

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ  
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

---

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт  
противопожарной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель начальника  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России  
доктор технических наук

И.Р.Хасанов



"3" июня 2013 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

по оценке классов пожарной опасности и пределов  
огнестойкости совмещенных покрытий с утеплителем из экструзионного пено-  
полистирола и рулонной кровлей,  
а также рекомендации по применению таких покрытий  
в зданиях различного функционального назначения  
(ООО "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы")

МОСКВА 2013 г.



МЧС РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

**(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)**

мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903

Телефон: (495) 521-23-33. Факс: (495) 529-82-52, 524-98-99

E-mail: [vniiipo@mail.ru](mailto:vniiipo@mail.ru); <http://www.vniiipo.ru>

30.05.2013 № 2417-13-204

На № б/н от 29.05.2013 г.

Руководителю направления  
"Технониколь XPS"  
Технической Дирекции корпорации  
"Технониколь"

Д.Г. Михайлиди

ул. Гиляровского, д. 47, стр. 5,  
г. Москва

Уважаемый Дмитрий Георгиевич!

Специалисты института ознакомились с представленными Вами изменениями и дополнениями, которые предполагается внести в ранее выданное "Заключение по оценке классов пожарной опасности и пределов огнестойкости совмещенных покрытий с утеплителями из экструзионного пенополистирола и рулонной кровли, а также рекомендации по применению таких покрытий в зданиях различного функционального назначения (ООО "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы)" от 06.12.2011 г.

В результате анализа полученных материалов (на 2-х листах) установлено, что предлагаемые Вами изменения и дополнения фактически не повлияют на величины пожарно-технических характеристик, приведенных в рассматриваемом "Заключении...", и могут быть приняты в целом.

Направляем Вам "Заключение..." с изменениями и дополнениями.

Приложение. "Заключение по оценке классов пожарной опасности и пределов огнестойкости совмещенных покрытий с утеплителями из экструзионного пенополистирола и рулонной кровли, а также рекомендации по применению таких покрытий в зданиях различного функционального назначения (ООО "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы)" с изменениями и дополнениями, на 44 п., только в адрес.

Заместитель начальника

И.Р. Хасанов





**МИНИСТЕРСТВО  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ  
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ  
(МЧС РОССИИ)**

Театральный проезд, 3, Москва, 109012

Тел.: 626-39-01; факс: 624-19-46

Телетайп: 114-833 «ОПЕРОН»

E-mail: info@mchs.gov.ru

15 MAR 2011

№

19-2-4-858

На №

01.02.613 от 18.11.2010

Генеральному директору  
ООО «ТехноНИКОЛЬ-Строительные  
системы»

А.Н. Ларцеву

Г. Москва, ул. Гиляровского, 47, стр. 5

Департамент надзорной деятельности МЧС России, рассмотрев Ваше обращение, сообщает, что область применения Заключения ФГУ ВНИИПО МЧС России по оценке классов пожарной опасности совмещенных покрытий с утеплителем из экструзионного пенополистирола и рулонной кровлей, а также рекомендации по применению таких покрытий в зданиях различного функционального назначения по территориальному признаку не ограничивается.

При этом требования, установленные нормативными правовыми актами и нормативными документами по пожарной безопасности, должны выполняться в полном объеме.

Заместитель главного государственного  
инспектора Российской Федерации  
по пожарному надзору –  
заместитель директора Департамента  
надзорной деятельности

А.Н. Гилетич

А.А. Макеев  
212-07-44

362810

## **С О Д Е Р Ж А Н И Е**

|                                                                                                                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Общие сведения .....</b>                                                                                                                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>2 Краткая характеристика покрытий .....</b>                                                                                                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>3. Критерии оценки классов пожарной опасности покрытий .....</b>                                                                                                                                         | <b>7</b>  |
| <b>4. Результаты оценки классов пожарной опасности покрытий .....</b>                                                                                                                                       | <b>8</b>  |
| <b>4.1 Покрытия по железобетонным плитам сплошного сечения, многопустотным, или ребристым.....</b>                                                                                                          | <b>8</b>  |
| <b>4.2 Покрытия по стальному листу .....</b>                                                                                                                                                                | <b>10</b> |
| <b>5. Оценка пределов огнестойкости конструкций покрытий.....</b>                                                                                                                                           | <b>10</b> |
| <b>5.1 Противопожарные требования и критерии оценки огнестойкости покрытий.....</b>                                                                                                                         | <b>10</b> |
| <b>5.2 Проектные решения для несущих элементов покрытий .....</b>                                                                                                                                           | <b>11</b> |
| <b>6 Общие выводы.....</b>                                                                                                                                                                                  | <b>13</b> |
| <b>7 Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения.....</b>                                                                                     | <b>14</b> |
| <b>8 Исполнители.....</b>                                                                                                                                                                                   | <b>16</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Примеры расчета пределов огнестойкости железобетонных элементов покрытий .....</b>                                                                                           | <b>17</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное). Номограммы прогрева железобетонных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии.....</b>                                                         | <b>31</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ В(обязательное). Эскизы конструкций совмещенных покрытий с перечнем используемых в них материалов, а также результаты оценки их классов пожарной опасности и пределов огнестойкости .....</b> | <b>34</b> |

## **1 Общие сведения**

Заказчик работы – ООО "ТехноНИКОЛЬ – Строительные системы", 129110, г. Москва, ул. Гиляровского, 47, стр. 5.

Основание для проведения работы – гарантийное письмо ООО "ТехноНИКОЛЬ – Строительные системы " исх. № 01.02.515 от 18.10.2011 г (сч. № 3310/Н-3.2 от 09.11.2011 г.).

Документация, представленная на рассмотрение:

- чертежи (эскизы) конструкций совмещенных покрытий на основе стального профлиста и железобетонных плит различных типов с утеплителем из экструзионного пенополистирола и рулонной кровлей;

- описание конструкций покрытий с характеристикой используемых в них материалов;

- ТУ 5762-010-74182181-2012 «ПЛИТЫ МИНЕРАЛОВАТНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ТЕХНО»

- СТО 72746455-3\_3\_1-2012 «Плиты пенополистирольные экструзионные. Технические условия»;

- ТУ 5774-049-72746455-2011 "Материал рулонный кровельный битумно-полимерный Техноэласт СОЛО";

- ТУ 5774-003-00287852-99 "Материал рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный водостойкий ТЕХНОЭЛАСТ. Технические условия"; извещения № 1,2,3,4 об изменении указанного ТУ;

- ТУ 5774-004-72746455-2007 на «Материал рулонный гидроизоляционный самоклеящийся битумно-полимерный Техноэласт-Барьер. Технические условия»; извещение № 1 об изменении указанного ТУ;

- ТУ 5774-001-17925162-99 "Материал рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный УНИФЛЕКС. Технические условия"; извещения № 1,2,3,4,5,6 об изменении указанного ТУ;

- ТУ 5774-001-56818267-2005 "Материал рулонный полимерный кровельный и гидроизоляционный LOGICROOF. Технические условия"; извещение № 1,2,3,4,5 об изменении указанного ТУ;

- ТУ 5774-018-72746455-2007 "Материал рулонный полимерный кровельный и гидроизоляционный ECOPLAST. Технические условия"; извещение № 1 об изменении указанного ТУ;

- ТУ 5774-008-17925162-2002 "Материал рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый БИПОЛЬ. Технические условия"; Технические условия"; извещение № 1,2,3 об изменении указанного ТУ;

- копии сертификатов пожарной безопасности на основные изоляционные материалы, используемые в совмещенных покрытиях.

## **2 Краткая характеристика покрытий**

Все представленные на рассмотрение виды покрытий с утеплителем из экструзионного пенополистирола по типу несущего основания можно разделить на конструкции по железобетонным плитам и конструкции по штампованному профлисту, в свою очередь покрытия по железобетонным плитам – на совмещенные (традиционные), балластные, инверсионные, балластные эксплуатируемые, вентилируемые ремонтные, сплошные ремонтные.

**2.1** В качестве железобетонного основания могут быть использованы сплошные (монолитные), пустотные или ребристые плиты. После монтажа стыки между отдельными плитами на всю их толщину (высоту ребер) замоноличиваются цементно-песчаным раствором. На поверхности конструкций не допускаются обнаженные участки рабочей стальной арматуры или сетки. По толщине защитного слоя бетона до центра тяжести стальных стержней рабочей арматуры (и ее отклонениям) плиты заводского изготовления должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015-2003, остальные - требованиям СНиП 52-01-2003.

Минимальная толщина монолитных (сплошных) железобетонных плит заводского изготовления, выпускаемых по ГОСТ 12767-94, или по другой нормативной документации, составляет 120 мм, тип армирования - двойная стальная арматура или сетка. Плиты изготавливаются, как правило, из бетона плотностью не менее  $2200 \text{ кг/м}^3$  на гранитном щебне.

Минимальная толщина пустотных железобетонных плит, выпускаемых по ГОСТ 9561-91, составляет 160 мм с круглыми (овальными) пустотами диаметром не менее 114 мм. Такие плиты могут изготавливаться из тяжелого бетона по ГОСТ 26633 (плотность – не менее  $2200 \text{ кг/м}^3$ ), силикатного бетона по ГОСТ 25214 (плотность – не менее  $1800 \text{ кг/м}^3$ ), а также легкого бетона по ГОСТ 25820-2000 (плотность – не менее  $1400 \text{ кг/м}^3$ ).

Минимальная толщина сечения ребристых плит (по требованиям ГОСТ 21506-87 и ГОСТ 27215-87) составляет 50 мм (в том числе плит толщиной 30 мм с выравнивающей стяжкой толщиной не менее 20 мм), а высота ребер – 300 или 400 мм. Плиты могут изготавливаться из тяжелого бетона на гранитном щебне (плотность – не менее  $2200 \text{ кг/м}^3$ ), или легкого бетона средней плотностью не менее  $1800 \text{ кг/м}^3$ .

**2.1.1** По бетонному основанию в совмещенных (традиционных) покрытиях (поз. 1 в таблице) последовательно укладываются:

- пароизоляционный слой – битумный или битумно-полимерный наплавляемый материал толщиной до 4,0 мм, а также полиэтиленовая армированная или неармированная пленка толщиной 75-300 микрон; при уклоне покрытия до 10 % пароизоляция из горючих наплавляемых материалов может укладываться насухо, при уклонах более 10 % - должна наплавляться по всей поверхности бетонного основания;

- утеплитель – плиты пенополистирольные экструзионные «ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON 300/400» плотностью 30,1-38  $\text{кг/м}^3$ , «ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID» плотностью 38,1-45  $\text{кг/м}^3$  и толщиной по

расчету, выпускаемые по СТО 72746455-3.3.1-2012; по представленным декларациям соответствия указанные выше марки плит имеют следующие пожарно-технические показатели, установленные в ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: Г4, В2, Д3, Т2-для плит «ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON 300/400» и «ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID». Также могут быть применены при необходимости плиты из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS клиновидной формы для создания уклона на плоской крыше;

В качестве теплоизоляционного слоя в комбинированной кровельной конструкции (см. поз. 15 таблицы приложения В) используется пенополистирол марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400 RF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400, которые согласно представленным сертификатам соответствия имеют следующие пожарно-технические показатели: Г3/Г4, В2, Д3, Т2.

- армированная стяжка толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаного раствора по разуклонке из керамзитового гравия или керамзитобетона;

- кровля – два слоя материала горючего рулонного наплавляемого битумно-полимерного водостойкого общей толщиной не более 8,0 мм.

**2.1.2** В качестве балласта в инверсионных и балластных конструкциях (см., например, поз. 2,3 таблицы) может применяться гранитный гравий фракции 20-40 мм или тротуарная плитка толщиной не менее 40мм. Вес балласта рассчитывается с учетом величины ветровой нагрузки на здание и составляет не менее 50 кг/м<sup>2</sup>. Насыпная плотность гранитного гравия составляет около 1,32-1,39 кг/м<sup>3</sup>.

В качестве кровли в балластных покрытиях (см., поз.2 таблицы) могут быть использованы рулонные полимерные кровельные материалы - LOGICROOF ТУ 5774-001-56818267-2005 с изм. № 1,2,3,4,5 или ECOPLAST ТУ 5774-018-72746455-2007 с изм. № 1. По представленным сертификатам соответствия указанные выше материалы LOGICROOF и ECOPLAST марки V-RP имеет следующие пожарно-технические показатели: горючесть не ниже Г2, В2, РП1 (для марки LOGICROOF V-RP 1,2 мм Г1, В2, РП1).

В качестве кровли в инверсионном покрытии (см., поз. 3 таблицы) используются два слоя материала рулонного наплавляемого битумно-полимерного общей толщиной не более 10 мм.

**2.1.3** В инверсионных, покрытиях в качестве внешних слоев (см. поз. 4,5,6 таблицы) могут использоваться тротуарная армированная плитка толщиной не менее 40 мм, укладываемая по стяжке, растительный грунт толщиной не менее 50 мм, или железобетонные плиты толщиной не менее 100 мм в сочетании со слоем из асфальтобетона (под транспортную нагрузку).

В конструкции покрытия (см., поз. 7 таблицы) в качестве внешнего слоя предусматривается установка армированной тротуарной плитки на пластиковых опорах, при этом величина воздушного зазора, создаваемого опорами, может составлять от 10 до 620 мм.

**2.1.4** При ремонтах кровель жилого фонда иногда невозможно восстановить нарушения пароизоляции и утеплителя. В этих случаях для восстановления функционирования покрытия используют решения, представленные в таблице приложения В на поз. 8 и 9, 10, 11.

В инверсионных покрытиях жилых зданий (см., поз. 8, 10 таблицы приложения В) доутепление верхней ребристой плиты производят экструзионным полистиролом ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON 300/400 в качестве внешних слоев используются защитный слой из нетканого полотна развесом 300-500 г/м<sup>2</sup> в сочетании с гравийной посыпкой.

Для ремонта может использоваться и система со сборной стяжкой (см., поз. 9, 11 таблицы приложения В). В качестве кровли применяют два слоя наплавленного битумного материала общей толщиной не более 8,0 мм, укладываемых по сборной стяжке из прессованных асбестоцементных листов толщиной не менее 4,0 мм или слабогорючих цементно-стружечных плит толщиной не менее 6,0 мм.

**2.1.5** В совмещенных покрытиях по бетонному основанию (поз. 12 таблицы приложения В) в качестве кровли используются два слоя наплавленного битумного материала общей толщиной не более 8,0 мм по сборной стяжке из прессованных а/ц листов толщиной не менее 20 мм (ЦСП или фиброцементных плит). Данный вариант покрытия применяется, когда использование мокрых процессов нежелательно (ремонт зимой) или экономически невыгодно (кровли до 300 м.кв.).

Полностью склеенная ремонтная система (поз. 13 таблицы приложения В) используется при доутеплении кровли, если механическое крепление к основанию невозможно, а дополнительная нагрузка на плиты покрытия нежелательна. В качестве кровли в таких покрытиях используется ПВХ-мембраны ECOPLAST или LOGICROOF толщиной не более 2,0 мм. Эти ПВХ-мембраны приклеиваются к утеплителю полиуретановым клеем с расходом 300 г/м<sup>2</sup>.

При восстановлении пароизоляции и теплоизоляционного слоя в покрытиях с техническим этажом (поз. 14 таблицы приложения В) в качестве утеплителя применяются плиты из экструзионного пенополистирола «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS», а в качестве кровли по плитам покрытия, наплавленные битумные материалы.

**2.2** Совмещенное покрытие по настилу из стальных профилированных листов (поз. 15-19 таблицы приложения В) представляет собой многослойную конструкцию, основными элементами которой являются:

- пароизоляция - полиэтиленовая армированная или неармированная пленка толщиной 75-300 микрон (Универсальная пароизоляция ТехноНИКОЛЬ, Пароизоляционная пленка ТехноНИКОЛЬ). Также в качестве пароизоляционного материала допустимо применять битумно-полимерные материалы толщиной не более 2,0 мм (Техноэласт Барьер, Унифлекс Л ЭММ, Паробарьер), уложенная поверх стальных профилированных листов;

- комбинированный утеплитель:



- нижний слой толщиной не менее 50 мм – негорючие плиты теплоизоляционные минераловатные "ТЕХНОРУФ Н30" или "ТЕХНОРУФ Н35", выпускаемые по ТУ 5762-010-74182181-2012. Плотность указанных плит составляет, не менее 100 и 105 кг/м<sup>3</sup> соответственно;

- верхний слой толщиной от 40 до 200 мм – плиты пенополистирольные экструзионные ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400 RF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400 выпускаемые по СТО 72746455-3.3.1-2012;

- верхний слой толщиной не менее 40 – негорючие плиты теплоизоляционные минераловатные "ТЕХНОРУФ В60" или "ТЕХНОРУФ В70", выпускаемые по ТУ 5762-010-74182181-2012. Плотность указанных плит составляет, не менее 165 и 175 кг/м<sup>3</sup> соответственно;»

в) разделительный слой из стеклохолста плотностью 100 г/м<sup>2</sup>;

г) кровля – ПВХ, ТПО – мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2,0 мм. Также возможно использование кровельного покрытия из битумно-полимерного материала – один или два слоя материала горючего рулонного наплавленного или механически фиксируемого битумно-полимерного водостойкого общей толщиной не более 8,0 мм

### **3. Критерии оценки классов пожарной опасности покрытий**

В соответствии со статьей 36 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" класс пожарной опасности строительных конструкций (в т.ч. покрытий) определяется в соответствии с таблицей 6 приложения к этому закону. Численные значения критериев отнесения строительных конструкций к определенному классу пожарной опасности определяются в соответствии с методом, установленным в ГОСТ 30403-96 "Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности".

При установлении классов пожарной опасности конструкций (в т.ч. покрытий) по ГОСТ 30403-96 определяются следующие показатели:

- наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов;

- наличие пламенного горения газов или расплавов, выделяющихся из конструкции в результате термического разложения составляющих её материалов;

- размеры повреждения конструкции и составляющих её материалов.

При оценке классов пожарной опасности конструкций учитываются характеристики пожарной опасности (горючесть, воспламеняемость и дымообразующая способность) составляющих конструкцию материалов, поврежденных при испытаниях по указанному выше методу (в рассматриваемых случаях – это, в первую очередь, пароизоляция, а также утеплитель из пенополистирола).

Испытания покрытий на пожарную опасность по ГОСТ 30403-96 проводятся в течение времени, которое соответствует требуемому пределу огнестойкости этих конструкций, но не более 45 мин (0,75 ч).

С учетом требований п. 9.3 и 9.4 ГОСТ 30403-96 образцы покрытий испытывают в ненагруженном состоянии с нижней стороны.

При оценке классов пожарной опасности конструкций не учитывается повреждение слоев пароизоляции толщиной не более 2,0 мм.

Допустимая площадь тонких полимерных кровель в совмещенных покрытиях без гравийной посыпки и устройство противопожарных поясов (в случае применения в конструкции горючих утеплителей) регламентируется таблицей 4 СП 17.13330.2011 «Кровли» (Актуализированная редакция СНиП II-26-76).

Имеющиеся во ВНИИПО опытные данные по прогреву железобетонных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии, а также результаты огневых испытаний аналогичных по конструкции ограждений, позволяют оценить класс пожарной опасности рассматриваемых видов покрытий без проведения испытаний крупногабаритных опытных образцов.

#### **4. Результаты оценки классов пожарной опасности покрытий**

Стандартные испытания конструкций на пожарную опасность проводятся на двухкамерной установке, причем в огневой камере создается стандартный температурный режим по ГОСТ 30247.0-94 (который реализуется и при испытаниях конструкций на огнестойкость), а в тепловой камере – специальный температурный режим, характеризующийся следующей зависимостью:

$T - T_0 = 200 \lg (8t + 1)$ , где:

$T$  – температура в тепловой камере, °С, соответствующая времени  $t$ , мин;

$T_0$  – температура в тепловой камере до начала огневого воздействия (принимается равной температуре окружающей среды), °С;

$t$  – время, исчисляемое от начала испытания, мин.

Поэтому часть испытываемого образца, расположенная у проема тепловой камеры (контрольная зона, где регистрируются все необходимые параметры), подвергается менее интенсивному тепловому воздействию, чем в огневой (где обеспечивается стандартный температурный режим).

С учетом изложенного реакция на тепловое воздействие (повреждение, тепловой эффект или горение) изоляционных слоев конструкций, расположенных в контрольной зоне образцов, наступает, как правило, позднее чем в огневой камере, где обеспечивается стандартный температурный режим.

##### **4.1 Покрытия по железобетонным плитам сплошного сечения, многопустотным, или ребристым.**

Для приближенной оценки классов пожарной опасности покрытий по железобетонному основанию необходимо и достаточно определить время прогре-

ва основы при воздействии "стандартного пожара" до температуры начала плавления или термического разложения горючих изоляционных слоев конструкций (пароизоляции толщиной более 2,0 мм или утеплителя из экструзионного пенополистирола). Возможное увеличение толщины бетонного основания за счет устройства стяжки из цементно-песчаного раствора не учитывается.

По данным, представленным заказчиком, температур плавления пароизоляции из битумно-полимерных материалов составляет около 120 °С, из полиэтиленовой пленки – 130 °С, кровель из ПВХ-мембран 150 °С, утеплителя из экструдированного пенополистирола – минимум 150 °С; температура самовоспламенения ПВХ-мембран 220-250 °С.

Следовательно, при оценке классов пожарной опасности рассматриваемых видов совмещенных покрытий в условиях теплового воздействия снизу необходимо учитывать минимальную температуру, при которой горючие материалы (пароизоляция или пенополистирол) покрытий реагируют на стандартное тепловое воздействие.

Время задержки реакции горючих изоляционных материалов на тепловое воздействие за пределами непосредственного воздействия высоких температур идет в запас по пожарной безопасности покрытий.

Известно, что увеличение температуры в сечениях железобетонных элементов, а также на их необогреваемой поверхности при одностороннем тепловом воздействии зависит от множества факторов, в том числе от вида бетона, его плотности, типа вяжущего и заполнителя, соотношения площади обогрева к площади поперечного сечения элементов, режима нагрева, влажности бетона и т.д.

Плиты из легкого бетона или плиты с выравнивающей стяжкой прогреваются медленнее, чем плиты из тяжелого бетона. Это объясняется тем, что с уменьшением объемного веса (плотности) снижается коэффициент теплопроводности бетона, вследствие чего отвод тепла от поверхности вглубь конструкции замедляется, в то же время увеличивается температура ее обогреваемой поверхности.

Следовательно, при оценке времени прогрева основы покрытий до температуры 120 или 150°С прежде всего следует учитывать поведение сплошных (монолитных) железобетонных плит из тяжелого бетона толщиной 50 и 120 мм. Эффективная толщина многопустотных плит толщиной 160 мм из тяжелого бетона для оценки времени их прогрева определяются делением площади поперечного сечения таких плит (за вычетом площадей пустот) на их ширину. По выполненным расчетам эффективная толщина многопустотных плит составляет от 115 до 125 мм, т.е. фактически соответствует толщине сплошных (монолитных) железобетонных плит, используемых в рассматриваемых конструкциях совмещенных покрытий.

В приложении В (обязательном) на рисунке 1 приведены данные по прогреву необогреваемой поверхности бетонных плит толщиной 50 мм плотностью 2330 кг/м<sup>3</sup> и влажностью 2,0 % на гранитном заполнителе при одностороннем

тепловом воздействии по стандартному температурному режиму, на рисунке 2 - данные по прогреву таких же плит толщиной 120 мм. Эти данные получены расчетом в соответствии с "Инструкцией по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе применения ЭВМ", М., ВНИИПО, 1975.

Установлено, что время прогрева бетонных плит толщиной 50 мм до температуры плавления 120 °С пароизоляции из битумных полимерных материалов толщиной более 2,0 мм, или до температуры плавления 150 °С пенополистирольных плит известных марок составляет не менее 30 мин; время прогрева бетонных плит с эффективной толщиной 120 мм - не менее 100 мин.

## 4.2 Покрытия по стальному листу

Известно, что совмещенные покрытия с основой из стального оцинкованного профилированного листа с полностью негорючими утеплителями, горючей пароизоляцией толщиной менее 2,0 мм и рулонной кровлей относятся к классу пожарной опасности К0.

Испытаниями на пожарную опасность опытных образцов таких совмещенных покрытий с комбинированным утеплителем (например, при сочетании нижнего слоя толщиной не менее 50 мм из негорючих минераловатных плит определенной плотности с верхним слоем из сильногорючих пенополистирольных плит типа ПСБ, ПСБ-С, и т.п.) установлено, что даже в таком варианте покрытие может быть отнесено по ГОСТ 30403-96 к классу пожарной опасности К0 (15) (см. разработанные ВНИИПО рекомендации "Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий с основой из стального профилированного листа и утеплителем из пенополистирола" от 05.09.2007 г., которые согласованы с УГПН МЧС России письмом исх. № 19-2-4914 от 26.12.2007 г.).

## 5. Оценка пределов огнестойкости конструкций покрытий

### 5.1 Противопожарные требования и критерии оценки огнестойкости покрытий

При проектировании зданий, требуемые пределы огнестойкости покрытий этих зданий следует принимать в соответствии с требованиями таблицы 1.

**Таблица 1**

| Степень огнестойкости здания | Предел огнестойкости настилов (в том числе с утеплителем) бесчердачных покрытий, не менее |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                            | RE 30                                                                                     |
| II                           | RE 15                                                                                     |
| III                          | RE 15                                                                                     |
| IV                           | RE 15                                                                                     |
| V                            | Не нормируется                                                                            |

Пределы огнестойкости строительных конструкций определяются по ГОСТ 30247.1-94 с учетом требований ГОСТ 30247.0-94. За фактический предел огнестойкости конструкции принимается время в минутах от начала температурного воздействия до достижения одного или нескольких предельных состояний конструкции по огнестойкости.

Согласно ГОСТ 30247.0-94 устанавливаются следующие предельные состояния и обозначения пределов огнестойкости покрытий, применяемые в расчете:

R – потеря несущей способности (обрушение) конструкции:

$$M_{p,t}(N_{p,t}) = M_n(N_n)$$

где  $M_{p,t}(N_{p,t})$  – несущая способность изгибаемой (сжатой или внецентренно сжатой) конструкции при температурном воздействии;

$M_n(N_n)$  – изгибающий момент (продольное усилие) от нормативной или другой рабочей нагрузки.

E – потеря целостности конструкции вследствие образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность могут проникать пламя и продукты горения.

Целостность рассматриваемых конструкций обеспечивается отсутствием в них сквозных отверстий и заполнением стыковых соединений между плитами бетонным раствором на всю толщину плит.

При расчетах влажность бетона принимается равной 1,5 %, что исключает взрывообразное разрушение бетона при пожаре (отчет НИИЖБ ГНЦ "Строительство" Минстроя РФ от 12.8.1996 г.).

На основании этого можно считать, что за время нагрева конструкции потери целостности (E) в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий не произойдет.

## 5.2 Проектные решения для несущих элементов покрытий

Проектные решения для обеспечения огнестойкости выполнены в соответствии с "Инструкцией по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе применения ЭВМ", М., ВНИИПО, 1975, СТО 36554501-006-2006 и EN 1992-1-2-2009.

Значения, приведенные в таблицах 2 и 3, применимы для тяжелого бетона с силикатным заполнителем. Для бетона с карбонатным или легким заполнителем минимальные размеры поперечного сечения железобетонных плит и балок могут быть уменьшены на 10 %.

5.2.1 Плиты железобетонные сплошного сечения, свободно опертые (включая предварительно напряженные).

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости железобетонных плит сплошного сечения со свободным опиранием по двум сторонам (при  $l_y/l_x \geq 2$ ) они должны иметь высоту  $h$  и расстояние от обогреваемой поверхности до оси арматуры «а» не менее значений, указанных в табл. 2.



Таблица 2

| Вид бетона                             | Параметры плиты, при $l_y/l_x \geq 2$ | Минимальная толщина $h$ и расстояние до оси арматуры $a$ , мм, при пределе огнестойкости $RE$ , мин |    |     |
|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
|                                        |                                       | 30                                                                                                  | 60 | 90  |
| Тяжелый бетон с гранитным заполнителем | Толщина плиты, мм                     | 60                                                                                                  | 80 | 100 |
|                                        | Расстояние до оси арматуры, мм        | 10                                                                                                  | 25 | 35  |

### 5.2.2 Плиты многопустотные железобетонные, свободно опертые (включая предварительно напряженные).

Арматура в многопустотных плитах прогревается быстрее, чем в сплошных плитах. При этом разница прогрева в общем виде зависит от размеров пустот, общей высоты сечения панелей и толщины защитного слоя у рабочей арматуры.

При толщине плит 150-200 мм, диаметре пустот 80-160 мм и защитном слое до центра арматуры 20-40 мм коэффициенты уменьшения времени прогрева арматуры до критических температур в пустотелых плитах колеблются от 0,85 до 0,92.

Таким образом, предел огнестойкости многопустотных плит принимается как для сплошных плит с усредненным коэффициентом 0,9 по признаку потери несущей способности  $R$ .

### 5.2.3 Ребристые плиты.

Для оценки огнестойкости ребристых железобетонных плит (в том числе предварительно напряженных) следует проводить расчеты:

- для полок, как для сплошных железобетонных плит, обогреваемых снизу (см. таблицу 2);
- для ребер, как для свободно опертых балок, обогреваемых с 3-х сторон.

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости железобетонных балок, обогреваемых с 3-х сторон со свободным опиранием по двум сторонам они должны иметь ширину « $b$ » и расстояние от обогреваемой поверхности до оси арматуры « $a$ » не менее значений, указанных в таблице 3.

Для балок с переменной шириной, размер « $b$ » принимается на уровне среднего расстояния от нижней поверхности до оси растянутой арматуры.

Таблица 3

| Предел огнестойкости $R$ , мин | Минимальные размеры, мм                                             |           |           |           |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                | Расстояние до оси арматуры « $a$ » и ширины балки « $b_{min}$ », мм |           |           |           |
| 1                              | 2                                                                   | 3         | 4         | 5         |
| 30                             | $b_{min} = 80$<br>$a = 25$                                          | 120<br>20 | 160<br>15 | 200<br>15 |
| 60                             | $b_{min} = 120$<br>$a = 40$                                         | 160<br>35 | 200<br>30 | 300<br>25 |
| 90                             | $b_{min} = 150$<br>$a = 55$                                         | 200<br>45 | 300<br>40 | 400<br>35 |

Для балок с переменной шириной, размер «b» принимается на уровне среднего расстояния от нижней поверхности до оси растянутой арматуры.

#### 5.2.4 Покрытия по стальным балкам с профлистом.

Основным несущим элементом в покрытии являются стальные балки. В соответствии с п. 5.4.2 СП 2.13130.2009, в случаях, когда требуемый предел огнестойкости конструкции указан R 15, допускается применять незащищенные стальные конструкции, если их фактический предел огнестойкости составляет не менее R 8.

Фактический предел огнестойкости несущих стальных балок R 8 будет обеспечен, при условии, что их приведенная толщина металла составляет не менее  $\delta_{np} \geq 5 \text{ мм}$ .

Приведенная толщина металла исследуемой конструкции определяется по формуле:

$$\delta_{np} = \frac{F}{P}$$

где:  $F$  - площадь поперечного сечения конструкции, мм<sup>2</sup>;

$P$  - обогреваемый периметр сечения, мм, выбираемый по таблице 3, в зависимости от конфигурации конструкции и вида облицовки.

Расчет приведенной толщины металла балок покрытий производится при трехстороннем обогреве.

В качестве примера определено, что для двутавровых балок № 40Б2 по ГОСТ 26020-83 приведенная толщина стали при трехстороннем обогреве составляет  $\delta_{np} \equiv 5,48 \text{ мм}$

На основании анализа технической документации и ранее проведенных огневых испытаний с покрытиями из стального профлиста по стальным балкам установлено следующее.

Предел огнестойкости покрытий будет соответствовать RE 15 при использовании в конструкции стального профлиста (ГОСТ 24045-94) толщиной не менее 0,8 мм и несущих балок с приведенной толщиной стали  $\delta_{np} \geq 5 \text{ мм}$  и расстоянием между балками не более 2,5 м.

## **6 Общие выводы**

Результаты оценки классов пожарной опасности и пределов огнестойкости всех представленных на рассмотрение типов покрытий приведены в приложении В.

**6.1** С учетом данных по прогреву сплошных, многопустотных и ребристых железобетонных плит, являющихся основанием для устройства различных типов совмещенных покрытий с утеплителем из горючих пенополистирольных плит, пароизоляции и кровли, а также в соответствии с таблицей 6 приложения к Федеральному закону от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Техниче-

ский регламент о требованиях пожарной безопасности" и ГОСТ 30403-96 конструкции покрытий поз. 1-7,12,13 таблицы приложения В следует отнести к классу пожарной опасности **K0 (45)**; конструкции покрытий поз. 8,9,10,11,14 таблицы приложения В следует отнести к классу пожарной опасности **K0 (30)**.

**6.2** В соответствии с таблицей 6 приложения к вышеуказанному закону, а также ГОСТ 30403-96 и рекомендациями ВНИИПО "Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий с основой из стального профилированного листа и утеплителем из пенополистирола" от 05.09.2007 г., покрытие поз. 15-19 таблицы приложения В следует отнести к классу пожарной опасности **K0 (15)**.

**6.3** Максимально допустимую площадь покрытий с горючей кровлей без дополнительной ее огнезащиты, например, без гравийной засыпки, а также площадь участков, разделенных противопожарными поясами, следует принимать по таблице 4 СП 17.13330.2011 "Кровли" (Актуализированная редакция СНиП II-26-76).

**6.4** Предел огнестойкости покрытий по плитам железобетонным сплошного сечения (минимальной толщиной 120 мм с защитным слоем бетона до оси арматуры 35 мм) или многопустотным (минимальной толщиной 160 мм, диаметром пустот 115 мм, с защитным слоем бетона до оси арматуры 40 мм) в соответствии с требованиями ГОСТ 30247.1-94 составляет **RE 90**.

**6.5** Предел огнестойкости покрытий по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 60 мм, шириной ребра 80 мм, с защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 30247.1-94 составляет **RE 30**.

**6.6** Предел огнестойкости покрытий по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 50 мм, шириной ребра 80 мм, защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 30247.1-94 составляет **RE 15**.

**6.7** Предел огнестойкости покрытий с несущими стальными балками, минимальной приведенной толщиной стали  $\delta_{пр} = 5,0$  мм, по настилу из стального профлиста толщиной не менее 0,8 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 30247.1-94 составляет **RE 15**.

**6.8** В зависимости от типа несущего основания (типа ж/б плиты перекрытия) возможно определять и предел огнестойкости междуэтажных перекрытий по аналогичному расчету.

## **7 Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения**

В соответствии со статьей 37 Федерального закона "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" покрытия зданий, сооружений и отсеков к противопожарным преградам не относятся.

**7.1** Поскольку все рассматриваемые типы покрытий отнесены к классу пожарной опасности К0 по ГОСТ 30403-96, то на основании требований таблицы 22 приложения к Федеральному закону, конструкции, краткая характеристика которых приведена в настоящем заключении, могут использоваться в зданиях с классом конструктивной пожарной опасности С0.

**7.2** При обеспечении совмещенным покрытием на бетонном основании предела огнестойкости не менее RE 30 (таблица 21 приложения к Федеральному закону) конструкции с дополнительной защитой горючей кровли сверху допускается применять в зданиях любой степени огнестойкости и класса функциональной пожарной опасности: общественных, административно-бытовых, производственных, сельскохозяйственных и складских, в т.ч. жилых.

**7.3** Совмещенные покрытия по бетонному основанию с пределом огнестойкости не менее RE 30 (без дополнительной защиты горючей кровли сверху) допускается применять в зданиях любой степени огнестойкости и класса функциональной пожарной опасности с ограничениями по площади и пожарно-техническими показателям кровельных материалов и оснований под кровлю (см. таблицу 4 СП 17.13330.2011 "Кровли").

**7.4** При обеспечении совмещенному покрытию с основой из стального профилированного листа предела огнестойкости не менее RE 15 (без дополнительной защиты горючей кровли сверху) конструкцию допускается применять:

- в жилых зданиях II-IV степени огнестойкости с ограничением по площади и пожарно-техническим показателям кровельных материалов и оснований под кровлю (см. таблицу 4 СП 17.13330.2011 "Кровли");

- в общественных и административно-бытовых зданиях II-IV степеней огнестойкости с вышеуказанными ограничениями по таблице 4 СП 17.13330.2011 "Кровли"; применение рассматриваемого типа покрытия для ограждения кинопроекторных, размещаемых в зданиях IV и V степеней огнестойкости, а также для устройства проходов к наружным открытым лестницам через плоские кровли, не допускается;

- в производственных, сельскохозяйственных и складских зданиях II-IV степеней огнестойкости с вышеуказанными ограничениями по таблице 4 СП 17.13330.2011 "Кровли".

## 8 Исполнители

Начальник отдела 3.2.  
канд. техн. наук



А.А. Косачев

Начальник сектора

С.Т. Лежнев

Главный научный сотрудник  
доктор техн. наук

В.И. Голованов

Ведущий научный сотрудник  
канд. техн. наук

В.С. Харитонов

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)

Примеры расчета пределов огнестойкости железобетонных элементов  
покрытий



## 1 Расчет пределов огнестойкости железобетонных элементов покрытий

Для подтверждения правильности выбранных минимальных размеров железобетонных плит и балок, в соответствии с параметрами таблицы 2 и 3 настоящего заключения, проведен расчет пределов огнестойкости этих конструкций.

### 1.1 Общие расчетные положения

Расчет выполнялся на основании ранее проведенных испытаний железобетонных конструкций, "Инструкции по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе применения ЭВМ", М., ВНИИПО, 1975, а также СТО 36554501-006-2006.

Расчет прогрева конструкций производился при воздействии стандартного температурного режима по ГОСТ 30247.0-94 по зависимости:

$$T - T_0 = 345 \lg(8t + 1)$$

В расчете на огнестойкость, исследуемых железобетонных строительных ограждающих конструкций, рассматривается тепловое воздействие (рис. 1 настоящего приложения) со стороны, обращенной при эксплуатации к помещению.

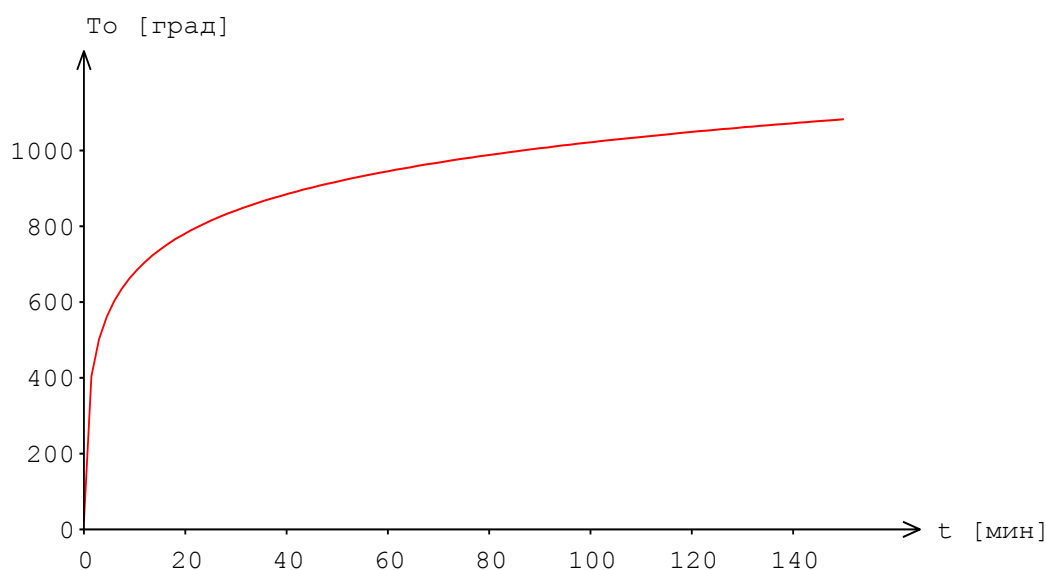


Рис. 1. Зависимость температуры "стандартного пожара" от времени

В расчете на огнестойкость исследуемых железобетонных строительных ограждающих конструкций рассматривается тепловое воздействие (рис. 1 настоящего приложения) со стороны, обращенной при эксплуатации к помещению.

Изменение теплофизических и прочностных характеристик бетона и арматуры от температуры представлены на рис. 2-10 настоящего приложения.

При расчетах влажность бетона принимается равной 1,5 %, что исключает

взрывообразное разрушение бетона при пожаре (СТО 36554501-006-2006 и отчет НИИЖБ ГНЦ "Строительство" Минстроя РФ от 12.8.1996 г.).

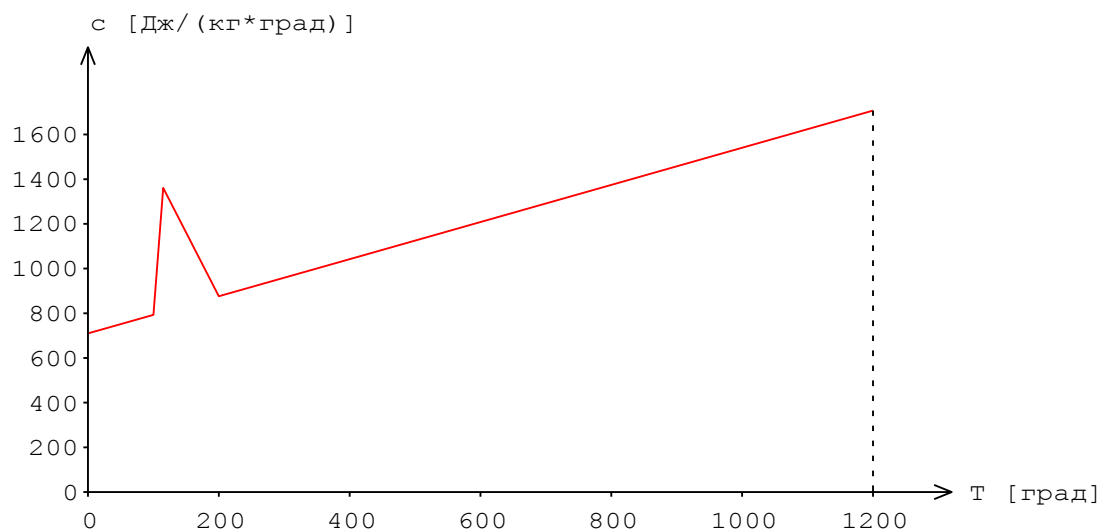


Рис. 2. Зависимость удельной теплоемкости  $C$  бетона от температуры.

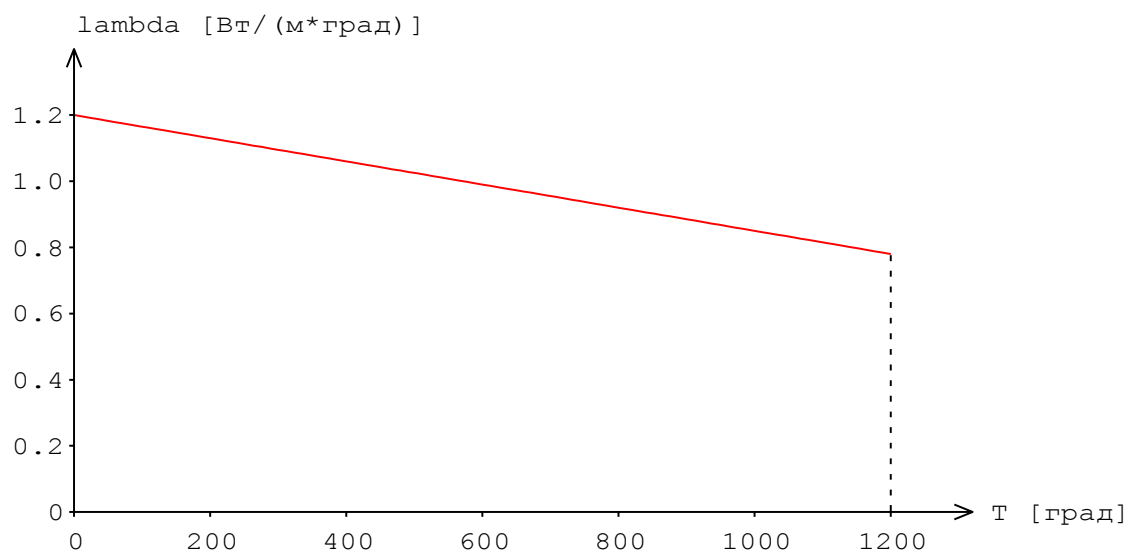


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопроводности  $\lambda$  бетона от температуры.

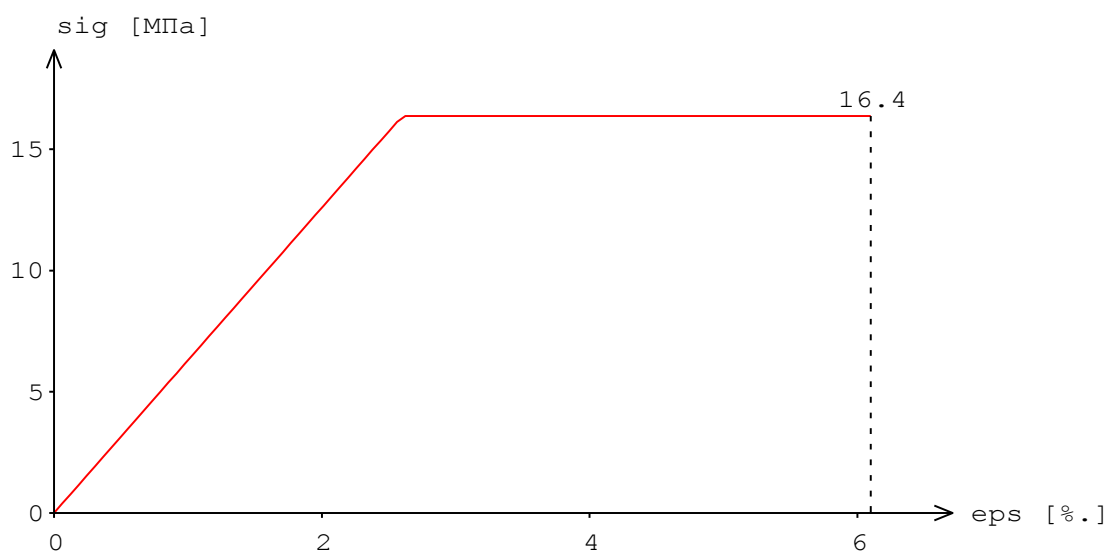


Рис. 4. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 200 °С

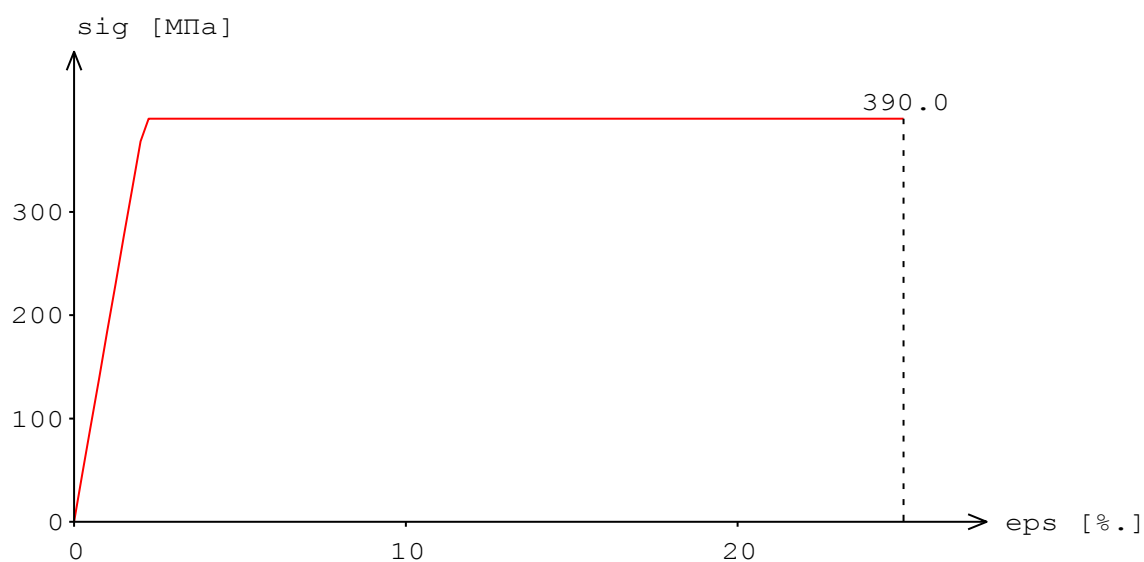


Рис. 5. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 200 °С.

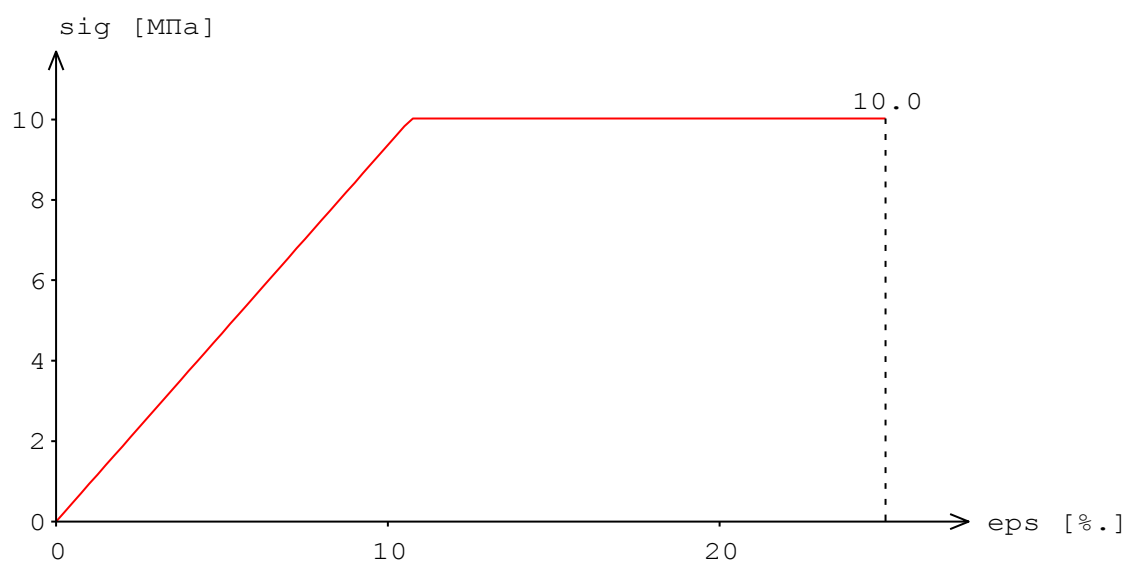


Рис. 6. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 600 °С.

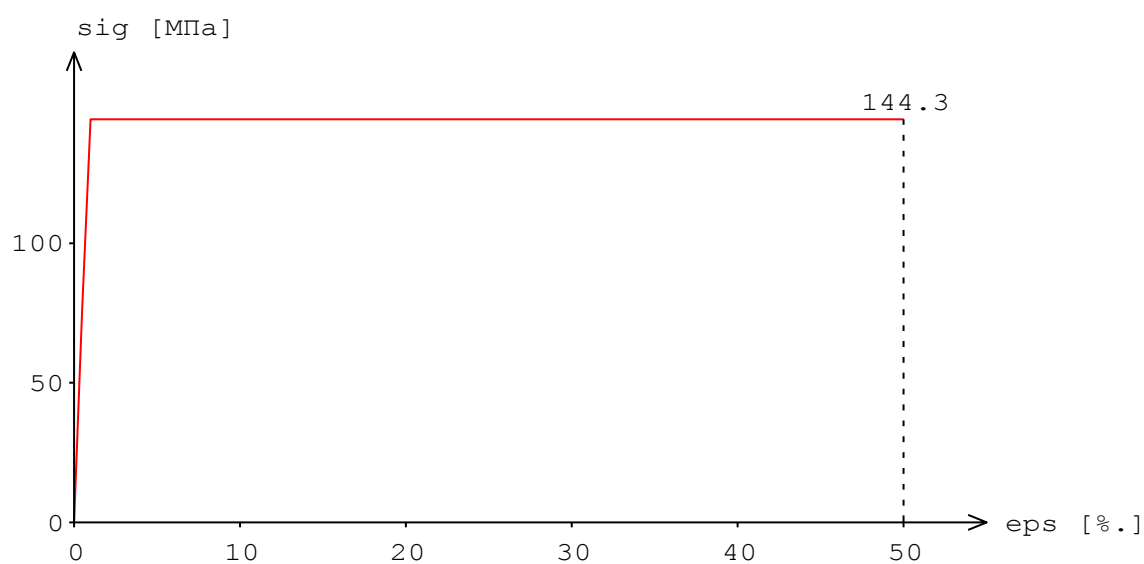


Рис. 7. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 600 °С.

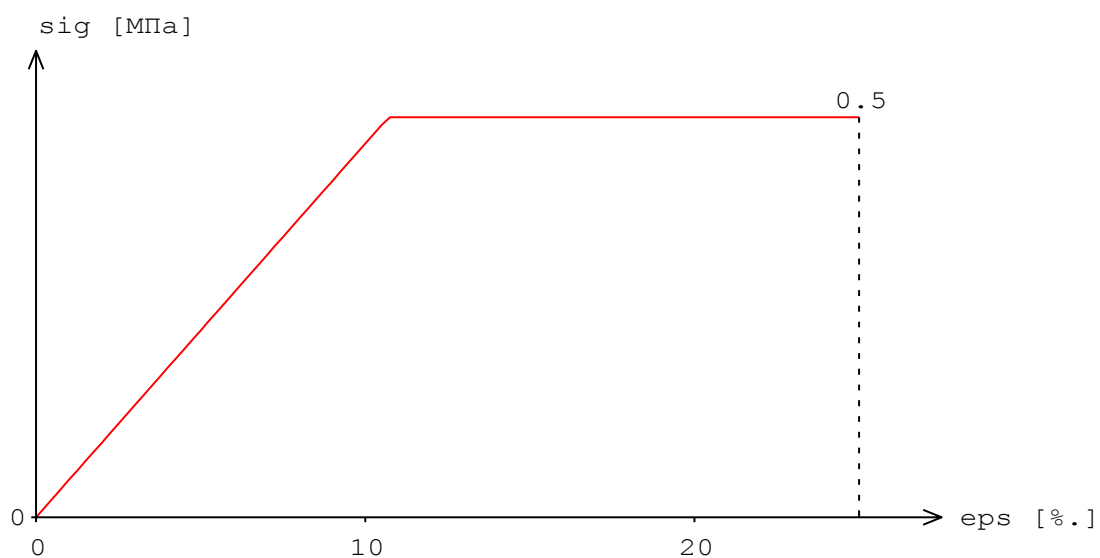


Рис. 8. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 1000 °C.

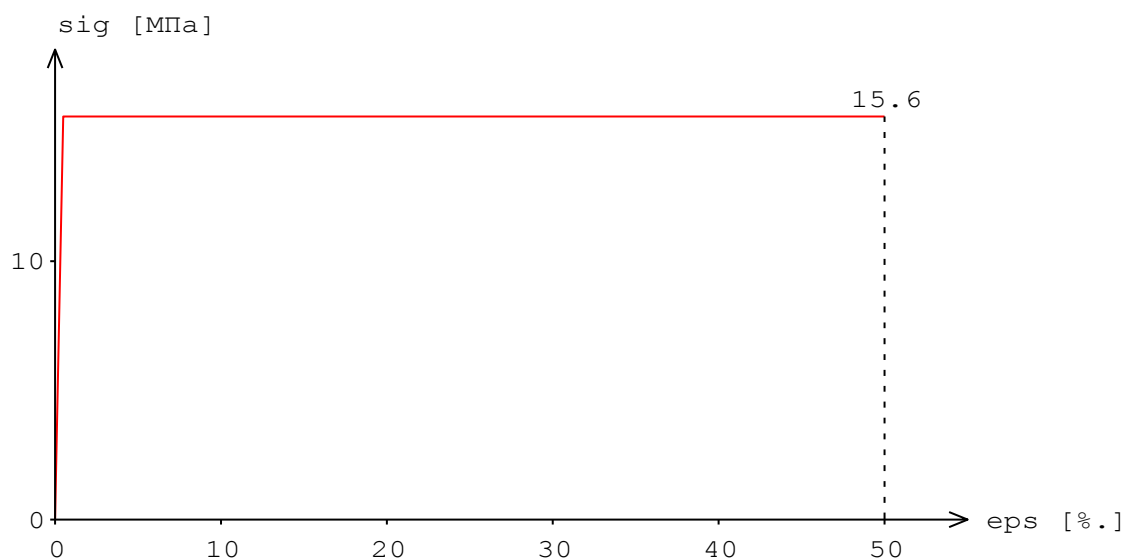


Рис. 9. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 1000 °C.

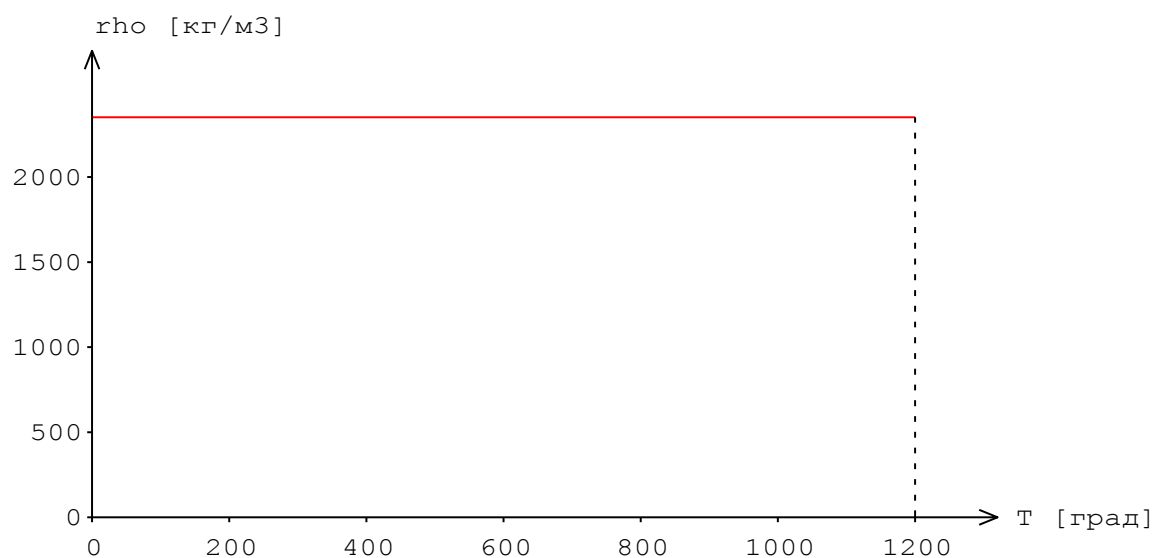


Рис. 10. Зависимость плотности бетона  $\rho$  от температуры

## 1.2. Железобетонная сплошная плита покрытия

Расчет несущей способности и прогрева сплошной плиты при воздействии "стандартного пожара" в течение 90 мин

|                        |                              |       |   |      |        |
|------------------------|------------------------------|-------|---|------|--------|
| <u>Сечение</u>         | Толщина                      | $h$   | = | 10.0 | с<br>м |
| Верхняя арматура<br>мм | Диаметр стержней             | $d_s$ | = | 4    |        |
|                        | Шаг стержней<br>мм           | $s$   | = | 100  |        |
|                        | Толщина защитного слоя<br>мм | $a_z$ | = | 15   |        |
| Нижняя арматура<br>мм  | Диаметр стержней             | $d_s$ | = | 10   |        |
|                        | Шаг стержней<br>мм           | $s$   | = | 100  |        |
|                        | Толщина защитного слоя<br>мм | $a_z$ | = | 30   |        |

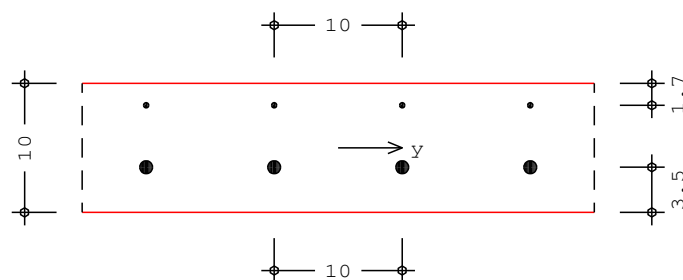
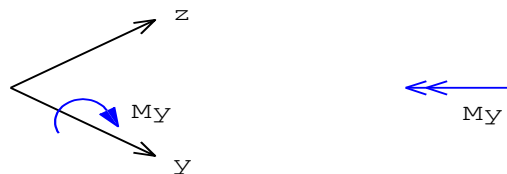


Рис.11. Расчетное сечение плиты перекрытия

## Усилия

Относительно центральной оси бетонного сечения

Положительное направление момента



К  
[кНм/м]

N [кН/м]

My

1

12.0

## Материал

Бетон тяжелый  
на силикатном заполнителе

B25

Плотность бетона  
кг/м<sup>3</sup>

$\rho$  = 2350

Влажность бетона

W = 1.5 %

Арматурная сталь

A400

Нормативные сопротивления

$R_{bn}$  = 18.50

МПа

$R_{sn}$  = 400

МПа

Изменение коэффициента запаса прочности плиты  $\gamma_u$  от температуры представлено в табл. 2 и на рис. 12 настоящего приложения.

**Таблица 2**

| Коэффициент<br>запаса прочности | №  | t<br>[мин] | To<br>[град] | $\gamma_u$ |
|---------------------------------|----|------------|--------------|------------|
|                                 | 1  | 0          | 20           | 1.468      |
|                                 | 2  | 3          | 502          | 1.468      |
|                                 | 3  | 6          | 603          | 1.468      |
|                                 | 4  | 9          | 663          | 1.468      |
|                                 | 5  | 12         | 705          | 1.468      |
|                                 | 6  | 15         | 739          | 1.468      |
|                                 | 7  | 18         | 766          | 1.468      |
|                                 | 8  | 21         | 789          | 1.467      |
|                                 | 9  | 24         | 809          | 1.467      |
|                                 | 10 | 27         | 826          | 1.467      |
|                                 | 11 | 30         | 842          | 1.467      |
|                                 | 12 | 33         | 856          | 1.467      |
|                                 | 13 | 36         | 869          | 1.467      |
|                                 | 14 | 39         | 881          | 1.466      |
|                                 | 15 | 42         | 892          | 1.466      |
|                                 | 16 | 45         | 902          | 1.466      |
|                                 | 17 | 48         | 912          | 1.466      |
|                                 | 18 | 51         | 921          | 1.464      |



|    |    |      |       |
|----|----|------|-------|
| 19 | 54 | 930  | 1.431 |
| 20 | 57 | 938  | 1.400 |
| 21 | 60 | 945  | 1.371 |
| 22 | 63 | 953  | 1.343 |
| 23 | 66 | 960  | 1.315 |
| 24 | 69 | 966  | 1.289 |
| 25 | 72 | 973  | 1.257 |
| 26 | 75 | 979  | 1.217 |
| 27 | 78 | 985  | 1.178 |
| 28 | 81 | 990  | 1.141 |
| 29 | 84 | 996  | 1.106 |
| 30 | 87 | 1001 | 1.071 |
| 31 | 90 | 1006 | 1.038 |

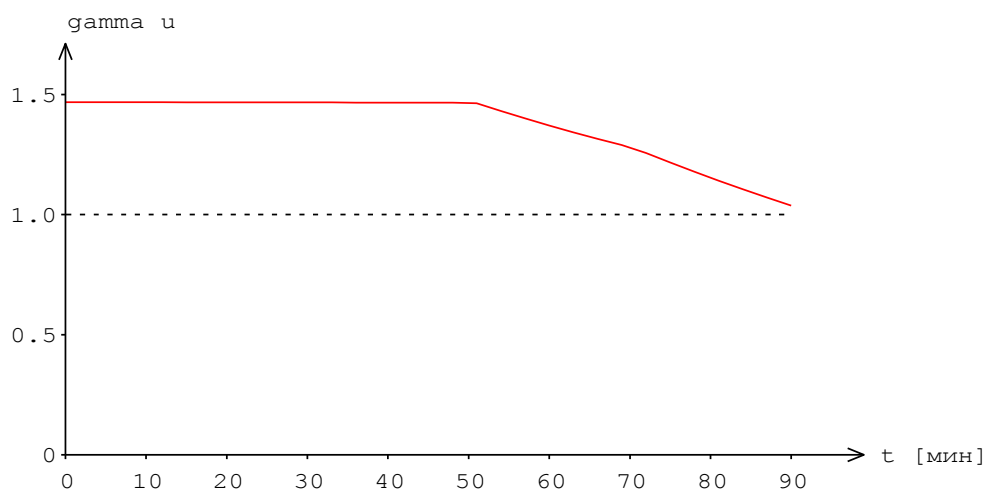


Рис. 12. Изменение коэффициента запаса прочности  $\gamma_u$  от времени, в сечении плиты перекрытия при воздействии "стандартного пожара"

На рис. 13 и 14 настоящего приложения представлены температурные поля в расчетном сечении плиты при  $t = 90$  мин "стандартного пожара".

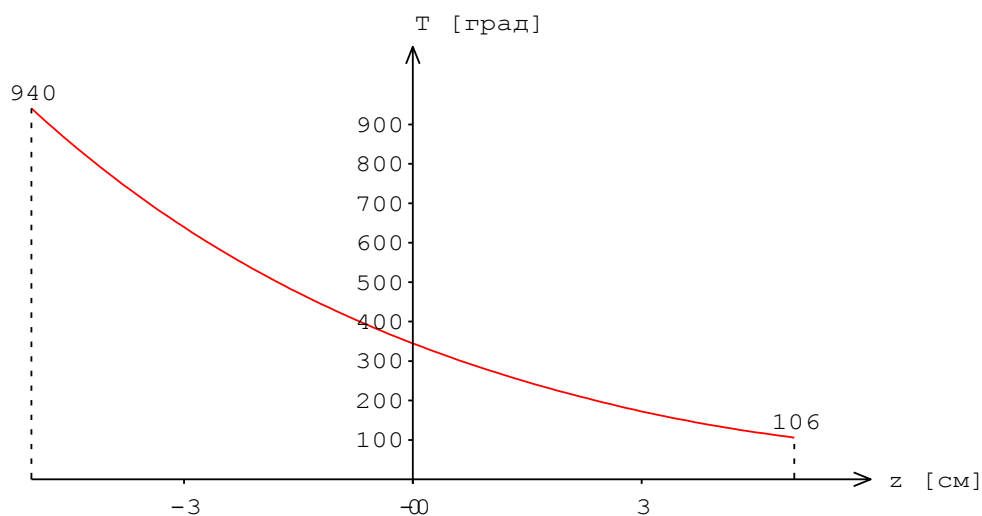


Рис. 13. Температура  $T$  по оси  $z$  (по толщине сечения)

Из номограммы изменения температуры по толщине сечения стеновой панели (рис. 14 настоящего приложения) видно, что температура на необогреваемой стороне панели не превысила  $106^{\circ}\text{C}$ , при воздействии 90 минут "стандартного пожара"

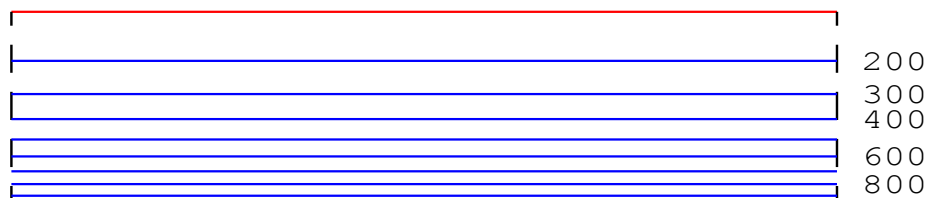


Рис. 14. Изотермы в расчетном сечении

Распределение температуры  $T$  в сечении на расстоянии  $Z$  от обогреваемой поверхности представлено в табл. 3 настоящего приложения.

**Таблица 3**

| Расстояние от поверхности [мм] |            | (Температура) |
|--------------------------------|------------|---------------|
| 73.9 (200)                     | 56.4 (300) | 43.0 (400)    |
| 32.3 (500)                     | 23.2 (600) | 15.4 (700)    |
| 8.5 (800)                      | 2.3 (900)  |               |

Несущая способность при  $t=90$  мин

|                   |              |                  |              |
|-------------------|--------------|------------------|--------------|
| Предельные усилия | $N_u$ [кН/м] | $M_{yu}$ [кНм/м] | $\gamma_u$   |
|                   | 0.0          | 12.46            | <b>1.038</b> |

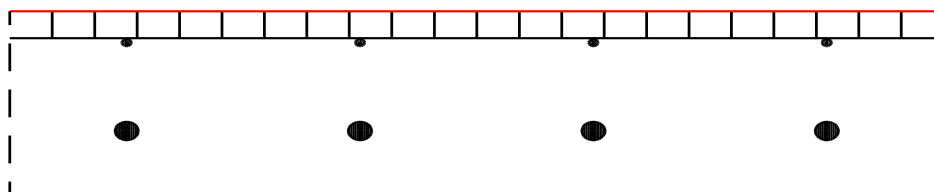


Рис. 15. Высота сжатой зоны в расчетном сечении плиты

Кривизна  $\kappa_y = -0.42265 \text{ 1/м}$

|                   |                         |          |        |                        |          |        |
|-------------------|-------------------------|----------|--------|------------------------|----------|--------|
| Деформации бетона | Максимальная деформация |          |        | Минимальная деформация |          |        |
|                   | $\epsilon$              | $\sigma$ | $T$    | $\epsilon$             | $\sigma$ | $T$    |
|                   | [%.]                    | [МПа]    | [град] | [%.]                   | [МПа]    | [град] |
|                   | 36.05                   | 0.00     | 940    | -6.22                  | -11.41   | 106    |
| Деформации стали  | Максимальная деформация |          |        | Минимальная деформация |          |        |
|                   | $\epsilon$              | $\sigma$ | $T$    | $\epsilon$             | $\sigma$ | $T$    |
|                   | [%.]                    | [МПа]    | [град] | [%.]                   | [МПа]    | [град] |
|                   | 21.25                   | 267.2    | 473    | 0.97                   | 181.2    | 160    |

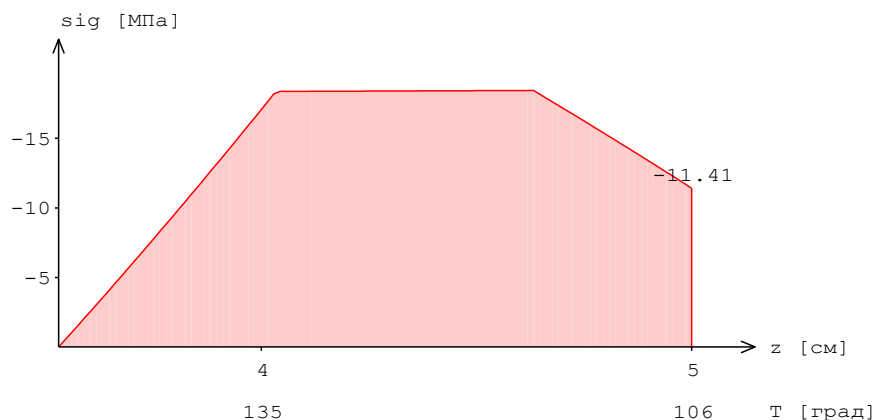


Рис. 16. Напряжения в сжатом бетоне плиты

Проведенный расчет подтверждает, что огнестойкость сплошной железобетонной плиты толщиной 100 мм и минимальным расстоянием до оси арматуры 30 мм составляет RE 90.

### 1.3. Железобетонная балка (элемент ребристый плиты)

Расчет несущей способности железобетонной балки при воздействии "стандартного пожара" в течение 90 мин

|                 |                          |                    |
|-----------------|--------------------------|--------------------|
| Расчетная схема | Длина балки              | $l = 3.00$ м       |
|                 | Закрепление краев балки  | шарнирное          |
| Сечение         | Ширина                   | $b = 15$ см        |
|                 | Высота                   | $h = 40$ см        |
| Нижняя арматура | Диаметр крайних стержней | $d_{s,kr} = 12$ мм |

Защитный слой:

|       |     |           |
|-------|-----|-----------|
| снизу | азн | $= 35$ мм |
| сбоку | азб | $= 35$ мм |

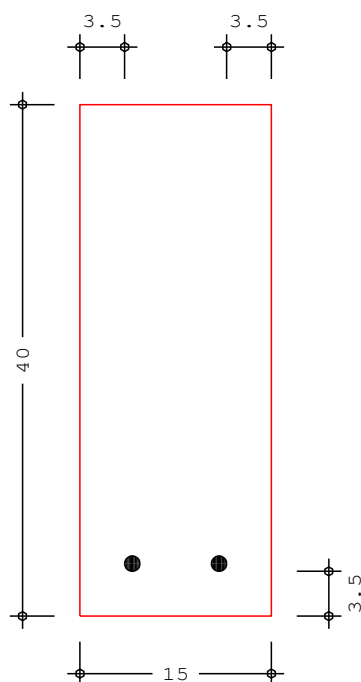
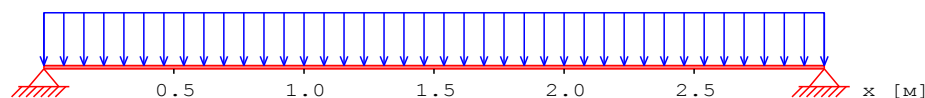


Рис. 17. Расчетное сечение балки междуэтажной лестничной площадки

#### Нагрузки

Распределенная нагрузка

$$q = 5.00 \text{ кН/м}$$



#### Материал

Бетон тяжелый

**B25**

на силикатном заполнителе

Плотность бетона

$$\rho = 2350 \text{ г/м}^3$$

Влажность бетона

$$W = 1.5 \%$$

Продольная арматура

A400

Поперечная арматура

A240

Норматив. сопротивления при нормальной температуре

$$R_{bn} = 18.50 \text{ МПа}$$

$$R_{b\tau n} = 1.55 \text{ МПа}$$

$$R_{sn} = 400 \text{ МПа}$$

$$R_{sw n} = 192 \text{ МПа}$$

В табл. 20 настоящего приложения представлены величины моментов и поперечных сил для балки, имеющей свободное опирание по концам, и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой.

**Таблица 20**

| Усилия | x    | M     | Q     |
|--------|------|-------|-------|
|        | [м]  | [кНм] | [кН]  |
|        | 0.00 | 0.00  | 7.50  |
|        | 0.50 | 3.13  | 5.00  |
|        | 1.00 | 5.00  | 2.50  |
|        | 1.50 | 5.63  | 0.00  |
|        | 2.00 | 5.00  | -2.50 |
|        | 2.50 | 3.13  | -5.00 |
|        | 3.00 | 0.00  | -7.50 |

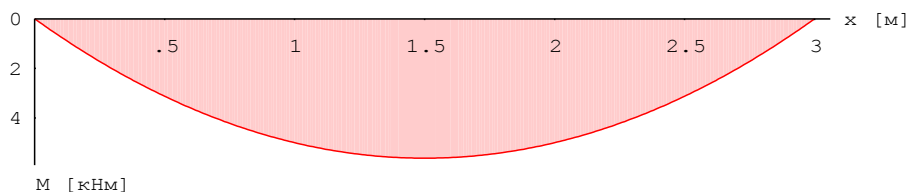


Рис. 18. Эпюра изгибающего момента

## Проверка прочности при действии изгибающего момента

Расчетный момент  $M_{\max} = 5.6 \text{ кНм}$

Изменение коэффициента запаса прочности балки  $\gamma_u$  от температуры представлено в табл. 21 и рис. 19 настоящего приложения.

**Таблица 21**

| Коэффициент запаса прочности | t [мин] | T среды [град] | $\gamma_u$ |
|------------------------------|---------|----------------|------------|
|                              | 0       | 20             | 5.502      |
|                              | 3       | 502            | 5.502      |
|                              | 6       | 603            | 5.496      |
|                              | 9       | 663            | 5.499      |
|                              | 12      | 705            | 5.491      |
|                              | 15      | 739            | 5.485      |
|                              | 18      | 766            | 5.478      |
|                              | 21      | 789            | 5.476      |
|                              | 24      | 809            | 5.468      |
|                              | 27      | 826            | 5.463      |
|                              | 30      | 842            | 5.449      |
|                              | 33      | 856            | 5.356      |
|                              | 36      | 869            | 5.132      |
|                              | 39      | 881            | 4.911      |
|                              | 42      | 892            | 4.701      |
|                              | 45      | 902            | 4.391      |
|                              | 48      | 912            | 4.074      |
|                              | 51      | 921            | 3.773      |
|                              | 54      | 930            | 3.487      |
|                              | 57      | 938            | 3.230      |
|                              | 60      | 945            | 2.975      |
|                              | 63      | 953            | 2.740      |

|    |      |       |
|----|------|-------|
| 66 | 960  | 2.516 |
| 69 | 966  | 2.302 |
| 72 | 973  | 2.096 |
| 75 | 979  | 1.961 |
| 78 | 985  | 1.836 |
| 81 | 990  | 1.717 |
| 84 | 996  | 1.602 |
| 87 | 1001 | 1.510 |
| 90 | 1006 | 1.443 |

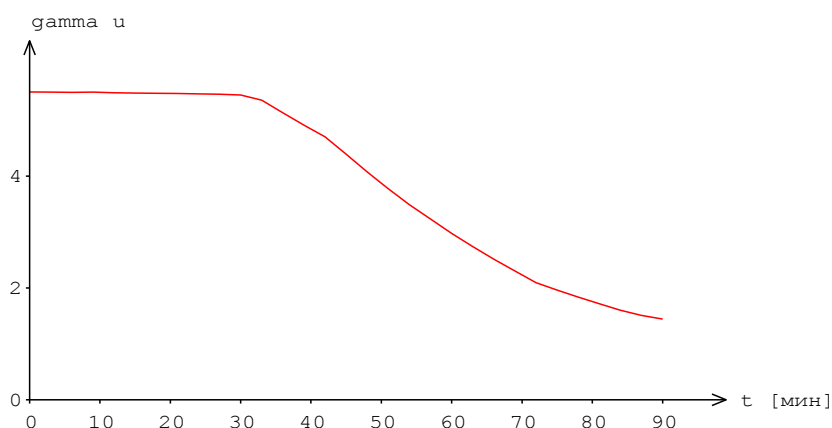


Рис. 19. Изменение коэффициента запаса прочности **gu** от времени балки при воздействии "стандартного пожара"

Условие прочности при  $t = 90$  мин  
 $M_{\max} / M_{\max,u} = 5.6 / 8.1 = 0.693 \leq 1$

Проверка прочности при действии поперечной силы при  $t = 90$  мин

|                        |          |   |      |    |
|------------------------|----------|---|------|----|
| Глубина прогрева снизу | $a_{t1}$ | = | 7.2  | см |
| сбоку                  | $a_{t2}$ | = | 4.3  | см |
| Расчетная ширина       | $b_t$    | = | 6.4  | см |
| Расчетная высота       | $h_t$    | = | 32.8 | см |

Результаты расчетов на прочность при действии поперечной силы представлены в табл. 22.

**Таблица 22**

Прочность обеспечена, так как выполняется условие:  
 $Q_{\max} = 7.5 \text{ кН} < Q_{b,\min} = 0.5 R_{bt} b_t h_0 = 17.8 \text{ кН}$  при  $h_0 = 35.9 \text{ см}$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(обязательное)

Номограммы прогрева железобетонных плит различной толщины и  
плотности при стандартном тепловом воздействии

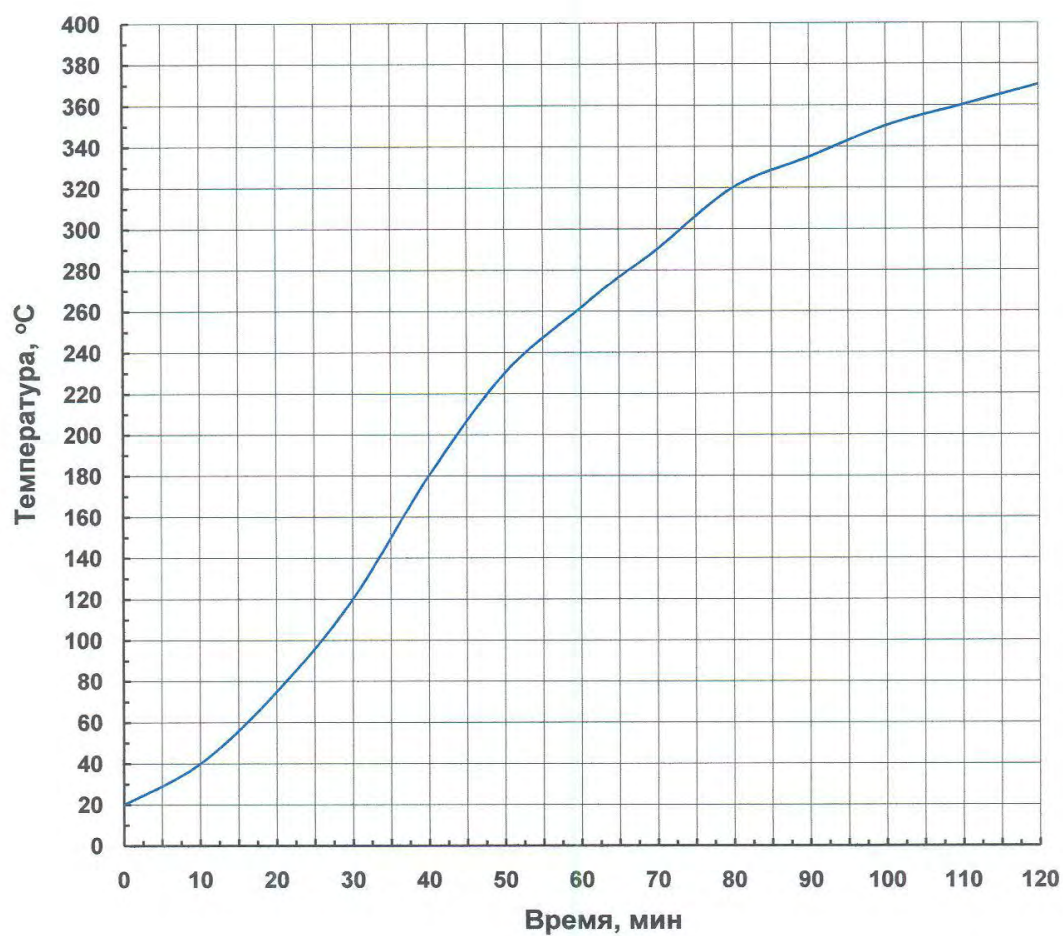


Рисунок 1. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной плиты толщиной 50 мм из тяжелого бетона (плотность - 2330 кг/м<sup>3</sup>, влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе



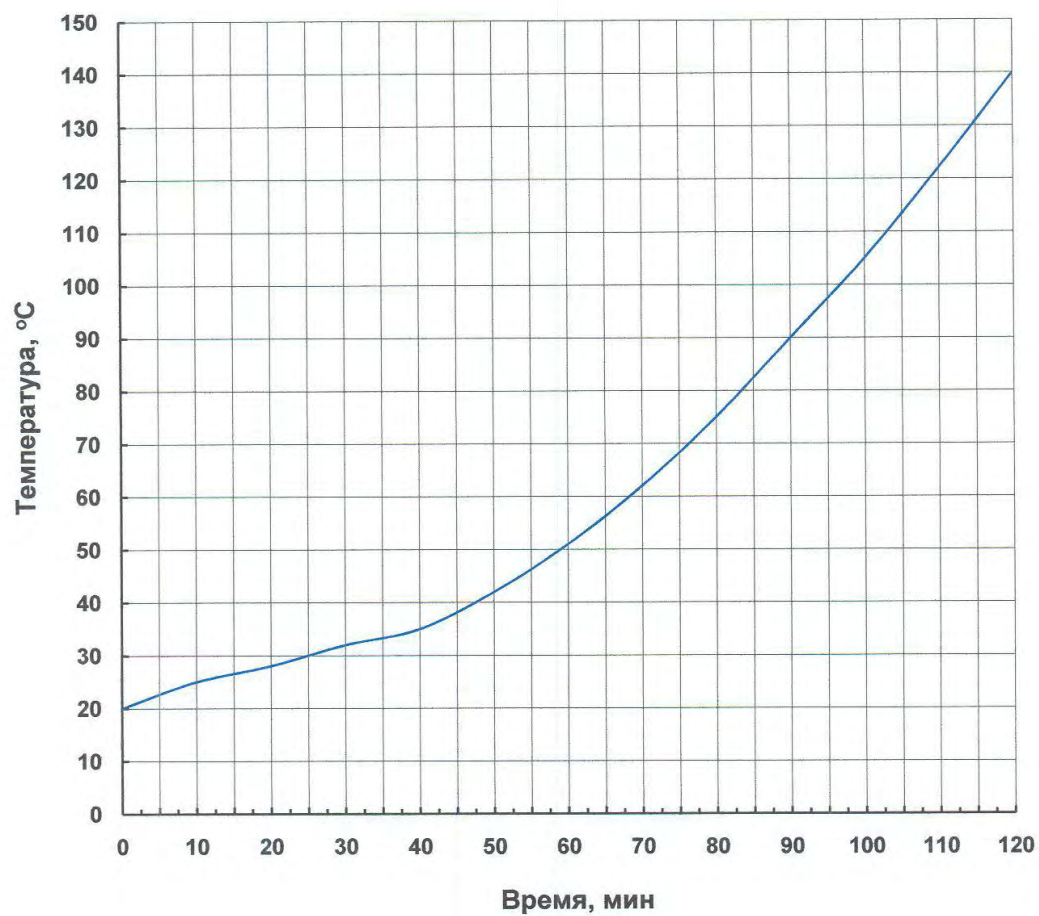
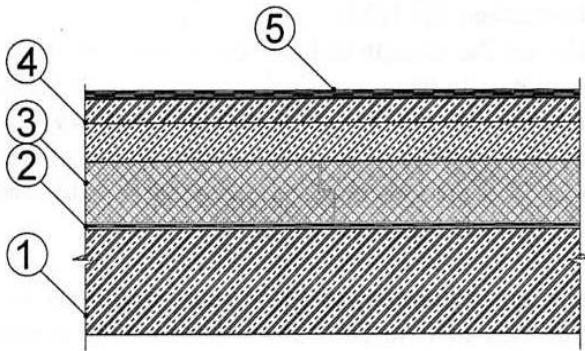
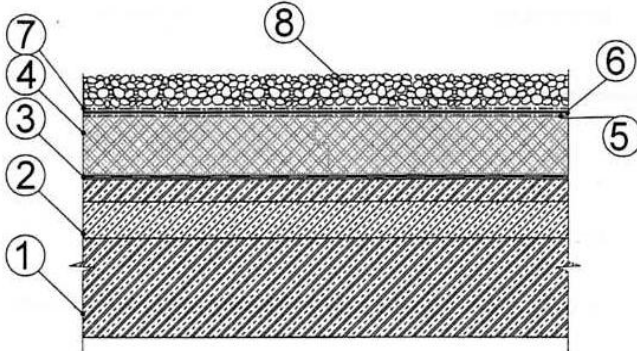


Рисунок 2. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной и  
многopустотной плиты толщиной соответственно 120  
и 160 мм из тяжелого бетона (плотность - 2330 кг/м<sup>3</sup>,  
влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе

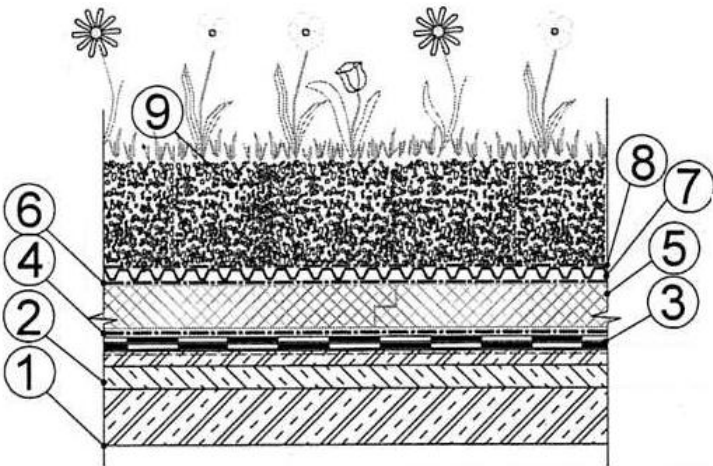
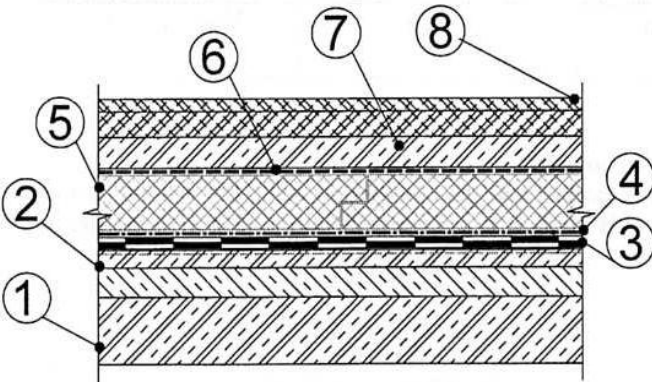
ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(обязательное)

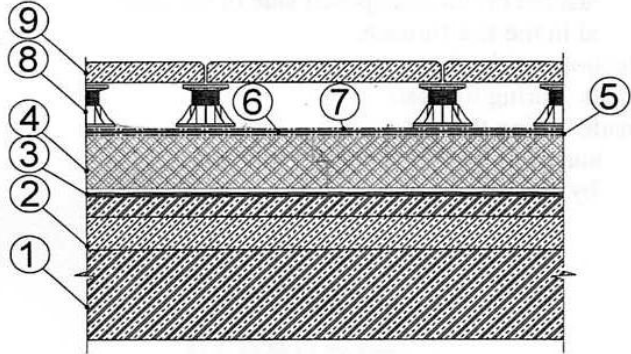
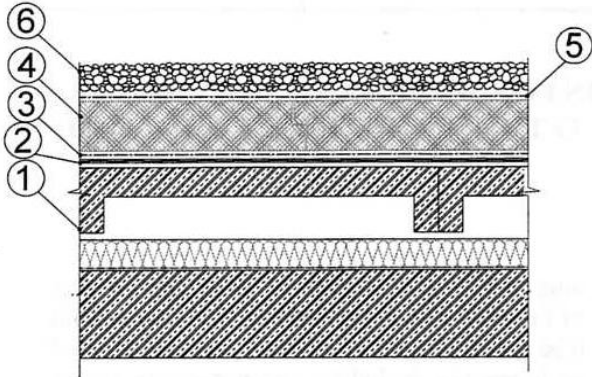
Эскизы конструкций совмещенных покрытий  
с перечнем используемых в них материалов, а  
также результаты оценки их классов пожарной  
опасности и пределов огнестойкости

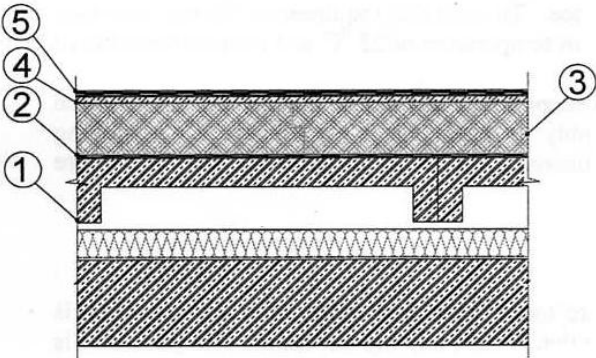
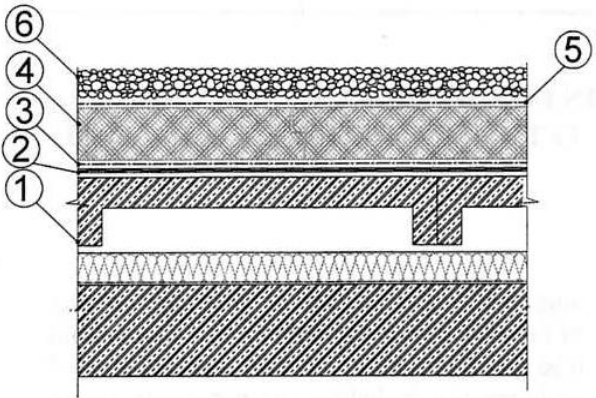
**Конструкции совмещенных покрытий с перечнем используемых в них материалов и результаты оценки их классов пожарной опасности**

| №<br>п/п | Эскиз конструкции и состав покрытия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403-96 | Предел огнестойкости по ГОСТ 30247 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| 1        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                         | 4                                  |
| 1        | <p><b>Покрытия по сплошным (минимальной толщиной 120 мм и защитным слоем бетона до оси арматуры 35 мм) или многпустотным (минимальной толщиной 160 мм, диаметром пустот 115мм, защитным слоем бетона до оси арматуры 40мм) железобетонным плитам</b></p>  <p>1. Бетонное основание.<br/>2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.<br/>3. Утеплитель – экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.<br/>4. Армированная стяжка толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона).<br/>5. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 8 мм.</p> <p align="center">Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Стандарт»</p>                           | K0 (45)                                   | RE 90                              |
| 2        |  <p>1. Бетонное основание.<br/>2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.<br/>3. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.<br/>4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.<br/>5. Разделительный слой из стеклохолста 100 г/м<sup>2</sup>.<br/>6. Кровельное покрытие ПВХ мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2-х мм.<br/>7. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup>.<br/>8. Гранитный гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м<sup>2</sup>.</p> <p align="center">Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Балласт»</p> | K0 (45)                                   | RE 90                              |

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3       | 4     |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 3 | <div data-bbox="264 145 875 512"> </div> <div data-bbox="241 536 842 568">Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Инверс»</div> <div data-bbox="902 169 1803 608"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.</li> <li>3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 10 мм.</li> <li>4. Дренирующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>6. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>7. Гранитный гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м<sup>2</sup>.</li> </ol> </div>                                                                                                                                                                                                                                      | K0 (45) | RE 90 |
| 4 | <div data-bbox="237 759 891 1182"> </div> <div data-bbox="259 1206 875 1238">Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Тротуар»</div> <div data-bbox="943 735 1792 1318"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.</li> <li>3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 10 мм.</li> <li>4. Дренирующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>6. Дренирующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>7. Гравий фракции 5-20 мм, толщина слоя – не менее 30 мм.</li> <li>8. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>9. Цементно-песчаная стяжка.</li> <li>10. Плитка тротуарная армированная толщиной не менее 40 мм.</li> </ol> </div> | K0 (45) | RE 90 |

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3       | 4     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 5 |  <p>Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Грин»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.</li> <li>3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 10 мм.</li> <li>4. Дренарующий слой из нетканого иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол <b>ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400</b>.</li> <li>6. Защитный слой из нетканого полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>7. Дренажный слой – профилированная мембрана <b>ПЛАНТЕР ГЕО</b> (полиэтилен высокой плотности, толщина - не более 2 мм, высота профиля - 8 мм).</li> <li>8. Дренарующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>9. Растительный грунт толщиной не менее 50 мм.</li> </ol> | K0 (45) | RE 90 |
| 6 |  <p>Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Авто»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.</li> <li>3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 10 мм.</li> <li>4. Дренарующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол <b>ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400</b>.</li> <li>6. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>7. Железобетонная плита толщиной не менее 100 мм.</li> <li>8. Асфальтобетон.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                  | K0 (45) | RE 90 |

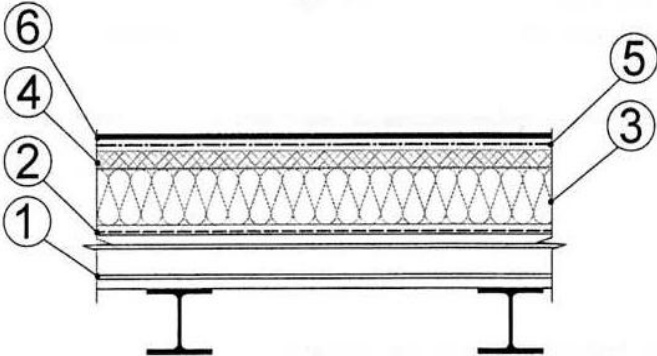
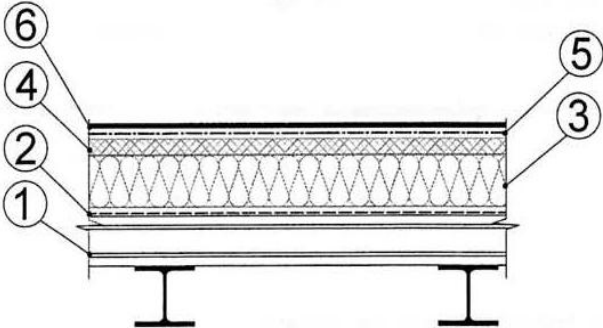
| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3       | 4     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 7 |  <p>Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Терраса»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.</li> <li>3. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.</li> <li>4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>5. Разделительный слой из стеклохолста 100 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>6. Кровельное покрытие ПВХ мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2-х мм.</li> <li>7. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup></li> <li>8. Пластиковые опоры.</li> <li>9. Армированная тротуарная плитка на пластиковых опорах. Размер воздушного зазора, создаваемого опорами, от 10 до 620 мм. Зазор между плитками - не более 4 мм.</li> </ol> | K0 (45) | RE 90 |
| 8 | <p><b>Покрытия по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 60 мм, шириной ребра 80 мм, защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25 мм, применяемые при реконструкции крыш с холодным чердаком</b></p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала, толщиной не более 10 мм.</li> <li>3. Дренирующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>5. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup></li> <li>6. Гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м<sup>2</sup>;</li> </ol>                                                                                                | K0 (30) | RE 90 |

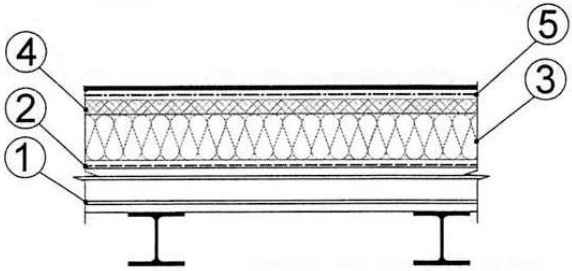
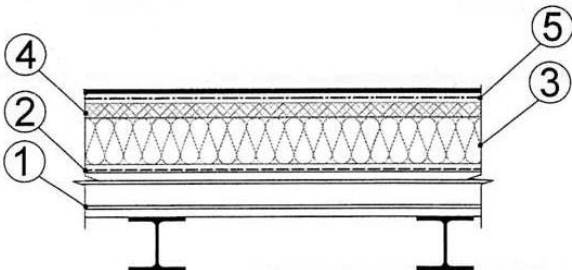
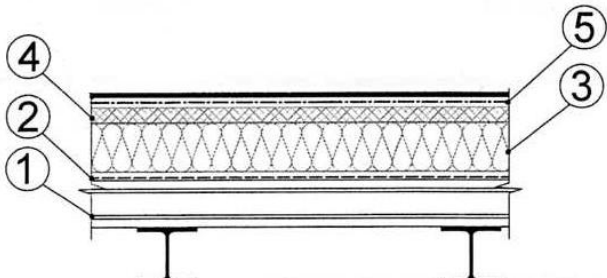
| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3              | 4            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 9  |  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным снятием).</li> <li>3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>4. Сборная стяжка из прессованного плоского шифера в 2 слоя толщиной не менее 20 мм (могут применяться плиты ЦСП или ЦВП).</li> <li>5. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</li> </ol> <p><b>Покрывтия по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженные) с минимальной толщиной полки 50 мм, шириной ребра 80 мм, защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25 мм, применяемые при реконструкции крыш с холодным чердаком</b></p> | <b>К0 (30)</b> | <b>RE 30</b> |
| 10 |  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала, толщиной не более 10 мм.</li> <li>3. Дренирующий слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>5. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м<sup>2</sup></li> <li>6. Гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м<sup>2</sup>;</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>К0 (30)</b> | <b>RE 15</b> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 11 | <div data-bbox="255 169 831 560"> </div> <div data-bbox="920 204 1805 544"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным снятием).</li> <li>3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400.</li> <li>4. Сборная стяжка из прессованного плоского шифера в 2 слоя толщиной не менее 20 мм (могут применяться плиты ЦСП или ЦВП).</li> <li>5. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</li> </ol> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K0 (30) | RE 90 |
| 12 | <p data-bbox="224 687 1805 756"><b>Ремонтные системы по сплошным (толщиной 120 мм) или многопустотным (толщиной 160мм) железобетонным плитам</b></p> <div data-bbox="237 799 882 1134"> </div> <div data-bbox="920 799 1805 1174"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бетонное основание.</li> <li>2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.</li> <li>3. Клиновидная теплоизоляция из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SLOPE.</li> <li>4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400</li> <li>5. Сборная стяжка из 2-х слоев прессованного плоского шифера толщиной не менее 20 мм (могут применяться плиты ЦСП или ЦВП).</li> <li>6. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавляемого материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</li> </ol> </div> <p data-bbox="255 1187 909 1222">Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Универсал»</p> | K0 (45) | RE 90 |



| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3       | 4     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 13 | <p>1. Бетонное основание из сплошных плит толщиной 120 мм в арочных покрытиях с уклоном от 1 град. до 60 град.<br/> 2. Существующий утеплитель.<br/> 3. Пароизоляция толщиной не более 10 мм из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным снятием).<br/> 4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400, уложенный на клеевой состав.<br/> 5. Кровельное покрытие – ПВХ мембраны LOGICROOF или ECOPLAST с флисовой подложкой, толщиной не более 2-х мм, приклеенный на полиуретановый клей с расходом 300 г/м<sup>2</sup>.</p> <p><b>Покрытие по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 50мм, шириной ребра 80мм, защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25мм, с техническим этажом</b></p> | K0 (45) | RE 90 |
| 14 | <p>1. Перекрытие над последним жилым этажом (пустотная плита толщиной 160 мм, либо монолитная плита толщиной не менее 120 мм).<br/> 2. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.<br/> 3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400 (либо утеплитель с приклеенной ЦСП плитой «ТЕХНОНИКОЛЬ Ц- XPS».)<br/> 4. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, либо монолитная стяжка не менее 30 мм (не применяется в случае использования ТЕХНОНИКОЛЬ Ц- XPS».<br/> 5. Пространство технического этажа.<br/> 6. Железобетонная плита покрытия.<br/> 7. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного битумного материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</p>                                                          | K0 (30) | RE 90 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3       | 4     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 15 | <p data-bbox="264 180 1762 248"><b>Покрытие с несущими стальными балками, минимальной приведенной толщиной стали <math>\delta_{пр}=5,0\text{мм}</math>, по настилу из стального профлиста толщиной не менее 0,8мм</b></p>  <p data-bbox="255 743 848 775">Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Смарт»</p> <ol data-bbox="981 355 1780 727" style="list-style-type: none"> <li>1. Основание – профлист.</li> <li>2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм.</li> <li>3. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ Н 30 или ТЕХНОРУФ Н 35 толщиной не менее 50 мм.</li> <li>4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400 RF, ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF 300/400 (толщиной от 40 до 200 мм).</li> <li>5. Разделительный слой из стеклохолста 100 г/м<sup>2</sup>.</li> <li>6. Кровельное покрытие – ПВХ, ТПО мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2-х мм.</li> </ol> | K0 (15) | RE 15 |
| 16 |  <p data-bbox="255 1279 831 1311">Кровельная система «ТН КРОВЛЯ Фикс»</p> <ol data-bbox="969 927 1760 1225" style="list-style-type: none"> <li>1. Основание – профлист.</li> <li>2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм.</li> <li>3. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ Н 30 или ТЕХНОРУФ Н 35 толщиной не менее 50 мм.</li> <li>4. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ В 60 или В70 (толщиной от 40 до 200 мм).</li> <li>5,6. Кровельное покрытие из 2-х слоев битумно-полимерного материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | K0 (15) | RE 15 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3       | 4     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 17 |  <p>Кровельная система «ТН КРОВЛЯ Соло»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основание – профлист.</li> <li>2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм.</li> <li>3. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ Н 30 или ТЕХНОРУФ Н 35 толщиной не менее 50 мм.</li> <li>4. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ В 60 или В70 (толщиной от 40 до 200 мм).</li> <li>5. Кровельное покрытие из 1-ого слоя битумно-полимерного материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</li> </ol>                                                                                                                                 | K0 (15) | RE 15 |
| 18 |  <p>Кровельная система «ТН КРОВЛЯ Вент»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основание – профлист.</li> <li>2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм.</li> <li>3. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ Н 30 ВЕНТ толщиной не менее 50мм.</li> <li>4. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ В 60 (толщиной от 40 до 200 мм).</li> <li>5. Кровельное покрытие – ПВХ мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2-х мм.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                  | K0 (15) | RE 15 |
| 19 |  <p>Кровельная система «ТН КРОВЛЯ Классик» *</p> <p>*По согласованию с потребителем возможно устройство дополнительного распределительного слоя поверх теплоизоляции из геотекстиля плотностью не более 150 г/м<sup>2</sup>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основание – профлист.</li> <li>2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм.</li> <li>3. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ Н 30 или ТЕХНОРУФ Н 35 толщиной не менее 50 мм.</li> <li>4. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ В 60 или В70 (толщиной от 40 до 200 мм).</li> <li>5. Кровельное покрытие – ПВХ, ТПО мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2-х мм.</li> </ol> | K0 (15) | RE 15 |