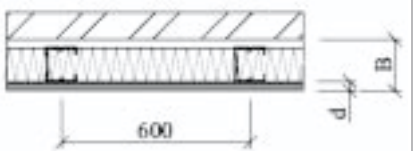
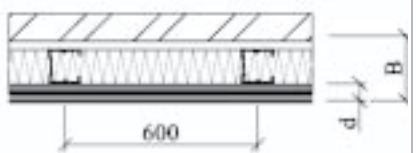
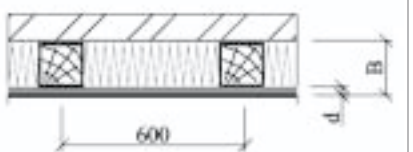
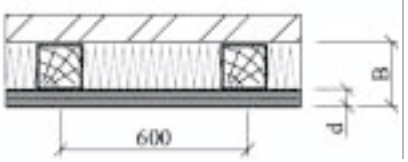
5.3. Системы облицовок и перегородок

5.3.1. Облицовки из гипсокартонных и гипсоволокнистых листов

Конструкции облицовок стен из гипсокартонных и гипсоволокнистых (ГКЛ и ГВЛ) листов делятся на два типа: *каркасную* конструкцию из гипсокартонных листов с одно- или двухслойной обшивкой и *бескаркасную* из ГКЛ (ГВЛ) или гипсовых панелей, монтируемых на специальные строительные смеси. Облицовка служит основой для последующей отделки стены и может использоваться для повышения звукоизоляции и теплоизоляции ограждающих конструкций. Если требуется утепление наружных стен изнутри помещения, то в конструкции облицовок делают теплоизоляционную прослойку. При этом в каждом конкретном случае должен быть выполнен теплотехнический расчет по предотвращению накопления влаги

Таблица 74

Характеристики облицовок

Тип	Эскиз облицовки	Описание конструкции
С1 однослойный		Стальной каркас из потолочных профилей с теплоизоляцией, обшитый одним слоем ГКЛ (ГВЛ). Масса 1 м² 12 кг
С1 двухслойный		Стальной каркас из потолочных профилей с теплоизоляцией, обшитый двумя слоями ГКЛ (ГВЛ). Масса 1 м² 21 кг
С2 однослойный		Стальной каркас из перегородочных профилей с теплоизоляцией, обшитый одним слоем ГКЛ (ГВЛ). Масса 1 м² 13 кг
С2 двухслойный		Стальной каркас из перегородочных профилей с теплоизоляцией, обшитый двумя слоями ГКЛ (ГВЛ). Масса 1 м² 22 кг
Д однослойный		Деревянный каркас из брусков с теплоизоляцией, обшитый одним слоем ГКЛ (ГВЛ). Масса 1 м² 17 кг
Д двухслойный		Деревянный каркас из брусков с теплоизоляцией, обшитый двумя слоями листов ГКЛ (ГВЛ). Масса 1 м² 26 кг

в стене за годовой период эксплуатации и ограничению влаги за период с отрицательными среднемесячными температурами. Если нормируется предел огнестойкости и класс пожарной опасности стен, обшивка с соответствующими пожарно-техническими характеристиками может выполнять огнезащитные функции.

Бескаркасные облицовки. Крепление гипсокартонного листа или комбинированной панели (гипсокартонный лист с изоляционным материалом) к базовой стене осуществляется с помощью клея. Варианты крепления листов (панелей) определяются неровностью основания. Высота облицовки определяется высотой гипсокартонного листа или комбинированной панели (ГКП). Облицовка применяется в жилых, общественных и вспомогательных помещениях промышленных зданий для отделки стен, а также для повышения их звукоизоляционных и теплоизоляционных свойств.

Каркасные облицовки примененяют в жилых, общественных и производственных зданиях, когда определяющими являются нормативные требования по пределам огнестойкости при классе пожарной опасности конструкций К0 (табл. 74). Такие облицовки монтируют на путях эвакуации (в вестибюлях, лестничных клетках, лифтовых холлах) и для огнезащиты несущих конструкций, т.е. в помещениях повышенной ответственности по пожарной безопасности; используют в конструкциях, где не допускается применение материалов с более высокой пожарной опасностью, чем Г1, В1, Д1, Т1, и требуется повышение звукотеплоизолирующих свойств стен.

Облицовки можно использовать также в качестве конструктивных элементов противопожарных преград при соблюдении требований СНиП 21-01-97*. Основу конструкций облицовок составляют различные металлические каркасы и односторонние обшивки одним или несколькими слоями ГВЛ. Для устройства каркасов облицовок используют металлические профили из оцинкованной стали. Индекс звукоизоляции воздушного шума однослойных облицовок составляет 5 дБ, двухслойных — 8 дБ; предел огнестойкости EI, соответственно, 15 и 30 мин.

5.3.2. Гипсокартонные и гипсоволокнистые перегородки

Типы перегородок

Перегородки жилых офисных или административных зданий выполняют по деревянному или стальному (одинарному, двойному) каркасу с обшивкой из ГКЛ, ГВЛ и их специализированных модификаций: водо- или огнестойких. Внутреннее пространство заполняется негорючей звуко- и теплоизоляцией (маты или плиты на основе минеральной ваты). В этих же полостях размещается электрическая проводка и инженерные коммуникации.

Конструкцию перегородки (табл. 75) и марки комплектующих элементов выбирают в соответствии с проектом. При облицовке керамической плиткой применяют усиленные конструкции: два слоя гипсокартонных листов с шагом стоек 400 мм. Максимальная высота перегородок разных типов приведена в табл. 76.

Таблица 75

Типы перегородок на основе ГКЛ (ГВЛ)

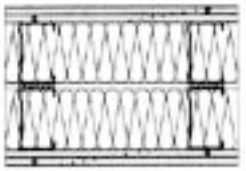
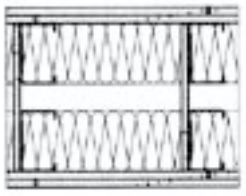
Тип	Эскиз перегородки	Описание конструкции
ОС 101		Одинарный стальной каркас со звукоизоляцией из минераловатных плит или матов, обшитый одним слоем гипсокартонных листов с обеих сторон. Высота перегородки до 6,5 м. Масса 1 м^2 около 25 кг. Индекс изоляции воздушного шума R_w = 42÷48 дБ. Предел огнестойкости EI 30, 45
ОС 202		Одинарный стальной каркас со звукоизоляцией из минераловатных плит или матов, обшитый двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Высота перегородки до 7,5 м. Масса 1 м^2 около 41 кг. Индекс изоляции воздушного шума R_w = 47÷53 дБ. Предел огнестойкости EI 60, 75
ДС 202		Двойной стальной каркас со звукоизоляцией из минераловатных плит или матов, обшитый двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Высота перегородки до 6,5 м. Масса 1 м^2 около 43 кг. Индекс изоляции воздушного шума R_w = 59÷61 дБ. Предел огнестойкости EI 60, 75
ДСР 202		Двойной стальной каркас с просветом 20÷120 мм со звукоизоляцией из минераловатных плит или матов в каждом каркасе, обшитый двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Высота перегородки до 6,0 м. Масса 1 м^2 около 44 кг. Индекс изоляции воздушного шума R_w = 55÷58 дБ. Предел огнестойкости EI 60, 75

Таблица 75 (окончание)

Тип	Эскиз перегородки	Описание конструкции
ОД 101		Одинарный деревянный каркас со звукоизоляцией из минераловатных плит или матов, обшитый одним слоем гипсокартонных листов с обеих сторон. Высота перегородки до 4,1 м. Масса 1 м^2 около 25 кг. Индекс изоляции воздушного шума R_w = 43÷49 дБ. Предел огнестойкости EI 60
ОД 202		Одинарный стальной каркас со звукоизоляцией из минераловатных плит или матов, обшитый двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Высота перегородки до 4,1 м. Масса 1 м^2 около 43 кг. Индекс изоляции воздушного шума R_w = 46÷51 дБ. Предел огнестойкости EI 75

Таблица 76

Максимальная высота перегородок, м

Тип стоечного профиля (бруска)	Шаг стоек, мм	Высота перегородки (м) типа					
		ОС 101	ОС 202	ДС 202	ДСР 202	ОД 101	ОД 202
ПС-2(50)	600	3,0	4,0	4,5	4,5	—	—
	400	4,0	5,0	—	—	—	—
ПС-4 (75)	600	5,5	5,5	6,0	5,5	—	—
	400	6,0	6,5	—	—	—	—
ПС-6 (100)	600	5,0	6,5	6,5	6,0	—	—
	400	6,5	7,5	—	—	—	—
Деревянный брус 60 × 50	600	—	—	—	—	3,1	3,1
Деревянный брус 90 × 50	600	—	—	—	—	4,1	4,1

5.3.3. Облицовки и перегородки из пазогребневых плит

К конструкциям с применением гипсовых пазогребневых плит предъявляются общие требования по качеству поверхности, пожарно-техническим и гигиеническим характеристикам используемых материалов, сопротивлению воздействиям окружающей среды, в том числе воздействию повышенной влажности и химической агрессии.

Стойкость к воздействиям окружающей среды для конструкций, эксплуатирующихся в условиях влажного температурно-влажностного режима, характеризующегося СНиП 23-02, обеспечивают гидрофобизированные гипсовые плиты; для конструкций, эксплуатирующихся в условиях агрессивной среды, металлические элементы защищены от коррозии в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11. Пазогребневые плиты применяют для возведения ненесущих межкомнатных перегородок и облицовок (табл. 77, 78). В зависимости от требований по шумозащите применяют или «одинарную», или «двойную» конструкцию перегородок.

Таблица 77

Конструктивные схемы перегородок

Схема перегородки	Толщина по слоям, мм	Предел огнестойкости, ч	Расчетный индекс звукоизоляции, дБ
Одинарные перегородки			
	Плита — 80	Не менее 2,5	Не менее 41
	Плита — 80 Прокладка+ГКЛ — 9,5	Не менее 2,5	45
	Плита — 80 Изоляция+ГКЛ — 63	Не менее 2,5	Около 60
	Плита — 80 Изоляция — 50 ГКЛ — 9,5	Не менее 2,5	Около 60

Таблица 77 (окончание)

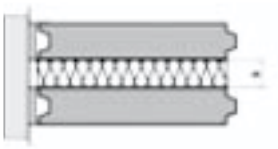
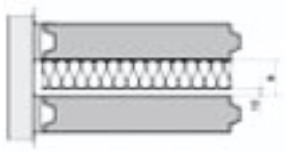
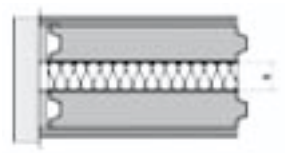
Схема перегородки	Толщина по слоям, мм	Предел огнестойкости, ч	Расчетный индекс звукоизоляции, дБ
	Плита — 80 Изоляция — 50 ГКЛ — 12,5	Не менее 2,5	Не менее 60
Двойные перегородки			
	Плита — 80 Зазор — 50 Плита — 80	—	50
	Плита — 80 Утеплитель — 50 Плита — 80	Не менее 2,5	55
	Плита — 80 Утеплитель — 50 ГКЛ — 10 Плита — 80	—	Не менее 55
	ГКЛ — 9,5 Плита — 80 Утеплитель — 50 Плита — 80 ГКЛ — 9,5	Не менее 2,5	60
Внутренняя облицовка наружных стен			
	Наружная стена Утеплитель — 50 Плита — 80	Не менее 2,5	Зависит от конструкции стены

Таблица 78

Размеры перегородок из гипсовых пазогребневых плит

Крепление перегородки	Назначение помещения	Максимально допустимые размеры перегородок, м	
		длина	высота
Перегородка закреплена с 4 сторон. Возможно наличие больших дверных проемов	Помещения с небольшим скоплением людей (жилые помещения, гостиницы, офисы, больничные палаты)	Не ограничивается	4,5
	Помещения с большим скоплением людей (школы, аудитории, выставки, торговые помещения)	Не ограничивается	3,5
Перегородка закреплена с 4 сторон, не имеет больших дверных проемов	Помещения с небольшим скоплением людей (жилые помещения, гостиницы, офисы, больничные палаты)	3,0÷4,0	Не ограничивается
		5,0	12,5
		5,5	13,75
		6,0÷7,0	По проекту
	Помещения с большим скоплением людей (школы, аудитории, выставки, торговые помещения)	3,0÷3,5	Не ограничивается
		4,0	10,0
		4,5÷5,5	По проекту
Перегородка закреплена с трех сторон, не имеет больших дверных проемов	Помещения с небольшим скоплением людей (жилые помещения, гостиницы, офисы, больничные палаты)	2,5	4,0
		3,0	4,25
		3,5	4,5
		4,0	4,75
		4,5	5,0
		5,0	5,25
		5,5	5,5
		6,0	По проекту
	Помещения с большим скоплением людей (школы, аудитории, выставки, торговые помещения)	2,5	3,0
		3,0	3,25
		3,5	3,5
		4,0	По проекту

Устройство перегородок следует производить после завершения работ по монтажу несущих и ограждающих конструкций зданий и до устройства чистого пола. После удаления пыли и грязи с базового пола, потолка и стен размечают проектное положение перегородок. Если основание базового пола имеет неровности, то их необходимо ликвидировать.

Присоединение перегородок к базовым стенам, потолку и полу можно делать как жестким, так и эластичным. Эластичные чаще делают в случае, когда предъявляются повышенные требования к звукоизоляции помещений. При жестком соединении плиты стыкуются непосредственно с базовым полом, потолком и стенами. Плиты можно укладывать пазом как вверх, так и вниз. При укладке пазом вверх у плит первого ряда необходимо срезать гребень.

В соответствии со строительными нормами и правилами к перегородкам предъявляются требования по устойчивости к воздействиям собственного веса, веса навесного оборудования и других эксплуатационных, ветровых и сейсмических нагрузок, а также к воздействиям случайных ударов.

Перегородки многоквартирных жилых домов (за исключением межкомнатных перегородок с проемами) и перегородки между рабочими помещениями зданий непроизводственной сферы должны удовлетворять требованиям по звукоизоляции.

Перегородки, разделяющие отапливаемые и неотапливаемые помещения различного назначения, должны удовлетворять требованиям по сопротивлению теплопередаче и пароизоляции. Перегородки в зданиях с нормируемыми пожарно-техническими характеристиками должны удовлетворять требованиям к классу пожарной опасности и пределу огнестойкости. Данные типы перегородок предназначены для эксплуатации в помещениях с сухим, нормальным и влажным режимами по СНиП 23-02.

При выборе схем перегородок должны учитываться силовые и другие воздействия, класс функциональной и конструктивной опасности и степень огнестойкости здания, а также объемно-планировочные параметры (в том числе высота) и условия эксплуатации.

Обеспечение звукоизоляции

Значение индекса изоляции воздушного шума $R_{тр}$ для перегородок из гипсовых пазогребневых плит определяют в соответствии с указаниями СНиП 23-03. Для некоторых типов перегородок $R_{тр}$ представлен в табл. 79.

Индекс изоляции воздушного шума двухслойных перегородок из гипсовых пазогребневых плит с дополнительным звукоизоляционным слоем во всех случаях должен определяться путем испытаний в соответствии с ГОСТ 27296.

Таблица 79

Индекс изоляции воздушного шума

Тип перегородки	Толщина пазогребневой плиты, мм	Индекс изоляции воздушного шума $R_{тр}$, дБ
Однослойная	80	39
	100	41
Двухслойная с воздушным зазором 40 мм	100	48

Индекс звукоизоляции воздушного шума ($R_{тр}$) рассчитывается в соответствии со СНиП II-12-77 «Защита от шума». При плотности плит 1250 кг/м^3 и толщине 80 мм поверхностная плотность составляет: $m = 1250 \cdot 0{,}08 = 100$ кг/м^2.

Индекс $R_{тр}$ определяют по формуле:

$$R_{тр} = 13 \cdot \lg m_э + 13 \text{ дБ, где } m_э = K \cdot m = 1{,}25 \cdot 100 = 125,$$

т.е. $IB = 13 \cdot \lg 125 + 13$ дБ = 40,3 дБ.

Если лицевая поверхность покрыта шпаклевкой, обоями и т.п., то для расчетов принимается IB = 41 дБ. При использовании двойной перегородки из плит толщиной 80 мм согласно п. 6.2.2. СНиП II-12-77, индекс изоляции воздушного шума увеличится на 9 дБ и составит 50 дБ.

Полученные значения IB показывают одинарные перегородки из гипсовых пазогребневых плит толщиной 80 мм, согласно табл. 7 СНиП II-12-77, их можно использовать в качестве любых внутриквартирных, а двойные — в качестве межквартирных.

Пожарно-технические характеристики

Предел огнестойкости однослойных перегородок из гипсовых пазогребневых плит, согласно «Пособию по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и пути воз-

гораемости», при толщине плит 80 мм и 100 мм составляет, соответственно, EI 130 и EI 160, а класс конструктивной пожарной опасности — КО.

На основании заключения ВНИИПО от 17.08.1992 г. перегородки из гипсовых плит толщиной 80 м могут применяться:

- в жилых зданиях I, II и III степени огнестойкости — в качестве межсекционных перегородок зданий с пределом огнестойкости EI 45;
- в зданиях IV степени огнестойкости с пределом огнестойкости EI 45;
- в качестве межквартирных перегородок зданий I, II и III степени огнестойкости с EI 30,
- в зданиях IV степени огнестойкости с EI 45 (глава СНиП 2.08.01-89, изд. 2001 г.);
- в производственных зданиях в качестве противопожарных преград 1-го и 2-го типов с пределами огнестойкости EI 45 и EI 15, в соответствии с требованиями СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»;
- в общественных зданиях, в соответствии с требованиями главы СНиП 2.08.02-89.

Гипсовые плиты толщиной 80 мм могут применяться в качестве внутренних облицовок I, II и III степени огнестойкости. Перегородки и облицовки стен из гипсовых плит толщиной 80 мм могут применяться в зданиях любого класса конструктивной пожарной опасности.

5.4. Системы подвесных потолков

5.4.1. Типы подвесных потолков

Подвесные потолки — это конструкция, включающую стальной каркас, подвешиваемый к перекрытию или покрытию, обшитый со стороны помещения одним или двумя слоями ГКЛ или специальных листов: акустических, огнестойких, влагостойких. В надпотолочном пространстве размещают электропроводку, могут укладываться минераловатные плиты, улучшающие акустические характеристики и огнезащиту конструкции. Подвесные потолки являются достаточно сложными инженерными системами, включающими не только устройства подвеса каркаса, но и системы подвеса осветительных приборов, вентиляции, устройств доступа в надпотолочное пространство, защиты элементов и конструкций подвесного потолка от тепла, выделяемого встроенными светильниками.

Обшивка, помимо отделки помещения, может выполнять теплозвукоизоляционные и огнезащитные функции. В этом случае пространство между обшивкой и базовым потолком частично или полностью заполняется теплоизоляционными плитами или матами (табл. 80).

Каркас состоит из потолочных профилей ПП-60 × 27, ПП-1-1 (47 × 17) или ПП-1-2 (47 × 27) и периметральных профилей ППН-1 (20 × 20) и ППН (27 × 28), располагаемых по контуру помещения. Существуют 3 варианта конструкции каркаса:

— одноосный только в одном направлении;

— двухосный одноуровневый, в котором основные и перпендикулярные к ним несущие профили расположены в одном уровне (встык);

— двухосный двухуровневый, в котором основные и перпендикулярные к ним несущие профили расположены в разных уровнях (внахлест).

Одноосный каркас рекомендуется для потолков небольшой площади и узких помещений. Двухосный одноуровневый каркас предпочтителен при однослойной обшивке потолка, так как при этом обеспечивается подложка под всеми швами между листами. Двухосный двухуровневый каркас предпочтителен при двухслойной обшивке потолка, так как при этом используются полноразмерные несущие профили, работающие по неразрезной схеме.

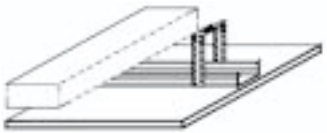
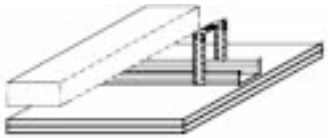
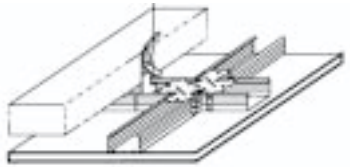
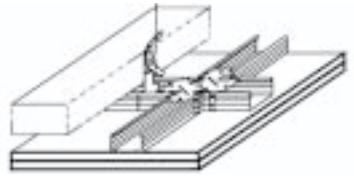
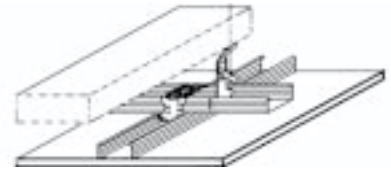
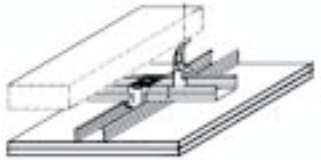
Для помещений с влажным режимом применяют влагостойкие ГВЛ (ГКЛ), а для помещений с повышенными требованиями к огнестойкости — огнестойкие листы. Основным решением является конструкция потолка для помещений с сухим и нормальным влажностным режимом с однослойной обшивкой из ГКЛ (ГВЛ). При необходимости повышения звукоизолирующих свойств и огнестойкости потолка обшивку выполняют двухслойной.

Теплоизоляционные плиты и *маты* применяют в качестве звукоизоляционного слоя в подвесных потолках различных строительных конструкций при строительстве, реконструкции, реставрации, капитальном и текущем ремонте зданий и сооружений различного назначения. В качестве ненагружаемой звукоизоляции их используют в подвесных конструкциях потолков с облицовкой из гипсокартонных листов.

Воздушный промежуток между несущим основанием и обшивкой подвесного потолка целесообразно выполнять толщиной не менее

Таблица 80

Типы подвесных потолков

Эскиз и тип потолка	Описание конструкции
ПП11 	Стальной одноосный каркас с теплозвукоизоляцией из плит или матов из минерального волокна, обшитый одним слоем ГКЛ
ПП12 	Стальной одноосный каркас с теплозвукоизоляцией из плит или матов из минерального волокна, обшитый двумя слоями ГКЛ.
ПП211 	Стальной двухосный одноуровневый каркас с теплозвукоизоляцией из плит или матов из минерального волокна, обшитый одним слоем ГКЛ
ПП212 	Стальной двухосный одноуровневый каркас с теплозвукоизоляцией из плит или матов из минерального волокна, обшитый двумя слоями ГКЛ
ПП221 	Стальной двухосный двухуровневый каркас с теплозвукоизоляцией из плит или матов из минерального волокна, обшитый одним слоем ГКЛ
ПП222 	Стальной двухосный двухуровневый каркас с теплозвукоизоляцией из плит или матов из минерального волокна, обшитый двумя слоями ГКЛ

40÷50 мм и полностью заполнять звукоизолирующим материалом. Оценочный индекс изоляции воздушного шума $К_{ДА}$ перекрытия с подвесным потолком определяют путем прибавления к индексу изоляции воздушного шума основного базового основания (железобетонного, бетонного) 3 дБ — при заполнении полости тепло- и звукоизолирующим материалом и 2 дБ — при его отсутствии и облицовке одним слоем ГКЛ.

Элементы стального каркаса. В конструкциях потолков используют профили из оцинкованной стали толщиной 0,6 мм по ГОСТ 14918-80: потолочные профили ПП-1-1 (47 × 17); ПП-1-2 (47 × 27); ПП (60 × 27) и периметриальные направляющие профили ППН-1-1 (20 × 20) и ППН (27 × 28). Стандартная длина 3 м. Возможно применение профилей других фирм-изготовителей с близкими геометрическими размерами.

Изделия для соединения профилей каркаса между собой и для крепления каркаса к несущим конструкциям перекрытия или покрытия выпускают по тем же ТУ.

КРАБ-1 и КРАБ-2 — соединители профилей одноуровневые для ПП-1-2 (47 × 27) и ПП-60 × 27 соответственно, предназначены для соединения профилей в одном уровне и во взаимно-перпендикулярных направлениях.

КАФ 47 и КАФ 60 — соединители профилей для ПП-1-2 (47 × 27) и ПП-60 × 27 двухуровневые предназначены для соединения профилей в разных уровнях и во взаимно-перпендикулярных направлениях. Поставляются в развернутом виде. Перед монтажом их необходимо согнуть для получения П-образной формы.

ПЗ-1 — прямой подвес для крепления профилей ПП-1-2 (47 × 27) и ПП-60 × 27 к несущему основанию, позволяющий до минимума уменьшить расстояние между ним и конструкциями подвесного потолка. Несущая способность — до 40 кг.

АП-1 и АП-2 — анкерные подвесы профилей с пружинным зажимом для профилей ПП-1-2 (47 × 27) и ПП-60 × 27 соответственно, для крепления к несущему основанию и регулировки каркаса подвесного потолка. Анкерные подвесы служат для создания надпотолочного пространства значительной высоты. Несущая способность подвеса 25 кг. В комплект входит спица с кольцом (крючком) диаметром 4,0 мм и длиной, определяемой конкретным проектом. Спица крепится к подвесу через отверстия в зажимной пластине.

Из стального листа толщиной 0,6 мм изготавливают удлинитель марки СП-1-1 для профиля ПП-1-2 и УП-1-3 для профиля ПП-60 × 27.

Для защиты наружных углов обшивки фирма РПО «АЛБЕС» выпускает перфорированный угловой профиль PL 25 × 25 со сторонами 25 мм из оцинкованной полосы толщиной 0,3 мм и длиной 3 м, а для отделки торцов листов — обрамляющий торцевой профиль «ПБ1» в виде разнополочного швеллера с перфорированными полками высотой 6 и 25 мм.

К несущему основанию прямые подвесы, тяги и направляющие потолочные профили крепят быстрофиксирующими гвоздями марки РКК фирмы «СОРМАТ». Возможно применение аналогичных изделий других фирм-изготовителей.

Шпаклевка и грунтование. Для заполнения швов между гипсокартонными листами используют гипсовые шпаклевки, а для заделки стыков листов с утоненной кромкой и шпаклевки, и армирующую бумажную ленту. *Стыки гипсокартонных листов шпаклюют в следующем порядке*:

— кромки листов грунтуют, на швы листов с утоненной кромкой наносят слой шпаклевки, укладывают армирующую ленту, вдавливая ее шпателем в шпаклевку, и после затвердения первого слоя наносят выравнивающий слой;

— с торцевых кромок листов, не оклеенных картоном, кромочным рубанком снимают фаски под углом 45° на глубину 4 мм, после чего шов грунтуют и шпаклюют;

— перед высококачественной окраской шпаклюют всю поверхность потолка финишными шпаклевками; после шлифовки получается ровная, плотная, однородная шелковистая поверхность, готовая под окраску.

5.5. Системы изоляции перекрытий и полов

5.5.1. Свойства конструкций и особенности монтажа

Строительные системы предусматривают конструкции полов на лагах, на бетонном основании, полов над холодными подпольями или подвалами, полов под междуэтажными перекрытиями. Предусматриваются специальные решения в зависимости от типа основания: многопустотной или массивной железобетонной плиты, по профилированному настилу, стальному каркасу, по грунту. В качестве теплозвукоизоляции используют жесткие минераловатные плиты, плиты из вспененного полистирола, минераловатные маты.

В качестве покрытия предусматривается применение паркета и паркетной доски, ламината, линолеума или ковролина, керамической плитки. Существуют специальные решения для активных теплых полов (с электрическим или водяным обогревом). Полы со стяжками из ГКЛ с любым покрытием, кроме керамической плитки, имеют коэффициент теплоусвоения покрытия ниже нормативного.

Полы предназначены для зданий с сухим, нормальным или влажным температурно-влажностным режимом. Во влажных помещениях обязательно выполнение покрытия полов керамической плиткой и устройство гидроизоляции по верху стяжки. Полы со стяжкой из ГКЛ (ГВЛ) применяют во всех помещениях с нормируемым показателем теплоусвоения поверхности пола с эксплуатационными нагрузками 500 кг/м^2 (равномерно) и 200 кг/м^2 (сосредоточенно). Конструкции полов разработаны для устройства их на грунте, на перекрытиях из сплошных железобетонных панелей толщиной 140 мм и из многопустотных железобетонных плит толщиной 220 мм из тонкостенных стальных балок.

В строительных системах разработаны конструкции полов (и перекрытий) шести основных типов (рис. 371÷374).

Тип 1 — для устройства перекрытия на лагах с теплоизоляцией из минераловатных плит и матов по грунту на столбиках из бетона или кирпича установленных на достаточно прочный грунт основания или на бетонное основание в помещениях с нормируемой температурой.

Тип 2 — для устройства полов на бетонном основании: по плотному и сухому грунту или со слоем гидроизоляции по стяжке из цементно-песчаного раствора при наличии или угрозе появления грунтовых вод.

Тип 3 — для устройства над холодными подпольями или подвалами на лагах с теплоизоляцией из минераловатных плит и матов по сплошной или многопустотной железобетонной плите перекрытия в помещениях с нормируемой температурой.

Тип 4 — для устройства на междуэтажных перекрытиях на лагах со звукоизоляцией из минераловатных плит и матов по сплошной или многопустотной железобетонной плите.

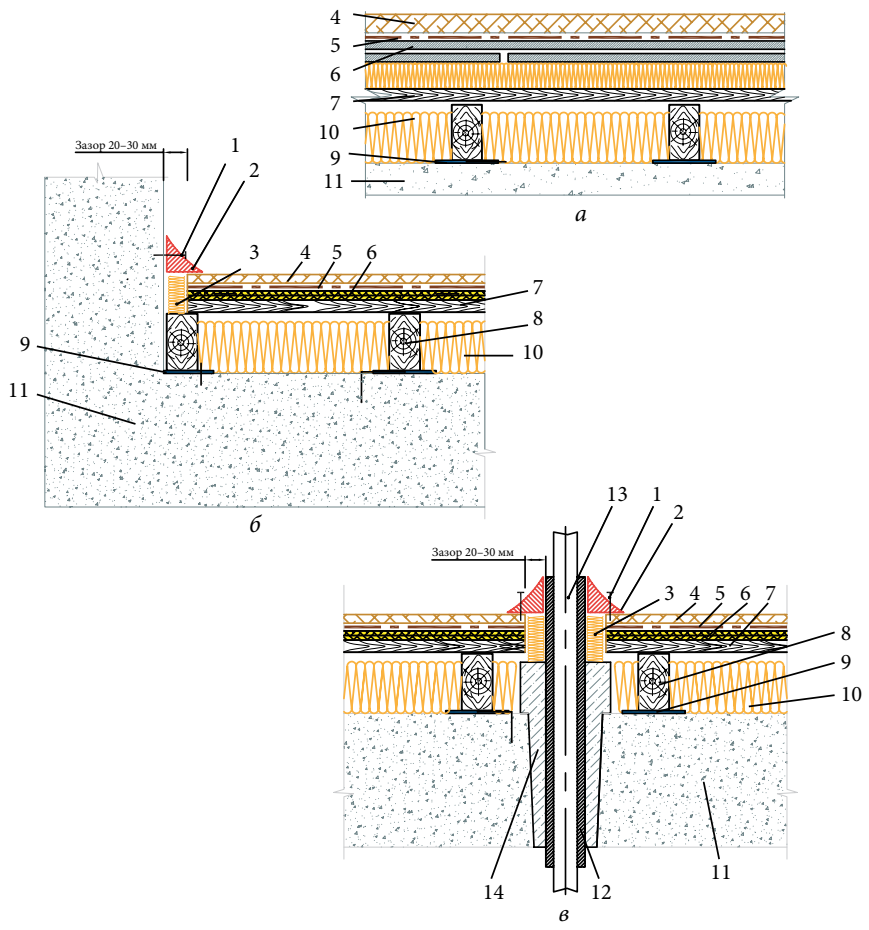


Рис. 371. Пол на лагах: *а* — схема расположения слоев; *б* — переход с вертикальной поверхности на горизонтальную; *в* — пропуск трубопровода; *1* — крепеж; *2* — плинтус; *3* — звукоизоляционная прокладка; *4* — финишное покрытие (ламинат); *5* — подложка; *6* — один слой влагостойкой фанеры; *7* — черновой пол; *8* — лаги; *9* — звукоизоляционный материал Техноэласт АКУСТИК или Техноэласт АКУСТИК СУПЕР; *10* — тепло- звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *11* — железобетонная плита перекрытия; *12* — эластичная гильза; *13* — трубопровод; 14 — безусадочный раствор

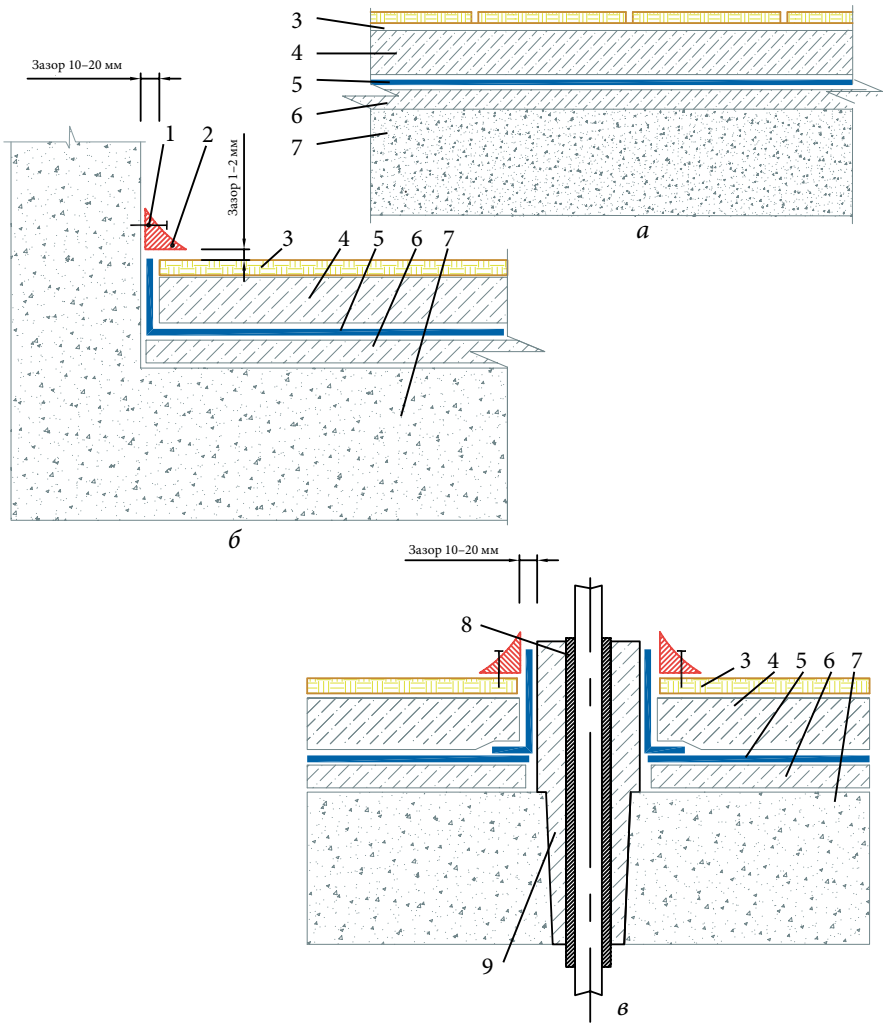


Рис. 372. Перекрытие по бетонному основанию: *а* — схема расположения слоев; *б* — переход с вертикальной поверхности на горизонтальную; *в* — пропуск стояка отопления; *1* — крепеж; *2* — плинтус; *3* — финишное покрытие пола; *4* — цементно-песчаная стяжка; *5* — гидро- звукоизоляционный материал Техноэласт АКУСТИК СУПЕР или Техноэласт АКУСТИК; *6* — выравнивающая стяжка; *7* — железобетонная плита перекрытия; *8* — эластичная гильза; *9* — безусадочный раствор

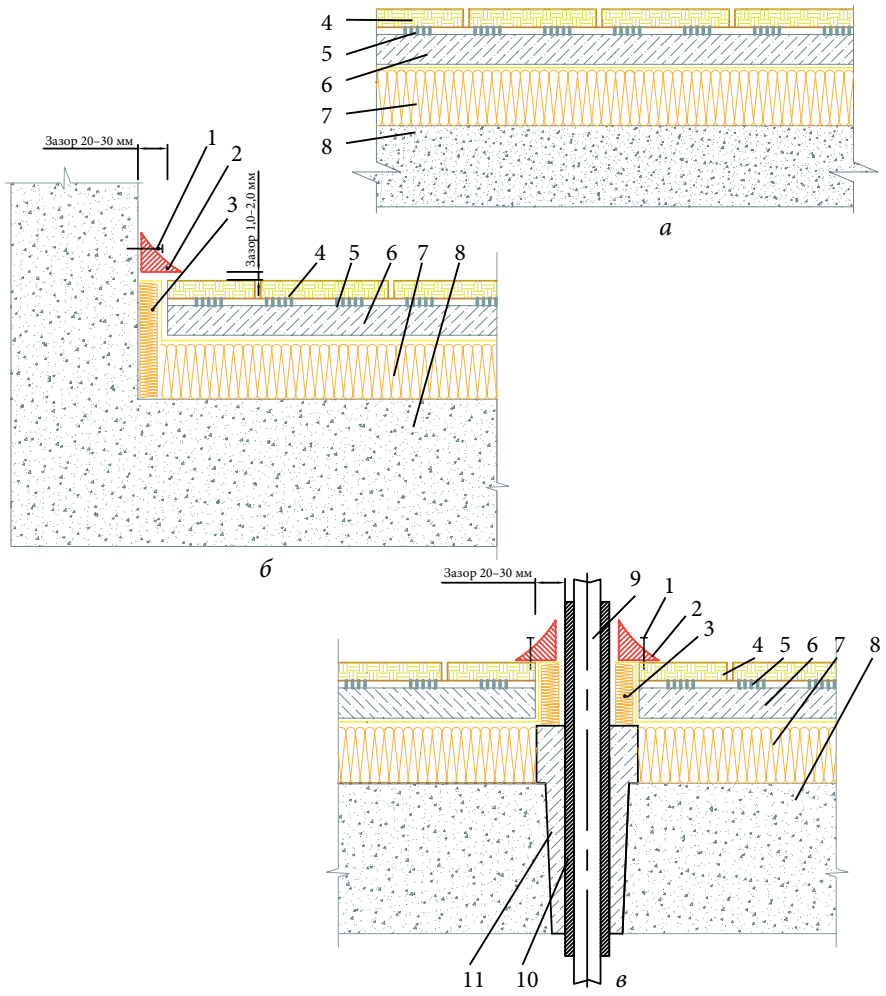


Рис. 373. Перекрытие по бетонному основанию с изоляционным слоем из минераловатных плит: *а* — схема расположения слоев; *б* — переход с вертикальной поверхности на горизонтальную; *в* — пропуск трубопровода; *1* — крепеж; *2* — плинтус; *3* — звукоизоляционная прокладка из ТЕХНОАКУСТИК; *4* — финишное покрытие; *5* — плиточный клей; *6* — цементно-песчаная стяжка; *7* — тепло-звукоизоляционный материал ТЕХНОФЛОР; *8* — железобетонная плита перекрытия; *9* — стояк отопления; *10* — эластичная гильза; *11* — безусадочный раствор

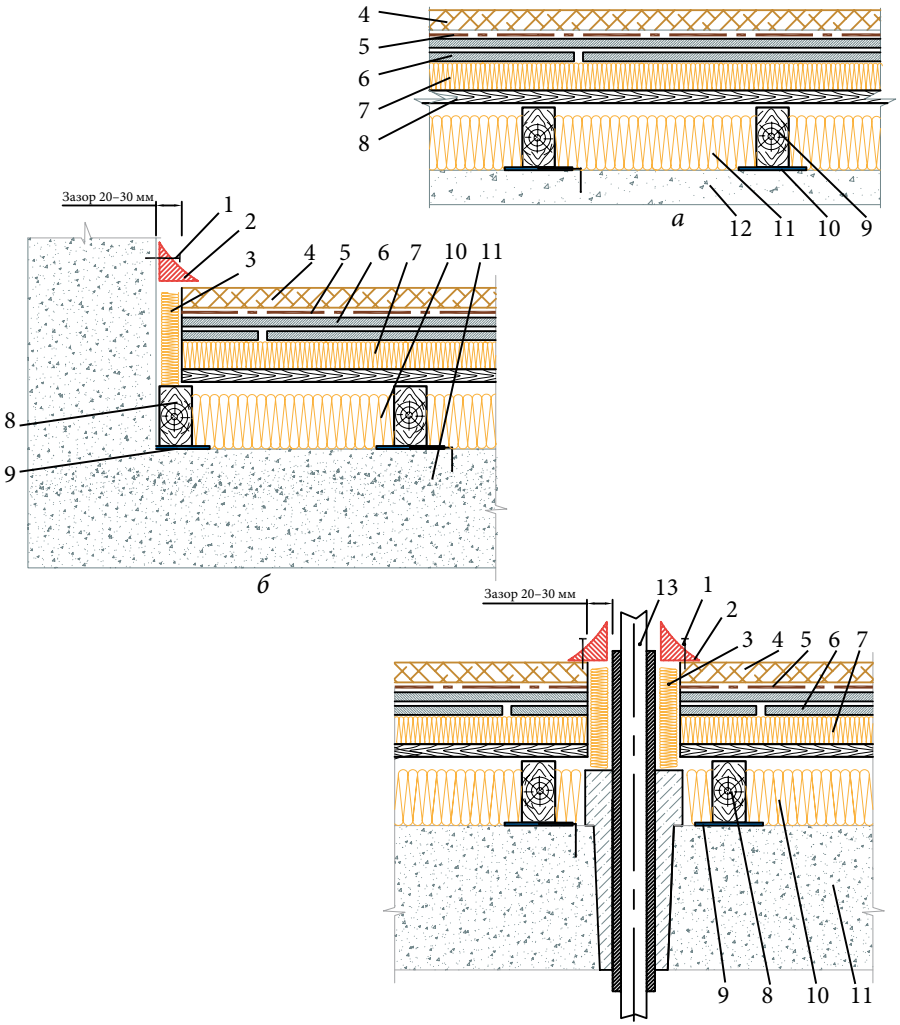


Рис. 374. Пол со сборной стяжкой на лагах: *а* — схема расположения слоев; *б* — переход с вертикальной поверхности на горизонтальную; *в* — пропуск трубопровода; *1* — крепеж; *2* — плинтус; *3* — звукоизоляционная прокладка; *4* — финишное покрытие (ламинат); *5* — подложка; *6* — сборная стяжка; *7* — тепло- звукоизоляционный материал ТЕХНОФЛОР; *8* — черновой пол; *9* — лаги; *10* — звукоизоляционный материал Техноэласт АКУСТИК или Техноэласт АКУСТИК СУПЕР; *11* — тепло- звукоизоляционный материал ТЕХНОАКУСТИК; *12* — железобетонная плита перекрытия; *13* — пропуск трубопровода

Тип 5 — для устройства на междуэтажных перекрытиях со звукоизоляцией из жестких минераловатных плит по сплошной или многопустотной железобетонной плите.

Тип 6 — для устройства по стальному каркасному перекрытию с теплозвукоизоляцией из минераловатных плит или матов.

Полы со стяжками из ГКЛ с любым покрытием, кроме керамической плитки, имеют коэффициент теплоусвоения покрытия ниже нормативного. Нормативный коэффициент теплоусвоения покрытий полов не должен превышать:

— в жилых зданиях, больничных учреждениях, диспансерах, амбулаториях, поликлиниках, родильных домах, домах ребенка, домах-интернатах для престарелых и инвалидов — 12 Вт/(м^2·°С);

— общеобразовательных и детских школах, детских садах, яслях, детских домах и детских приемниках-распределителях — 12 Вт/(м^2·°С);

— в общественных зданиях, кроме вышеуказанных, вспомогательных зданиях и помещениях промышленных предприятий — 14 Вт/(м^2·°С).

Показатель теплоусвоения покрытия пола не нормируется в общественных зданиях, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием людей (залы музеев и выставок, фойе театров и кинотеатров). Расчет показателя теплоусвоения покрытия пола должен осуществляться в соответствии с указаниями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Полы со сборными стяжками из малоформатных ГВЛВ устраивают по перекрытиям из монолитного железобетона, сплошных железобетонных плит толщиной 140, 160, 180 и 200 мм, а также из многопустотных железобетонных плит толщиной 220 мм. Полы могут устраиваться также на грунте и черновым деревянным полам на лагах.

Полы с покрытием из паркета, линолеума, ковров из синтетических волокон, ламината и керамических плиток, предназначенных для применения в жилых зданиях, гостиницах, административных зданиях и офисах, больницах и санаториях, в зданиях учебных заведений и детских дошкольных учреждений, при равномерно распределенной эксплуатационной нагрузке на пол до 500 кг/м^2 и сосредоточенной нагрузке до 200 кг. В качестве основания под покрытия пола предусмотрена сборная стяжка, изготовленная из гипсоволокнистых листов влагостойких ГВЛВ общей толщиной 20 мм, монтируемая из двух отдельных

Таблица 81

Расстояние между несущими брусками (профилями)

Толщина обшивки из ГВЛ, мм	Максимальное расстояние между несущими брусками (профилями) *b*, мм
10; 2 × 10	500
12,5; 2 × 12,5	550

Таблица 82

Максимальное расстояние (*a*) между несущими брусками обшивки (подвесами)

Размеры деревянного бруска, мм	Расстояние между подвесами (*a*, мм) при толщине обшивки, мм	
	10; 2 × 10	12,5; 2 × 12,5
48 × 24	700	600
50 × 30	850	750
60 × 40	1000	850

Таблица 83

Максимальное расстояние (*c*) между основными брусками и подвесами (элементами покрытия)

Расстояние (*c*) между основными брусками, мм	Расстояние (*a*) между подвесами в мм при нагрузке (*p*) в кН/м^2		
	< 0,15	0,15 < *p* < 0,30	0,30 < *p* < 0,50
500	1200	950	800
600	1150	900	750
700	1050	850	700*
800	1050	800	—
900	1000	800*	—
1000	950	—	—
1100	900	—	—
1200	900	—	—

* — при осевых расстояниях несущих брусков не более 800 мм.

малоформатных листов размером 1500 × 1200 × 10 мм, или готовых элементов стяжки, (производственная марка «элемент пола») выполненных из двух ГВЛ размером 1500(1200) × 500(600) × 10 мм, склеенных между собой в заводских условиях со смещением относительно друг друга на 50 мм.

5.5.2. Системы изоляции пола по грунту

К конструкции пола, наряду со звукоизоляционными и прочностными, предъявляются жесткие требования по сопротивлению теплопередаче. В ряде случаев следует учитывать воздействие сточных вод и других жидкостей, а также проникновение грунтовых вод в конструкцию пола. Устройство надежных систем изоляции полов позволяет создать оптимальные условия нахождения в помещении людей и оборудования, а также увеличивает долговечность всей конструкции.

Система изоляции пола по грунту ТН-ПОЛ Классик (рис. 375), включающая бетонное основание, выполненное по профилированной мембране PLANTER standard, применяется при строительстве полов по грунту промышленных зданий, а также мелкозаглубленных фундаментов. Часто при строительстве и проектировании зданий проектировщики сталкиваются с таким понятием как бетонная подготовка или «подбетонка», которая служит для обеспечения удобства выполнения бетонных работ и при расчетах бетонного основания не учитывается. Она выполняется из низкомарочного бетона (В 7,5) с целью получения ровной поверхности, по которой будут проводиться последующие бетонные и гидроизоляционные работы. При возведении зданий с низким уровнем грунтовых вод применяется только противокапиллярная горизонтальная гидроизоляция плиты.

В таком случае можно избежать применения бетонной подготовки, используя профилированную мембрану PLANTER standard. Профилированная мембрана PLANTER standard создает оптимальные условия для твердения бетона, так как необходимое бетону «цементное молоко» не уходит в грунт. Шипованная поверхность мембраны придает ей необходимую жесткость, что позволяет укладывать непосредственно на нее арматурный каркас и бетонировать, а также предотвращает смещения в процессе производства работ.

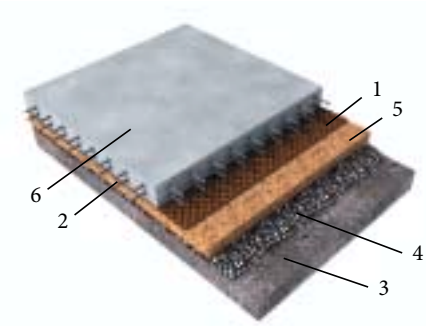


Рис. 375. ТН-ПОЛ Классик: *1* — профилированная мембрана PLANTER standard; *2* — самоклеящаяся лента; *3* — грунт основания; *4* — щебеночная подготовка; *5* — песчаная подготовка; *6* — железобетонная плита

Система изоляции пола по грунту с применением профилированной мембраны PLANTER standard получила положительный отзыв в «ЦНИИПромзданий». Бетонное основание должно быть рассчитано на соответствие эксплуатационным нагрузкам. Влияние мембраны при этом не учитывается. В случае отсутствия сварочных работ при изготовлении арматурного каркаса защита мембраны стяжкой не требуется.

Рулоны мембраны PLANTER standard должны быть скреплены между собой самоклеящейся лентой Техноэласт БАРЬЕР мини. Место сопряжения поверхностей, например при подходе к колонне, следует проклеивать самоклеящимся битумно-полимерным материалом Техноэласт БАРЬЕР. Для обеспечения герметичности деформационного шва следует укладывать центральные ПВХ гидрошпонки.

Система ТН-ПОЛ Гидро (рис. 376) рекомендована к применению в случае строительства торговых центров, промышленных объектов с устройством полов по грунту, расположенных в зоне с высоким уровнем грунтовых вод. В случае высокого уровня грунтовых вод применяют усиленную гидроизоляционную систему.

В качестве гидроизоляционного слоя используется рулонный битумно-полимерный материал Техноэласт ЭПП, уложенный в два слоя, который отличается высокими физико-механическими характеристиками и надежностью. Гидроизоляционные слои наплавляются по предварительно огрунтованному основанию путем нанесения праймера. Наплавление слоев Техноэласт ЭПП осуществляется с нахлестом смежных слоев, тем самым увеличивая надежность системы. Однако в случае строительства в зоне низкого уровня грунтовых вод следует использовать битумно-полимерный материал ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б, уложенный в один слой. В

случае необходимости устройства газоизоляции пола здания от радона следует применять в качестве второго слоя битумно-полимерный материал Техноэласт АЛЬФА. Перед укладкой гидроизоляционного слоя следует выполнить грунтовку поверхности при помощи праймера битумного № 01. В качестве битумной подготовки возможно применение и других видов праймеров, например, праймера битумного эмульсионного № 04 или праймера битумно-полимерного № 03.

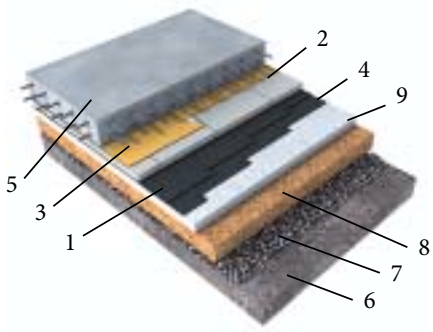


Рис. 376. ТН-ПОЛ Гидро: *1* — Техноэласт ЭПП; *2* — XPS-плиты; *3* — пароизоляционная пленка; *4* — праймер битумный; *5* — железобетонная плита; *6* — грунт основания; *7* — щебеночная подготовка; *8* — песчаная подготовка; *9* — бетонная подготовка

Применение XPS-плит CARBON PROF 300 в конструкции полов по грунту предусматривается для обеспечения нормируемой температуры поверхности пола, а также в зонах примыкания пола к наружным стенам для предотвращения промерзания конструкции. В нагружаемых полах автосалонов, складских комплексов в качестве теплоизоляционного слоя применяются XPS-плиты CARBON SOLID 500, которые способны выдерживать значительные нагрузки без потери своих теплотехнических свойств. В случае применения системы в нагружаемых конструкциях следует выполнять расчет ее несущей способности.

Необходимость устройства пароизоляции в каждом конкретном случае должна определяться расчетом сопротивления паропроницанию в соответствии с указаниями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Применение экструзионного пенополистирола также позволяет избежать устройства защитной стяжки над гидроизоляционным слоем, что приводит к дополнительной экономии.

Для обеспечения герметичности деформационного шва следует укладывать центральные ПВХ гидрошпонки, а также выполнять усиление гидроизоляционного слоя. При укладке двухслойного гидроизоляционного слоя

следует тщательно соблюдать размеры продольных и поперечных нахлестов, а также качество их выполнения. В месте сопряжения поверхностей, например, подхода к колонне, для обеспечения герметичности следует заводить гидроизоляционный материал на высоту не меньше, чем высота пола.

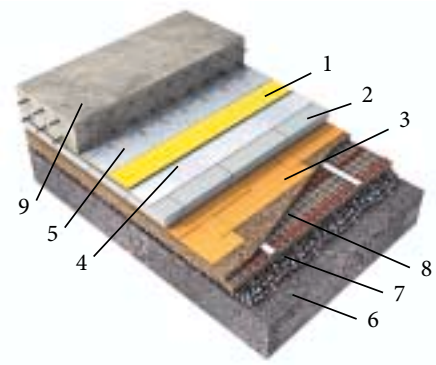


Рис. 377. ТН-ПОЛ Арктик: *1* — ПВХ мембрана LOGICROOF T-SL; *2* — XPS-плиты; *3* — пленка пароизоляционная; *4* — разделительный слой (стеклохолст); *5* — геотекстиль иглопробивной; *6* — грунт основания; *7* — щебеночная подготовка; *8* — песок с нагревательными элементами; *9* — технологическая плита

Система ТН-ПОЛ Арктик (рис. 377) применяется в конструкции полов промышленных холодильников, ледовых арен, устраиваемых на обогреваемых грунтах. Эффективная теплоизоляция холодильных складов и морозильных камер необходима для снижения расходов на охлаждение и предотвращения повреждений, связанных со вспучиванием грунта при его промерзании. Здания холодильников с отрицательными температурами в помещениях, возводимые во всех строительно-климатических районах, должны проектироваться с учетом необходимости предотвращения промерзания грунтов, являющихся основанием фундаментов и полов.

С этой целью следует применять системы искусственного обогревания грунтов (электрообогрев, обогрев незамерзающей жидкостью), устройство проветриваемого подполья и другие системы защиты. Надежную защиту от промерзания грунтов, находящихся под холодильной камерой, обеспечит устройство теплоизоляционного слоя из XPS-плит. XPS-плиты с L-образной кромкой, формирующей перекрытие швов, сводят к нулю вероятность образования мостиков холода. Укладка двух слоев полиэтиленовой пленки под теплоизоляционными плитами позволяет предотвратить капиллярный подсос влаги из грунта.

В качестве гидроизоляционного слоя применяется полимерная мембрана LOGICROOF T-SL, которая свободно укладывается на слой из XPS-плит

через разделительный слой из стеклохолста. Разделительный слой предотвращает миграцию из мембраны пластификаторов, которые со временем могут повредить теплоизоляционный слой из пенополистирола. Сварка продольных и поперечных нахлестов осуществляется специальным оборудованием при помощи горячего воздуха безогневым способом. Поверх гидроизоляционного слоя из ПВХ укладывается слой из иглопробивного геотекстиля плотностью 300 г/м^3, который выполняет защитную функцию.

Конструкция ледового поля. В качестве гидроизоляционного слоя от сточных вод в данной системе используется ПВХ мембрана, которую следует укладывать через разделительный слой из стеклохолста 100 г/м^2. ПВХ мембрану в месте примыкания к борту ледового поля следует заводить не менее чем на высоту пола.

Система ТН-ПОЛ Барьер (рис. 378) применяется в конструкции гидроизоляции полов и межэтажных перекрытий. Конструкция плавающего пола с использованием битумно-полимерных материалов Техноэласт БАРЬЕР (БО) и Техноэласт БАРЬЕР ЛАЙТ направлена на гидроизоляцию межэтажных перекрытий, полов с возможным проникновением сточных вод, в том числе техногенного характера.

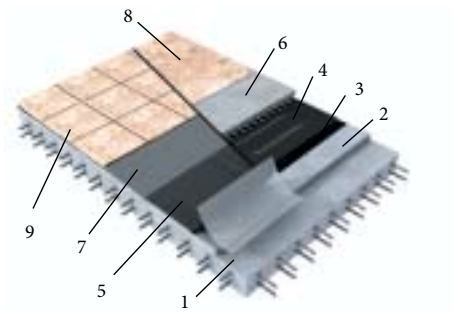


Рис. 378. Система ТН-ПОЛ Барьер: *1* — железобетонная плита; *2* — выравнивающая стяжка; *3* — праймер битумный эмульсионный; *4* — Техноэласт БАРЬЕР (БО); *5* — Техноэласт БАРЬЕР ЛАЙТ; *6* — армированная цементно-песчаная стяжка; *7* — плиточный клей; *8* — покрытие пола; *9* — керамическая плитка

Данная система ТН-ПОЛ Барьер также рекомендуется при средней и большой интенсивности воздействия жидкостей на пол, а также для устройства гидроизоляции под различными видами сточных лотков, каналами и трапами. Техноэласт БАРЬЕР — гидроизоляционный самоклеящийся битумно-полимерный безосновный материал, который получают путем нанесения на антиадгезионную пленку битумно-полимерного самоклеящегося вяжущего. На поверхность материала в зависимости от модификации наносится защитный слой:

— Техноэласт БАРЬЕР (БО) — специальной полимерной пленкой, защищающей от механического воздействия, пленка не только увеличивает химическую стойкость материала, но и повышает его пароизоляционные свойства;

— Техноэласт БАРЬЕР ЛАЙТ — специальным слоем Spunbond (нетканый полипропилен), позволяющим укладывать на материал керамическую плитку без устройства защитной стяжки.

Клеящий слой закрыт специальной легко снимающейся антиадгезионной силиконизированной пленкой, что позволяет применять материал без использования дополнительного оборудования.

Выводы

Звукоизоляция — это комплекс мероприятий, направленных на достижение акустического комфорта. В обычном понимании хорошая акустика подразумевает сбалансированное сочетание звуков, фоновых шумов и звукоизоляции. В помещении с хорошей акустикой звуки приобретают необходимое звучание, а посторонние шумы исчезают или становятся незначительными. Чаще всего проблемы акустического комфорта связаны с проникновением шума в помещение.

Акустические материалы разделяют на две группы: звукопоглощающие и звукоизолирующие. К звукопоглощающим материалам относят различные виды облицовочных материалов, имеющих высокую открытую пористость. В конструкциях эти материалы используют в качестве облицовок стен и ограждающих (облицовочных) элементов подвесных потолков. Звукоизолирующие материалы формируют звукозащитную оболочку помещения и размещаются непосредственно в конструкциях, снижая тем самым уровень структурного шума, передающегося через каркас здания.

Комплексные решения звукоизоляции помещений как от шума с улицы, так и от шума внутри здания, разработаны для стен, перегородок, перекрытий, полов и подвесных потолков. Особенно важным является разработка специальных решений, направленных на минимизацию возможных акустических мостиков: на стыке конструктивных элементов, в областях примыканий элементов каркаса, а также в местах проходки инженерного и электротехнического оборудования.

6. Изоляция транспортных систем

6.1. Системы транспортной изоляции

Системы изоляции специальных сооружений дорог, мостов, тоннелей — ориентированы на решение следующих задач: отвод от конструкции грунтовых и паводковых вод, гидроизоляция конструкции и, при необходимости, теплозащита конструкции или грунта. Водоотвод осуществляют с помощью дренирующих мембран, соединенных с линейными системами; гидроизоляцию — с помощью рулонных материалов на негниющих основах или полимерных мембран; теплоизоляцию — с помощью специальных утеплителей.

6.1.1. Железные и автомобильные дороги

Одной из самых важных проблем, с которыми сталкиваются строители-путейцы и инженеры-проектировщики в ходе прокладки трассы железных или автомобильных дорог (рис. 379), является повышение прочности основания земляного полотна, снижение деформации от сил морозного пучения при промерзании конструкции и проблема строительства в регионах с распространением вечномерзлых грунтов.

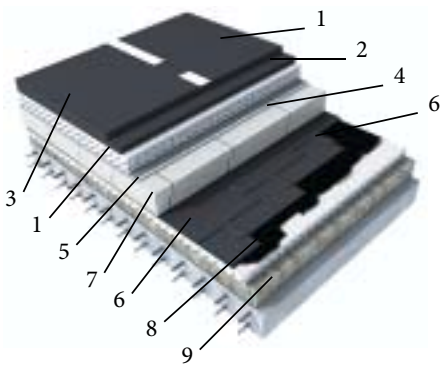


Рис. 379. Автодорожная система *1* — асфальтобетон на дорожном полимерно-битумном вяжущем; *2* — армирующая сетка; *3* — эмульсия битумная дорожная; *4* — щебень, обработанный битумной дорожной эмульсией; *5* — армирующая сетка; *6* — песок; 7 — плита XPS CARBON SOLID; *8* — геотекстиль; *9* — грунтовое основание

В общих чертах механизм морозного пучения сводится к тому, что пучинистые грунты в теплое время набирают влагу, которая в зимний период, при замерзании, формирует так называемые ледяные линзы, при замерзании расширяющиеся в объеме, приблизительно равном 9 %. При этом происходит расширение в сторону наименьшего сопротивления, т.е. в сторону рельсошпальной решетки. В зависимости от региона величина пучения может достигать 10÷15 см. В весенне-летнее время происходит оттаивание земляного полотна, что провоцирует его просадки. В течение нескольких периодов замерзания-оттаивания деформации накапливаются и переходят в критичные отметки. Эти деформации существенно влияют на отметки трассы в горизонтальной и вертикальной проекциях (в плане и профиле). Что, в свою очередь, резко сказывается на обеспечении безопасного и бесперебойного движение поездов.

Много вопросов вызывает строительство на вечномерзлых грунтах. В суровых условиях вечной мерзлоты сооружение теплоизоляционных слоев (из XPS-плит) позволяет сохранять вечномерзлые грунты в естественном состоянии, что предотвращает оттаивания и исключает просадки земляного полотна, т.е. обеспечивает стабильную и надежную работу основания земляного полотна, сооружаемого в условиях распространения вечной мерзлоты.

Характер работы *теплоизоляции* в конструкциях, контактирующих с грунтом, предъявляет к ней определенные требования. В частности теплоизоляция должна:

— сохранять теплоизолирующие свойства под воздействием влаги, знакопеременной температуры и агрессивных вод в течение всего периода эксплуатации дороги;

— быть морозостойкими, биостойкими и нетоксичными;

— обладать технологичностью в работе (размеры плит, удобные в работе, возможность скрепления краев плит между собой, например, шпунтовка и др.);

— выдерживать нагрузки, возникающие при укладке и уплотнении вышележащих слоев дорожной одежды (испытание на прочность при сжатии), а также от вышележащих слоев насыпи и транспорта во времени.

Материалы должны обладать следующими физическими, теплофизическими и прочностными характеристиками:

водопоглощение, %, не более	0,45
теплопроводность, Вт/(м·К), не более	0,032
сопротивление сжатию при 10 % линейной деформации, МПа, не менее	0,4
предел прочности при статическом изгибе, МПа, не менее	0,6

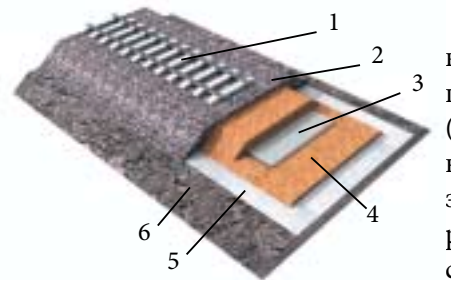


Рис. 380. Железнодорожная система: *1* — железнодорожное полотно; *2* — щебень; *3* — XPS-плита; *4* — песок; *5* — геотекстиль; *6* — грунтовое основание

Этим требованиям соответствуют экструдированные пенополистирольные плиты (XPS-плиты). Их единственный недостаток — горючесть — для закрытых сооружений (изолированных от прямого контакта с атмосферой) не является значимым. XPS-плиты применяют в конструкциях оснований автомобильных и железных дорог (рис. 380), аэродромных покрытий, спортивных сооружений.

Для снижения морозного пучения и предотвращения оттаивания грунта, используемого в зоне вечной мерзлоты, применение XPS-плит позволяет уменьшить объемы привозных недренирующих грунтов, обеспечить уменьшение рабочих отметок температур, снизить требуемую толщину дренирующего слоя; повысить долговечность конструкции, увеличить сроки ППР (планово-предупредительный ремонт), снизить затраты на эксплуатационные расходы путевой техники.

Применение XPS-плит дает множество преимуществ как дорожной службе, так и пользователям дорог. Защита от воздействия мерзлоты значительно снижает расходы на содержание дороги. Дорога без повреждений от мерзлоты имеет более высокий уровень безопасности. Более ровная дорога означает повышенный комфорт движения и наряду с этим снижает расход горючего, следствием чего является снижение вредного воздействия на окружающую среду.

6.1.2. Аэродромные покрытия

В районах, где грунты основания подвержены вспучиванию и разрушению при сезонном воздействии морозов, имеется риск повреждения взлетно-посадочных полос (ВПП) в аэропортах, для устранения эффектов разрушения, оказываемых морозом, рулежными дорожками, перронами аэровокзалов или бетонированными площадками перед ангарами рекомендуют применять жесткие XPS-плиты.

На стоянке колеса шасси самолета оказывают значительное давление на поверхность. Это предъявляет особенные требования к покрытию и изоляции, которые должны выдерживать высокие нагрузки от давления колес в сочетании с динамической нагрузкой при посадке. Механический износ является экстремальным при посадке и торможении, а также при поворотах, когда колеса поворачивают по большому радиусу. Покрытие и изоляция должны также выдерживать долговременную статическую нагрузку в момент посадки и выхода пассажиров. Толщина слоя XPS-плит определяется климатической зоной и требованиями к основанию аэродромного покрытия (рис. 381).

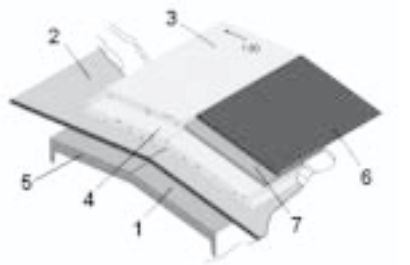


Рис. 381. Аэродромное покрытие: *1* — изолирующая постель из щебенки; *2* — XPS-плиты; *3* — бетон; *4* — защитный слой; *5* — несущий слой из связанной массы щебенки или стабилизированного цементом материала; *6* — асфальтобетон

Изоляцию грунтов рассчитывают с большей точностью, чем для обычных дорог, поскольку к ровности поверхности и долговечности покрытия предъявляются крайне жесткие требования. Применение XPS-плит позволяет увеличить ровность и долговечность покрытия ВПП, значительно сократить время и объем земляных работ, свести работу по содержанию взлетно-посадочных полос к минимуму.

Толщина усиливающего слоя определяется теми нагрузками, которые воздействуют на поверхность, а также тем распределением нагрузки, которое происходит в усиливающем слое. Наружное покрытие выполняется из асфальтобетона или мелкозернистого бетона. В конструкции используют усиливающий защитный слой с несущим слоем гравия в верхней части и материал с противокапиллярным действием в нижней части.

Взлетные полосы всегда изолируются по всей их длине и оборудуются переходами между изолированными и неизолированными участками в продольном направлении (не менее 24,0 м). По ширине полосы выполняют загибание кромок изоляции и создание указанных переходов в необходимом объеме.

6.1.3. Покрытия спортивных сооружений

Системы изоляции транспортных объектов и системы изоляции спортивных сооружений имеют много общих решений. Применяемые при изоляции оснований спортивных объектов материалы должны иметь исключительно низкую абсорбцию воды при диффузии, высокую теплоизолирующую способность в течение всего срока использования сооружения. Материал не должен быть подвержен действию различных нагрузок вследствие промерзания (оттаивания) при перепадах температуры.

Наибольшие нагрузки на изолирующие материалы приходятся на период сооружения. Спортивные и футбольные арены конструируют в соответствии со строительными нормами. Верхняя часть земляного полотна должна иметь толщину 250÷300 мм и состоять из лучших марок гравия или камня для строительства дорог.

Наружное покрытие является, естественно, наиболее важным фактором для пользователей. Для *поверхностей с искусственной травой и из синтетического материала* наружное покрытие представляет собой отдельную, самую существенную статью расходов. Наиболее дорогие поверхностные покрытия укладываются на основу с защитой от промерзания. XPS-плиты укладываются в один слой по всей площадке, а также отгибаются на 0,5÷1,0 м за пределами кромок. В этом случае используются изолирующие плиты с прямой кромкой, которые должны лежать с зазором не менее 5 мм одна от другой для обеспечения хорошего дренажа.

Планирование и строительство сооружений с *площадками из искусственного льда* представляет собой весьма сложную задачу. В современных ледовых дворцах сегодня имеются две системы встроенных труб: охлаждающие трубы и тепловые системы или трубы. Охлаждающие трубы нужны для получения и наращивания льда. Но холод распространяется также вниз, в направлении к грунту, где какое-либо охлаждение не нужно. Чем больше созданного холода распространяется в «неправильном направлении», тем хуже экономические показатели сооружения. Кроме того, имеется риск образования мерзлоты в почве. Если она не успеет растаять в течение той части года, когда сооружение не используется, то мерзлота будет проникать все глубже в почву. Для предотвращения этого выполняется изоляция с помощью XPS-плит.

Поскольку многие ледовые дворцы используются и для других целей, то лед нужно удалять. Бетонная плита с хорошей теплоизоляцией позволяет выполнять эту операцию самым простым и быстрым способом. Правильно рассчитанный слой изоляции из XPS-плит позволяет держать холод наверху около поверхности и препятствует его прониканию вглубь грунта. Следовательно, количество кубометров грунта, которое необходимо выкопать, значительно снижается.

6.2. Изоляция дорожных покрытий

6.2.1. Условия и эффективность применения теплоизолирующих слоев из XPS-плит

Экструдированные пенополистирольные плиты (XPS-плиты) являются материалом, обладающим всеми необходимыми для дорожной теплоизоляции свойствами. Их единственный недостаток — горючесть — для закрытых сооружений (изолированных от прямого контакта с атмосферой) не является значимым.

В России XPS-плиты впервые применены в 1983 г. на участке дороги Омск — Новосибирск (1304 км). Мониторинг СоюзДорНИИ состояния данного участка автодороги в течение 20 лет позволил установить сохранение (или даже улучшение) всех параметров материала (табл. 84).

Таблица 84

Результаты мониторинга физико-механических свойств XPS-плит

Наименование показателей	Показатели свойств в году		
	1983	1995	2003
Плотность, кг/м^3	38,0	43,1	44,9
Прочность на сжатие при 10 %-й деформации, МПа	0,40	0,48	0,52
Модуль упругости, МПа	15,0	19,2	21,3
Теплопроводность в водонасыщенном состоянии, Вт/(м·К)	—	0,0301	0,0309

Изолирующие слои из экструзионного пенополистирола в дорожной конструкции применяют на автодорогах в черте населенных пунктов, на автомобильных дорогах общего пользования и подъездных дорогах к промышленным предприятиям. Применение XPS-плит является альтернативой устройству традиционных морозозащитных слоев для снижения деформаций пучения при промерзании конструкции, в которой в пределах глубины промерзания имеются пучинистые грунты.

Теплоизолирующие слои из XPS-плит в дорожной конструкции могут применяться:

— для снижения деформаций пучения при промерзании дорожной конструкции, в которой в пределах глубины промерзания имеются пучинистые грунты;

— для теплоизоляции подземных сооружений (магазины, склады, кафе, паркинги и т.д.), расположенных непосредственно под проезжей частью городских дорог;

— для сохранения вечномерзлого грунта в основании (или теле) насыпи с исключением просадок земляного полотна при оттаивании его основания (или мерзлой части насыпи), как альтернатива устройству повышенных насыпей (выше, чем отвечающие условию снегонезаносимости) или устройству теплоизоляции из торфа.

Первое направление использования теплоизолирующего слоя может быть реализовано на дорогах общей сети и ведомственных дорогах в I÷IV дорожно-климатических зонах (ДКЗ) при наличии сезонного промерзания грунтов земляного полотна с повышенной пучинистостью.

Второе направление может быть реализовано на городских дорогах во II÷IV ДКЗ.

Третье направление может быть реализовано на дорогах общей сети и ведомственных дорогах, расположенных в I-й ДКЗ.

Эффект от применения теплоизолирующего слоя, используемого для *снижения морозного пучения*, может быть получен за счет:

— уменьшения объема качественных материалов, используемых в дорожной одежде для обеспечения ее морозоустойчивости и, соответственно, возможности использования в верхней части земляного полотна местных пучиноопасных грунтов;

— повышения долговечности конструкции вследствие исключения периодически возникающих деформаций морозного пучения и просадки при оттаивании;

— возможности понижения рабочих отметок насыпей на участках, где при применении традиционных конструкций действуют ограничения СНиП 2.05.02-85 по минимальному возвышению насыпи над уровнем подземных или поверхностных вод, а также над уровнем земли;

— понижения расчетной влажности грунта земляного полотна и соответствующего повышения расчетных значений прочностных характеристик грунта за счет снижения влагонакопления в процессе промерзания;

— снижения требуемой толщины дренирующего слоя за счет исключения поступления воды снизу при оттаивании земляного полотна;

— исключения необходимости замены грунта в основании дорожной одежды в выемке.

Эффект от применения теплоизолирующего слоя, используемого в дорожной одежде *для теплоизоляции подземных сооружений*, расположенных под городскими дорогами, может быть получен за счет снижения расходов на отопление подземных сооружений и улучшения экологической обстановки и снижения пожароопасности в помещениях подземных сооружений за счет замены внутренней теплоизоляции внешней.

Эффект от применения теплоизолирующего слоя *для предотвращения оттаивания грунта*, используемого в конструкции в мерзлом состоянии в зоне вечной мерзлоты, может быть получен за счет:

— обеспечения возможности уменьшения рабочих отметок насыпей, сооружаемых по I-му принципу в зоне вечной мерзлоты с соответствующим уменьшением объемов земляных работ;

— снижения экологического ущерба при строительстве дорог в северных районах за счет уменьшения объемов выработок грунтов, а также уменьшения полосы отвода при снижении высоты насыпи;

— обеспечения возможности использования в земляном полотне грунтов с любой степенью увлажнения в виде мерзло-комковатого материала;

— повышения надежности и долговечности дорожной конструкции, запроектированной по I-му принципу.

6.2.2. Обеспечение морозоустойчивости дорожной конструкции при ее сезонном промерзании

Требования по морозоустойчивости дорожных конструкций. Конструктивные решения дорожных покрытий с использованием теплоизолирующих слоев используют для автомобильных дорог всех технических категорий в I÷IV дорожно-климатических зонах, в том числе, и в условиях вечной мерзлоты. Морозоустойчивость дорожной конструкции оценивают по расчетной величине ее морозного пучения.

В случаях, когда определенная расчетом величина морозного пучения земляного полотна дорожной конструкции превышает допустимые значения, указанные в табл. 85, должны рассматриваться мероприятия по снижению или исключению морозного пучения грунтов земляного полотна, включая устройство теплоизолирующих слоев.

Таблица 85

Допустимое морозное пучение*

Тип дорожной одежды	Вид покрытия	Допустимое морозное пучение, $l_{пуч}^{доп}$ см
Капитальные	Асфальтобетон	5
	Цементобетон	4
Облегченные	Асфальтобетон	6
Переходные	Переходное	10

* Табл. 4.3 ОДН 218.046-01

Для определения расчетной величины морозного пучения конструкции $l_{пуч}$ могут быть использованы методики, приведенные в ОДН 218.046-01:

— методика, основанная на использовании осредненной для заданных условий величины морозного пучения традиционных конструкций, полученной по результатам региональных наблюдений, с введением корректирующих табличных коэффициентов;

— методика, основанная на использовании определяемой экспериментально величины коэффициента влагопроводности грунта.

Теплоизолирующие слои из XPS-плит применяют для повышения морозоустойчивости дорожной конструкции в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, характерных для 2 и 3 типа местности по увлажнению (СНиП 2.05.02-85). В зависимости от особенностей конкретного участка возможно либо не допускать промерзания грунтов насыпи и ее основания и исключить, таким образом, морозное пучение грунтов полностью, либо уменьшить глубину промерзания и, соответственно, пучение до допустимой его величины. Теплоизолирующие слои из XPS-плит могут быть применены как в насыпях, отсыпанных из пучиноопасных грунтов, так и в выемках, основание которых сложено пучиноопасными грунтами.

Для расчета требуемой толщины теплоизолирующего слоя могут применяться расчетные методы, изложенные в ОДН 218.046-01. Метод, разработанный В.И. Рувинским, основан на расчете по термическому сопротивлению конструкции. Метод, разработанный И.А. Золотарем, основан на использовании в качестве характеристики грунта коэффициента влагопроводности, определяемого экспериментально.

6.2.3. Проектирование дорожных конструкций

Проектирование дорожных конструкций с применением XPS-плит для защиты земляного полотна от промерзания

При конструировании должна быть обеспечена полная или частичная защита пучиноопасного грунта земляного полотна от промерзания, а также дренирование дорожной одежды. Дренирование дорожной одежды с теплоизолирующим слоем обеспечивается устройством дренирующего слоя, который может предусматриваться в трех вариантах:

— в виде песчаного слоя, располагаемого над теплоизолирующим, работающим также в качестве защитного, слоем;

— в виде песчаного слоя, вмещающего в себя теплоизолирующий слой;

— в виде дренирующего слоя из геотекстиля, обладающего продольной водопроницаемостью.

Толщина дренирующего слоя в общем случае определяется расчетом по методике, изложенной в ОДН 218.046-01. Необходимая ширина теплоизолирующего слоя принимается не менее, чем на 1,5÷2,0 м больше ширины проезжей части или равной ширине земляного полотна по верху.

Принципиальная схема дорожной конструкции с теплоизолирующим слоем из XPS-плит представлена на рис. 382. Конструкция может быть применена как для нежестких, так и для жестких дорожных одежд.

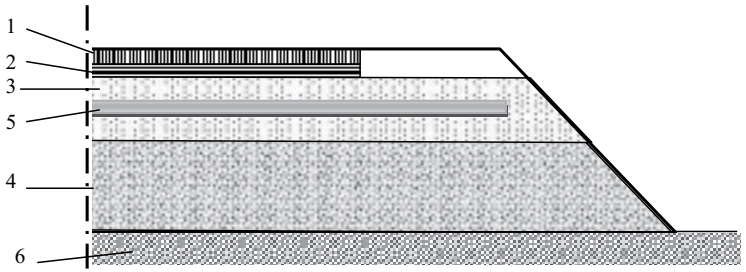


Рис. 382. Принципиальная схема дорожной конструкции с теплоизолирующим слоем (для условий сезонного промерзания): *1* — покрытие; *2* — несущее основание; *3* — дополнительный слой основания с теплоизолирующим слоем; *4* — пучиноопасный грунт; *5* — теплоизолирующий слой; *6* — грунт основания насыпи

При проектировании должно быть учтено, что расчет толщины дренирующего слоя следует выполнять по отдельности: верхнюю часть (над плитами) — на увлажнение за счет осадков, и нижнюю часть — на увлажнение грунтовыми водами. Толщину теплоизолирующего слоя в выемке в любом случае рекомендуется назначать исходя из исключения промерзания земляного полотна. Во всех случаях должен быть обеспечен поперечный уклон теплоизолирующего слоя не менее 2 %. На участках с теплоизолирующим слоем следует по возможности уменьшать продольные уклоны и увеличивать радиусы кривых, предусмотренные СНиП. Должны быть предусмотрены меры по борьбе с повышенным гололедообразованием.

Проектирование дорожных конструкций с применением XPS-плит для обеспечения теплоизоляции подземных сооружений

Проектирование нежесткой дорожной одежды. Особенность дорожной одежды заключается в том, что она расположена на железобетонной плите, которая является кровлей подземного сооружения. Прочность кровли должна быть обеспечена. Цель расчета заключается в проверке прочности дорожной одежды.

Предлагаемая конструкция дорожной одежды (рис. 383) включает двухслойный асфальтобетон, щебень фракции 40÷80 мм с заклинкой щебнем фракции 10÷20 мм. Между щебнем и теплоизолирующим слоем — пенополистиролом устроена геотекстильная прослойка. При укладке щебня на пенополистирол беспесчаного слоя, толщина пенополистирольной плиты, полученная на основании теплофизического расчета, должна быть увеличена на 1÷2 см.

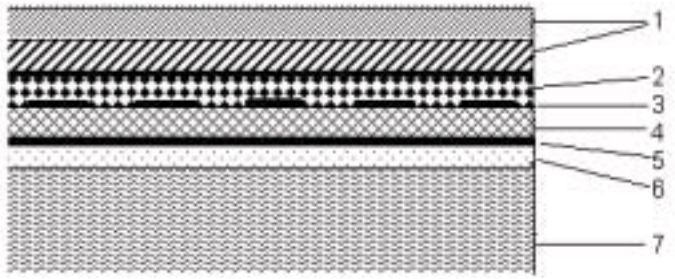


Рис. 383. Схема конструкции дорожной одежды, устраиваемой по кровле подземного сооружения: *1* — двухслойное асфальтобетонное покрытие; *2* — щебень; *3* — геотекстильная прослойка; *4* — XPS CARBON SOLID; *5* — битумно-полимерная гидроизоляция; *6* — выравнивающий слой из бетона; *7* — железобетонная плита кровли подземного сооружения

Требуемую толщину теплоизолирующего слоя рассчитывают исходя из температуры, которую предполагается поддерживать в помещениях подземного сооружения. Расчет целесообразно проводить по специальным программам (например, программа TMFLAT «Расчет температурного режима тела и оснований инженерных сооружений», ОАО ЦНИИС, лаборатория инженерной теплофизики).

Расчет дорожной одежды по прочности выполняют следующим образом. Определяют безопасную глубину расположения теплоизолирующего слоя. В соответствии с ОДН 218.046-01 выполняют проверку асфальтобетонного покрытия на сопротивление усталостному разрушению от растяжения при изгибе. Проверку по упругому прогибу не проводят, поскольку прочность кровли должна быть обеспечена.

Проектирование жесткой дорожной одежды. Расчет на растяжение при изгибе цементобетонного основания дорожной одежды, приведен-

ный в нормативных документах, выполняется в соответствии со следующей схемой: бетонная плита уложена на основание, представляющее собой упругое полупространство, эквивалентный модуль упругости которого существенно ниже модуля упругости плиты (рис. 384).

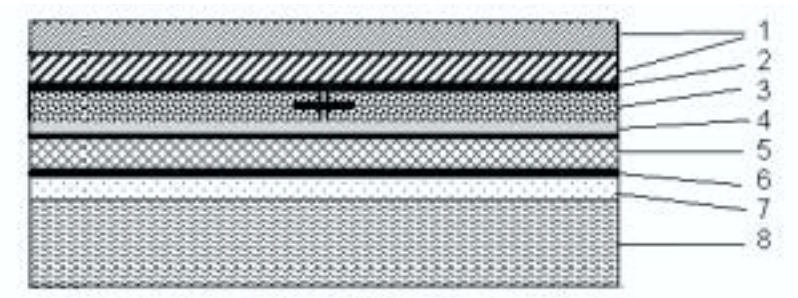


Рис. 384. Конструкция жесткой дорожной одежды: *1* — двухслойный асфальтобетон; *2* — мастика КОВ; *3* — бетонное основание; *4* — профилированная мембрана; *5* — плиты XPS CARBON SOLID; *6* — битумно-полимерная гидроизоляция; *7* — выравнивающий слой из бетона; *8* — железобетонная плита кровли подземного сооружения

Основание бетонной плиты в данной конструкции дорожной одежды представляет собой слой материала с высокой деформируемостью. При этом модуль упругости балки имеет тот же порядок, что и модуль упругости бетонной плиты.

Предлагаемая конструкция включает двухслойное асфальтобетонное покрытие и бетонное основание. Основание устроено со швами сжатия и расширения. Швы имеют штыревые соединения. Для предотвращения образования на поверхности асфальтобетона трещин, возникающих вследствие температурного расширения—сжатия плит цементобетонного основания, предложено использовать двухкомпонентную мастику холодного отверждения марки КОВ-190. Толщина слоя мастики 3 мм.

При образовании трещины в бетоне мастика затекает в нее, при этом полимерасфальтобетон растягивается. Применение мастики дает эффект только при совместном использовании с асфальтобетоном на полимерно-битумном вяжущем. Между бетоном и пенополистирольными плитами помещена профилированная мембрана.

6.2.4. Обеспечение сохранения вечной мерзлоты в дорожной конструкции

Принципы проектирования дорожных конструкций на вечной мерзлоте и условия их применения

Методы проектирования дорожных насыпей в зоне вечной мерзлоты сводятся к трем основным принципам проектирования.

Первый принцип проектирования дорожных конструкций предусматривает обеспечение поднятия верхнего горизонта вечной мерзлоты (ВГВМ) не ниже подошвы насыпи (сезонное оттаивание ниже подошвы насыпи исключается) и сохранение его на этом уровне в течение всего периода эксплуатации дороги (расчетное состояние грунтов основания насыпи — мерзлое). Для реализации первого принципа требуется, как правило, либо сооружение высоких насыпей (3÷5 м в зависимости от условий строительства), либо применение теплоизолирующих материалов.

Второй принцип проектирования предусматривает допущение оттаивания грунтов ниже подошвы насыпи на расчетную глубину в период эксплуатации дороги; с учетом допустимой осадки основания в зависимости от типа покрытия (расчетное состояние грунтов основания — талое). Мощность деятельного слоя при этом может оставаться прежней, либо уменьшится (т.е. ВГВМ поднимется на некоторую высоту по отношению к исходному). Понижать ВГВМ, т.е. увеличивать мощность деятельного слоя, не рекомендуется.

Третий принцип проектирования предусматривает предварительное оттаивание и осушение мерзлых грунтов основания.

Наибольшее применение при строительстве дорог на вечной мерзлоте имеют два принципа — первый и второй.

Первый принцип применяют в 1-й и 2-й подзонах I-й дорожно-климатической зоны при следующих условиях:

— температура грунтов на границе нулевых годовых амплитуд ниже –1,5 °С;

— широкое развитие мерзлотных процессов и явлений: подземные льды различного генезиса, бугры пучения, термокарст, морозобойное растрескивание, наледные участки и т.п.;

— наличие грунтов IV÷V категории просадочности (табл. 86).

Таблица 86

Категории просадочности грунта (СНиП 2.05.02-85)

Категория просадочности грунта	Тип грунта по льдистости и просадочности в сезонно оттаивающем слое и подстилающей вечномерзлой толще	Отношение объема прослоек льда к объему мерзлого грунта, д.е.
I	Без ледяных включений, не просадочный	0÷0,01
II	Малольдистый, малопросадочный	0,01÷0,1
III	Льдистый, просадочный	0,1÷0,4
IV	Сильнольдистый, сильнопросадочный	0,4÷0,6
V	С крупными включениями подземного льда, чрезмерно просадочный	0,6÷1

Второй принцип может применяться во всех дорожно-климатических подзонах при условии залегания в основании насыпи минеральных грунтов II÷III категорий просадочности и торфяников I÷III категорий просадочности.

Третий принцип применяют в 3-й подзоне I-й дорожно-климатической зоны при наличии легко осушаемых грунтов, среднегодовая температура которых выше –1,5 °С.

Принцип проектирования выбирают на основе технико-экономического сравнения вариантов, исходя из мерзлотно-грунтовых и климатических условий участка трассы.

Особенности расчетов дорожных конструкций

Расчет толщины теплоизолирующего слоя, требуемого для сохранения основания насыпи в мерзлом состоянии, целесообразно осуществлять по специальной методике, основанной на двухмерной теплофизической задаче (например, программа TMFLAT «Расчет температурного режима тела и оснований инженерных сооружений», ОАО ЦНИИС, лаборатория инженерной теплофизики). Особое внимание должно быть уделено приоткосной части насыпи, где происходит максимальное оттаивание основания. В особенности это относится к высоким насыпям

(более 4 м), в откосах которых могут возникнуть значительные сдвигающие усилия, которые приводят к деформациям откосов насыпи.

Таблица 87

Толщины теплоизоляции для различных пунктов вечной мерзлоты

Наименование населенного пункта	Высота снегонезаносимой насыпи для дороги III категории, м (расчет по СНиП 2.05.02-85, даны с округлением)	Среднегодовая температура воздуха, °С	Требуемая толщина теплоизолирующего слоя для обеспечения сохранения основания в мерзлом состоянии, см
Амдерма (Ненецкий автономный округ)	0,95	–7,0	3
Бодайбо (Иркутская область)	1,15	–5,6	9
Верхоянск (республика Саха)	0,9	–15,7	2
Воркута (республика Коми)	1,2	–6,3	5
Дудинка (Красноярский край)	1,15	–10,2	3
Магадан (Магаданская область)	1,0	–4,7	8
Марресале (Ямало-Ненецкий автономный округ)	0,9	–8,3	3
Новый Порт (Ямало-Ненецкий автономный округ)	1,05	–8,8	4
Чита (Читинская область)	0,8	–2,7	11
Якутск (республика Саха)	1,0	–10,3	5

Требуемая толщина теплоизолирующего слоя над проезжей частью насыпи может быть рассчитана в одномерной постановке. В табл. 87 приведены толщины XPS-плит, необходимые для обеспечения промерзания оснований снегонезаносимых насыпей для дорог

III технической категории. Расчет был выполнен для дорожной одежды, включающей плиты ПАГ-14, подстилающий (он же защитный и дренирующий) слой песка 20 см, XPS-плиту. Данные табл. 87 могут быть использованы при применении конструкции дорожной одежды, включающей двухслойный асфальтобетон 14 см, щебень 20 см, песок 25 см, XPS-плиту.

При расчете дорожных одежд по прочности наличие мерзлого слоя с высоким модулем упругости, расположенного под пенополистиролом, и низкомодульного теплоизолирующего слоя не учитывается. В качестве расчетного модуля грунта принимается модуль упругости грунта, расположенного над теплоизолирующим слоем.

Применять теплоизолирующие слои в районах со среднегодовой температурой выше –3 °С нецелесообразно.

**Схемы дорожных конструкций,
устраиваемых с сохранением грунта в мерзлом состоянии,
с использованием теплоизолирующего слоя из XPS-плит**

Предлагаемые конструкции могут быть устроены как с цементобетонным сборным, так и с асфальтобетонным покрытием. Во всех случаях XPS-плиты укладывают на выравнивающий слой из талого либо сыпучемерзлого песка толщиной 5÷10 см. На рис. 385 представлены четыре варианта конструктивных решений, используемых для сохранения грунта в мерзлом состоянии. *Вариант А* предназначен для случая, когда высота снегонезаносимой насыпи не обеспечивает сохранение основания в мерзлом состоянии. *Вариант Б* используют, если высота снегонезаносимой насыпи обеспечивает сохранение основания в мерзлом состоянии. Теплоизолирующий слой применяют для теплозащиты приоткосных частей насыпи.

Вариант В следует использовать при сооружении высоких насыпей. Такое конструктивное решение используется также при строительстве железных дорог. Под действием веса насыпи в оттаявшей приоткосной части ее основания могут произойти сдвиги, и для их предотвращения устраивают бермы. Для уменьшения высоты бермы следует применять XPS-плиты, которые укладывают таким образом, чтобы защитный слой над плитой был не менее 0,5 м.

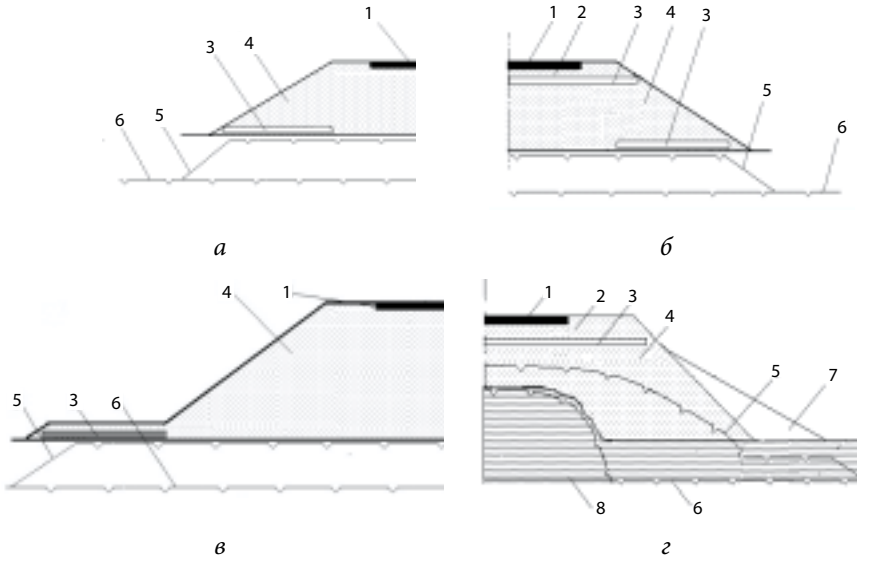


Рис. 385. Схемы дорожных конструкций в зоне вечной мерзлоты: *а* — при недостаточной высоте снегонезаносимой насыпи; *б* — при удовлетворительной высоте снегонезаносимой насыпи; *в* — при сооружении высоких насыпей; *г* — при строительстве на плоскобугристых торфяниках; *1* — дорожная одежда; *2* — защитный (он же дренирующий) слой; *3* — XPS-плиты; *4* — насыпь; *5* — положение ВГВМ после сооружения насыпи; *6* — то же, до сооружения насыпи; *7* — берма; *8* — льдоминеральное ядро бугра пучения

При сооружении земляного полотна на плоскобугристых торфяниках высотой до 1 м, разделенных мочажинами, используют *вариант Г*. Для предотвращения оттаивания тела насыпи со стороны откосной части предусмотрено устройство берм, которые могут быть выполнены из торфопесчаной смеси, песка или крупнообломочного материала. Таким образом, в насыпи образуется ядро, которое сохраняется в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации дороги.

Данное конструктивное решение (теплоизоляция мерзлого ядра в верхней части насыпи при помощи теплоизолирующего слоя, включающего XPS-плиты и со стороны откосной части — при помощи берм) может быть использовано также при сооружении ядра насыпи из какого-либо некондиционного материала, т.е. не удовлетворяющего требованиям ВСН 84-89 к грунтам.

6.2.5. Технологии устройства теплоизоляционных слоев при строительстве дорог

До устройства теплоизолирующего слоя должно быть подготовлено земляное полотно, обеспечен водоотвод с поверхности земляного полотна, оборудованы пути завоза строительных материалов.

Земляное полотно должно быть спланировано и уплотнено в соответствии с действующими нормативами. Водоотвод с поверхности земляного полотна должен быть осуществлен до начала отсыпки выравнивающего слоя под XPS-плиты. При соответствующем технико-экономическом обосновании применяют дренирующую прослойку из геотекстиля. Поперечный уклон дренирующей прослойки принимают не менее 2 %.

При использовании построечной техники при среднем давлении от заднего колеса более 0,6 МПа следует выполнить расчет необходимой толщины защитного слоя над XPS-плитами. После уплотнения этого слоя виброкатком 14÷17 т по нему допускается пропуск построечного транспорта.

Для сохранения вечной мерзлоты в основании насыпи теплоизолирующий слой следует устраивать, как правило, в холодное время года. В выравнивающем слое в основании плит не должно быть мерзлых комьев, поэтому необходимо обеспечить своевременную заготовку сухого песка, пригодного для этой цели. Следует использовать либо талый песок, извлеченный из середины бурта и транспортированный автомашинами с утеплителем, либо сухомерзлый (с влажностью менее 7 %).

Указания по устройству теплоизолирующего слоя

В состав технологического процесса по устройству теплоизолирующего слоя дорожной одежды входят следующие операции: устройство выравнивающего слоя; укладка плит; устройство защитного слоя. Как правило, теплоизолирующий слой устраивают путем укладки плит в один ярус, однако в отдельных случаях плиты могут быть уложены в два яруса.

Устройство выравнивающего слоя включает транспортировку, распределение, профилирование и уплотнение песка. Выравнивающий слой должен соответствовать требуемым ровности и плотности в соответствии с СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» и принят по акту на скрытые работы по форме 40Т. Толщина слоя составляет 5÷10 см в плотном теле. Поверхность выравнивающего слоя перед укладкой на нем плит должна быть очищена от посторонних предметов.

В дорожной одежде следует использовать плиты с краем, выполненным с уступом (шпунтом) или с пазом для скрепления соседних плит. Плиты укладывают вручную бригадой рабочих. Плиты следует укладывать таким образом, чтобы поперечные швы в соседних рядах плит располагались вразбежку. В случае укладки плит в два яруса швы нижележащего ряда плит необходимо перекрывать вышележащими плитами. При укладке необходимо обеспечить равномерное опирание всей поверхности плиты на выравнивающий слой. Для этого непосредственно перед укладкой плиты, если это требуется, следует подсыпать песок под плиту.

Плиты крайних рядов закрепляют двумя стальными стержнями диаметром 6÷8 мм и длиной 400 мм в соответствии со схемой раскладки плит. Через каждые 5÷6 рядов производят закрепление одного ряда плит указанными стержнями. Целесообразно применение стержней, изогнутых в виде буквы «П». Теплоизолирующий слой должен быть принят по акту на скрытые работы.

Устройство защитного слоя включает транспортировку, распределение, профилирование и уплотнение песка. Если защитный слой выполняет, согласно проекту, функции дренирующего слоя, песок должен иметь коэффициент фильтрации в соответствии с расчетным, как правило, не ниже 2 м/сут. Толщина защитного слоя проверяется расчетом и должна быть не менее 20 см в плотном теле.

Проезд строительной техники по плитам теплоизолирующего слоя не допускается. Выравнивающий слой отсыпают «от себя». Распределение песка производят бульдозером при постоянном геодезическом контроле. Автогрейдером производят профилирование поверхности песка за 1÷2 прохода по одному следу.

Противогололедные мероприятия

При применении теплоизолирующих слоев в дорожной одежде в период знакопеременной температуры воздуха в весеннее время иногда возникает повышенное гололедообразование. Борьба с гололедообразованием может вестись в двух направлениях:

— мероприятия, направленные на устранение всех типов скользкости в зимнее время;

— мероприятия, направленные на обеспечение безопасного проезда в период возникновения повышенного гололедообразования.

К первому направлению относятся: применение в составе асфальтобетонной смеси гидрофобизаторов, препятствующих сцеплению льда с асфальтобетоном, а также применение реагентов, понижающих температуру замерзания воды на покрытии путем их добавки в асфальтобетонную смесь в виде минерального порошка.

Ко второму направлению относятся: применение фрикционных материалов, понижающих скользкость покрытия; применение реагентов, понижающих температуру замерзания воды на покрытии путем их периодического нанесения на покрытие; одновременное применение фрикционных и химических материалов.

Наиболее эффективным признан метод, направленный на устранение всех типов скользкости, связанный с добавлением в асфальтобетонную смесь реагентов — антигололедных наполнителей, понижающих температуру льдообразования.

Преимущество технологии заключается в предотвращении образования гололедицы, сокращении расхода антигололедных реагентов и улучшении экологической обстановки. Для этой цели может быть использован антигололедный реагент «Грикол» производства «Грикол Лимитед». Минеральный порошок представляет собой кремнийорганические вещества с хлоридами. При применении этого материала следует учитывать, что действие реагента начинается при активизации поверхности битума, что происходит при осуществлении движения по покрытию. На новом участке дороги до открытия движения может наблюдаться гололедообразование, как и на участках с обычным покрытием. Реагент применяется в горячих и холодных асфальтобетонных смесях для покрытия толщиной до 5 см.

Для обеспечения безопасного проезда в период возникновения повышенного гололедообразования целесообразно применение реагентов, понижающих температуру замерзания воды на покрытии. К наиболее часто применяемым в России относятся: хлористый кальций, Айсмелт (ХКНМ), ЭКОСОЛ, Био-Маг (хлористый магний), БИОНОРД.

При эксплуатации автодороги, выполненной с XPS-плитами, увеличивается срок службы дорожной одежды между капитальными ремонтами, повышается долговечность и ровность покрытия, увеличивается модуль упругости дорожной одежды, а также исключается образование колеи. Происходит доуплотнение рабочего слоя дорожной одежды, в связи с чем не требуется каждую весну, а иногда и осень закрывать дороги для транспорта весом более 10 т. Улучшается экологическая обстановка на автодорогах, так как не происходит разрушения дорожного покрытия, что не приводит к снижению скорости движения автотранспорта, а также к образованию пыли и т.д.

6.3. Изоляция мостовых сооружений

6.3.1. Системы гидроизоляции мостовых сооружений

Системы ТЕХНОЭЛАСТМОСТ включают типовое решение с применением в качестве гидроизоляции рулонных полимербитумных материалов. В зависимости от области применения Техноэластмост выпускают двух марок:

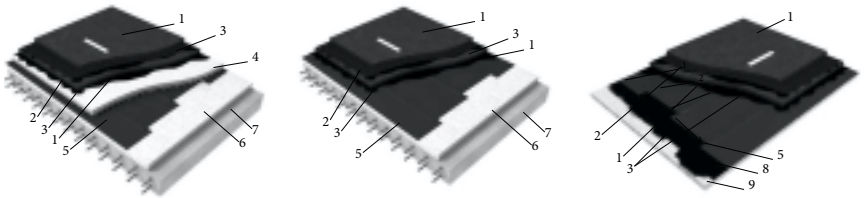
ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б — для гидроизоляции железобетонной плиты проезжей части мостовых сооружений;

ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С — для устройства гидроизоляции на стальной ортотропной плите пролетных строений, а также для гидроизоляции пролетных строений с железобетонной плитой проезжей части, в которых непосредственно на гидроизоляцию укладывают асфальтобетонное покрытие, в том числе из литых смесей с температурой до 220 °С.

Система ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С — стальная ортотропная плита, состоит из рулонного гидроизоляционного материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С, наплавляемого в один слой, и двух или более слоев асфальтобетонного покрытия из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов (рис. 386 *в*).

Система ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С — бетонное основание, состоит из выравнивающего слоя с минимальной толщиной 30 мм, гидроизоляции из рулонного гидроизоляционного материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С, наплавляемого в один слой, и двух или более слоев асфальтобетонного покрытия из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов (рис. 386 *б*).

Система ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б — бетонное основание, состоит из выравнивающего слоя с минимальной толщиной 30 мм, гидроизоляции, защитного слоя с минимальной толщиной 40 мм, двухслойного асфальтобетонного покрытия из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов (рис. 386 *а*).



а *б* *в*

Рис. 386. Мостовые системы: *а* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б (бетонное основание); *б* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С (бетонное основание); в — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С (стальная ортотропная плита); *1* — асфальтобетон на дорожном полимерно-битумном вяжущем; *2* — армирующая сетка; *3* — эмульсия битумная дорожная; *4* — защитная армированная бетонная стяжка; *5* — рулонный полимербитумный материал ТЕХНОЭЛАСТМОСТ; *6* — выравнивающий слой; *7* — железобетонная плита; *8* — праймер битумно-полимерный № 03; *9* — стальная ортотропная плита

Защитный слой выполняют из армированного мелкозернистого бетона, имеющего класс по прочности на сжатие не ниже В 30 (В 25 по ГОСТ 26633-91), марку по водонепроницаемости не ниже W6 и марку по морозостойкости F 300 с водоцементным отношением не выше 0,42. Армирование выполняют сетками из арматурной стали диаметром 5 мм с ячейкой 100 × 100 мм. Сетки следует укладывать на подкладки с зазором под ними 10 мм. Укладка арматурных сеток непосредственно на гидроизоляцию не допускается.

Выравнивающий слой выполняют из мелкозернистого бетона, имеющего класс по прочности на сжатие не ниже В 30 (В 25 по ГОСТ 2663-91), марку по водонепроницаемости не ниже W6 и марку по морозостойкости F 300 с водоцементным отношением не выше 0,42. Поверхность не должна иметь раковин, наплывов бетона, трещин, масляных пятен, пыли, пленки цементного молока. На поверхности должны быть продольные и поперечные уклоны. К началу выполнения гидроизоляционных работ прочность на сжатие бетона должна быть не менее 0,75 марочной.

Асфальтобетонное покрытие выполняют в несколько слоев из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов с применением вяжущего дорожного полимербитумного (ВДПБ). (В системах ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С — бетонное основание, ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С — стальная ортотропная плита асфальтобетон укладывают непосредственно на гидроизоляцию.)

Дорожная эмульсия применяется для подгрунтовки конструктивных слоев дорожной одежды, поверхностной обработки. *Стеклосетки* и *полиэстеровые сетки* применяются для армирования асфальтобетона.

В качестве грунтовки используют праймер битумно-полимерный № 03 — однокомпонентный материал холодного применения. Праймер предназначен для обработки поверхности стальной ортотропной плиты и железобетонной плиты пролетных строений мостовых сооружений перед укладкой гидроизоляционного слоя. Обладает малым временем высыхания. Защищает металлическую поверхность от коррозии, увеличивает прочность сцепления наплавляемого гидроизоляционного материала с основанием.

Гидроизоляция металлических и железобетонных плит пролетных строений, как составная часть мостового полотна, предназначена для защиты конструкций от коррозии при воздействии агрессивных сред. Гидроизоляция должна быть водостойкой, водонепроницаемой, химически стойкой, биостойкой и не должна содержать компонентов, вызывающих коррозионное разрушение металла ортотропной плиты или железобетона.

Для предотвращения проникновения воды на поверхность гидроизоляции и изолируемой поверхности предусмотрены поузловые конструктивные решения гидроизоляции в местах установки водоотводных трубок, у деформационных швов, примыканий изоляционных слоев к вертикальным поверхностям, парапетам и другим выступающим над поверхностью элементам.

Изолируемые поверхности и сама гидроизоляция не должны создавать обратных уклонов и застоев влаги. В проекте мостового сооружения должен быть предусмотрен полный и быстрый, свободный или организованный сток ливневых и снеговых вод. На покрытии мостового полотна также не должно оставаться застоев воды. Выполненная гидроизоляция должна быть:

— водо-, био- и химически стойкой;

— тепломорозостойкой и эластичной во времени и интервале расчетных температур;

— эксплутационно надежной при длительных воздействиях воды, балласта, деформаций бетона и обращающихся нагрузок;

— без компонентов, оказывающих коррозионное воздействие на бетон и металл;

— монолитной и непрерывной, без вздутий и пузырей по всей поверхности;

— водонепроницаемой по всей поверхности мостового сооружения и в местах сопряжений с водоотводными трубками, деформационными швами, стойками ограждения, мачтами освещения и другими конструкциями;

— герметичной в местах примыканий к тротуарам, ограждающим устройствам и другим выступающим элементам.

Гидроизоляцию проезжей части автодорожных мостов, устоев, лотков, подпорных стен и водопропускных труб в построечных условиях выполняют при температуре воздуха, допустимой для принятого типа гидроизоляции. Устройство гидроизоляции оформляют актом на скрытые работы.

6.3.2. Устройство гидроизоляции пролетного строения мостового сооружения

Конструкция дорожной одежды мостового полотна на стальной ортотропной плите

Конструкция дорожной одежды мостового полотна на стальной ортотропной плите состоит из праймера битумно-полимерного № 03, гидроизоляции из рулонного битумно-полимерного материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С, наплавляемого в один слой, и двух или более слоев асфальтобетонного покрытия из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов (рис. 387).

Для гидроизоляции в конструкции дорожной одежды мостового полотна на стальной ортотропной плите применяют битумно-полимерный рулонный наплавляемый гидроизоляционный материал ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С.

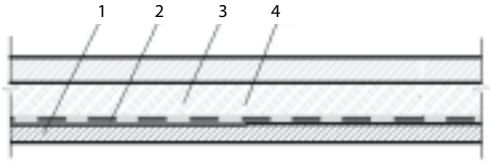


Рис. 387. Конструкция дорожной одежды мостового полотна на ортотропной плите: *1* — стальная ортотропная плита; *2* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С; *3* — нижний слой асфальтобетона; *4* — верхний слой асфальтобетона

Укладка асфальтобетонного покрытия производится непосредственно на гидроизоляцию. В том числе, допускается укладка литых асфальтобетонных смесей с температурой до 220 °С. В пределах служебных проходов и тротуаров конструкция дорожной одежды аналогична конструкции дорожной одежды на проезжей части. Толщина асфальтобетонного покрытия принимается по проектам.

Подготовка гидроизолируемой металлической поверхности ортотропной плиты

С целью обеспечения надежной защиты металла от коррозии и долговечности конструкции дорожной одежды в подготовку гидроизолируемой металлической поверхности входят работы по физической и химической обработке. Не допускается удаление ржавчины и окалины металлическими щетками, травильными пастами, преобразователями коррозии.

Поверхность плиты очищают от грязи скребками, неметаллическими щетками и промывают водой. Очистку от пыли осуществляют с помощью промышленных пылесосов. После очистки грязи зажиренные места на металлической поверхности промывают щелочными растворами с помощью волосяных щеток и протирочного материала, которые не должны оставлять следов на металлической поверхности (волокна, ворс, щетина).

Не допускается применение бензина, уайт-спирита и других растворителей для удаления жировых загрязнений. Поверхность обрабатывают мыльным раствором и два раза промывают теплой водой. Очистка начинается всегда с участков, расположенных в верхней по уклону части плиты. Продолжительность обработки устанавливают опытным путем.

После очистки от жировых загрязнений поверхность должна быть гидрофильной (капли воды растекаются полностью). Качество обезжиривания должно соответствовать ГОСТ 9.402-2004, степень обезжиривания поверхности — первая. Сушка поверхности может производиться естественным способом. Для ускорения применяют обдув поверхности чистым сухим воздухом, который не должен содержать масла.

Производство работ по очистке металлической поверхности может проводиться с использованием *пескоструйных* или *дробеметных аппаратов* (струйно-абразивная обработка). Для пескоструйной очистки применяют просушенный и промытый от глинистых примесей кварцевый песок. Хранить сухой песок следует в емкостях с крышкой. Отработанный песок после просеивания может быть использован повторно.

Используемый компрессор в зоне выполнения работ устанавливают на поддоне, чтобы избежать попадания масла на поверхность стальной ортотропной плиты. Производство работ по струйно-абразивной очистке возможно только в сухую погоду. На металле не должно быть капельной влаги, вызванной атмосферными осадками либо конденсацией влаги. При влажности воздуха до 70 % устройство на очищенной поверхности гидроизоляции может быть произведено не позднее, чем через 7 ч. При влажности воздуха более 70 % — не позднее, чем через 3 ч.

Запрещается работать в ночное время без освещения. В утренние часы работа может начинаться после естественного высыхания росы на поверхности металла. Чистота поверхности после струйно-абразивной очистки должна отвечать требованиям: степень чистоты по DIN — Sa2.0, по ГОСТ 9.402–2004 степень очистки — вторая.

Визуально поверхность металла должна быть равномерно матового серого цвета (не серебристого). При выпадении на очищенную поверхность росы или дождя с образованием следов окисла или коррозии, необходимо произвести очистку повторно. Температура окружающего воздуха при выполнении работ должна быть такой, чтобы точка росы была минимум на 3 °С ниже температуры поверхности металла.

Определение точки росы производится с использованием прибора «Психрометр». Схема пооперационного контроля производства работ по подготовке поверхности металла представлена в табл. 88.

Таблица 88

Пооперационный контроль производства работ по подготовке поверхности металла

Объект контроля	Способ контроля	Время контроля	Нормативные требования
Состояние поверхности металла	Визуальный	Перед струйно-абразивной очисткой металла	На поверхности не должно быть забоин, вмятин, выпуклостей, брызг сварки, наваренных металлических элементов, шлаков на сварных швах. Дренажные трубки должны быть установлены
Качество очистки от жировых и прочих загрязнений (гидрофильность поверхности)	Обезжиренную поверхность в отдельных местах смачивают водой	Перед (и после) струйно-абразивной очистки металла	Степень обезжиривания — первая. Если вода покрывает поверхность тонким слоем и не собирается в капли, то поверхность гидрофильна. Время разрыва пленки не менее 30 с. При протирке поверхности чистой сухой белой салфеткой на ней может быть неявно выраженное расплывчатое пятно
Чистота воздуха от компрессора	Струю воздуха из сопла направляют на чистый лист бумаги	Не реже одного раза в смену	Воздух должен быть чистым и сухим. При обдуве листа в течение 1 мин на бумаге не должно появиться следов масла и влаги
Влажность абразивного материала	По отсутствию слипания зерен песка и дроби	Перед загрузкой в аппарат	Влажность абразивного материала — не более 5 %
Крупность абразивного материала	Песок, просеянный через сито с ячейками: верхнее — 2,5 мм, нижнее — 0,63 мм	Перед загрузкой в аппарат	Кварцевый песок крупностью 0,7÷2 мм. Дробь диаметром 1÷1,5 мм
Температура, влажность воздуха, точка росы	Определение термометром, психрометром	Перед началом работы, при изменении погоды	Точка росы должна быть ниже минимум на 3 °С температуры поверхности металла
Чистота поверхности	Сравнение с эталоном	В процессе производства работ	Степень чистоты по DIN-Sa2.0, что соответствует ГОСТ 9.301-86* степень очистки — вторая

Технология производства работ

Гидроизоляцию выполняют из гидроизоляционного материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С, наплавляя его в один слой на подготовленную поверхность металла. Устройство гидроизоляции из материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С выполняют при температуре воздуха не ниже температуры гибкости материала. Укладку гидроизоляции в условиях отрицательных температур рекомендуется производить с использованием тепляков с обеспечением положительной температуры воздуха внутри тепляков. Работы по устройству гидроизоляции должны выполняться в сухую погоду.

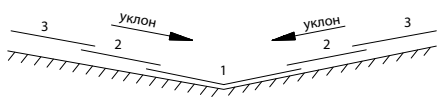


Рис. 388. Порядок укладки гидроизоляционного материала

Укладку рулонов на стальную ортотропную плиту начинают с пониженных мест (рис. 388) в продольном направлении, относительно движения транспорта. Допускается поперечная раскатка рулонов в пределах тротуаров с расположением нахлестки рулонов материала в поперечном направлении с учетом продольного уклона так, чтобы верхний рулон был наклеен с повышенного места.

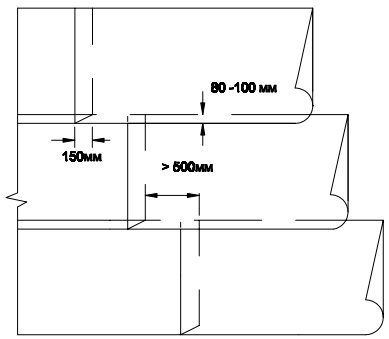


Рис. 389. Соединение полотен гидроизоляционного материала

Полотна рулонных гидроизоляционных материалов наклеивают внахлестку на 60÷100 мм по продольным сторонам и не менее 150 мм в поперечных стыках смежных рулонов (рис. 389), в продольном направлении пролетного строения поперечные стыки рулонов в смежных полосах должны быть сдвинуты относительно друг друга на 500 мм. Угловые участки наклеенных материалов, оставляемые при перерывах в работе, должны быть особенно тщательно приклеены во избежание затекания воды под них.

Рекомендуется подрезать углы материала по радиусу или диагонали, чтобы увеличить длину катета шва, следовательно, уменьшить вероятность непроплава и прохода воды через место нахлеста (рис. 390). Особое внимание уделяют нахлестам материалов. Для достижения лучшей приклейки в местах нахлестов материал прикатывают валиками или мягкими щетками, движения которых должны быть в направлении приклейки.

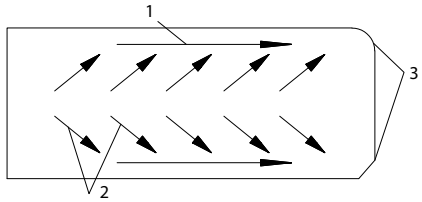


Рис. 390. Схема прикатки нахлестов гидроизоляционного материала: *1* — направление наклейки; *2* — направление прикатки материала; *3* — подрезка углов материала

При наплавлении гидроизоляции должен образовываться вытек битумно-полимерного вяжущего в месте соприкосновения рулона с основанием величиной не более 20÷25 мм, который свидетельствует о правильном температурном режиме укладки.

Устройство асфальтобетонного покрытия следует выполнять по мере выполнения гидроизоляционных работ, но не ранее чем через 3 ч. В случае если устройство асфальтобетонного покрытия невозможно на продолжительный срок, допускается продлить время устройства асфальтобетонного покрытия при условии защиты гидроизоляции от солнечного света, теплового воздействия, механического воздействия.

6.3.3. Устройство гидроизоляции из материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С

Конструкцию дорожной одежды на железобетонной плите проезжей части выполняют в соответствии с п. 1.61 СНиП 2.05.03-84*. Конструкция состоит из выравнивающего слоя с минимальной толщиной 30 мм, гидроизоляции из рулонного гидроизоляционного материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С, наплавляемого в один слой, и двух или более слоев асфальтобетонного покрытия из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов (рис. 391).

Выравнивающий слой может быть переменной толщины для придания поверхности под гидроизоляцию необходимого уклона либо может отсутствовать при монолитной плите проезжей части, поверхность которой удовлетворяет требованиям выполнения гидроизоляции.

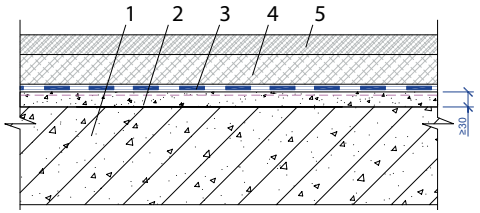


Рис. 391. Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите: *1* — железобетонная плита основания; *2* — цементно-песчаная стяжка; *3* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С; *4* — нижний слой асфальтобетона; *5* — верхний слой асфальтобетона

На сборных пролетных строениях с бетонируемыми стыками устройство выравнивающего слоя обязательно. Выравнивающий слой выполняют из мелкозернистого (песчаного) бетона, имеющего класс по прочности на сжатие не ниже В25, марку по водонепроницаемости не ниже W6 и марку по морозостойкости F 300 с водоцементным отношением не выше 0,42.

Укладка асфальтобетонного покрытия производится непосредственно на гидроизоляцию. В том числе, допускается укладка литых асфальтобетонных смесей с температурой до 220 °С. В пределах служебных проходов и тротуаров конструкция дорожной одежды аналогична конструкции дорожной одежды на проезжей части. Толщина асфальтобетонного покрытия принимается по проектам.

Подготовка поверхности основания железобетонной плиты

Поверхность должна быть ровной и соответствовать классу шероховатости 2Ш, при котором допускается суммарная площадь отдельных раковин и углублений не более 3 мм до 0,2 % на 1 м^2 при расстоянии между выступами с впадинами 1,2÷2,5 мм.

При наличии на гидроизолируемой поверхности отдельных неровностей глубиной 10÷15 мм их устраняют заполнением герметика битумно-полимерного или шпаклевочными массами, которые должны быть удобоукладываемыми и в них не должны образовываться трещины после высыхания. При условии удовлетворения поверхности плиты проезжей части требованиям и при наличии соответствующих уклонов специальный выравнивающий слой под гидроизоляцию не устраивают.

До начала гидроизоляционных работ должны быть установлены водоотводные трубки, элементы конструкций деформационных швов, ограждающих устройств, тротуаров, оснований мачт освещения и другие конструкции в соответствии с проектом. При устройстве выравнивающего слоя должны быть соблюдены уклоны к водоотводным трубкам.

Перед устройством гидроизоляции изолируемая поверхность должна быть сухой. Влажность бетона в поверхностном слое на глубине 20 мм должна быть не более 4 %. Перед непосредственным устройством гидроизоляции изолируемую поверхность очищают от строительного мусора, пыли, пленки цементного молока. Снятие пленки цементного молока рекомендуется производить сухой или влажной струйно-абразивной очисткой. Обработка поверхности бетона фрезами, образующими бороздки в бетоне, а также механическими щетками и шлифованием не допускается.

Технология производства работ

Полотна рулонных материалов наклеивают с нахлесткой в стыках на 60÷100 мм по продольным сторонам и не менее 150 мм в поперечных стыках. Поперечные стыки в смежных продольных полотнищах должны быть сдвинуты на 500 мм. Наплавление гидроизоляции из рулонных материалов на поверхность бетонной плиты основания осуществляют путем оплавления нижней поверхности рулона пламенем воздушно-газовой горелки с одновременным подогревом поверхности основания. Рулон разворачивают медленно в направлении на себя вверх по уклону, прижимая его к основанию. Для раскатки рулона используют легкие металлические крючки либо раскатчик рулона.

При наплавлении гидроизоляции должен образовываться вытек битумно-полимерного вяжущего в месте соприкосновения рулона с основанием величиной не более 20÷25 мм, который свидетельствует о правильном температурном режиме укладки. Имеющаяся на нижней поверхности материала полиэтиленовая пленка должна быть полностью расплавлена вместе с битумной массой. Наличие большого количества вытекающей массы, а также появление дыма указывают на перегрев материала. Устройство асфальтобетонного покрытия следует выполнять по мере выполнения гидроизоляционных работ, но не ранее чем через 3 ч.

6.3.4. Устройство гидроизоляции из материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б

Конструкцию дорожной одежды мостового полотна на железобетонной плите проезжей части выполняют в соответствии с п. 1.61 СНиП 2.05.03-84* из выравнивающего слоя с минимальной толщиной 30 мм, гидроизоляции ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б, защитного слоя с минимальной толщиной 40 мм, двухслойного асфальтобетонного покрытия из литых, уплотняемых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов (рис. 392).

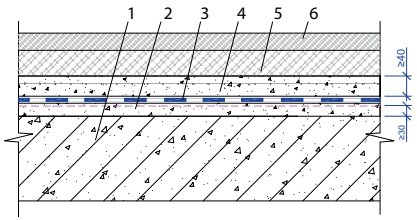


Рис. 392. Конструкция дорожной одежды мостового полотна на железобетонной плите с применением материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б: *1* — железобетонная плита основания; *2* — выравнивающая стяжка; *3* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б; *4* — армированный бетонный защитный слой; *5* — нижний слой асфальтобетона; *6* — верхний слой асфальтобетона

Выравнивающий слой выполняют из гидрофобного бетона, имеющего класс по прочности на сжатие не ниже В25, марку по водонепроницаемости W6 и марку по морозостойкости F300 с водоцементным отношением не выше 0,42. Применение для выравнивающего слоя керамзитобетона и других легких бетонов не допускается.

Гидроизоляцию из наплавляемого рулонного материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б укладывают в один слой по подготовленной поверхности выравнивающего слоя или железобетонной плиты проезжей части. Защитный слой выполняют из армированного мелкозернистого (песчаного) бетона, имеющего класс по прочности на сжатие не ниже В25, марку по водонепроницаемости не ниже W6 и марку по морозостойкости F 300 с водоцементным отношением не выше 0,42.

Особенности выполнения водосбора и деформационный шов пролетной конструкции представлены на рис. 393, 394. Устройство асфальтобетонного покрытия следует выполнять по мере выполнения гидроизоляционных работ, но не ранее чем через 3 ч.

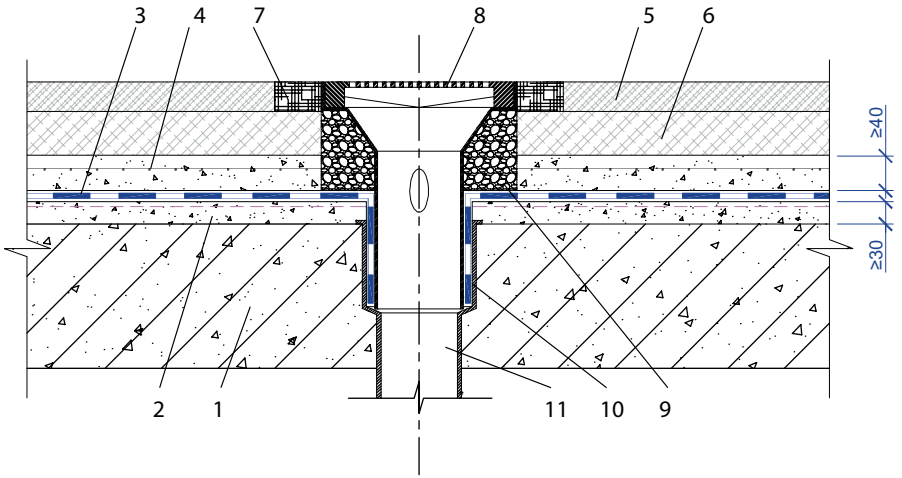


Рис. 393. Устройство водосбора: *1* — железобетонная плита основания; *2* — выравнивающая стяжка; *3* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б; *4* — армированный бетонный защитный слой; *5* — нижний слой асфальтобетона; *6* — верхний слой асфальтобетона; *7* — герметик битумно-полимерный; *8* — дренажная решетка; *9* — дренаж из гравия; *10* — надставной элемент; *11* — приемная воронка

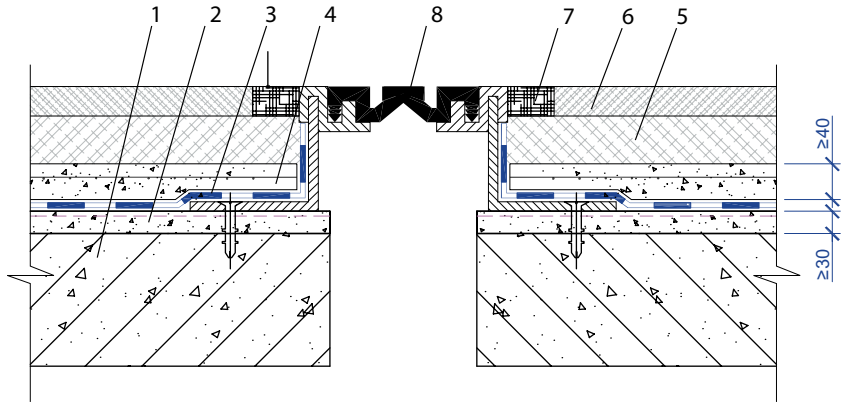


Рис. 394. Деформационный шов пролетной конструкции: *1* — железобетонная плита основания; *2* — выравнивающая стяжка; *3* — ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б; *4* — армированный бетонный защитный слой; *5* — нижний слой асфальтобетона; *6* — верхний слой асфальтобетона; *7* — герметик битумно-полимерный; *8* — заполнение деформационного шва

6.3.5. Контроль качества работ

Входной, пооперационный и приемочный контроль

Перед выполнением работ по гидроизоляции производят приемку рулонных гидроизоляционных наплавляемых полимерно-битумных материалов по паспортам в соответствии с ГОСТ 2678-94* и ГОСТ 30547-97*, сопоставляя физико-механические характеристики с нормативными.

По требованию заказчика о контрольной проверке физико-механических характеристик материала испытания выполняют в соответствии с ТУ 5774-004-17925162-2003 на его производство и ГОСТ 2678-94*. Определение качественных показателей характеристик должно быть выполнено также в случае просроченного гарантийного срока хранения материала. В случае несоответствия поступивших материалов нормативным требованиям составляют акт на брак, и такие материалы при производстве работ не применяют. Контроль качества гидроизоляции и приемку работ осуществляют технические службы подрядной мостостроительной организации с участием представителя заказчика, с составлением исполнительной документации, в том числе актов на скрытые работы. Контроль качества по устройству гидроизоляции разделяют на входной, операционный и приемочный.

Входному контролю подлежат:

— проектная и исполнительная документация на изготовление и монтаж конструкций, требующих нанесения системы гидроизоляции;

— все используемые для гидроизоляции материалы, на которые поставщики должны выдавать сертификаты или паспорта качества. Технические характеристики материалов по данным сертификатов должны соответствовать действующим стандартам и техническим условиям;

— готовность оборудования и приспособлений к производству работ, в том числе при неблагоприятных погодных условиях и в холодный период.

Необходимо предусмотреть проверку знаний ИТР и рабочих по гидроизоляционным работам.

При операционном контроле проверяют качество подготовки поверхности металлической и железобетонной плит (табл. 89). Подготовка поверхности металлической ортотропной плиты производится струйно-абразивной обработкой с использованием пескоструйных или дробеструйных аппаратов. Поверхность железобетонной плиты должна быть ровной, чистой, сухой, без следов масляных и жировых загрязнений.

Таблица 89

Пооперационный контроль защитно-сцепляющего слоя

Объект контроля	Способ контроля	Время контроля	Требования
Рулонный гидроизоляционный материал	Визуальный, по сопроводительным документам и маркировке. Сравнение характеристик, указанных в паспорте, с требованиями спецификации на материал	При входном контроле	Спецификация на материал ТЕХНОЭЛАСТМОСТ
Наклеенный гидроизоляционный материал на элементах мостового полотна	Визуальный	В процессе выполнения работ	Не должно быть не приклеенных мест, пропусков приклейки в нахлестках
Наклеенный гидроизоляционный материал на горизонтальной поверхности	Визуальный. Простукивание деревянной палкой	При приемке гидроизоляции	Не должно быть пузырей, вздутий в гидроизоляционном материале, глухого звука
	Проверка адгезии путем отрыва материала от базовой поверхности с помощью адгезиметра	Не ранее чем через сутки после наклейки при температуре не выше 30 °С	Величина адгезии гидроизоляции при отрыве должна быть не менее 0,5 МПа
	Проверка адгезии гидроизоляции путем отдира полоски 200 × 50 × 200 мм под углом 180°	Не ранее, чем через сутки после наклейки при температуре под материалом ниже 30 °С	Должен происходить разрыв материала по его толщине, а не отрыв от основания

Ровность поверхности (выравнивающего слоя) железобетонной плиты проверяют трехметровой рейкой по ГОСТ 2789-73*. Рейку укла-

дывают на поверхность выравнивающего слоя в продольном и поперечном направлениях и замеряют зазоры по длине, округляя результаты измерений до 1 мм. Просветы под трехметровой рейкой должны быть только плавного очертания и не более одного на 1 м. Максимальная глубина просвета не должна превышать 5 мм. Приемку поверхности, подготовленной к укладке гидроизоляции, оформляют актом освидетельствования скрытых работ.

Приемочный контроль гидроизоляции производят до укладки защитного слоя. При приемочном контроле готового гидроизоляционного покрытия проверяют:

— сплошность покрытия и сопряжения его с элементами мостового полотна — визуально;

— отсутствие обратных уклонов и застоев воды;

— при приемке укладки гидроизоляционного полотна проверяют непрерывность приклейки слоев, герметичность соединения полотнищ в стыках, отсутствие дефектов путем визуального контроля и проверкой поверхности гидроизоляции на наличие воздушных пузырей, отслоений, складок, проколов, острых перегибов, оползаний;

— соответствие конструкции гидроизоляции требованиям проекта;

— адгезию материала гидроизоляции к поверхности металлической ортотропной или железобетонной плиты.

Адгезия гидроизоляции к поверхности бетона должна быть проверена испытанием на отдир. Для этого в гидроизоляционном материале делают П-образный надрез с размерами сторон 200 × 50 × 200 мм. Свободный конец полосы надрывают и тянут под углом 120°÷180° к основанию. Испытание должно производиться через сутки после наклейки гидроизоляции при температуре не выше 30 °С. Разрыв должен быть когезионным, т.е. должно быть расслоение по толщине материала, на основании остаются следы вяжущего. Адгезию на отрыв гидроизоляции определяют в трех точках на каждые 1000 м^2 площади и оформляют актом.

Адгезия гидроизоляции к поверхности бетона или металла должна быть проверена испытанием на отрыв. Испытание проводится инструментально с помощью адгезиметра или динамометра типа адгезиметр ПСО-5 МГ4 до 5 кН, СКБ Стройприбор; динамометр ДПУ-2-2, НПО Лаборкомплект. Величина адгезии гидроизоляции при отрыве (для металла и бетона) должна быть не менее: 0,5 МПа (5 кгс/см^2).

Испытание должно проводится через 1 сутки после наклейки гидроизоляции при температуре не выше 30 °С. Адгезию на отрыв гидроизоляции определяют в трех точках на каждые 1000 м^2 площади и оформляют актом.

При механическом повреждении гидроизоляции (надрезы для определения адгезии, повреждения при проведении работ по подвозу и укладке асфальтобетона и др.) ее восстановление (ремонт) необходимо производить следующим образом:

— вырезать поврежденное покрытие по геометрической конфигурации, соответствующей месту повреждения;

— подготовить заплату соответствующей конфигурации, путем нагрева уложить заплату на поврежденное место, тщательно прикатав шпателем;

— подготовить дополнительную заплату, превышающую своими размерами контуры поврежденного места на 80÷100 мм;

— дополнительную заплату нагреть, наложить на поврежденное место и прикатать.

6.3.6. Устройство асфальтобетонного покрытия

Асфальтобетонное покрытие выполняют в несколько слоев из литых уплотняемых щебеночно-мастичных асфальтобетонов в зависимости от состава и интенсивности движения.

Асфальтобетонная смесь — рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, гравия и песка с минеральным порошком или без него) с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетонные смеси (далее смеси) и асфальтобетоны в зависимости от вида минеральной составляющей подразделяют на щебеночные, гравийные и песчаные.

Смеси в зависимости от вязкости используемого битума и температуры при укладке подразделяют на:

— горячие, приготавливаемые с использованием вязких и жидких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 120 °С;

— холодные, приготавливаемые с использованием жидких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 5 °С.

Горячие смеси и асфальтобетоны в зависимости от наибольшего размера минеральных зерен подразделяют на:

— крупнозернистые с размером зерен до 40 мм;

— мелкозернистые — до 20 мм;

— песчаные — до 5 мм;

Асфальтобетоны из горячих смесей в зависимости от величины остаточной пористости подразделяют на виды:

— высокоплотные с остаточной пористостью св. 1 до 2,5 %;

— плотные с остаточной пористостью св. 2,5 до 5 %;

— пористые св. 5 до 10 %;

— высокопористые — св. 10 до 18 %

Таблица 90

Марки смесей и асфальтобетонов

Вид и тип смесей и асфальтобетонов (по величине остаточной пористости и содержанию щебня)	Марки по показателям физико-механических свойств для типов:		
	А	Б	В
Высокоплотные	I		
Плотные	I, II	I, II, III	II, III
Пористые и высокопористые	I, II		

Таблица 91

Зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов нижнего слоя

Вид и тип смесей и асфальтобетонов (нижний слой)	Размер зерен, мм, мельче		
	5,0	0,63	0,071
Плотные типов:			
А	от 40 до 50	от 12 до 50	от 4 до 10
Б	от 50 до 60	от 20 до 60	от 6 до 12
Пористые	от 40 до 60	от 10 до 60	от 0 до 8
Высокопористые щебеночные	от 40 до 60	от 10 до 60	от 4 до 8
Высокопористые песчаные	от 90 до 100	от 25 до 85	от 4 до 10

Таблица 92

Зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов верхнего слоя

Вид и тип смесей и асфальтобетонов (верхний слой)	Размер зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,07÷1
Горячие высокоплотные	90÷100	70÷100	56÷100	35÷50	24÷50	18÷50	13÷50	12÷50	11÷28	10÷16
Плотные типов:										
А	90÷100	75÷100	62÷100	40÷50	28÷38	20÷28	14÷20	10÷16	6÷12	4÷10
Б	90÷100	80÷100	70÷100	50÷60	38÷48	28÷37	20÷28	14÷22	10÷16	6÷12
В	90÷100	85÷100	75÷100	60÷70	48÷60	37÷50	28÷40	20÷30	13÷20	8÷14

Таблица 91

Водонасыщение асфальтобетонов

Вид и тип асфальтобетонов	Значения для	
	образцов, отформованных из смеси	выработок и кернов готового покрытия, не более
Высокоплотные	от 1,0 до 2,5	3,0
Плотные типа А	от 2,0 до 5,0	5,0
Плотные типов Б и В	от 1,5 до 4,0	4,5

Щебеночные и гравийные смеси и плотные асфальтобетоны в зависимости от содержания в них щебня (гравия) подразделяют на типы: А (с содержанием щебня св. 50 до 60 %); Б (с содержанием щебня св. 40 до 50 %); В (с содержанием щебня св. 30 до 40 %). Смеси и асфальтобетоны в зависимости от показателей физико-механических свойств и применяемых материалов подразделяют на марки (табл. 90).

Смеси должны приготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 9128-97 по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке предприятием изготовителем. Зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов для слоев покрытий должны соответствовать в процентах по массе наполнителей, указанных в табл. 91 и 92.

Рекомендуемое содержание битума в смесях, % по массе:

Высокоплотные смеси	4,0÷6,0
Плотные смеси типов А/Б/В	(4,5÷6,0)/(5,0÷6,5)/(6,0÷7,0)
Пористые смеси	3,5÷5,5
Высокопористые щебеночные смеси	2,5÷4,0
Высокопористые песчаные смеси	4,0÷6,0

Водонасыщение высокоплотных и плотных асфальтобетонов из горячих смесей должно соответствовать указанному в табл. 91 в % по объему.

Температура асфальтобетонных смесей в момент укладки на гидроизоляцию из материала ТЕХНОЭЛАСТМОСТ С не должна превышать 220 °С.

6.4. Изоляция тоннелей

6.4.1. Технические требования к гидроизоляции транспортных тоннелей и метрополитенов

При сооружении транспортных тоннелей и метрополитенов (перегонных тоннелей, станций метро) открытым способом (в котлованах) и закрытым (горным) способом (новоавстрийским методом — НАТМ) гидроизоляция конструкций (обделок) тоннелей обеспечивается путем

устройства, преимущественно замкнутого по всему контуру защитного гидроизоляционного покрытия.

В соответствии с нормативами (СНиП 32-04-97, СНиП 32-02-2003, СП 32–105-2004) гидроизоляция транспортных тоннелей и метрополитенов должна отвечать ряду требований по прочности (выдерживать без разрыва допускаемые проектом деформации обделок), пожарной безопасности, устойчивости к различным воздействиям внешней среды (к химической агрессивности грунтовых вод, другим видам агрессии и воздействию микроорганизмов), долговечности, не выделять токсичных соединений в условиях строительства и эксплуатации сооружений, соответствовать требованиям ГОСТ или технических условий и иметь установленные в законодательном порядке обязательные сертификаты.

Открытый способ работ предусматривает сооружение тоннелей в котлованах с ограждающими конструкциями стен, выполненных из буросекущихся и буронабивных свай, путем устройства «стены в грунте» или шпунтового ограждения и др. Гидроизоляция в таких сооружениях защищает несущие железобетонные конструкции тоннеля с внешней стороны (со стороны воздействия грунтовых вод). В зависимости от инженерно-геологических условий и конструктивных решений объекта проектом предусматривается определенная конструкция гидроизоляции — с креплением ее непосредственно к стенам тоннелей или к ограждающим конструкциям котлована.

При строительстве тоннелей горным способом (наиболее прогрессивным является метод НАТМ) обделка тоннелей представляет собой двухслойную конструкцию и состоит из первичной (временной) и постоянной обделки. При сооружении тоннелей методом НАТМ крепление выработок выполняется в два этапа с устройством набрызгбетонной крепи (первичная обделка), удерживаемой стержневой анкерной системой или стальными арками, для максимального вовлечения в работу вмещающего выработку массива грунта и постоянной обделки из монолитного бетона или торкрет-бетона.

После возведения временной крепи по внутреннему контуру тоннеля (своду, стенам и лотку) выполняется устройство гидроизоляции, после чего бетонируется постоянная обделка. Для гидроизоляции двухслойных обделок тоннелей, как правило, используется полимерная мембрана (преимущественно на основе ПВХ).

Гидроизоляционные ПВХ мембраны традиционно (более 30 лет) применяются в Европе при сооружении тоннелей методом НАТМ. В настоящее время ПВХ мембраны используются для гидроизоляции подземных объектов, сооружаемых открытым способом, в т.ч. фундаментов зданий, паркингов, коллекторов, транспортных тоннелей и др. Толщина гидроизоляционного покрытия, применяемого для транспортных тоннелей и метрополитенов, напрямую зависит от глубины заложения сооружения (гидростатического давления грунтовых вод) и наличия напорных грунтовых вод (гидродинамического давления).

По опыту применения ПВХ мембраны в европейских странах при гидростатическом давлении грунтовых вод до 0,2 МПа для гидроизоляции тоннелей рекомендуется использовать мембрану толщиной не менее 2 мм, при гидростатическом давлении более 0,2 МПа толщина мембраны должна быть не менее 3 мм.

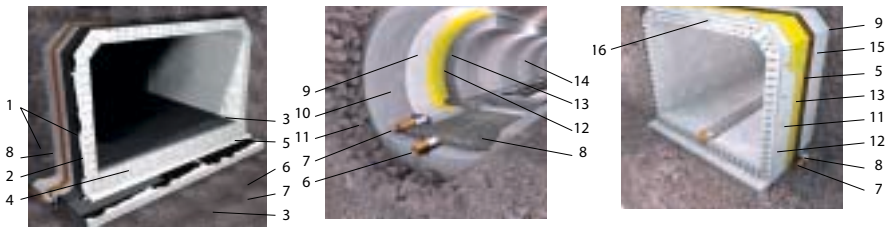
Для эффективной работы гидроизоляционной системы с применением ПВХ мембраны (не имеющей адгезии с изолируемой конструкцией) при низкой ремонтопригодности гидроизоляции эксплуатируемых тоннелей предусмотрена система восстановления водонепроницаемости конструкций путем нагнетания инъекционных составов в локализованные гидрошпонками участки между мембраной и изолируемой конструкцией с использованием контрольно-инъекционных штуцеров и трубок.

Все доборные материалы и конструктивные элементы (рондели, гидрошпонки, контрольно-инъекционные штуцеры, трубки) должны быть выполнены из ПВХ или любого другого материала, совместимого (по составу и характеристикам) с гидроизоляционной ПВХ мембраной, наибольший эффект дает использование системных материалов одной фирмы.

Как показывает практика строительства и эксплуатации тоннелей, наиболее распространенным дефектом конструкций обделок тоннелей является их обводненность, поэтому, при низкой ремонтопригодности гидроизоляции таких сооружений, к гидроизоляционным материалам предъявляются жесткие требования, установленные СП 32–105-2004.

6.4.2. Системы изоляции тоннелей и материалы

В тоннелях вода часто просачивается из горных пород как в своде, так и в донной части. Чем ближе тоннельный вход к воде, тем выше риск, что она замерзнет с образованием наслоений изо льда. В связи с давлением воды количество воды и количество льда могут быть значительными и стать причиной проблем с безопасностью. Защита тоннелей от действия мороза означает, что защищены свод тоннеля, полотно для движения транспорта, дренаж.



а *б* *в*

Рис. 395. Системы гидроизоляции тоннелей: *а* — система гидроизоляции тоннелей открытого типа с применением битумно — полимерного материала Техноэласт ЭМП; *б* — система однослойной гидроизоляции тоннелей закрытого типа при низком уровне грунтовых вод; *в* — система ТН ТОННЕЛЬ ДРЕНАЖ с применением ПВХ мембраны LOGICROOF T-SL; *1* — бетонная подготовка (бетонное основание); *2* — праймер битумный; *3* — материал Техноэласт ЭПП или Техноэласт ЭМП) в 2 слоя; *4* — защитная стяжка; *5* — защитный и дренажный слой PLANTER; *6* — геотекстиль; *7* — дренажная труба; *8* — гравийная засыпка; *9* — грунт; *10* — временная бетонная крепь; *11* — защитный (подкладочный) слой (геотекстиль); *12* —крепежный элемент (рондель); *13* — полимерная мембрана LOGICROOF T-SL; *14* —постоянная обделка тоннеля (армированный железобетон); *15* — фильтрующий слой (геотекстиль); *16* — внутренняя армированная конструкция

Под действием различных факторов, таких как ветер, «эффект дымовой трубы», оползни, всасывающий эффект от движения транспорта и механическая вентиляция, мороз всегда проникает в тоннель. Низкая абсорбция воды при диффузии, стойкость к промерзанию и оттаиванию и высокая прочность на сжатие — это те свойства, которые должны сохраняться материалами в течение всего расчетного срока службы тоннеля. Оптимальным

решением в данном случае является применение XPS-плит в сочетании с эффективной дренажной системой и гидроизоляцией (рис. 395).

В системе гидроизоляции тоннелей открытым способом с применением битумно-полимерных гидроизоляционных материалов используют Техноэласт ЭПП и (или) Техноэласт ЭМП, наплавляемые в два слоя. Материал наплавляется в два слоя по подготовленному и опраймированному основанию с использованием пропановых горелок.

В качестве гидроизоляции используют *ПВХ мембраны LOGICROOF T-SL* с сигнальным слоем желтого цвета. При выполнении работ по гидроизоляции материалом LOGICROOF T-SL необходимо дополнительно использовать крепежные элементы для точечной фиксации ПВХ мембраны к конструкциям, геотекстильное полотно или профилированную мембрану «PLANTER» в качестве защитного слоя, гидрошпонки, контрольно-инъекционные штуцеры и трубки для устройства системы восстановления водонепроницаемости конструкций и др.

Мембрана профилированная гидроизоляционная PLANTER из полиэтилена высокой плотности с отформованными выступами устойчива к механическим нагрузкам и химически агрессивным средам. *Геотекстильное полотно* — нетканый термоскрепленный, термообработанный или иглопробивной синтетический геотекстиль на основе полиэфирных и полипропиленовых волокон плотностью 500 г/м^2.

Шнур «Вилатерм» из вспененного полиэтилена закладывается в конструкции деформационных швов, а также мест сопряжений горизонтальных и вертикальных конструкций сооружения. *Герметик полиуретановый* для наружных и внутренних работ — однокомпонентный высокомодульный быстросохнущий негорючий материал на основе полиуретана.

Конструкция гидроизоляции и отдельных узлов определяется проектом конкретно для каждого объекта с учетом условий эксплуатации сооружения.

6.4.3. Способы сооружения тоннелей

Открытый способ сооружения тоннелей.
Гидроизоляция тоннелей открытого типа с ПВХ мембраной

Конструкция гидроизоляции транспортных тоннелей при открытом способе производства представляет собой сплошное замкнутое по всему контуру сооружения водонепроницаемое покрытие. Покрытие на горизонтальной поверхности (лоток, перекрытие) состоит из следующих элементов:

— защитного слоя геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2, уложенного на бетонную поверхность,

— ПВХ мембраны «LOGICROOF T-SL»,

— защитного слоя геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2, предохраняющего мембрану от механических повреждений,

— полиэтиленовой пленки,

— защитного слоя из мелкозернистого бетона В25 или цементно-песчаной стяжки М300 (за исключением мест, где уложена гидрошпонка).

Покрытие на вертикальной поверхности включает защитный слой геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2, ПВХ мембрану «LOGICROOF T-SL», защитный слой геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2.

Устройство гидроизоляции «LOGICROOF T-SL» на вертикальных конструкциях возможно по двум вариантам (рис. 396):

— мембрана крепится к ограждающей конструкции при примыкании несущей конструкции тоннеля (обделки) непосредственно к ограждающей конструкции котлована,

— мембрана крепится к несущей конструкции тоннеля, если тоннель отстоит от ограждения котлована.

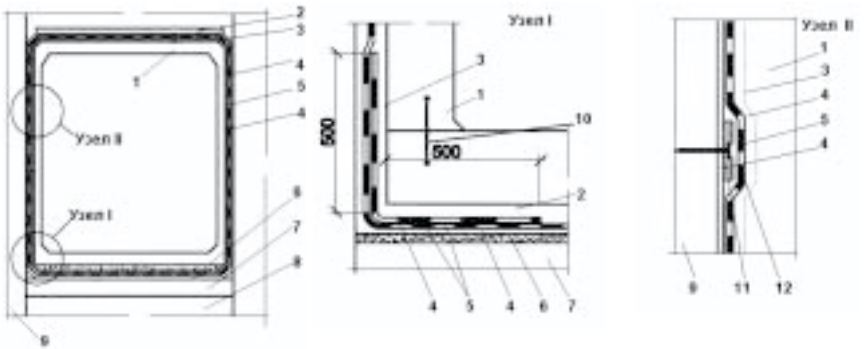


Рис. 396. Гидроизоляция тоннелей при открытом способе работ при примыкании тоннеля к ограждающей конструкции: *1* — железобетонная конструкция тоннеля; *2* — защитная цементно-песчаная стяжка; *3* — защитная полиэтиленовая пленка; *4* — геотекстиль 500 г/м^3; *5* — LOGICROOFT-SL; *6* — выравнивающая стяжка; *7* — бетонная подготовка; *8* — грунт; *9* — ограждающая конструкция; *10* — гидрошпонка; *11* — рондель; *12* — сварной шов

При устройстве гидроизоляции на несущей конструкции сооружения необходимо выполнить дополнительную защиту ее от механических повреждений при обратной засыпке с помощью слабоармированных бетонных плит, кирпичной кладки, профилированной мембраны PLANTER и др.

В зависимости от условий эксплуатации тоннельных сооружений и гидрогеологических условий участка строительства может быть предусмотрено устройство пристенного дренажа из профилированной мембраны с геотекстилем PLANTER geo и дренажных труб для отвода поверхностных и техногенных вод от стен тоннеля. На сопряжении конструкций обделки (лоток-стена, стена-перекрытие) для обеспечения надежности гидроизоляции устанавливается компенсатор из шнура «Вилатерм» и укладывается дополнительная полоса мембраны (рис. 397).

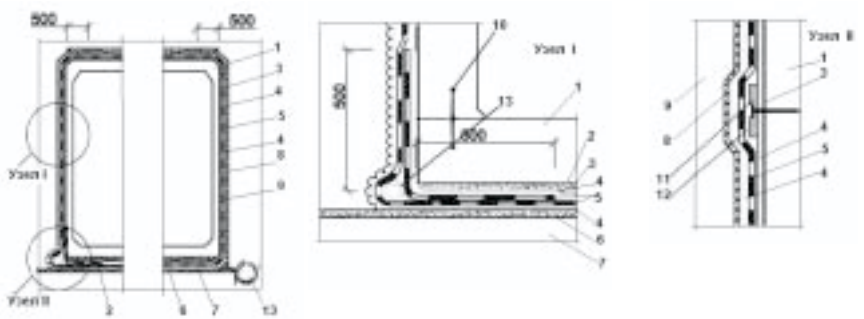


Рис. 397. Гидроизоляция тоннелей при открытом способе работ с обратной засыпкой котлована: *1* — железобетонная конструкция тоннеля; *2* — защитная цементно-песчаная стяжка; *3* — защитная полиэтиленовая пленка; *4* — геотекстиль 500 г/м^3; 5 — LOGICROOFT-SL; *6* — выравнивающая стяжка; *7* — бетонная подготовка; *8* — дренажная мембрана; *9* — обратная засыпка; *10* — гидрошпонка; *11* — рондель; *12* — сварной шов; *13* — шнур «Вилатерм»

При необходимости (для соблюдения комфортных теплофизических условий внутри сооружения) в конструкции тоннелей мелкого заложения на глубину промерзания грунтового массива или всю глубину конструкции предусматривают дополнительную теплоизоляцию перекрытия и стен из XPS-плит (рис. 398).

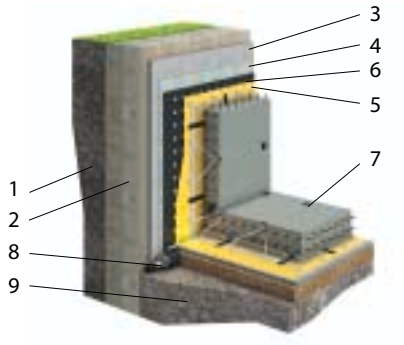
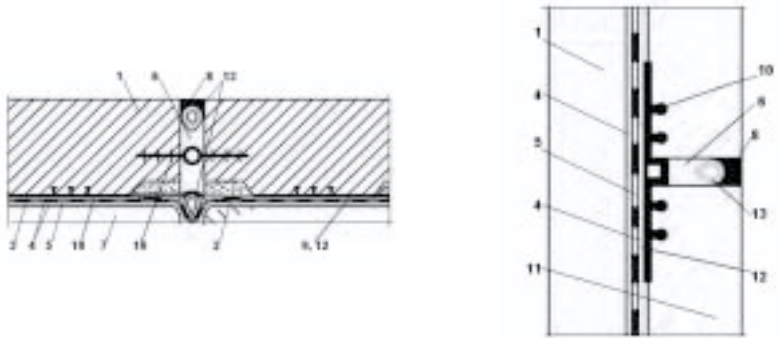


Рис. 398. Схема изоляции с утеплением XPS CARBON: *1* — грунт; *2* — монолитный бетон; *3* — XPS-плиты; *4* — геотекстиль; *5* — «LOGICROOFT-SL»; *6* — дренажный слой; *7* — железобетонная конструкция тоннеля; *8* — линейный дренаж



а *б*

Рис. 399. Устройство деформационных швов: *а* — в лотковой зоне тоннеля; *б* — на вертикальной конструкции (стене); *1* — железобетонная фундаментная плита; *2* — защитная цементно-песчаная стяжка; *3* — защитная полиэтиленовая пленка; *4* — геотекстиль 500 г/м^3; *5* — «LOGICROOFT-SL»; *6* — базальтовое волокно; *7* — бетонная подготовка; *8* — негорючий герметик; *9* — XPS-плита; *10* — гидрошпонка; *11* — ограждающая конструкция; *12* — сварной шов; *13* — шнур «Вилатерм»

Наличие и конструкция деформационных швов (ДШ) зависит от габаритов сооружения, условий эксплуатации объекта и определяется проектной документацией. Деформационный шов (ДШ) в лотковой зоне тоннелей выполняется из следующих элементов (рис. 399):

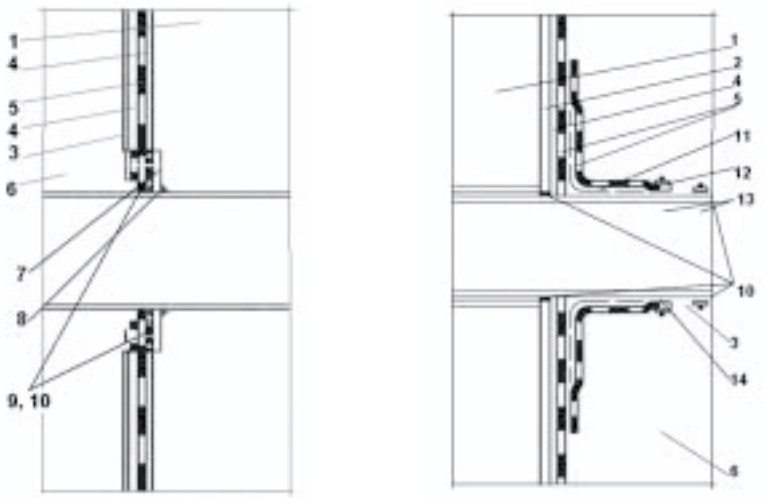
— мембраны «LOGICROOF T-SL» с устройством компенсатора (петли),

— шнура «Вилатерм», уложенного в компенсаторе,

— защитного полотна из «LOGICROOF T-SL», зафиксированного с двух сторон ДШ гидрошпонкой.

Гидрошпонка для ДШ устанавливается при бетонировании лотка, верхняя часть ДШ заполняется негорючим уплотненным базальтовым волокном, шнуром «Вилатерм» и герметизируется негорючим герметиком. Деформационный шов на вертикальной конструкции (стене) выполняется с применением специальной гидрошпонки и без компенсатора из ПВХ мембраны.

Герметизация узла ввода коммуникаций может выполняться по двум вариантам (рис. 400): с помощью фланцевого соединения и с использованием специального ПВХ элемента для прохода труб.



а *б*

Рис. 400. Устройство узла ввода коммуникаций: *а* — с помощью фланцевого соединения; *б* — с использованием специального ПВХ элемента; *1* — железобетонная конструкция тоннеля; *2* — выравнивающий слой; *3* — защитный слой; *4* — геотекстиль 500 г/м^3; *5* — «LOGICROOFT-SL»; *6* — обратная засыпка; *7* — фланцевое соединение; *8* — сварка проходной металлической гильзы и фланцевого соединения; *9* — уплотнительная ПВХ-шайба; *10* — полиуретановый герметики; *11* — крепежный профиль; *12* — ПВХ-элемент для прохода труб; *13* — хомут; *14* — сварной шов

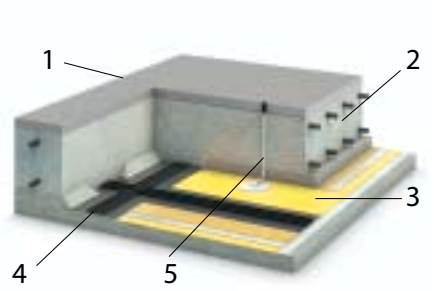


Рис. 401. Схема инъецирования гидроизоляционного ковра: *1* — защитная цементно-песчаная стяжка; *2* — железобетонная плита; *3* — гидроизоляция; *4* — гидошпонка; *5* — инъекционная трубка

Для проведения работ по ремонту гидроизоляции на стадии строительства объекта гидроизоляционное покрытие разбивается ПВХ гидрошпонками тип НР-220 на прямоугольные участки (карты) с приваренными на них контрольно-инъекционными штуцерами с трубками. Во время ремонтных работ через трубки выполняется инъекция гидроизоляционных составов для восстановления водонепроницаемости отдельных участков гидроизоляционного ковра (рис. 402÷403).

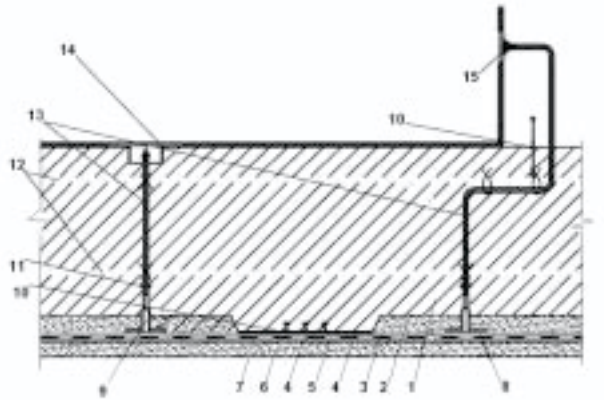
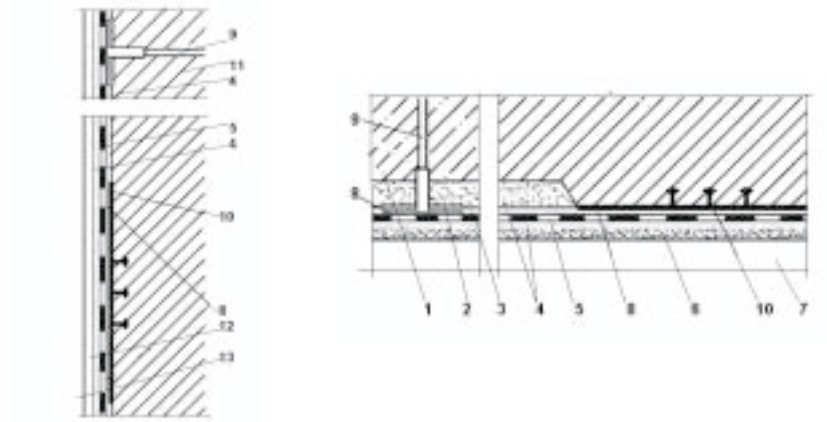


Рис. 402. Инъекционная система для ремонта гидроизоляции: *1* — железобетонная фундаментная плита; *2* — защитная цементно-песчаная стяжка; *3* — защитная полиэтиленовая пленка; *4* — геотекстиль 500 г/м^3; *5* — «LOGICROOFT-SL»; *6* — выравнивающая стяжка; *7* — бетонная подготовка; *8* — сварной шов; *9* — контрольный инъекционный штуцер; *10* — гидошпонка; *11* — хомут; *12* — арматурный каркас; *13* — инъекционные трубки; *14* — пластиковый вывод для инъекционных шлангов; *15* — инъекционный пакер



а *б*

Рис. 403. Устройство инъекционной системы для ремонта гидроизоляции: *а* — по несущей конструкции; *б* — по фундаментной плите: *1* — железобетонная фундаментная плита; *2* — защитная цементно-песчаная стяжка; *3* — защитная полиэтиленовая пленка; *4* — геотекстиль плотностью 500 г/м^3; *5* — «LOGICROOFT-SL»; *6* — выравнивающая стяжка; *7* — бетонная подготовка; *8* — сварной шов; *9* — инъекционный штуцер; *10* — гидошпонка; *11* — железобетонная конструкция тоннеля; *12* — защитный слой; *13* — обратная засыпка

Открытый способ сооружения тоннелей.
Применение битумно-полимерной гидроизоляции

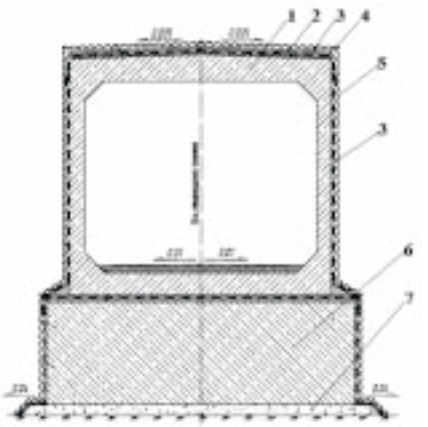
Двухслойная система гидроизоляции железнодорожных и автомобильных тоннелей, а также станций метро, возводимых открытым способом из рулонных наплавляемых битумно-полимерных материалов Техноэласт ЭМП 5,5 и (или) Техноэласт ЭПП не имеет ограничений по глубине заложения тоннелей, уровню грунтовых вод и может применяться во всех климатических зонах, согласно СНиП 23-01.

Гидроизоляция в тоннелях, совершаемых открытым способом с применением битумно-полимерных материалов, состоит из следующих элементов:

- бетонная подготовка, бетонное основание;
- праймер битумно-полимерный ТЕХНОНИКОЛЬ № 03;
- Техноэласт ЭМП (Техноэласт ЭПП) в два слоя;
- защитная стяжка из мелкозернистого бетона;
- защитный и дренажный слой PLANTER Geo.

На подготовленное основание (рис. 404) наплавлена битумно-полимерная гидроизоляция Техноэласт ЭМП 5.5 (Техноэласт ЭПП) в два слоя. В качестве защиты гидроизоляции применяют профилированную мембрану Planter, которая выполняет и функцию дренажа.

Рис. 404. Гидроизоляция тоннеля открытого типа с помощью битумно-полимерных рулонных материалов Техноэласт ЭМП 5,5, Техноэласт ЭПП: *1* — звено тоннеля; *2* — выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора; *3* — гидроизоляция (Техноэласт ЭМП 5,5, Техноэласт ЭПП); *4* — защитный слой мелкозернистого бетона, армированного сеткой из проволоки; *5* — защитная мембрана; *6* — монолитный железобетон; *7* — щебеночная подготовка с проливкой битумом



Требования к бетонной поверхности для устройства битумно-полимерной гидроизоляции

В лотковой части тоннеля гидроизоляция устраивается по бетонной подготовке, выполненной из бетона марки В25, F300,W8. Гидроизоляция стен устраивается по бетонной поверхности железобетонных конструкций тоннеля.

Гидроизолируемая поверхность не должна иметь раковин, наплывов бетона, трещин, неровностей с острыми кромками, масляных пятен, пыли. Масляные пятна удаляют выжиганием, наплывы бетона срубают и шлифуют. Поверхность должна соответствовать классу шероховатости 2-Ш, при котором допускается суммарная площадь отдельных раковин и углублений не более 3 мм до 0,2 % на 1 м^2 при расстоянии между выступами и впадинами 1,2÷2,5 мм (СНиП 3.04.03–85). Изолируемая поверхность должна быть очищена от мусора, пыли, продута сжатым воздухом или обработана пылесосом.

Гидроизолируемая поверхность должна быть ровной. При проверке контрольной трехметровой рейкой просвет под ней не должен превышать 5 мм на горизонтальной и 10 мм на вертикальной поверхности.

Просветы допускаются только плавного очертания и не более одного на 1 м. Все места, где гидроизоляция с горизонтальной поверхности переходит на вертикальную, должны быть сглажены выкружками из мелкозернистого (песчаного) бетона с радиусом 100÷150 мм.

К началу выполнения гидроизоляционных работ прочность бетона на сжатие должна быть не менее 0,75 марочной прочности. Влажность бетона в поверхностном слое (на глубине до 20 мм) перед устройством гидроизоляции должна быть не более 4 %. Работы при отрицательных температурах наружного воздуха необходимо вести в тепляках.

Производство работ по устройству битумно-полимерной гидроизоляции

Работы по гидроизоляции тоннеля следует выполнять в три этапа:

1 этап — гидроизоляция лотка;

2 этап — гидроизоляция стен;

3 этап — гидроизоляция перекрытия.

Гидроизоляцию из наплавляемых рулонных материалов выполняют по подготовленной бетонной поверхности. Рулоны в лотке должны наклеиваться поперек тоннеля с нахлесткой не менее 10 см в поперечных стыках и не менее 15 см в продольных стыках, второй слой должен наклеиваться со смещением стыков на 1/2 ширины рулона.

Укладку рулонного материала производят в процессе оплавления нижней стороны пламенем горелки с одновременным подогревом поверхности основания, разворачивая рулон и прижимая его к основанию. Рулон необходимо накатывать на капельно-жидкий слой мастики, образующийся при оплавлении битумного покрова, с прижатием приклеиваемого полотна роликом. Полотна на стены следует укладывать снизу вверх. Наклейку гидроизоляции на перекрытие следует производить аналогично лотку.

Перед укладкой гидроизоляции рекомендуется развернуть на подготовленное основание 5÷6 рулонов, примерить каждый рулон по отношению к другому, обеспечив необходимый нахлест. Затем приклеить концы всех рулонов с одной стороны и скатать материал снова в рулон.

Закрытый способ сооружения тоннелей

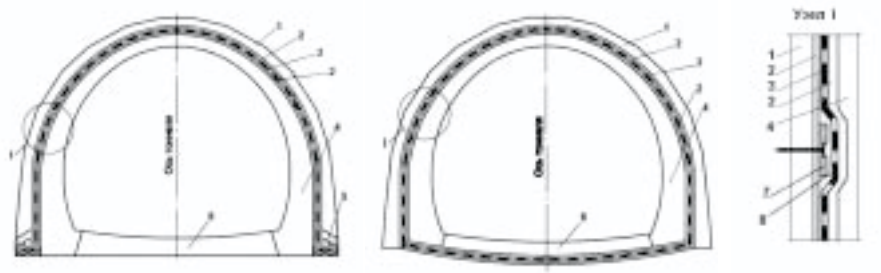
Гидроизоляция в тоннелях, сооружаемых закрытым способом (преимущественно, НАТМ), выполняется в виде замкнутого контура или

по своду и стенам с устройством дренажной системы (рис. 405) и состоит из следующих элементов:

— защитного слоя геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2,

— мембраны «LOGICROOF T-SL»,

— защитного слоя геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2 (определяется проектом).



а *б* *в*

Рис. 405. Гидроизоляция тоннелей закрытого способа работ (НАТМ): *а* — с устройством дренажа; *б* — без устройства дренажа; *1* — первичная обделка (временная крепь); *2* — геотекстиль плотностью 500 г/м^3; *3* — «LOGICROOFT-SL»; *4* — постоянная обделка тоннеля; *5* — дренажная труба; *6* — лоток; *7* — рондель; *8* — сварной шов

ПВХ мембрана крепится по стенам и своду к первичной обделке с помощью ронделей, а геотекстильное полотно, монтируемое между первичной обделкой и ПВХ-мембраной, выполняет роль дренажной системы, по которой вода, поступающая через дефекты во временной крепи, стекает в дренажные трубы (уложенные вдоль тоннеля в его основании).

6.4.4. Технология изоляции тоннелей

Подготовка изолируемой поверхности под укладку ПВХ-мембран

Перед началом устройства гидроизоляционного покрытия необходимо тщательно подготовить изолируемую бетонную поверхность. Качество подготовки бетонного основания оказывает существенное влияние на однородность и качество сварного шва, сохранение целостности мембраны в процессе монтажа.

Горизонтальная поверхность бетонных или железобетонных конструкций должна быть очищена от строительного мусора, все имеющиеся дефекты поверхности должны быть устранены, для чего выступающие части срубаются или шлифуются, трещины, раковины, выбоины заделываются, при необходимости поверхность выравнивается путем устройства выравнивающей стяжки из мелкозернистого бетона или цементно-песчаного раствора.

Дефекты в бетоне глубиной около 10 мм заполняются мелкозернистым бетоном (В15, W4, F100) или цементно-песчаным раствором марки не менее М300 с добавлением водной эмульсии (5÷10 %) бутадиен-стирольного латекса СКС 65-ГП марки Б (для улучшения адгезии). В местах сопряжения вертикальных и горизонтальных конструкций устраиваются выкружки (вуты) радиусом не менее 100 мм.

При укладке мембраны непосредственно на ограждающую конструкцию котлована («стена в грунте», ограждения из буросекущихся свай и др.) с ее поверхности следует удалить остатки грунта и бентонита, выступающие части срубить, поверхность выровнять цементно-песчаным раствором по сетке.

К началу выполнения гидроизоляционных работ бетонное основание под гидроизоляцию должно иметь прочность при сжатии не менее 75 % от марочной. Перед устройством гидроизоляции с бетонной поверхности удаляется цементное молоко, масляные пятна и другие загрязнения с помощью пескоструйного или другого агрегата, а поверхность обеспыливается при помощи сжатого воздуха.

В тоннелях, сооружаемых методом НАТМ, гидроизоляция укладывается на торкрет-бетонную крепь, поверхность которой должна удовлетворять требованиям ВСН 126-90. На поверхности торкрет-бетона не должно быть усадочных трещин, вздутий и отслоений, обнаруженные дефектные места (оплывы, отслоения, мелкие отдельные трещины и т.д.) подлежат устранению путем вырубки, очистки, промывки струей воды, а затем заделки торкрет-бетоном.

Работы по устройству изоляции необходимо производить на сухих (без луж), чистых поверхностях и при отсутствии атмосферных осадков (или под навесом). Изолируемая поверхность должна быть освобождена от снега и льда и высушена. В зимнее время работы следует выполнять в сборно-разборных тепляках из негорючих материалов.

Сварка гидроизоляционных мембран

Сварка гидроизоляционных ПВХ мембран, гидрошпонок и других доборных деталей из ПВХ осуществляется горячим воздухом с использованием автоматического, полуавтоматического и ручного оборудования, специально предназначенного для сварки ПВХ мембран. При сварке горячим воздухом чистые поверхности, предназначенные для сварки, доводятся до пластичного состояния горячим воздухом и свариваются под давлением с помощью прикатного ролика. Стыки ПВХ мембран могут воспринимать нагрузки непосредственно после остывания. Категорически запрещается производить сварку открытым пламенем или иным не рекомендованным способом.

Для сварки гидроизоляционной ПВХ мембраны «LOGICROOF T-SL» применяется сварочное оборудование фирмы «Leister» моделей «Twinni-T» и «Twinni-S» (автоматические аппараты), «Triac Drive» (полуавтоматический аппарат), «Triac PID» и «Triac S» (ручные аппараты).

Применение других, в т.ч. более современных моделей сварочного оборудования, а также моделей, сконструированных для сварки мембран (материалов) другого типа, допустимо при условии соблюдения требуемых параметров сварки.

Гидроизоляционные работы по устройству ПВХ мембраны

Сварочные работы следует выполнять только на чистых и сухих поверхностях мембраны. Предварительно со свариваемых поверхностей мембран удаляют грязь и пыль влажной тряпкой, различные загрязнения (битум, масла, остатки клея и др.) — очистителем для ПВХ мембран. Сварку ПВХ мембраны «LOGICROOF T-SL» допускается производить при температуре окружающего воздуха не ниже –15 °С.

Гидроизоляция конструкций из ПВХ мембраны при открытом способе работ выполняется с соблюдением следующих правил. На подготовленную горизонтальную поверхность свободно укладывают полотна геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2 с перехлестом не менее 100 мм и свариваются горячим воздухом при температуре 200÷300 °С.

По свободно уложенным полотнам геотекстиля укладывают внахлест (не менее 100 мм) полотна гидроизоляционной ПВХ мембраны LOGICROOF T-SL сигнальным слоем вверх и сваривают их горячим воздухом автоматической машинкой «Leister Twinni-T» с образованием двойного шва шириной не менее 15 мм и центральным воздушным

каналом (проверочным каналом) шириной 20 мм, позволяющим контролировать герметичность сварки под давлением (рис. 406, 407).

а *б* *в*

г *д* *е*

Рис. 406. Работы по изоляции тоннелей: *а* — монтаж профилированной мембраны; *б* — механическое крепление геотекстиля с применением ПВХ ронделей; *в* — приварка ПВХ мембраны к ронделям; *г* — сварка стыков полотнищ ПВХ мембраны; *д* — двойной сварочный шов; *е* — монтаж инъекционной системы для ремонта гидроизоляции

а *б* *в*

Рис. 407. Изоляция тоннелей: *а* — монтаж геотекстиля, *б* — монтаж полиэтиленовой пленки, *в* — устройство стяжки

В местах сопряжения горизонтальной и вертикальной поверхностей укладывается дополнительная полоса мембраны шириной около 1000 мм и дополнительно, с учетом условий эксплуатации, устанавливается компенсатор из шнура «Вилатерм» (ТУ 2244-058-00203387-2002). Компенсатор необходим для снижения механических напряжений, возникающих в изгибе мембраны. За внешний контур лотка выводятся выпуски мембраны шириной около 500 мм и механически крепятся на стене. Перед устройством верхнего защитного слоя (геотекстиля) выполняется визуальный контроль качества укладки мембраны и инструментальный контроль герметичности сварных швов.

После проверки качества швов, для локализации зон возможных течей проводится монтаж инъекционной системы. Гидрошпонка (с внешним гидроизоляционным профилем) приваривается горячим воздухом к мембране, в результате все гидроизоляционное покрытие делится на прямоугольные локализованные участки (карты) площадью не более 150 м^2. На локализованный участок устанавливаются контрольно-инъекционные штуцеры (4÷6 штук), к которым присоединяются инъекционные трубки. Трубки монтируются во время установки арматурных каркасов и фиксируются на стержнях арматуры.

Инъекционные трубки локализованных областей соединяются с монтажными коробами, установленными на стене тоннеля либо в другом месте, где будут выполняться инъекции гидроизоляционных составов.

После проведения монтажа инъекционной системы для предохранения мембраны от механических повреждений в период устройства защитной стяжки производится укладка геотекстиля с поверхностной плотностью 500 г/м^2 (перехлест не менее 100 мм) и полиэтиленовой пленки толщиной 200÷300 мкм, а затем выполняются работы по укладке защитной цементно-песчаной стяжки (на перекрытии и в лотке).

Для дополнительного крепления геотекстиля на вертикальных участках рекомендуется точечно применить контактный клей или двухстороннюю бутилкаучуковую ленту. Для точечной фиксации полиэтиленовой пленки рекомендуется применить двухстороннюю битумную ленту NICOBAND или двухстороннюю бутилкаучуковую ленту. Также вместо геотекстиля и полиэтиленовой пленки рекомендуется применить специальную защитную ПВХ мембрану, которая точечно фиксируется горячим воздухом к гидроизоляции.

На вертикальных конструкциях (бетонной ограждающей конструкции или несущей железобетонной конструкции) геотекстильное полотно крепится с помощью саморезов и ронделей из ПВХ (или металличе-

ских элементов с ПВХ покрытием), к которым точечно приваривается горячим воздухом мембрана LOGICROOF T-SL. ПВХ рондели устанавливаются с шагом 0,5÷1,0 м (в среднем 2÷3 шт./м^2 с учетом запаса и потерь) по горизонтали и 1,0÷1,5 м по вертикали.

Гидроизоляция на стенах, помимо геотекстиля, может быть защищена от механических повреждений при обратной засыпке слабоармированными бетонными плитами, набрызг-бетоном по сетке, кирпичной кладкой, полиэтиленовой профилированной мембраной PLANTER и др.

При мелком заложении транспортных сооружений, в случае промерзания конструкций в зимний период, предусматривается, при необходимости, теплоизоляционная защита сооружения XPS-плитами.

При устройстве гидроизоляции конструкций тоннелей, сооружаемых горным способом (НАТМ) соблюдается следующий порядок производства работ. Первый слой геотекстиля крепится на подготовленную поверхность временной набрызг бетонной крепи с помощью саморезов и ронделей из ПВХ, затем к ронделям при помощи горячего воздуха точечно приваривается гидроизоляционная мембрана LOGICROOF T-SL сигнальным слоем к постоянной обделке тоннеля. В замкнутой системе, вместо геотектиля, возможно применить для обеспечения дренажа и защиты гидроизоляции профилированную мембрану PLANTER geo.

Полотна мембраны LOGICROOF T-SL сваривают автоматической машинкой «LeisterTwinni-T» горячим воздухом с образованием двойного шва и центральным воздушным каналом (проверочным каналом), позволяющим контролировать герметичность сварки под давлением. Сварку ПВХ мембран ведут при температуре не ниже –15 °С.

Перед устройством несущей обделки тоннеля (постоянной крепи) мембрану рекомендуется защищать от механических повреждений геотекстилем плотностью 500 г/м^2 с нахлестом полотен геотекстиля не менее 100 мм, которые точечно приклеивается к ПВХ мембране клеевыми составами или двухсторонней бутилкаучуковой лентой, совместимыми с ПВХ (например, контактным клеем). Также для защиты ПВХ мембраны рекомендуется применить специальную защитную ПВХ мембрану, которая точечно фиксируется горячим воздухом к гидроизоляции. В конструкции тоннеля, оснащенного дренажной системой, геотекстиль, помимо защиты ПВХ мембраны от возможных повреждений при строительстве сооружения, выполняет функцию дренажа при его эксплуатации.

Качество сварного шва обеспечивается правильно подобранной температурой воздушного потока в процессе сварки, скоростью движения сварочного аппарата и контролем состояния насадок сварочного оборудования. Важны точность стыковки свариваемых элементов, равномерность оплавления при сварке и отсутствие непроваренных и пережженных зон. Качество шва определяют не ранее чем через 30 мин после его устройства следующим образом:

— плохо сваренные края шва выявляются вручную, с использованием тонкой шлицевой отвертки или аналогичного инструмента;

— герметичность двухполосного шва контролируется с помощью подачи воздуха при избыточном давлении 2 атм. в промежуточный канал через специальную иглу в течение 10 мин, если давление не падает больше, чем на 20 %, то сварной шов считается герметичным;

— зона некачественного шва определяется также с помощью вакуумного колпака, для чего на линию сварного шва в тестируемом месте наносится мыльный раствор, на который устанавливается вакуумный колпак, из которого выкачивается воздух, появление мыльных пузырей свидетельствует о некачественной сварке.

При нарушении целостности мембраны и герметичности швов выполняется ремонт участков наложением заплат или дополнительной сваркой швов. Незначительные дефекты шва устраняются с помощью ручного сварочного оборудования. Приемка работ по устройству гидроизоляции оформляется актом на скрытые работы.

Выводы

Покрытия автомобильных и железных дорог, защитные покрытия мостов и тоннелей должны обеспечить высокий уровень защиты от проникновения влаги, холода (или тепла) и стойкость к статическим и динамическим нагрузкам в течение всего срока службы.

Правильное выполнение дорожного покрытия увеличивает срок службы дорожной одежды между капитальными ремонтами, повышает долговечность и ровность, увеличивает модуль упругости дорожной одежды, а также исключает образование колеи. Происходит доуплотнение рабочего слоя дорожной одежды, в связи с чем не требуется каждую весну, а иногда и осень закрывать дороги для транспорта весом

более 10 т. Улучшается экологическая обстановка на автодорогах, так как не происходит разрушения дорожного покрытия, что не приводит к снижению скорости движения автотранспорта, а также к образованию пыли и т.д.

Теплоизоляционный материал для дорог должен характеризоваться достаточной прочностью и жесткостью при долго- и кратковременных нагрузках. Прочность на сжатие при 5 %-й деформации должна быть не менее 0,25 МПа. Материал должен характеризоваться исключительно низкой абсорбцией воды при диффузии, высокой степенью сопротивления воздействию промерзания (оттаивания) во влажной среде, а также простотой и безопасностью строительной технологии.

В тоннелях вода часто просачивается из горных пород, как в своде, так и в донной части. Чем ближе тоннельный вход к воде, тем выше риск, что она замерзнет с образованием наслоений изо льда. В связи с давлением воды количество воды и количество льда могут быть значительными и стать причиной проблем с безопасностью. Защита тоннелей от действия мороза означает, что свод тоннеля имеет защиту от действия воды и мороза, что полотно для движения транспорта защищено от действия мерзлоты, что дренаж защищен от действия мороза.

7. Системы технической изоляции и повышения огнестойкости

7.1. Системы технической изоляции

7.1.1. Изделия, применяемые для технической изоляции

Областью, где всегда будут актуальны вопросы энергосбережения, являются системы отопления и водоподготовки. Изоляция в конструкциях систем вентиляции и кондиционирования выполняет функции теплоизоляции, звукоизоляции и огнезащиты. Многие технологические процессы связаны с использованием высокотемпературного оборудования или установок высокого холода, которые необходимо теплоизолировать (табл. 93).

Материалы, используемые для технической теплоизоляции, изготавливают в основном из минеральной ваты. При бесканальной прокладке трубопроводом допускается использование пенополиуретанов. Наибольшее распространение получили следующие виды теплоизоляционных изделий: маты, цилиндры и плиты.

Цилиндры теплоизоляционные (далее цилиндры) — фасонное изделие из каменной ваты на основе базальтовых пород. Цилиндры разработаны для изоляции трубопроводов в зданиях и сооружениях, для изоляции тепловых сетей, промышленных трубопроводов всех типов а также воздуховодов круглого сечения.

Ламелированные маты — это слабогорючие тепло-, звукоизоляционные маты, которые формируются из ламелей каменной ваты, приклеенных к усиленной армированной алюминиевой фольге. *Мат технический* — мат из каменной ваты без прошивки. *Прошивные маты* выпускается в двух базовых плотностях 80 и 120 кг/м^3. Может также выпускаться с обкладкой алюминиевой армированной фольгой. Высотемпературное волокно позволяет применять мат при температуре изолируемых поверхностей до +750 °С.

Плиты технические в зависимости от плотности подразделяются на марки 50, 75, 100, 125, 150. Могут выпускаться с покрытием алюминиевой фольгой или стеклохолстом.

Таблица 93

Техническая изоляция и огнезащитные материалы ТехноНИКОЛЬ

Тип конструкции	Особенности конструкции	Материалы							
		Ламельный мат ТН 35	Ламельный мат ТН 50	Прошивной мат ТН — 80	Прошивной мат ТН — 100	Цилиндр ТН 80	Цилиндр ТН 120	Плита ТН	Мат ТН 40
Воздуховоды									
Теплоизоляция воздуховода	Прямоугольные	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	—	—	—	⊕⊕
	Круглые	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕		⊕⊕
Пароизоляция воздуховода	Прямоугольные	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	—	—	—	—
	Круглые	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕			⊕⊕	⊕⊕		
Огнезащита воздуховода		—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	—	—
Трубопроводы									
Трубопроводы диаметром до 230мм	$t < 250°C$	—	—	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	⊕⊕
	$250°C < t < 650°C$	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	⊕⊕
	$650°C < t < 750°C$	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	—	—
Трубопроводы диаметром от 230 до 324 мм	$t < 250°C$	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	⊕⊕
	$250°C < t < 650°C$	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	⊕⊕
	$650°C < t < 750°C$	—	—	⊕⊕	⊕⊕	—	—	—	—

Таблица 93 (окончание)

Тип конструкции	Особенности конструкции	Материалы							
		Ламельный мат ТН 35	Ламельный мат ТН 50	Прошивной мат ТН — 80	Прошивной мат ТН — 100	Цилиндр ТН 80	Цилиндр ТН 120	Плита ТН	Мат ТН 40
Трубопроводы больших диаметров >324 мм	$t < 250°C$	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	—	—	⊕⊕	⊕⊕
	$250°C < t < 650°C$	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	⊕⊕	⊕⊕
	$650°C < t < 750°C$	—	—	⊕⊕	⊕⊕	—	—	—	—
Изоляция от конденсата		⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—
Звукоизоляция		⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Резервуары, бойлеры, печи и оборудование									
Бойлеры и резервуары	$t < 250°C$	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	—	—	⊕⊕	⊕⊕
	$t > 250°C$	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	⊕⊕	⊕⊕
Котлы	—	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	—	—
Камины с чугунным вкладом	—	—	—	⊕⊕	⊕⊕	—	—	—	—
Трубы дымовые стальные	—	—	—	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	—	—	—	—

— Применение материала запрещено

⊕ Применение материала допустимо, но не целесообразно

⊕⊕ Применение материала рекомендовано

⊕⊕⊕ Материал специально разработан для данного применения

7.1.2. Системные решения технической теплоизоляции

Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование на основе материалов технической изоляции: мата прошивного (температура применения до 750 °С) или мата ламельного (температура применения до 250 °С) используется для повышения эффективности и сохранения режима работы оборудования (рис. 408), защиты от ожогов (обморожения), долговечности и безопасности работы оборудования. Применяется для изоляции корпусов котлов, питательных резервуаров с водой, пароперегревателей, электрофильтров, дымоходов и другого технологического оборудования. Температура применения от –180 °С до + 750 °С.

Рис. 408. Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование: *1* — защитный слой; *2* — теплоизоляционный слой; *3* — опорные кольца; *4* — бандаж

В системе ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование на температурах выше 250 °С в качестве теплоизоляционного слоя используется мат прошивной (рис. 409), отличающийся хорошими показателями теплопроводности, стабильность прочностных характеристик в широком диапазоне температур от –180 до 750 °С. Мат прошивной прошивается металлической проволокой и покрыт с одной стороны металлической сеткой, благодаря такому каркасу, мат способен воспринимать высокие механические нагрузки и вибрацию и под действием высоких температур без деформации.

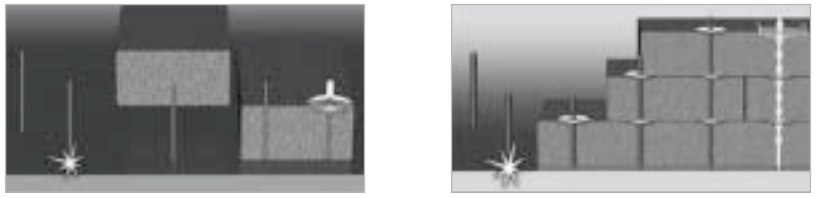
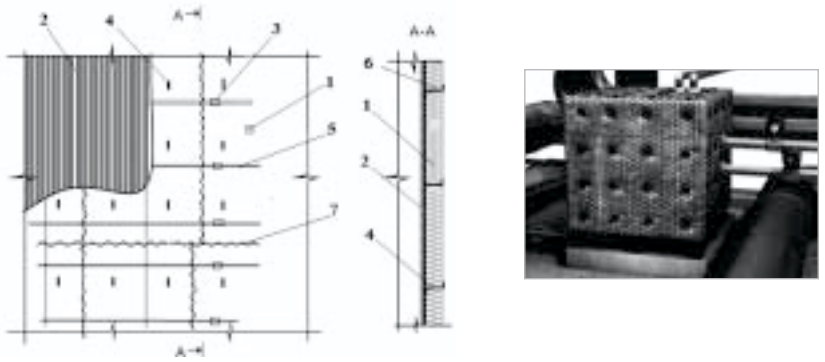


Рис. 409. Монтаж теплоизоляции

Для оборудования простой геометрической формы с температурой применения до 250 °С и при отсутствии вибрации в качестве теплоизоляционного слоя в системе используется мат ламельный 35. Этот мат характеризуется высокими физико-механическими характеристиками, долговечностью, удобством в работе и красивым внешним видом законченного покрытия. Вне помещения дополнительно требуется обустраивать защитный покровный слой. Ламельный мат с проклейкой швов алюминиевым скотчем также обеспечивает пароизоляцию холодного оборудования.



а *б*

Рис. 410. Устройство теплоизоляции прошивными матами на вертикальных поверхностях оборудования: *а* — схема раскладки изоляции; *б* — общий вид изолированного устройства; *1* — теплоизоляция: маты прошивной или ламельный; *2* — металлический кожух; *3* — замок; *4* — опорный штырь; *5* — бандаж; *6* — крепежный элемент для фиксации покровного слоя; *7* — сшивка мата прошивного проволокой по периметру мата

Монтаж системы теплоизоляции оборудования всегда осуществляется на штифты, которые привариваются к стенкам оборудования. Теплоизоляция надевается на штифты и фиксируется при помощи специальных фиксирующих шайб, или штифты просто загибаются. Это необходимо для того, чтобы мат во время эксплуатации не сползал. Штифты на оборудовании устанавливаются в шахматном порядке на расстоянии друг от друга не более 400 мм. Обязательна установка опорных колец (с целью недопущения изменения толщины теплоизоляции во время монтажа защитного слоя) и фиксирующих бандажей.

Если оборудование находится на открытом воздухе или есть возможность механических повреждений теплоизоляции, то устанавливается защитных кожух.

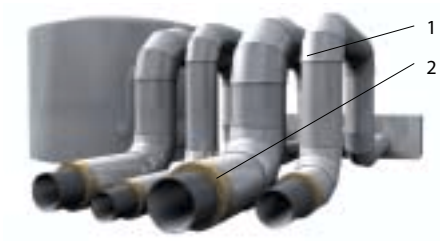


Рис. 411. Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод: *1* — защитный кожух; *2* — теплоизоляция

Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод на основе материалов технической изоляции: цилиндров, матов ламельных или прошивных (рис. 411) используется для изоляции трубопроводов различных диаметров и температурой применения от –180° до 750 °С.

Для теплоизоляции трубопроводов с температурой теплоносителя до 250 °С и диаметром трубопровода до 300 мм целесообразно использовать в качестве теплоизоляции цилиндры 80. Цилиндр обеспечит хорошие теплоизоляционные характеристики, а также позволит сократить время при монтаже. Для трубопроводов с диаметром выше 300 мм экономически обоснованно использовать мат ламельный в том случае, если к трубопроводу не предъявляются требования по огнестойкости.

Для тепоизоляции холодных трубопроводов, которым требуется защита от конденсата, рекомендуется использовать теплоизоляцию, кашированную фольгой. Стыки фольгированной теплоизоляции проклеиваются алюминиевым скотчем, что обеспечивает в итоге надежный пароизоляционный слой. Внутри помещения, при условии отсутствия внешних механических воздействий, фольгированный материал может выполнять функцию декоративного законченного покрытия.

Для трубопроводов с температурой теплоносителя свыше 450 °С рекомендуется использовать в качестве теплоизоляции цилиндры 120, а при наличии вибрации мат прошивной с креплением на приварные штифты.

При *теплоизоляции трубопроводов* цилиндры одевают на трубу и фиксируют бандажами. При использовании трубопровода на открытом воздухе дополнительно устраивают защиту от атмосферных осадков — металлические кожухи. Для монтажа отводов цилиндры нарезают под углом 15° и 30° (рис. 412) и монтируют. При этом каждый элемент фиксируют хомутом.

При монтаже цилиндров с алюминиевой фольгой швы и стыки герметизируются. На концах изоляционного слоя устанавливаются торцевые крышки, которые фиксируются заклепками или бандажными лентами. В качестве механической защиты цилиндра от дождя, грязи устанавливается покровный слой, который фиксируется между собой саморезами или клепками.

а *б*

Рис. 412. Теплоизоляция отводов: *а* — схема нарезки цилиндра; *б* — закрепление изоляции на трубопроводе; *1* — теплоизоляция; *2* — бандаж; *3* — хомут

Монтаж теплоизоляции трубопроводов с использованием прошивных матов: трубопровод обворачивают матом, фиксируют бандажом через каждые 300÷400 мм, стыки сшиваются проволокой.

Монтаж теплоизоляции трубопровода матом ламельным: трубопровод обворачивают матом, фиксируют бандажом через каждые 300÷400 мм, стыки проклеиваются алюминиевым скотчем. Если трубопровод будет эксплуатироваться на открытом воздухе, то после каждого мата (каждые 1200 мм) устанавливаются опорные кольца, на которые затем при помощи саморезов фиксируется защитный слой.

Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод предназначена для тепло- и пароизоляции воздуховодов, но при этом обеспечивает дополнительную шумоизоляцию воздуховода, а также красивый внешний вид полученного покрытия.

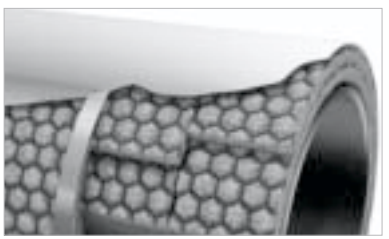


Рис. 413. Теплоизоляция ламельным матом

В конструкции в качестве теплоизоляции используется материал мат ламельный (рис. 413), благодаря малому весу с ним удобно работать на высоте и нагрузка на воздуховод остается минимальной. К воздуховоду приваривают-

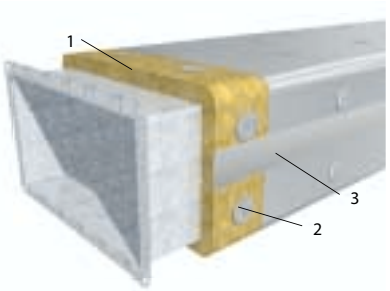
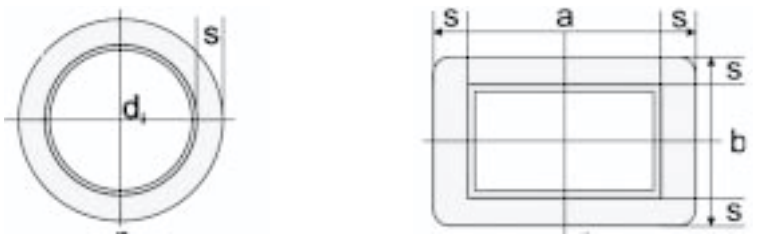


Рис. 414. Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод: *1* — мат ламельный; *2* — приварные штифты с прижимными шайбами; *3* — алюминиевый скотч

ся штифты, на которые одевается мат и фиксируется прижимными шайбами. Такой способ крепления обеспечивает надежную механическую фиксацию и стойкость к вибрациям воздуховода. Благодаря вертикальной ориентации волокон мат ламельный деформируется на сгибах и углах воздуховода при монтаже значительно меньше, чем аналогичный по плотности мат с продольным расположением волокон.

Мат ламельный кашированный (покрыт) с одной стороны армированной алюминиевой фольгой, что позволяет использовать данный материал в качестве защиты от конденсата холодных воздуховодов систем кондиционирования. Стыки мата и проколы при монтаже проклеиваются алюминиевым скотчем для обеспечения пароизоляции. Алюминиевая фольга придает красивый внешний вид смонтированному решению и в помещении может выполнять функции законченного декоративного покрытия. Вне помещения необходимо предусматривать защитный покровный слой для теплоизоляции.



а *б*

Рис. 415. Расчет длины мата: *а* — воздуховод круглого сечения; *б* — воздуховод прямоугольного сечения

Расчет длины мата в зависимости от типа сечения воздуховода (рис. 415) производится по формулам:

— при изоляции воздуховода круглого сечения:

$$l = \pi(d_i + 2s);$$

— при изоляции воздуховода прямоугольного сечения:

$$l = 2a + 2b + 8s;$$

где d_i — внутренний диаметр изоляции (диаметр трубопровода); s — толщина изоляции; a, b — ширина и высота трубопровода в сечении.

Система ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости и резервуары (рис. 416) используется для изоляции крупных емкостей и резервуаров различного назначения с температурой теплоносителя от –180 °С до +750 °С.

а *б*

Рис. 416. ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости и резервуары: *а* — общий вид; *б* — раскладка изоляции и облицовка; *1* — емкость; *2* — приварные штифты и прижимные шайбы; *3* — теплоизоляционный слой (плита ТЕХНОНИКОЛЬ техническая); *4* — опорные планки; *5* — покровный слой изоляции (защитное покрытие)

В системе ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости и резервуары в качестве теплоизоляционного слоя используется плиты ТЕХНОНИКОЛЬ технические. В зависимости от сложности и типа конструкции, а также температурного режима используют плиты различных плотностей. Плиты плотностью 60 кг/м^3 применяют в качестве не нагружаемой теплоизоляции горизонтальных и криволинейных (цилиндрических, конусных и т.п.) поверхностей резервуаров, оборудования, воздуховодов с температурами до +450 °С. Теплоизоляция стенок вертикальных резервуаров, горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей оборудования осуществляется плитами плотностью 80 кг/м^3. Для теплоизоляции крыш вертикальных резервуаров, тех-

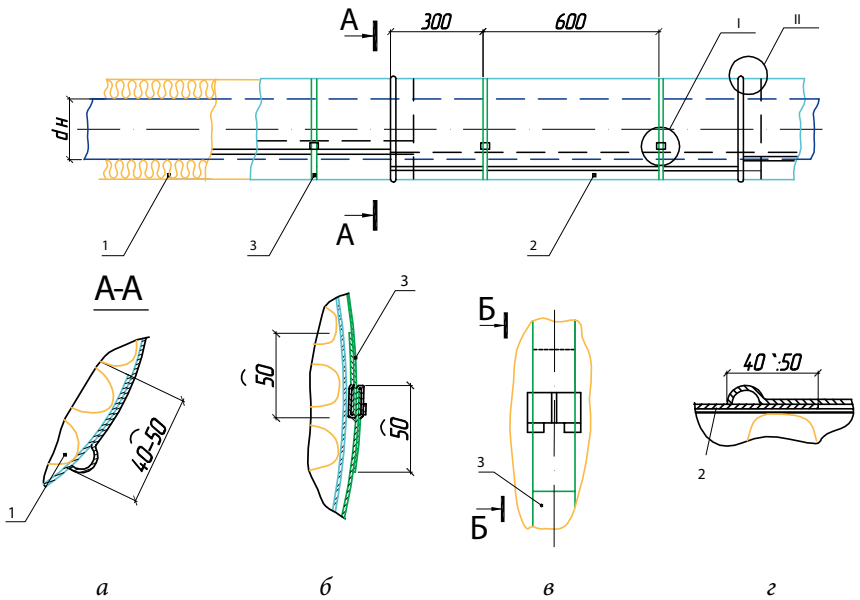
нологического оборудования, теплообменников, газоходов прямоугольного сечения используют плиты плотностью 100 кг/м³. Плиты плотностью 150 кг/м³ оптимальны для теплоизоляции энергетического и промышленного оборудования с высокими температурами до +750 °С.

7.2. Теплоизоляция трубопроводов

7.2.1. Применение цилиндров

в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов

Цилиндры из каменной ваты предназначены для тепловой изоляции трубопроводов (рис. 417) наружным диаметром от 18 до 273 мм с температурой транспортируемых веществ от –180° до +650 °С.



а *б* *в* *г*

Рис. 417. Тепловая изоляция трубопровода цилиндрами: *а* — крепление покровного слоя бандажами; *б* — крепление покровного слоя винтами; *1* — цилиндр; *2* — покрытие; *3* — бандаж с пряжкой

Цилиндры рекомендуется применять для тепловой изоляции:

• трубопроводов тепловых сетей при надземной (на открытом воздухе, подвалах, помещениях) и подземной (в каналах, тоннелях) прокладках;

• технологических трубопроводов с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности, включая пищевую, предприятия микробиологии, радиоэлектроники и др., где требуется соблюдение условия повышенной чистоты воздуха в помещении;

• трубопроводов горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве, а также на промышленных предприятиях;

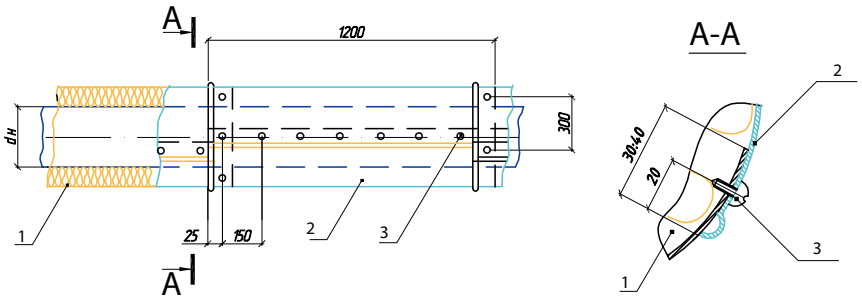
• фланцевых соединений трубопроводов, муфтовой и фланцевой арматуры, если диаметр фланцев или наружный диаметр трубопровода с изоляцией соответствует внутреннему диаметру цилиндра, используемому в качестве изоляции фланцев или арматуры.

Для тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами, горячего и холодного водоснабжения, тепловых сетей подземной канальной прокладки, трубопроводов с переменным режимом работы (охлаждение — нагревание) следует применять только гидрофобизированные цилиндры.

Цилиндры из каменной ваты используют для монтажа теплоизоляционных конструкций на трубопроводах. Как правило, монтаж тепловой изоляции начинают от фланцевого соединения. Цилиндры устанавливают вплотную друг к другу с разбежкой горизонтальных швов и закрепляют на трубопроводе бандажами. Рекомендуется устанавливать не менее трех бандажей на одно изделие длинной 1200 мм. Интервал между бандажами 300 мм. Боковые швы цилиндров должны быть расположены вразбежку. Бандажи могут быть изготовлены из упаковочной ленты 0,7 × 20 мм с окраской или алюминиевых лент шириной 30 мм. Бандажи закрепляются пряжками. Допускается применение колец из оцинкованной или черной отожженной проволоки диаметром 2 мм или проволоки из нержавеющей стали диаметром 1,2 мм. Защитное покрытие может крепиться бандажами или винтами (рис. 418).

Для изоляции трубопроводов, расположенных в помещении, и с положительными температурами транспортируемых веществ, цилиндры, кашированные алюминиевой фольгой, допускается применять без защитного покрытия. В качестве бандажей рекомендуется применять

ленты из алюминия и алюминиевых сплавов шириной 20 или 30 мм толщиной 0,8 мм и алюминиевые пряжки.



а *б*

Рис. 418. Тепловая изоляция трубопровода цилиндрами: *а* — крепление покровного слоя бандажами; *б* — крепление покровного слоя винтами; *1* — цилиндр; *2* — покрытие; *3* — винт

Для изоляции трубопроводов холодного водоснабжения и технологических трубопроводов с температурой транспортируемых веществ ниже 12 °С следует применять только гидрофобизированные цилиндры и устанавливать пароизоляционный слой в соответствии с требованиями СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Швы пароизоляционного слоя должны быть тщательно герметизированы. Разрывы и проколы пароизоляционного слоя не допускаются.

При применении цилиндров, кашированных алюминиевой фольгой, если это не оговорено проектом, установки пароизоляционного слоя не требуется, но швы и стыки установленных на трубопровод цилиндров следует герметизировать. При возможном повреждении алюминиевой фольги в процессе монтажа места проколов и разрывов проклеиваются алюминиевым армированным скотчем или другими герметизирующими материалами.

При использовании цилиндров, кашированных алюминиевой фольгой, для изоляции трубопроводов холодного водоснабжения и технологических с температурой транспортируемых веществ ниже 12 °С под металлическое защитное покрытие рекомендуется устанавливать предохранительный слой, защищающий фольгу от повреждения. При этом защитное покрытие рекомендуется крепить бандажами.

При применении цилиндров на вертикальных участках трубопроводов через каждые 3÷4 м по высоте трубы следует устанавливать разгружающие устройства для предотвращения сползания теплоизоляционного слоя и покрытия.

Для трубопроводов канальной прокладки и в тоннелях применяют гидрофобизированные кашированные цилиндры без последующей установки защитного покрытия. Цилиндры как формостабильные изделия могут применяться в конструкциях тепловой изоляции горизонтальных трубопроводов без устройства опорных конструкций, возможно их применение в качестве теплоизоляционного материала для изоляции соосной муфтовой и фланцевой арматуры небольших диаметров (вентилей, обратных клапанов) и фланцевых соединений.

Кашированные цилиндры допускается применять в помещениях и каналах (тепловые сети, водоснабжение) без устройства покровного слоя. Цилиндры, кашированные фольгой, могут применяться для изоляции трубопроводов с отрицательными температурами без пароизоляционного слоя (при герметизации швов и мест повреждений фольги), что снижает стоимость конструкции и теплоизоляционных работ. Монтаж цилиндров методом «надвига» для изоляции вертикальных трубопроводов и на эстакадах над проездами позволяет отказаться от лесов, что снижает сроки и стоимость работ.

7.2.2. Применение минераловатных матов в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов

Минераловатные маты ТЕХНОНИКОЛЬ 40 и маты прошивные применяются для изоляции высокотемпературных поверхностей, могут применяться для тепловой изоляции трубопроводов наружным диметром от 45 мм и более. Температура применения матов — до 650 °С. Температура применения прошивных матов при наличии вибрации от –180° до 750 °С, а при дополнительной фиксации мата — до 1000° С

Мат прошивной монтируется на изолируемую поверхность. Стыки мата прошивного между собой по длине и стыки соседних матов по ширине сшиваются при помощи металлической проволоки или скобами с шагом 100 мм. Соединение матов не должно содержать нахлестов

одного полотна на другое. Фиксируется мат при помощи хомутов из проволоки, металлической или пластиковой ленты. Для сохранения толщины мата во время монтажа защитного слоя применяют опорные кольца разных форм.

При наружном диаметре трубопровода до 108 мм теплоизоляционный слой укладывается с уплотнением по толщине (*К*) 1,35; при наружном диаметре 133 мм и более, включая плоские поверхности, уплотнение по толщине равно 1,2.

Маты ТЕХНОНИКОЛЬ 40 и маты прошивные крепят или с помощью бандажей и подвесок, или на проволочном каркасе (бандажами и стяжками).

Конструкции изоляции трубопроводов
с теплоизоляционным слоем из матов бандажами и подвесками

Для крепления тепоизоляции трубопроводов наружным диаметром от 45 до 159 мм используются:

— бандажи из ленты 0,7 × 20 мм при укладке матов в один слой при толщине изоляции 40÷100 мм. Рекомендуется устанавливать не менее трех бандажей на ширину мата (1,2 м);

— кольца из проволоки диаметром 2 мм для внутренних слоев двух- и трехслойных конструкций толщиной 120 мм и более. Предусмотрена установка трех проволочных колец на 1,2 м длины трубопровода. Бандажи из ленты 0,7 × 20 устанавливаются по наружному слою так же, как и в однослойной конструкции.

Для крепления тепоизоляции трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более используются:

— бандажи из ленты 0,7 × 20 мм и подвески из проволоки 1,2 мм при укладке матов в один слой при толщине изоляции 40÷100 мм. Рекомендуется устанавливать не менее трех бандажей на 1,2 м длины трубопровода (на ширину мата). Подвески устанавливаются равномерно между бандажами, предусмотренными для крепления каждого мата, и крепятся на трубопроводе. Под подвески устанавливаются подкладки из стеклопластика.

— кольца из проволоки диаметром 2 мм для внутренних слоев двух- и трехслойных конструкций толщиной 120 мм и более и подвески. Подвески второго и третьего слоев крепятся к подвеске первого слоя снизу (рис. 419).

Бандажи из ленты 0,7 × 20 устанавливаются по наружному слою также, как и в однослойной конструкции. Бандажи из черной стальной ленты должны быть окрашены с целью предотвращения коррозии. Разгружающие устройства с шагом 3,6 м по высоте устанавливаются на вертикальные трубопроводы. В многослойных конструкциях маты второго и последующего слоев должны перекрывать швы предыдущих (рис. 420).

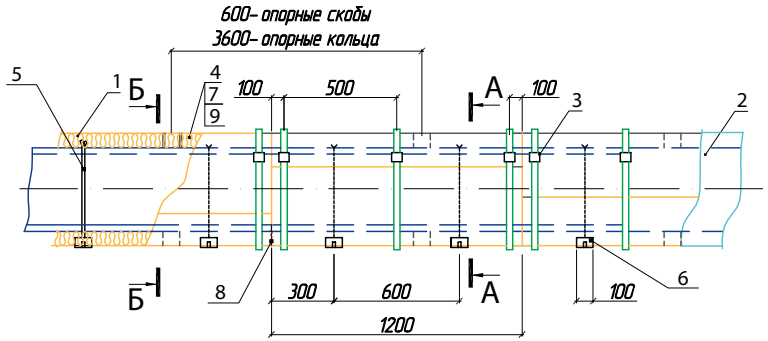


Рис. 419. Крепление матов бандажами и подвесками в один слой изоляции: *1* — маты ТЕХНОНИКОЛЬ 40; *2* — покрытие; 3 — бандаж с пряжкой; 4 — опорная скоба; 5 — подвеска из проволоки; 6 — подкладка из стеклопластика; 7 — опорное кольцо; 8, *9* — элементы сборки кольца

а *б*

Рис. 420. Установка подвесок из проволоки для теплоизоляции: *а* — в один слой; *б* — в два слоя; *1* — подвеска из проволоки; *2* — подкладка из стеклопластика

На *вертикальные трубопроводы* подвески не устанавливаются. Крепление теплоизоляционного слоя осуществляется бандажами и проволочными кольцами до диаметра 476 мм включительно. Для предупреждения сползания колец и бандажей применяются струны из проволоки диаметром 2 мм. При большем диаметре предусматривается крепление на проволочном каркасе.

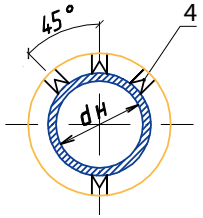
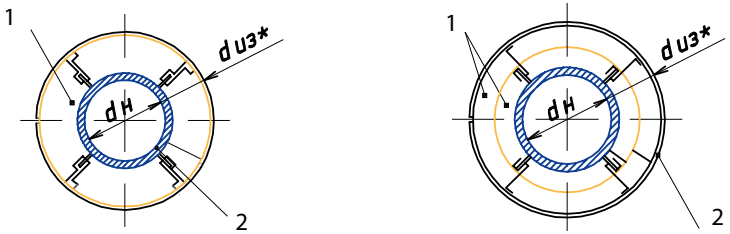


Рис. 421. Установка опорных скоб на горизонтальном трубопроводе диаметром 530 мм и более с теплоизоляцией в один слой толщиной не более 80 мм: *1* — опорная скоба; *2* — трубопровод; *3* — теплоизоляция в один слой

Опорные скобы (рис. 421). В теплоизоляционных конструкциях толщиной *до 80 мм на горизонтальных трубопроводах* предусмотрена установка опорных скоб высотой, соответствующей толщине изоляции, изготавливаемых из алюминия или оцинкованной стали в зависимости от материала металлического защитного покрытия. На горизонтальные трубопроводы *диаметром от 108 мм* скобы устанавливаются с шагом 600 мм по длине трубопровода. На трубопроводы наружным *диаметром 530 мм и более* устанавливается три скобы по диаметру в верхней части конструкции и одна снизу.

Опорные кольца (рис. 422). В горизонтальных теплоизоляционных конструкциях толщиной до 100 мм предусмотрена установка опорных колец из ленты стальной горячекатаной 2 × 30 мм с прокладками из асбестового картона. Опорные кольца устанавливаются на трубопроводы *диаметром 108 мм и более* при толщине изоляции 100 мм и более. Опорные кольца для трубопроводов *диаметром от 530 мм и выше* изготавливаются из двух-четырех элементов (рис. 423), которые стягиваются болтами 8 × 50 и гайками.

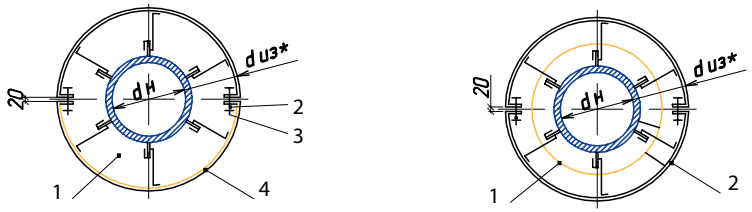


а *б*

Рис. 422. Установка опорных колец на горизонтальные трубопроводы диаметром от 273 до 476 мм при толщине изоляции 100 мм и более: *а* — в один слой; *б* — в два слоя; *1* — теплоизоляция; *2* — опорное кольцо

Как правило, для предотвращения коррозии элементы разгружающих устройств и опорных колец из черной стали должны быть окрашены лаком БТ-577 или кремний-органическим лаком в зависимости от температуры изолируемой поверхности.

Проволока, применяемая для крепления теплоизоляционного слоя в рассмотренном случае и приведенных ниже в зависимости от материала и температуры изолируемой поверхности, агрессивности окружающей среды может быть из черной углеродистой, оцинкованной или нержавеющей стали.



а *б*

Рис. 423. Установка опорных колец, состоящих из двух частей, на горизонтальные трубопроводы диаметром 530 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более: *а* — в один слой; *б* — в два слоя; *1* — теплоизоляция; *2* — болт; *3* — гайка; *4* — элемент опорного кольца

Конструкции изоляции трубопроводов с теплоизоляцией из матов на проволочном каркасе

Данный вид крепления предусматривается для горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 530 мм и более и вертикальных трубопроводов. Для крепления используются:

— кольца из проволоки диаметром 2÷3 мм; устанавливаются с шагом 600 мм по длине трубопровода на его поверхность. К кольцам прикрепляются пучки стяжек из проволоки 1,2 мм с шагом 600 мм по дуге кольца. Предусматриваются четыре стяжки в пучке при изоляции в один слой и шесть — при изоляции в два слоя. Стяжки прокалывают слои матов ТЕХНОНИКОЛЬ 40 и закрепляются крест-накрест;

— бандажи из ленты 0,7 × 20 мм с пряжками; устанавливаются с шагом 600 мм при однослойной изоляции и по наружному слою при двух- и трехслойной изоляции. Вместо бандажей по внутренним слоям многослойной изоляции предусматриваются кольца из проволоки диаметром 2 мм;

— скобы, опорные кольца на горизонтальных участках и разгружающие устройства на вертикальных участках трубопроводов; устанавливаются, как указано выше.

Теплоизоляция трубопроводов минераловатными матами ТЕХНОНИКОЛЬ 40, фольгированными ламельными матами

Данный вид крепления может быть рекомендован для изоляции трубопроводов холодной воды и трубопроводов с отрицательными температурами при толщине изоляции не более 100 мм (один слой изоляции) для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.

Конструкция также может быть использована без защитного покрытия для изоляции трубопроводов и с положительными температурами при их расположении в помещениях, где отсутствуют требования к внешнему виду, в тоннелях и каналах.

При тщательной заделке мест проколов от подвесок и стыков матов конструкция не требует дополнительного пароизоляционного слоя. Швы фольги рекомендуется проклеивать различными материалами с липким слоем или накладками из фольги или фольгостеклоткани.

Подвески могут быть заменены на кольца или бандажи. Тщательной герметизации мест проколов и стыков матов в этом случае не требуется. При применении бандажей из неметаллических материалов (стеклопластика, фольгостеклоткани, полиэтиленовых или поливинилхлоридных лент, киперной ленты и др.) подкладки из стеклопластика не устанавливаются. Дополнительно следует учитывать расход герметизирующей ленты ($м^2$), который рекомендуется принимать 15 % от поверхности защитного покрытия изоляции.

7.3. Огнезащита и пожарная безопасность

7.3.1. Пожарно-технические свойства материалов и конструкций

Классификация материалов

Проблемой для любой строительной конструкции является *прямое воздействие огня* и высоких температур, что и имеет место при пожаре. Подсчитано, что одна минута пожара обходится погорельцам в несколько тысяч долларов. Горение — это реакция окисления; воздействие же высоких температур для различных материалов проявляется по-разному. При соответствующих температурах горит (или разрушается) любой строительный материал: дерево (и другая органика), бетон, кирпич. Воздействие высоких температур на бетон или цементный камень (в т.ч. штукатурку и пр.) предопределяет дегидратацию гидрата окиси кальция ($Ca(OH)_2$) до CaO. При тушении пожара водой или просто при контакте с влажным воздухом происходит обратная реакция, причем продукт гидратации увеличивается в объеме до двух раз с разрушением поверхностного слоя. Это обуславливает проникновение пламени внутрь конструкции. Металлические конструкции могут под действием огня терять прочностные показатели на 80 %, претерпевать значительные температурные деформации и, очевидно, также нуждаются в защите.

Согласно СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (СНиП 21-01-97 введен 01.01.1998 взамен СНиП «Противопожарные нормы» от 01.02.1985) строительные конструкции характеризуются пожарной опасностью и огнестойкостью. *Пожарную опасность* строительных материалов определяют следующие пожарно-технические характеристики: горючесть, воспламеняемость, распространение пламени по поверхности, дымообразующая способность, токсичность. Для кровельных материалов важен такой показатель как пожарная нагрузка, но отечественными нормативами этот показатель не фиксируется. Под *огнестойкостью* понимают способность строительной конструкции сопротивляться воздействию огня и воды при пожаре.

Классификация материалов по горючести. В строительстве применяются материалы неорганического и органического происхождения. Как правило, материалы неорганического происхождения — негорючие и не способствуют повышению температуры и распространению огня при пожаре, хотя и подвергаются воздействию достаточно высоких температур. Композитные материалы, образованные из смеси органических и неорганических материалов, например, полимербетоны, бетоны, пропитанные полимерами, и др., могут быть негорючими, и их классификация обязательно должна быть подтверждена испытаниями. Органические материалы относятся к группе горючих материалов. В связи с этим строительные материалы подразделяются на негорючие (НГ) и горючие (Г). Горючие строительные материалы подразделяются на четыре группы: Г1 (слабогорючие), Г2 (умеренногорючие), Г3 (нормальногорючие), Г4 (сильногорючие). Горючесть и группы строительных материалов по горючести устанавливают по ГОСТ 30244, который предусматривает два метода стандартных испытаний.

Образец материала считается негорючим, если при испытании в специальной камере прирост температуры в установке не превышает 50 °С от первоначально установленной температуры источника. Сам образец не воспламеняется в течение 10 с, а потеря массы образца составляет не более 5 % от первоначальной. Если эти условия не выполняются, материал считается горючим и подвергается испытанию для определения группы горючести.

Группа горючести (табл. 94) материала определяется по следующим параметрам: температуре дымовых газов; продолжительности самостоятельного горения; степени повреждения образца по длине; степени повреждения по массе.

Таблица 94

Группы горючести строительных материалов

Группа горючести	Параметры горючести			
	Температура дымовых газов t, °С	Степень повреждения по длине S_L, %	Степень повреждения по массе, S_m, %	Продолжительность самостоятельного горения $t_{с.г}$, с
Г1	Не более 135	Не более 65	Не более 20	0
Г2	Не более 235	Не более 85	Не более 50	Не более 30
Г3	Не более 450	Более 85	То же	Не более 300
Г4	Более 450	То же	Более 50	Более 300

Классификация материалов по воспламеняемости. Испытания материалов на воспламеняемость по ГОСТ 30402 устанавливают группу действительно опасных материалов, способных легко воспламеняться от действия даже небольшого источника тепла. В процессе стандартного испытания определяется минимальное значение поверхностной плотности теплового потока, при котором возникает устойчивое пламенное горение, и это значение принимается за критическую поверхностную плотность теплового потока (КППТП). По этому параметру горючие строительные материалы подразделяются на три группы (табл. 95).

Таблица 95

Классификация строительных материалов по группам воспламеняемости

Группа воспламеняемости материала	Характеристика материала	КППТП, кВт/м²
В1	Трудновоспламеняемый	35 и более
В2	Умеренновоспламеняемый	От 20 до 35
В3	Легковоспламеняемый	Менее 20

Классификация материалов по распространению пламени. Горючие материалы в значительной мере способствуют развитию пожара, распространяя пламя по всей поверхности конструкций. Метод испытания по распространению пламени по материалам поверхностных слоев конструкций кровли и пола регламентируется ГОСТ 30444.

Сущность метода состоит в определении критической поверхностной плотности теплового потока (КППТП), величину которой устанавливают по длине распространения пламени по образцу в результате воздействия теплового потока на его поверхность. Горючие строительные материалы подразделяются в зависимости от КППТП на четыре группы (табл. 96).

Таблица 96

Классификация строительных материалов по группам распространения пламени

Группа распространения пламени	Характеристика материала	КППТП, кВт/м²
РП1	Нераспространяющий пламя	11,0 и более
РП2	Слабораспространяющий пламя	от 8,0 до 11,0
РП3	Умереннораспространяющий пламя	от 5,0 до 8,0
РП4	Сильнораспространяющий пламя	Менее 5,0

Классификация строительных материалов по дымообразующей способности производится по коэффициенту дымообразования, который

определяется стандартными испытаниями по ГОСТ 12.1.044. Различают три группы материалов (табл. 97). Значения коэффициента дымообразования необходимо включать в стандарты или технические условия на твердые вещества и материалы.

Таблица 97

Классификация строительных материалов по группам дымообразующей способности

Группа по дымообразующей способности	Характеристика материала	Коэффициент дымообразования, $м^2/кг$
Д1	С малой дымообразующей способностью	Не более 50 включительно
Д2	С умеренной дымообразующей способностью	От 50 до 500 включительно
Д3	С высокой дымообразующей способностью	Свыше 500

Классификация материалов по токсичности продуктов горения. Для обеспечения безопасности людей при пожаре от отравления методы испытаний ГОСТ 12.1.044 предусматривают определение показателей токсичности продуктов горения горючих материалов, которые подразделяются на четыре группы (табл. 98).

Таблица 98

Классификация строительных материалов по токсичности продуктов горения

Класс опасности	H_{clso}, $г·м^3$, при времени экспозиции, мин			
	5	15	30	60
Чрезвычайно опасные	До 25	До 17	До 13	До 10
Высокоопасные	25÷70	17÷50	13÷40	10÷30
Умеренноопасные	70÷210	50÷150	40÷120	30÷90
Малоопасные	Свыше 210	Свыше 150	Свыше 120	Свыше 90

7.3.2. Пожарно-техническая классификация строительных конструкций и зданий

Огнестойкость конструкций. Достаточно часто наиболее распространенные строительные конструкции изготавливаются из горючих материалов, которые, как ранее было отмечено, способствуют возникновению и развитию опасных факторов пожара. В связи с этим пожарно-техническая классификация производится для строительных конструкций по огнестойкости и классу пожарной опасности; для помещений и зданий — по огнестойкости, классам конструктивной и функциональной пожарной опасности.

Показателем огнестойкости конструкции является ее предел огнестойкости, который устанавливается по времени (в мин) от начала теплового воздействия на конструкцию до наступления одного или последовательно нескольких предельных состояний. Предельное состояние конструкции по огнестойкости — состояние конструкции, при котором она утрачивает способность сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара.

Различают следующие основные виды предельных состояний конструкций по огнестойкости:

- потеря несущей способности вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций (*R*);
- потеря целостности в результате образования в конструкциях сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя (*E*);
- потеря теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 180 °С по сравнению с температурой конструкции до испытания или прогрев конструкции более чем на 220 °С независимо от температуры конструкции до испытания (*I*).

Обозначение предела огнестойкости конструкций состоит из условных обозначений *R, E, I,* нормируемых для данной конструкции предельных состояний, и цифры, соответствующей времени достижения одного из этих предельных состояний в минутах. Например:

R 120 — предел огнестойкости 120 мин по потере несущей способности; REI 45 — предел огнестойкости 45 мин по потере несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности независимо от того, какое из трёх предельных состояний наступит ранее; *R* 120/*I* 60 — предел огнестойкости 120 мин по потере несущей способности; предел огнестойкости 60 мин по потере теплоизолирующей способности.

Пределы огнестойкости строительных конструкций могут определяться экспериментальными или расчетными методами. Общие требования к методам испытаний строительных конструкций и элементов инженерных систем на огнестойкость регламентируются межгосударственным стандартом ГОСТ 30247.0-94.

Таблица 99

Стандартный температурный режим пожара

Время огневого воздействия τ, мин	Изменение температуры в камере печи $t - t_o$, °С	Допускаемые значения отклонения температуры, %
5	556	±15
10	659	
15	718	±10
30	821	
45	875	±5
60	925	
90	986	
120	1029	
150	1060	
180	1090	
240	1133	
360	1193	

Сущность методов испытаний заключается в определении времени от начала теплового воздействия на конструкцию в соответствии с режимом «стандартного пожара» до наступления одного или последовательно нескольких предельных состояний по огнестойкости с учетом функционального назначения конструкции. Стандартный температурный режим, соответствующий зависимости, а также допускаемые отклонения от него средних значений измеренных температур приведены в табл. 99.

Стендовое оборудование включает в себя специальные огневые камеры, которые оборудованы нагружающими и опорными устройствами, обеспечивающими нагружение образца в соответствии с его расчетной схемой. Огневое воздействие по соответствующему температурному режиму создается сжиганием жидкого или газообразного топлива.

Образцы несущих и самонесущих конструктивных элементов должны иметь проектные размеры. Материалы образцов, схема опирания и загружения должны соответствовать технической документации на их изготовление и применение. Образцы испытываются в нагруженном состоянии, при этом статическую нагрузку прикладывают не менее чем за 30 мин до начала огневого воздействия. Величина нагрузки принимается в наиболее неблагоприятном сочетании нормативных значений постоянных и временных длительных статических нагрузок, существенно влияющих на напряженное состояние при пожаре, согласно СНиП 2.01.07-89*.

В процессе испытания регистрируют время наступления предельных состояний и их вид, температуру в печи, на поверхности конструкции и по ее сечению в предварительно установленных местах, деформации элементов несущих конструкций, время появления пламени на необогреваемой поверхности образца и другие параметры.

Предел огнестойкости конструкции (в мин) определяется как среднее арифметическое результатов испытаний двух образцов. При этом максимальное и минимальное значения пределов огнестойкости двух испытанных образцов не должны отличаться более чем на 20 % (от большего значения). Если результаты отличаются друг от друга больше, чем на 20 %, должно быть проведено дополнительное испытание; предел огнестойкости определяется как среднее арифметическое двух меньших значений.

В обозначении предела огнестойкости конструкции среднее арифметическое результатов испытания приводится к ближайшей меньшей величине из ряда чисел: 15, 30, 45, 60, 90, 180, 240, 360. При различных значениях пределов огнестойкости одной и той же конструкции по разным предельным состояниям обозначение пределов огнестойкости перечисляется по убыванию.

Для несущих конструкций предельное состояние по огнестойкости наступает вследствие обрушения конструкции или достижения предельных деформаций. Для изгибаемых конструкций предельное состояние по деформациям наступает, когда прогиб достигает величины $L/20$ или скорость нарастания деформаций достигает $L^2/9000h$ (см/мин). Здесь L — пролет, см; h — расчетная высота сечения конструкции, см.

Для вертикальных конструкций предельное состояние характеризуется вертикальной деформацией 1/100 или скоростью нарастания вертикальных деформаций 10 мм/мин и более для образцов высотой (3±0,5) м.

Пределы огнестойкости для несущих и ограждающих конструкций нормируются по следующим предельным состояниям: для колонн, балок, ферм, арок и рам — только по потере несущей способности конструкций и их узлов (*R*); для наружных стен и покрытий — по потере несущей способности (*R*) и целостности (*E*); для ненесущих внутренних стен и перегородок — по потере теплоизолирующей способности (*I*) и целостности (*E*); для несущих внутренних стен и противопожарных преград — по потере несущей способности (*R*), целостности (*E*) и теплоизолирующей способности (*I*).

Класс пожарной опасности конструкции. Второй классификационной пожарно-технической характеристикой строительных конструкций является класс пожарной опасности конструкции, учитывающий участие свойств материала, из которого изготовлена конструкция, в возникновении и развитии опасных факторов пожара. Эта классификационная характеристика конструкции устанавливается по результатам стандартных испытаний в соответствии с ГОСТ 30403.

При испытаниях в условиях теплового воздействия выявляют наличие теплового эффекта образца, который выражается в превышении температуры в огневой или тепловой камерах по сравнению с верхними допустимыми значениями температурных режимов; наличие пламенного горения газов, выделяющихся при термическом разложении материалов образца, продолжительностью более 5 с; наличие горячего расплава при продолжительности его горения более 5 с; размер повреждения образца в контролируемой зоне; пожарную опасность материалов, из которых выполнена конструкция, имеющая повреждение в контрольной зоне. С учетом этих показателей конструкции подразделяются на классы пожарной опасности (табл. 100).

Таблица 100

Классы пожарной опасности конструкций

Класс пожарной опасности конструкций	Допускаемый размер повреждения конструкций, см		Наличие		Характеристики пожарной опасности поврежденного материала по группам		
	вертикальных	горизонтальных	теплового эффекта	горения	горючести	воспламеняемости	дымообразующей способности
К0 (непожароопасные)	0	0	Н.д.	Н.д.	—	—	—
К1 (малопожароопасные)	До 40	До 25	Н.д.	Н.д.	Н.р.	Н.р.	Н.р.
			Н.р.	Н.д.	Г2	В2	Д2
К2 (умереннопожароопасные)	Более 40, но до 80	Более 25, но до 50	Н.д.	Н.д.	Н.р.	Н.р.	Н.р.
			Н.р.	Н.д.	Г3	В3	Д2
К3 (пожароопасные)	Не регламентируется						

Н.д. — не допускается, н.р. — не регламентируется

Класс пожарной опасности конструкции обозначается символом класса К0÷К3 и цифрами, заключенными в скобки, указывающими продолжительность теплового воздействия при испытании образца в минутах. В зависимости от времени теплового воздействия одна и та же конструкция может принадлежать к различным классам пожарной опасности. Например: К0(15) — конструкция класса пожарной опасности К0 при времени теплового воздействия 15 мин; К0(15)/К2(45) — конструкция класса К0 при времени теплового воздействия 15 мин и класса К2 при времени теплового воздействия 45 мин. Для конструкций, выполненных из негорючих материалов (группа горючести НГ), класс пожарной опасности К0 устанавливается без испытаний.

7.3.3. Огнестойкость и пожарная опасность здания

Степень огнестойкости здания. Противопожарные требования, предъявляемые нормативными документами к строительным конструкциям (минимальный предел огнестойкости и класс пожарной опасности), устанавливаются в зависимости от назначения здания или сооружения, количества этажей, наибольшей площади пожарных отсеков (частей здания, разделенных противопожарными стенами). В соответствии с этими характеристиками здания и пожарные отсеки подразделяются по степеням огнестойкости, классам конструктивной и функциональной пожарной опасности (табл. 101).

Таблица 101

Требуемые минимальные значения пределов огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Степень огнестойкости здания или сооружения служит для классификации строительных объектов по способности сопротивляться воздействию пожара. Кроме того, степень огнестойкости является исходной пожарно-технической характеристикой здания для регламентации требований минимальных пределов огнестойкости строительных конструкций, противопожарных преград и противопожарных разрывов между зданиями, систем противодымной защиты, а также требований при проектировании систем инженерного оборудования здания, лестниц и т.д. В соответствии с СНиП 21-01-97* здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней, каждая из которых определяет минимальные требования к строительным конструкциям по пределу огнестойкости.

Таблица 102

Классы конструктивной пожарной опасности зданий

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций, не ниже				
	Несущие стержневые элементы (колонны, рители, фермы и др.)	Стены			Марши и площадки лестниц в лестничных клетках
		наружные с внешней стороны	перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	лестничных клеток и противопожарные преграды	
C0	K0	K0	K0	K0	K0
C1	K1	K2	K1	K0	K0
C2	K3	K3	K2	K1	K1
C3	Не нормируется			K1	K3

Класс конструктивной пожарной опасности здания (отсека) определяется степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании его опасных факторов. Этой классификацией вводится ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций зданий, что снижает вероятность распространения пожара. Здания и пожарные отсеки подразделяются по конструктивной пожарной опасности на четыре класса (табл. 102).

Класс функциональной пожарной опасности здания и его частей определяется их назначением, особенностями размещаемых технологических процессов и тем, в какой мере находится под угрозой безопасность людей с учетом возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества.

Установлены следующие классы функциональной пожарной опасности:

Ф1 — здания для постоянного проживания и временного пребывания людей;

Ф2 — зрелищные и культурно-просветительские учреждения;

Ф3 — предприятия по обслуживанию населения;

Ф4 — учебные заведения, научные и проектные организации;

Ф5 — производственные и складские здания, сооружения и помещения.

В зависимости от класса функциональной пожарной опасности зданиям (пожарного отсека) предъявляются требования по обеспечению своевременной и беспрепятственной эвакуации людей и защите их от воздействия опасных факторов пожара. С учетом класса функциональной пожарной опасности определяются минимальное количество путей эвакуации и выходов, объемно-планировочные параметры и требования к материалам их отделки.

Использование огнезащитных преград является эффективным способом противодействия пожару. В последние годы разработаны системы с использованием минеральной ваты на основе горных пород: базальтовой или каменной ваты. Системы используются автономно или в комбинации с гипсокартонными (огнестойкими) или гипсоволокнистыми листами для защиты строительных конструкций и воздуховодов.

Ведущие производители минеральной ваты из горных пород и гипсосодержащих изделий внедряют системы огнезащиты с середины 90-х гг. В этом направлении работают службы технической поддержки компаний РОКВУЛ, Сен Габен Строительная продукция Рус, КНАУФ, ТехноНИКОЛЬ, КРОЗ и др. В 2010—12 гг. ГК ТехноНИКОЛЬ разработаны системы огнезащиты строительных конструкций, дверей, воздуховодов. *Система огнезащиты железобетонных плит перекрытия* предназначена для повышения предела огнестойкости железобетонных плит перекрытий до 4 ч (REI 240). В состав системы входит плита огнезащитная (плотность 100 кг/м^3), металлический анкер и рондель. *Система огнезащиты стальных конструкций* предназначена для повышения предела огнестойкости стальных несущих конструкций. Предел огнестойкости системы составляет от 60 до 240 мин (*R*60÷*R*240).

7.3.4. Система огнезащиты металлоконструкций

Металлические несущие конструкции очень быстро нагреваются и уже через 15÷45 мин пожара несущая способность конструкции снижается в 2 раза. Фактические пределы огнестойкости металлических конструкций зависят от приведенной толщины металла и действующих напряжений и составляют до 50 мин. В то же время в нормативных документах к таким конструкциям предъявляются требования по огнестойкости до 240 мин. Задача системы огнезащиты — создать на поверхности металла теплоизолирующий экран, который будет защищать от высоких температур и непосредственного воздействия огня в течение длительного времени, а металлоконструкция будет сохранять несущую способность. Огнезащитная система (рис. 424) состоит из плиты огнезащитной для изоляции конструкции из металла и клея на цементной основе (рис. 425).

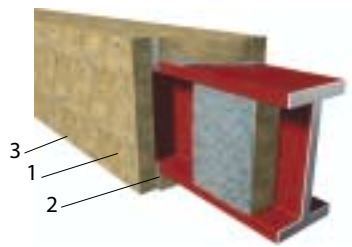


Рис. 424. Огнезащита металлоконструкций: *1* — плита огнезащитная для изоляции конструкции из металла; *2* — клей; *3* — стальные гвозди для дополнительной фиксации

Расчет предела огнестойкости стальных конструкций производится по признаку потери несущей способности в нагретом состоянии — *R* (по классификации ГОСТ 30247.0-94). Требуемый для данной металлической конструкции предел огнестойкости достигается посредством подбора соответствующей толщины плит для огнезащиты конструкций из металла в зависимости от приведенной толщины металла (при нормативном значении критической температуры

500 °С по НПБ263-97). Приведенная толщина металла необходима для предоставления сложной геометрии двухмерной конструкции в одном измерении. Она вычисляется по формуле:

$$\delta_{пр} = S/П,$$

где S — площадь поперечного сечения металлической конструкции, мм^2 (определяется по сортаменту металла или расчетным путем); П — обогреваемая часть периметра конструкции, мм.

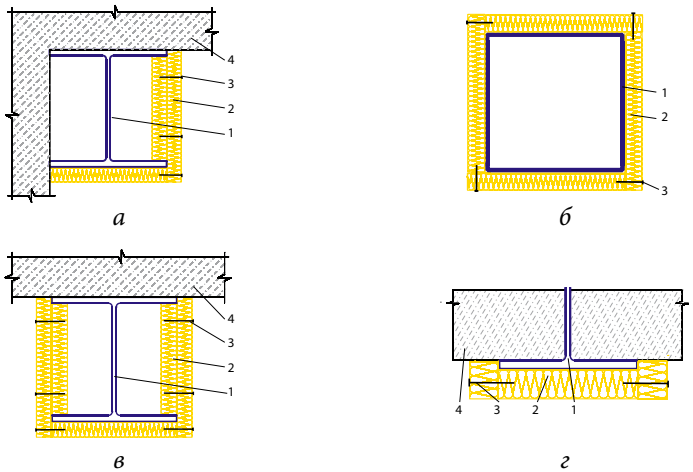


Рис. 425. Системные решения огнезащиты: *а* — устройство огнезащиты с примыканием металлоконструкции к стене с двух сторон; *б* — устройство огнезащиты квадратной колонны; *в* — устройство огнезащиты с примыканием балки к потолку; *г* — устройства огнезащиты с зафиксированным двутавром; *1* — металлоконструкция; *2* — плита огнезащитная для изоляции конструкции из металла; *3* — стальной гвоздь для временной фиксации; *4* — железобетонная плита перекрытия

Монтаж системы огнезащиты металлоконструкций

Поверхность защищаемой стальной конструкции должна быть сухой, без следов масла и прочих компонентов (рис. 426). Раскрой плит осуществляется ножом либо другим инструментом, подходящим для резки минераловатных плит.

Дополнительные монтажные элементы должны иметь следующие геометрические размеры: ширину от 80 до 100 мм, толщину от 30 до 50 мм (в зависимости от размеров двутавра). Длина элемента определяется расстоянием между полками двутавра, так как вставка должна идеально входить в распор.

а *б* *в* *г*

Рис. 426. Последовательность монтажа: *а* — подготовка поверхности защищаемой стальной конструкции; *б* — подготовка дополнительных монтажных элементов; *в* — подготовка металлоконструкции для монтажа основной облицовки; *г* — монтаж основной облицовки

На предварительно заготовленные вставки наносится слой клея КНАУФ-ФЛЕКС минимальной толщиной 2 мм. Вставки устанавливаются в распор между полками двутавра. При этом вставки должны выступать за концы фланцев на 2÷3 мм. Расстояние между вставками не должно превышать 1000 мм. Если высота двутавра (h) более 500 мм, то вставки устанавливаются на расстоянии 500÷700 мм друг от друга.

На смонтированные и схватившиеся вставки наносится клей для монтажа основной облицовки. Со стороны полок двутавра основная облицовка приклеивается на клей и фиксируется дополнительно гвоздями. Стыки промазываются клеем КНАУФ-ФЛЕКС. После высыхания гвозди удаляются.

7.3.5. Системы огнезащиты железобетонных конструкций

Основной причиной разрушения железобетонных конструкций под действием огня является быстрый прогрев бетона и армирующих элементов плиты, вследствие чего возникает потеря целостности конструкции. Огнезащиты плиты крепятся к железобетонной плите перекрытия (рис. 427) при помощи металлического анкера и ронделя. Плиты толщиной 40 мм с использованием металлического анкера и ронделя обеспечивают для пустотной плиты ППС 60-12-8 (толщина защитного слоя бетона 22 мм) предел огнестойкости 240 мин.

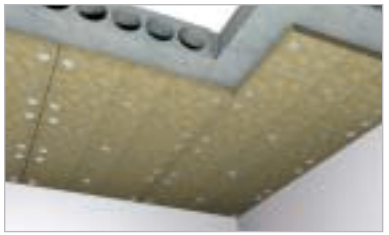


Рис. 427. Огнезащита железобетонных перекрытий: *1* — металлический анкер и рондель; *2* — плита огнезащитная для изоляции конструкций из бетона

Монтаж системы огнезащиты железобетонных конструкций. Железобетонную плиту очищают от неровностей, мешающих плотному прилеганию минераловатной плиты (рис. 428). Раскрой минераловатных плиты осуществляется ножом или ножовкой. Подбор нужной длины металлического анкерного элемента осуществляется в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя.

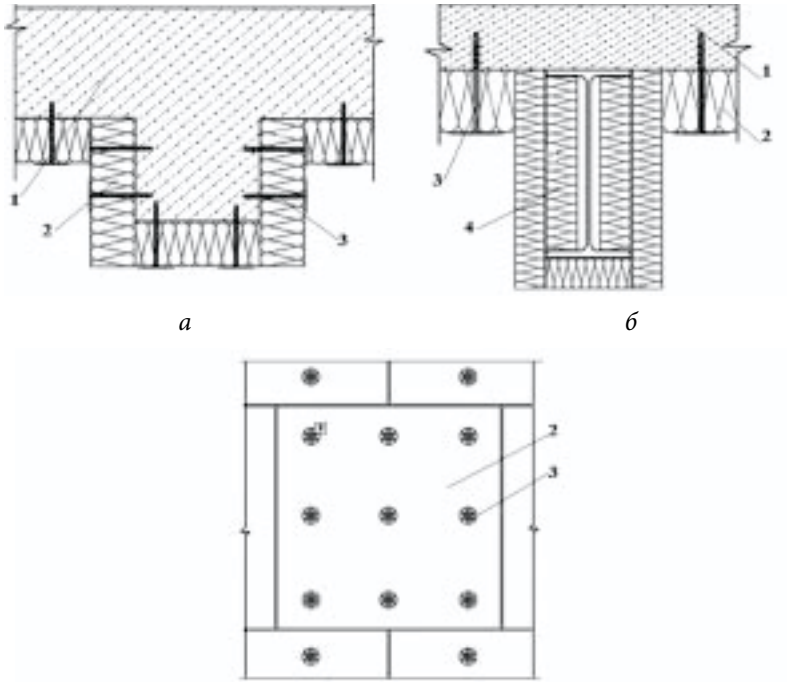
а *б* *в*

Рис. 428. Последовательность монтажа: *а* — подготовка поверхности железобетонной плиты перекрытия; *б* — подготовка отверстий для крепежа; *в* — установка крепежа

Подготовка отверстий для крепежа осуществляется с помощью перфоратора. Глубина отверстий 40÷50 мм. В подготовленные отверстия устанавливают анкерные элементы с надетыми на них шайбами, которые забиваются молотком до полного прижатия минераловатной плиты к основанию.

Во время устройства огнезащиты на выступе необходимо уделить особое внимание креплению и дополнительно увеличить количество крепежа (рис. 429). Во время проведения работ, когда одновременно происходит устройство огнезащиты железобетонных плит перекрытий и металлических конструкций, в первую очередь выполняется огнезащита металлических конструкций, а затем огнезащита железобетонной плиты перекрытия.

При использовании плиты размером 1200 × 1200 мм количество крепежа составляет 9 штук на плиту. При использовании плиты размером 1200 × 600 мм количество крепежа на плиту составляет 5 штук. Плиты должны монтироваться с обязательной разбежкой швов. Зазоры между плитами недопустимы.



а *б* *в*

Рис. 429. Системные решения огнезащиты бетонных плит: *а* — устройство огнезащиты железобетона на выступе; *б* — узел состыковки огнезащитных плит для изоляции конструкции из металла и из бетона; *в* — схема расположения крепежа на плите 1200 × 1200 мм. *1* — железобетонная плита перекрытия; *2* — плита огнезащитная для изоляции конструкции из бетона; *3* — металлический анкер и рондель; *4* — плита огнезащитная для изоляции конструкций из металла

Система огнезащиты дверей. При строительстве жилых и общественных зданий особое внимание стоит уделить дверям, так как они могут значительно замедлить распространение огня между помещениями. Противопожарная дверь предназначена для защиты помещений и персонала от высоких температур и проникновения дыма при пожаре. Она способна обеспечивать высокую механическую прочность конструкции и беспрепятственную эвакуацию людей в экстренных случаях. Система (рис. 430) обеспечивает пределы огнестойкости от 30 до 120 мин; снижение уровня воздушного шума — до 30 дБ. Выполняет функцию теплоизоляции.

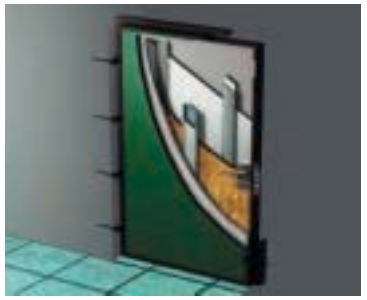


Рис. 430. Огнезащита дверей

Плиты огнезащитные для изоляции дверей ТЕХНОНИКОЛЬ 110 и 190 применяют для заполнения дверных проемов в стенах и противопожарных преградах промышленных, общественных и жилых зданий и сооружений, где существует необходимость в защите объектов от распространения огня.

7.3.6. Системы огнезащиты воздуховодов

Система воздуховодов сама по себе является хорошим распространителем огня при пожаре. Воздушный поток и разрежение внутри воздуховода способствуют переносу огня внутри здания с большой скоростью. Ввиду того, что исключить со 100 % вероятностью появление и распространение огня невозможно, целесообразно рассмотреть вопрос о повышении предела огнестойкости системы воздуховодов с целью создания запаса времени, необходимого для эвакуации из здания людей и материальных ценностей. Система огнезащиты воздуховодов (рис. 431) обеспечивает пределы огнестойкости от 60 до 240 мин. Основа системы: прошивной мат 80 (гибкий мат из каменной ваты, прошитый проволокой), или кашированный мат (покрытый с одной стороны фольгой). Кроме функций огнезащиты, система выполняет функции тепло- и звукоизоляции.

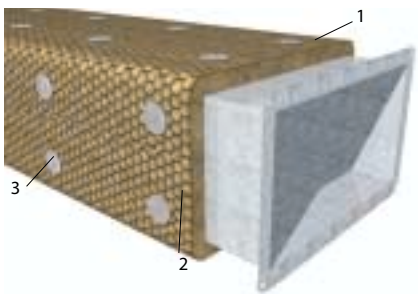


Рис. 431. Огнезащита воздуховодов: *1* — мат прошивной; *2* — проволока; *3* — приварные штифты и фиксирующие шайбы

Монтаж системы огнезащиты воздуховодов. Корпус воздуховода должен иметь правильные геометрические размеры. Во фланцевые соединения воздуховода наносится жаростойкий герметик. Наружные поверхности воздуховода должны быть подготовлены для импульсной конденсаторной сварки, т.е. очищены от грязи и, при необходимости, обезжирены. Если поверхность огрунтована или покрашена, то в местах приварки ее необходимо зачистить для обеспечения хорошего контакта с металлом.

Выкройка огнезащитных матов (рис. 432) осуществляется таким образом, чтобы мат перекрывал весь воздуховод по периметру целиком. Возможен небольшой нахлест с последующим уплотнением стыка матов.

а *б* *в*

Рис. 432. Последовательность монтажа: *а* — подготовка корпуса воздуховода; *б* — раскрой огнезащитного материала; *в* — настройка сварочного оборудования

С целью повышения надежности огнезащитного покрытия, нижний мат не подрезается, а используется в целом виде, чтобы перекрыть максимальную часть периметра воздуховода. Остальные маты могут подрезаться по размеру воздуховода. Схема расположения матов по периметру воздуховода круглого сечения принципиальных отличий не имеет.

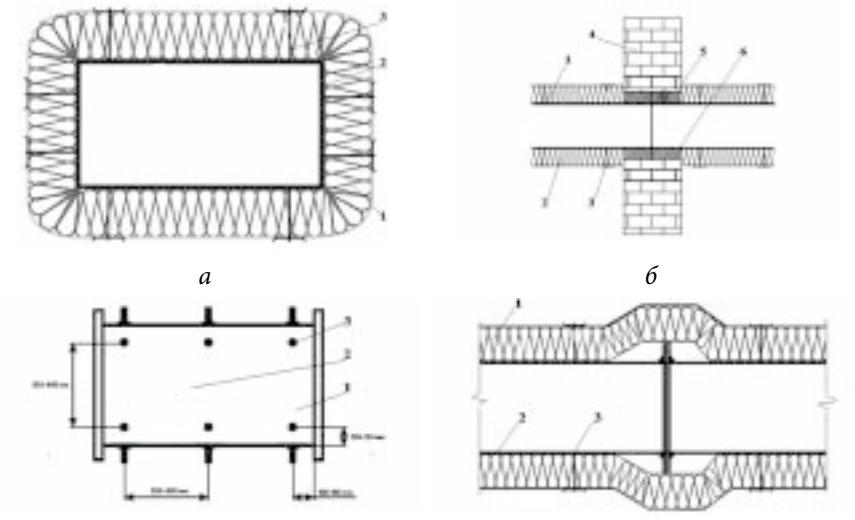
При настройке сварочного оборудования производится выбор сварочной головки в зависимости от типа сварочных штифтов и настройка напряжения на аппарате в зависимости от толщины воздуховода. Точки приварки штифтов намечаются исходя из конструктивных особенностей воздуховода (в основном размера и конфигурации сечения). При размещении приварных штифтов на стенках воздуховода придерживаются намеченной схемы.

Крепление огнезащитного мата (мата прошивного ТЕХНОНИКОЛЬ 80) может осуществляться двумя способами. *Первый способ* (рис. 433) заключается в том, что штифты привариваются к воздуховоду, после чего на них накалывается мат и фиксируется блокирующими шайбами. Штифты должны быть прямыми. При необходимости их следует выпрямить, чтобы они беспрепятственно вставлялись в рабочий орган сварочного аппарата.

а *б* *в*

г *д* *е*

Рис. 433. Крепление мата навешиванием на штифты: *а* — подготовка штифтов и шайб; *б* — приваривание штифтов; *в* — навешивание матов; *г* — фиксация шайб; *д* — сшивание матов; *е* — обрезка шпилек



а *б*

в *г*

Рис. 434. Элементы выполнения системы огнезащиты: *а* — изоляция воздуховода; *б* — сопряжение воздуховода со строительными конструкциями; *в* — схема расположения приварных штифтов к воздуховоду; *г* — монтаж теплоизоляции на стыках воздуховода; *1* — воздуховод; *2* — мат прошивной 80; *3* — приварной штифт с прижимной шайбой; *4* — кирпичная стена; *5* — цементно-песчаный раствор; *6* — ребро жесткости

Количество блокирующих шайб должно соответствовать количеству привариваемых штифтов. Все шайбы в обязательном порядке должны иметь крестообразный надрез для их закрепления на штифтах. При помощи аппарата контактной или импульсной конденсаторной сварки штифты привариваются к воздуховоду. На приваренные штифты навешиваются заранее раскроенные маты таким образом, чтобы не погнуть штифты (рис. 434). Кроме этого, мат навешивается так, чтобы траверса воздуховода находилась под ним, а фланцевые соединения воздуховодов были укрыты матом. Проходы воздуховода через несущие строительные конструкции замоноличиваются цементно-песчаным раствором.

После того как маты навешены, они фиксируются шайбами. По стыку маты сшивают: шов связывается гальванизированной проволокой. Острые концы шпилек обрезаются кусачками, оставляя запас в 2÷3 мм для фиксации шайбы. При использовании в качестве огнезащиты прошивного мата (кашированного фольгой) стыки двух матов изолируют при помощи алюминиевого скотча.

Второй способ отличается от первого тем, что воздуховод оборачивается матами, а крепление осуществляется непосредственно через покрытие. В качестве элементов крепления используют комбинированные штифты CDF и CDF-ISOL, в которых игла уже соединена с шайбой.

Огнезащита подвесов воздуховодов осуществляется тем же материалом, что и поверхность воздуховодов. Подвески не требуют каких-либо приспособлений для крепления огнезащитного покрытия. Предварительно нарезанные куски мата должны обматываться вокруг подвеса и закрепляться с помощью гальванизированной проволоки. Для защиты подвесов можно использовать минераловатные цилиндры подходящего диаметра. После монтажа огнезащитного покрытия место сопряжения воздуховода с несущими элементами здания замоноличивается.

7.3.7. Огнезащита конструкций с применением гипсокартонных листов

Выбор системы огнезащиты

Огнезащита несущих конструкций (стальных колонн, балок, прогонов) гипсокартонными листами (ГКЛ) может применяться в здани-

ях различного назначения всех степеней огнестойкости, классов конструктивной и функциональной пожарной опасности, возводимых в любых районах, включая сейсмические. При этом температура воздуха в помещении должна быть не ниже 10 °С, влажностный режим — сухим или нормальным при отсутствии агрессивных сред. Для огнезащитной обшивки рекомендуется применять огнестойкие ГКЛ.

При проектировании огнезащиты наружных конструкций ГКЛ необходимо также учитывать требования ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 30247.1, ГОСТ 30403 и НПБ 236. Облицовки из ГКЛ на металлическом каркасе с заполнением негорючей теплоизоляцией по пожарной опасности относятся к классу К0 (непожароопасные по ГОСТ 30403-96). Стальные конструкции предварительно должны быть защищены от коррозии в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Пространство между стальной балкой или колонной и обшивкой можно использовать для прокладки различных коммуникаций с учетом требований СНиП 2.04.01.85* «Внутренний водопровод и канализация»; СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение, наружные сети и сооружения» и СНиП 2.04.03.85 «Канализация, наружные сети и сооружения». Свободное пространство дополнительно заполняют негорючими плитами или матами.

Облицовка гипсокартонными листами характеризуется малым весом, пригодна для нанесения различной отделки, допускает демонтаж и замену. Облицовки монтируют в период отделочных работ до устройства чистого пола. Для огнестойких облицовок особенно важна точность и качество выполнения узлов и сопряжений.

Зависимость между толщиной облицовки и пределом огнестойкости конструкций (при соответствующем модуле облицовки) определяют по табл. 103 или по номограмме (рис. 435). По таблице и номограмме определяют ориентировочные значения предела огнестойкости, затем его определяют по номограмме и из двух значений принимают меньшее. Эти данные являются оценочными. Для получения фактического значения предела огнестойкости конструкций в каждом конкретном случае необходимо проведение испытаний по ГОСТ 30247.1.

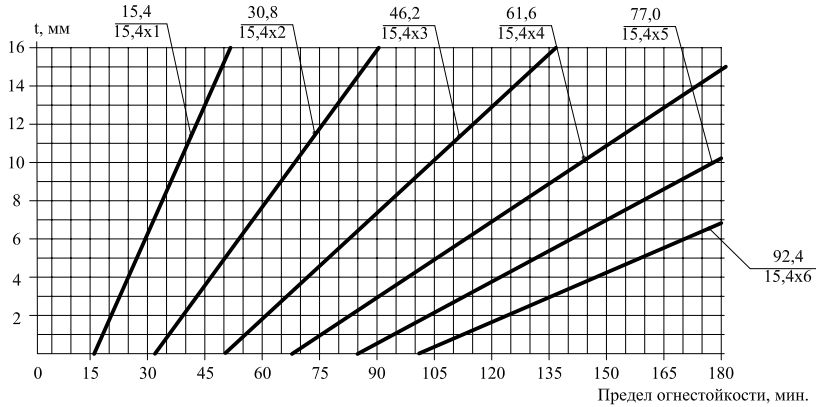


Рис. 435. График зависимости предела огнестойкости стальных конструкций от количества слоев огнестойкого гипсокартонного листа и приведенной толщины стали (*t*)

Таблица 103

Требуемые толщины огнезащитной обшивки стальных балок и колонн

Огнестойкость, мин	Толщина обшивки из огнестойких ГКЛ (мм) при значениях модуля облицовки ($см^{-1}$)			
	15	30	45	60
Для балок				
30	< 300	—	—	—
60	< 170	—	—	—
90	< 48	< 300	—	—
120	—	< 180	—	—
180	—	< 45	< 190	—
Для колонн				
30	< 230	—	—	—
60	< 46	< 300	—	—
90	—	< 170	—	—
120	—	< 68	< 260	—
180	—	—	< 76	< 210

Выполнение защитных облицовок

Конструктивно облицовку колонн и балок выполняют на вспомогательном каркасе из потолочных или перегородочных профилей (рис. 436÷438). Каркасы облицовки балок крепят к перекрытию быстрофиксирующими гвоздями с шагом 600 мм.

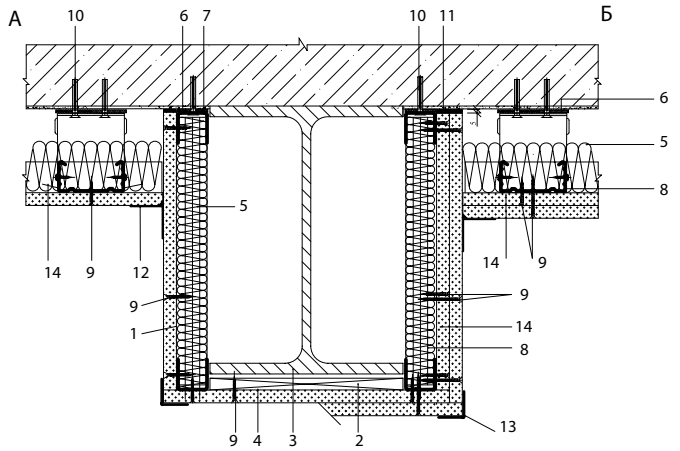


Рис. 436. Облицовка балки: *а* — однослойная обшивка; *б* — двухслойная обшивка; *1* — ГКЛ огнестойкий; *2* — полоса ГКЛ (шириной 150 мм) с шагом 600 мм (промежуток заполнен плитами или матами); *3* — балка; *4* — клей; *5* — теплоизоляция (плиты или маты); *6* — уплотнительная лента; *7* — потолочный профиль; *8* — потолочный направляющий профиль; *9* — шуруп; *10* — быстрофиксирующий гвоздь; *11* — герметик; *12* — армирующая лента с последующим шпаклеванием; *13* — угловой защитный профиль с последующим шпаклеванием; *14* — подвес прямой

Применение пластмассовых дюбелей запрещено. Каркас облицовки колонн крепят вверху и внизу к перекрытиям быстрофиксирующими гвоздями по 4 шт. в каждом торце. Собранный каркас заполняют негорючими минераловолокнистыми плитами или матами.

Каркас обшивают листами ГКЛ в 1÷4 слоя в зависимости от требуемой степени огнестойкости конструкций с креплением первого слоя шурупами 3,5 × 25 мм, второго слоя — 3,5 × 45 мм, третьего — 4,2 × 65 мм с шагом 150÷200 мм в зависимости от конструкции. Вертикальные углы обшивок колонн закрывают защитным профилем с последующим шпаклеванием.

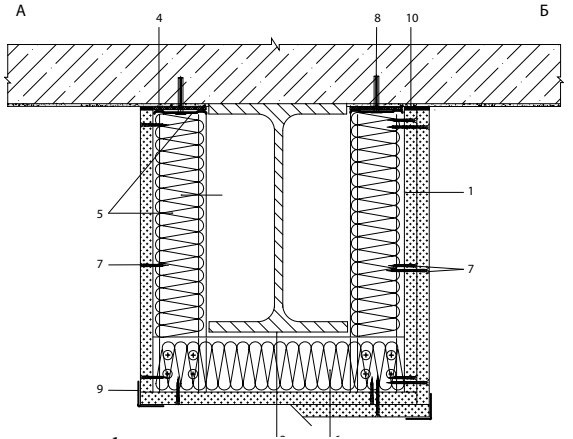


Рис. 437. Облицовка фахверковой колонны: *а* — однослойная обшивка; *б* — двухслойная обшивка; *1* — ГКЛ; *2* — теплоизоляция (плиты или маты); *3* — колонна; *4* — уплотнительная лента; *5* — ПС-профиль; *6* — ПН-профиль, соединенный с ПС-профилем стенка к стенке; *7* — шуруп; *8* — быстрофиксирующий гвоздь; *9* — угловой защитный профиль с последующим шпаклеванием; *10* — герметик

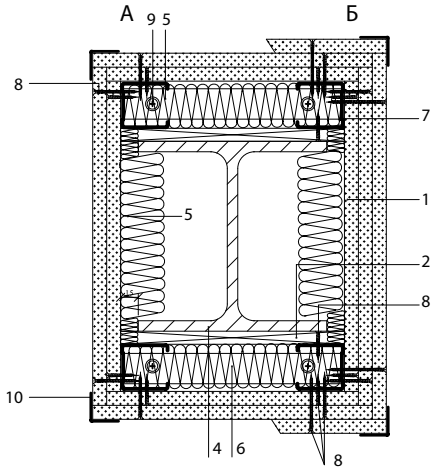


Рис. 438. Облицовка колонны с применением ПС- и ПН-профилей: *а* — двухслойная обшивка; *б* — трехслойная обшивка; *1* — ГКЛ; *2* — прокладка из ГКЛ (шаг 1200 мм); *3* — теплоизоляция (плиты или маты); *4* — колонна; *5* — ПН-профиль; *6* — дополнительный ПН-профиль; *7* — ПС-профиль; *8* — шуруп; *9* — быстрофиксирующий гвоздь; *10* — угловой защитный профиль с последующим шпаклеванием

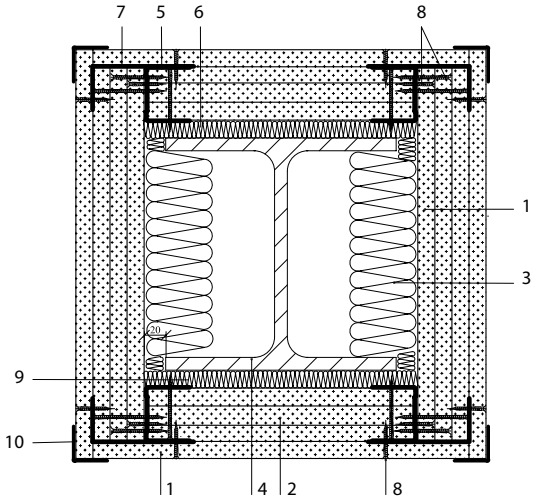


Рис. 439. Облицовка колонны. Обшивка четырьмя слоями: *1* — ГКЛ огнестойкий; *2* — пакет внутреннего заполнения из ГКЛ; *3* — теплоизоляция (плиты или маты); *4* — колонна; *5* — ПН-профиль; *6* — перекрытие; *7* — уголок из ПН-профиля; *8* — шуруп; *9* — быстрофиксирующий гвоздь; *10* — угловой защитный профиль с последующим шпаклеванием

Сборка четырехслойной облицовки (рис. 439) предполагает следующий порядок. Первыми с помощью профилей ПН-2(50) собирают два пакета «внутреннего заполнения», которые через упругие прокладки гвоздями крепят в проектное положение к полу и потолку. Затем на шурупах закрепляют три слоя облицовки по двум другим сторонам, которые дополнительно скрепляют уголками из профиля ПН-6 (100). Уголки, в свою очередь, крепят к каркасу пакета «внутреннего заполнения» шурупами 4,2 × 13. После этого монтируют 4-й слой обшивки на шурупах 3,3 × 25 и закрывают углы стальным перфорированным профилем с последующим шпаклеванием.

Выводы

Областью, где всегда будут актуальны вопросы энергосбережения, являются системы отопления и водоподготовки. Изоляция в конструкциях систем вентиляции и кондиционирования выполняет функции теплоизоляции, звукоизоляции и огнезащиты. Многие технологические процессы связаны с использованием высокотемпературного оборудования, установок высокого холода, которые необходимо теплоизолировать.

Каменное волокно относится к категории материалов, обладающих повышенной огнестойкостью. Особенности технологии изделий на основе каменной ваты позволяют получать изделия с объемно-ориентированной структурой и минимальным содержанием связующих веществ или вовсе отказаться от органического связующего. Большинство изделий, обладающих подобной структурой, относят к группе НГ — негорючей теплоизоляции. Изделия на подложке относят к группе Г1.

Использование цилиндров позволяет увеличить звукоизоляцию трубопроводов с жидкостями и газами, особенно транспортируемых с высокой скоростью. Тепловая изоляция технологического и энергетического оборудования, тепловых сетей, магистральных и промышленных трубопроводов, дымовых труб, газоходов может осуществляться с помощью легких гидрофобизированных матов. В качестве изоляции трубопроводов, воздуховодов и в качестве верхнего слоя при ремонте существующей изоляции могут использоваться ламелированные маты.

Использование систем огнезащиты основывается на применении негорючей волокнистой изоляции в сочетании с нанесением защитного штукатурного слоя или облицовкой огнестойкими гипсосодержащими листами. Использование систем защиты колонн, балок перекрытия, воздуховодов позволяет значительно повышать класс пожарной безопасности конструкций.

Эффективность выбора материалов и выполнения работ по изоляции оборудования и трубопроводов, в том числе и в полносборных и в комплектных конструкциях, обусловлена наличием инструкции, альбомов технических решений и рекомендаций по расчету потребности материалов в зависимости от условий эксплуатации.

Заключение

Системные решения, вошедшие в строительную практику в конце 90-х гг., позволяют в наибольшей степени использовать достоинства составляющих материалов, формировать конструкции не только с нормативными характеристиками, но и сохранять эти характеристики надолго. Основной тенденцией развития строительных систем является расширение областей их применения и повышение надежности. Если все начиналось с робких попыток создания конструкций, снижающих тепловые потери, то сейчас расширился круг задач перед строительными системами, а также появились эффективные конструктивные решения и материалы, обеспечивающие выполнение этих задач.

Необходимым компонентом развития систем является совершенствование строительных материалов. В последние годы развиваются направления реализации навесных вентилируемых фасадов в высотных сооружениях, комплексной защиты строительных конструкций, направления создания энергоэффективных домов. Развиваются системы изоляции объектов ЖКХ, тепловых установок и установок среднего и глубокого холода. Значительная группа задач связана с изоляцией трубопроводов транспортировки вязких продуктов. В частности, при транспортировке нефтепродуктов открытым способом необходимо соблюдать условия пожарной безопасности и тепловой эффективности при одновременном подогреве трубопровода. Задача решается совмещением изоляции негорючими материалами с кабельным электрообогревом.

Эти и многие другие задачи могут быть реализованы только при условии взаимодействия организаций, составляющих строительный комплекс: проектных и конструкторских фирм, разработчиков и производителей строительных материалов, учебных заведений (высшего, среднего специального образования), учебных центров и строительно-монтажных фирм.

Процесс совершенствования строительных систем и использования материалов, обладающих новыми свойствами, объективен и поэтому будет развиваться, в связи с чем возникает необходимость формирования учебных курсов по строительным системам и создания поддерживающей эти курсы учебной, методической и практической литературы.

Библиографический список

Абрамов С.К. Подземные дренажи в промышленном и гражданском строительстве / С.К. Абрамов. — Москва : Стройиздат, 1973. — 280 с.

Алексеев С.И. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде / Алексеев С.И., Розенталь Н.К. — Москва : Стройиздат, 1976. — 205 с.

Атаев С.С. Технология строительного производства : учебник для ВУЗов / С.С. Атаев, Н.Н.Данилов, Б.В.Прыкин**.** — Москва : «Стройиздат», 1984. — 559 с.

Бабин В.В. Кровельщик, 2-е издание исп. и доп. / В.В. Бабин. Москва : Стройиздат, 1987. — 331 с.

Барабанов Г.П. Комплексная механизация кровельных работ / Г.П. Барабанов. — Москва: Стройиздат, 1977. — 112 с.

Белевич В.Б. Кровельные работы. 3-е изд. / В.Б. Белевич. — Москва : «Высшая школа», 2000. — 400 с.

Борисов Г.В. Производство гидроизоляционных работ : справочное пособие / Г.В. Борисов. — Ленинград : Стройиздат, 1978. — 236 с.

Бойко В.В. Гидроизоляция подземных сооружений полимерными материалами / В.В. Бойко, Р.Л. Маилян. — Киев : Будивэльник, 1989. — 144 с.

Бурмистров Г.Н. Кровельные материалы : учебник для среднего ПТУ, 3-е изд, перераб. и доп. / Г.Н. Бурмистров. — Москва : Стройиздат, 1990. — 176 с.

Вербецкий Г.П. Прочность и долговечность бетона в водной среде / Г.П.Вербецкий. — Москва : Стройиздат, 1976. — 128 с.

Гагарин В.Г. Теплозащита и энергетическая эффективность в проекте актуализированной редакции СНИП «Тепловая защита зданий». III Международный конгресс. Энергоэффективность XXI век / В.Г. Гагарин. — Санкт Петербург. 2011. С. 187—191.

Гагарин В.Г. Требуемое сопротивление теплопередаче стен при нормировании удельного теплопотребления здания. Бетон на рубеже третьего тысячелетия: Материалы 1-й Всерос. конф. по проблемам бетона и железобетона. Кн.3. / В.Г. Гагарин. — Москва : Ассоциация «Железобетон», 2001. с. 135—140.

Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. Учебное пособие. / А.А. Шилин, М.В. Зайцев, И.А. Золотарев и др. — Тверь: «Русская торговая марка», 2003. — 396 с.

Гитлина А.С. Эксплуатация и ремонт крыш и кровель / А.С. Гитлина. — Ленинград : Стройиздат, 1980. — 63 с.

Горбунов Г.И. Основы строительного материаловедения : учебное пособие для вузов / Г.И. Горбунов. — Москва : АСВ, 2002. — 248 с.

Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий : учебник / Ю.П. Горлов. — Москва : «Высшая школа», 1989. — 384 с.

Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов : учебник / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, А.А. Устенко. — Москва : Стройиздат, 1980. — 272 с.

Горчаков Г.И. Строительные материалы : учебник для строительных специальностей вузов / Г.И. Горчаков, Ю.И. Баженов. — Москва : Стройиздат, 1986. — 688 с.

Гурьев В.В. Тепловая изоляция в промышленности: теория и расчет / В.В. Гурьев, В.С. Жолудов, В.Г. Петров-Денисов. — Москва : Стройиздат, 2003. — 416 с.

Дегтярев Б.М. Дренажи в промышленном и гражданском строительстве / Б.М. Дегтярев. — Москва : Стройиздат, 1990. — 238 с.

Ефименко А.З. Системы управления предприятиями строительной индустрии и модели оптимизации : учебное пособие / А.З. Ефименко. — Москва : МГСУ, 2011. — 248 с.

Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов : учебное пособие. Части 1 и 2 / А.Д. Жуков. — Москва : МГСУ, 2011. — 430 с. и 245 с.

Жуков А.Д. Технологическое моделирование : учебное пособие / А.Д. Жуков. — Москва : Издательство МГСУ. 2014. — 204 с.

Завражин Н.Н. Кровельные работы. — 2-е изд., перераб. и доп. / Н.Н. Завражин. — Москва : Стройиздат, 1984. — 254 с.

Изоляция. Материалы, конструкции, технологии : справочное пособие. — Москва : Стройинформ, 2005. — 440 с.

Кинд В.В. Коррозия цементов и бетона в подземных сооружениях / В.В. Кинд. — Москва-Ленинград, 1955. — 141 с.

Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев и др. — Москва : Стройиздат. 1980. — 536 с.

Кровля. Современные материалы и технологии : учебник / В.И. Теличенко, В.Ф. Касьянов, С.Д. Сокова и др. — Москва : «АСВ», 2012. — 820 с.

Куликов Ю.Н. Материалы конструкций подземных сооружений : учебное пособие / Ю.Н. Куликов, Е.Ю. Куликова. — Москва : МГИ , 1991. — 52 с.

Лаковский Д.М. Основные недостатки применения фасадных систем в строительстве в контексте проблем / Д.М. Лаковский, А.Г. Шеремет / Тезисы выступления на открытии конференции «Проблемы качества фасадов зданий». — Москва, 2004. Код доступа : http://www.know-house.ru/avtor/conference/03.html

Манькин А.М. Кровли и их элементы : справочник / А.М. Манькин. — Москва : Три Л, 2004. — 244 с.

Матросов Ю.А. Современное состояние нормирования тепловой защиты зданий / Ю.А. Матросов, И.Н. Бутовский Шеремет / Тезисы выступления на открытии конференции «Проблемы качества фасадов зданий». — Москва, 2004. Код доступа : http://www.know-house.ru/avtor/conference/03.html

Нечаев Г.А. Комплексные теплогидроизоляционные материалы и их применение в строительстве. / Г.А. Нечаев, А.Г. Титов. — Ленинград : Стройиздат. 1981. — 112 с.

Повышение эффективности минераловатных изделий : монография / А.Д. Жуков, Е.Ю. Боброва, Т.В. Смирнова и др.. — Москва : МГСУ, 2012. — 164 с.

Покровский В.М. Гидроизоляционные работы. Справочник строителя / В.М. Покровский. — Москва : Стройиздат. 1985. — 320 с.

Попов Л.Н. Строительные материалы и изделия : учебник. / Л.Н. Попов, Н.Л. Попов. — Москва : Издательство: Гос. предпр. «Центр проектной продукции массового применения», 2008. — 348 с.

Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий / С.Н. Попченко. — Ленинград. Стройиздат, 1981. — 304 с.

Ремонт и эксплуатация рулонных кровель. Практическое пособие для работников ЖКХ / Вавуло Н.М, Харьковский А.Е., Зарипов Р.Ф. и др. — Москва, Санкт Петербург. 2011. — 86 с.

Руководство по проектированию и устройству кровель из битумно-полимерных материалов компании «ТехноНИКОЛЬ». — Москва. Корпорация «ТехноНИКОЛЬ». 2012. —132 с.

Руководство по проектированию и устройству кровель из гибкой черепицы SHINGLAS. — Москва. Корпорации ТехноНИКОЛЬ. 2008. — 104 с.

Руководство по проектированию и устройству кровель из полимерных мембран компании «ТехноНИКОЛЬ». — Москва. Корпорация «ТехноНИКОЛЬ». 3-я редакция. 2010. — 84 с.

Руководство по проектированию и устройству эксплуатируемых и зеленых крыш. — Москва. Корпорация ТехноНИКОЛЬ. 2012. — 132 с.

Руководство по проектированию и устройству звукоизоляции строительных конструкций. — Москва. Корпорация ТехноНИКОЛЬ. 2014. — 86 с.

Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции фундаментов. — Москва. Корпорация ТехноНИКОЛЬ. 2012. — 192 с.

Руководство по проектированию тоннельной гидроизоляции. LOGICROOF. — Москва. Корпорация ТехноНИКОЛЬ. 2012. — 28 с.

Румянцев Б.М. Методология создания новых строительных материалов : учебное пособие. / Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков. — Москва : МГСУ, 2012. — 176 с.

Румянцев Б.М. Строительные системы. Часть 1. Системы внутренней отделки. / Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков. Москва : МГСУ, 2012. — 282 с.

Румянцев Б.М. Декоративно-акустические гипсосодержащие материалы : учебное пособие. / Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков. А.В. Орлов. — Москва : МГСУ, 2014. — 254 с.

Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. Учеб. пособие для строит. спец. Вузов / И.А. Рыбьев. — 2-е изд., испр. — Москва : Высшая школа, 2004. — 604 с.

Сухих К.Н. Руководство по проектированию и монтажу однослойных кровель из полимерных мембран Корпорации ТехноНИКОЛЬ. Редакция 2 / К.Н. Сухих — Москва : ЗАО ТехноНИКОЛЬ, 2007. — 47 с.

Теплоизоляционные материалы и конструкции : учебник. 2-е изд., испр. и доп./ Ю.Л. Бобров, К.Е. Овчаренко, Б.М. Шойхет и др**.** — Москва : ИНФРА-М, 2010. —380 с.

Технология гидроизоляционных материалов: учебник для вузов. / Рыбьев И.А., Владычин А.С., Казеннова Е.П. и др. — Москва : Высшая школа, 1991. — 288 с.

Технология строительных процессов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, Б.В. Сысоев, и др. : — Москва : «Высшая школа», 2001. — 463 с.

Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / А.Б. Фадеев. — Санкт Петербург. Гос. архит.-строит. ун-т. , 2007. — 53 с.

Фисюренко Д.А. Руководство по проектированию и устройству кровель из битумно-полимерных материалов компании ТехноНИКОЛЬ. Редакция № 4. / Д.А. Фисюренко, С.Н. Колдашев, А.Н. Лычиц. — Москва : ЗАО ТехноНИКОЛЬ, 2012. — 132 с.

Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 5-е / К.Ф. Фокин. — Москва : «АВОК-Пресс», 2006. — 256 с.

Цыпкина О.Я. Гидроизоляция и антикоррозионная защита железобетонных конструкций и сооружений / О.Я. Цыпкина. — Киев, 1977. — 80 с.

Шнейдерова В.В. Антикоррозионные лакокрасочные покрытия в строительстве / В.В. Шнейдерова. — Москва, 1980. — 180 с.

Эрнст В. Кровельная изоляция. Кровельное озеленение. Серия книг. Пер. с немецкого Ростиславова Р.А. / *В. Эрнст.* Издательство «Вольфганг Эрнст D-82049 Пуллах», 2004. — 120 с.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. 2008. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing — Green Roofing Guideline. —Bonn.

Justin Henshell. The Manual of below-grade waterproofing systems. —John Wiley & Sons, Inc., 2000**.**

National Roofing Contractors Association (NRCA). 2009. The NRCA Vegetative Roof Systems Manual — Second Edition. —Rosemont, Illinois.

Jack Masters. The original basement waterproofing handbook. 2011.

Kubal M.T. Construction waterproofing handbook. —McGraw, Inc., 2008.

Kubal M.T. Waterproofing the building envelope. —McGraw, Inc., 1993.

Рекомендуемые нормативные документы

Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Редакция от 28.12.2013 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2014).

Федеральный закон №184-ФЗ от 27.12.2002 г. «О техническом регулировании».

ВСН 104-93 «Нормы по проектированию и устройству гидроизоляции тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом». Редакция от 23.06.2014 (с изм. и доп. N 160-ФЗ, вступ. в силу с 01.07.2014)

ГОСТ 2678-94 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний».

ГОСТ 30403-96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности».

ГОСТ 30547-97 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия».

ГОСТ Р. 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандартизация в РФ. Стандарты национальные РФ. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».

МДС 55-1. 2005 «Стены с теплоизоляцией из пенополистирола и минераловатных плит с отделочным слоем из тонкослойной штукатурки. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов».

Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме».

СанПиН 2.1.2.2645–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы».

СНиП 2.06.09-84 (с поправкой 2003) «Туннели гидротехнические».

СНиП 2.06.15-85 (2000) «Инженерная защита территории от затопления и подтопления».

СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия».

СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные».

СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве».

СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

СНиП 23-01-99 (2003) «Строительная климатология».

СНиП 31.05.2003 «Общественные здания административного назначения».

СНиП 32-02-2003 «Метрополитены».

СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001».

СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85».

СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

СП 17.13330.2011 «Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76».

СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*».

СП 23.13330.2011 «Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85».

СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».

СП 23–101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

СП 23–103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий».

СП 29.13330.2011 «Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88».

СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85».

СП 31–105-2002 «Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом».

СП 32–105-2004 «Метрополитены».

СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87».

СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004».

СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003».

СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003».

СП 55.13330.2011 «Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001».

СП 57.13330.2011 «Складские здания. Актуализированная редакция СНиП 31-04-2001».

СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».

СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003».

СП 109.13330.2012 «Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02-87».

СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009».

СТ СЭВ 4867-84 «Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий. Нормы».

СТО 58239148-001-2006 «Системы наружной теплоизоляции стен зданий с отделочным слоем из тонкослойной штукатурки «Ceresit». Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. Инструкция по монтажу». Технические описания. М. 2007.

Учебное издание

Румянцев Борис Михайлович,
Жуков Алексей Дмитриевич

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебное пособие

Верстка *И. Д. Бочаровой*

Подписано к печати 15.09.2014 г. Формат 60×84/16.
Уч.-изд. л. 35,7. Усл.-печ. л. 37,2. Тираж 1000 экз. Заказ № 12000001564

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный строительный университет».
129337, Москва, Ярославское ш., 26

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел. +7 (495) 287-49-14, вн. 13-71, +7 (499) 188-29-75, 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «НФП», филиал ОАО «ТПК»,
127299, г. Москва, ул. Клары Цеткин, д.18, корп. 5,
тел.: +7 (495) 232-45-00

Ляпидевская Ольга Борисовна
МГСУ, Институт строительства и архитектуры, профессор кафедры «Строительные материалы», к.т.н.

В программу обучения бакалавров и специалистов, обучающихся по направлению «Строительство» включена новая дисциплина «Строительные материалы и системы». Единого пособия по этой теме на сегодняшний день нет (точнее, не было). Поэтому данное учебное пособие по строительным системам – очень нужная и своевременная книга. Авторами проделана огромная работа по сбору материала и его обработке.
В целом, учебное пособие выполнено на хорошем уровне и вполне может быть рекомендовано для студентов строительных специальностей, магистрантов, аспирантов, а также инженеров-строителей и проектировщиков.

Мальцева Ирина Николаевна
Ученый секретарь Ученого Совета Строительного института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, доцент кафедры архитектуры, к.т.н.

Данное пособие по своим информационным качествам может быть использовано действующими проектировщиками, специалистами всех уровней в области строительства, т.к. в учебном пособии приведены не только схемы, чертежи и таблицы, но и технологические карты и подробный перечень технологических шагов при производстве работ, связанных с тепло-, паро- и гидроизоляцией строительных систем. Учебное пособие является современным, актуальным, полезным и практически ценным.

Ураксин Урал Газизович
Председатель правления СРО НП «Башкирское общество архитекторов и проектировщиков»

Пособие методически целостно. В каждой части приводится анализ особенностей эксплуатации конструкций, основные проектные решения строительных систем с учетом отечественного и мирового опыта.
Важно отметить, что приведенные в данном пособии проектные решения согласованы с ведущими проектными институтами страны и не противоречат мировому опыту.
Учебное пособие может быть рекомендовано для широкого использования специалистами проектных организаций направления «Промышленно-гражданское строительство».

ISBN 978-5-7264-0885-9