

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

"06" декабря 2011 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

МОСКВА 2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения	3
2. Краткая характеристика покрытий	3
3. Критерии оценки классов пожарной опасности покрытий	7
4. Результаты оценки классов пожарной опасности покрытий.....	8
4.1. Покрытия по железобетонным плитам сплошного сечения, многопустотным, или ребристым	8
4.2. Покрытия по стальному настилу	10
5. Оценка пределов огнестойкости конструкций покрытий.....	10
5.1. Противопожарные требования и критерии оценки огнестойкости покрытий.....	10
5.2. Проектные решения для несущих элементов покрытий.....	11
6. Общие выводы.....	14
7. Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения.....	15
8. Исполнители.....	16
<u>Приложение А</u> (обязательное). Примеры расчета пределов огнестой- кости железобетонных элементов покрытий	17
<u>Приложение Б</u> (обязательное). Номограммы прогрева железобетон- ных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии.....	33
<u>Приложение В</u> (обязательное). Эскизы конструкций совмещенных покрытий с перечнем используемых в них материалов, а также результаты оценки их классов пожарной опасности и пределов огнестойкости».....	36



**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 МАР 2011

№ 19-2-4-858

На № П.Сд. 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

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.

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 2244-047-17925162-2006 "Плиты пенополистирольные экструзионные ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. 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 «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 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"; извещение № 1,2,3 об изменении указанного ТУ;
- копии сертификатов соответствия требованиям пожарной безопасности на основные изоляционные материалы, используемые в совмещенных покрытиях.

2 Краткая характеристика покрытий

Эскизы конструкций покрытий с перечнем используемых в них материалов приведены в таблице приложения В (обязательном) к настоящему заключению.

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 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 кг/м³ 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 кг/м³), силикатного бетона по ГОСТ 25214 (плотность – не менее 1800 кг/м³), а также легкого бетона по ГОСТ 25820-2000 (плотность – не менее 1400 кг/м³).

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 кг/м³), или легкого бетона средней плотностью не менее 1800 кг/м³.

2.1.1 По бетонному основанию в совмещенных (традиционных) покрытиях (поз. 1 в таблице приложения В) 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 XPS 30 СТАНДАРТ" плотностью не более 30 кг/м³ или "ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ" плотностью 30,1-38 кг/м³, "ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45 " плотностью 38,1-45 кг/м³ и толщиной по расчету, выпускаемые по ТУ 2244-047-17925162-2006. По представленным декларации-

ям соответствия, указанные выше марки плит имеют следующие пожарно-технические показатели, установленные в соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности": Г4, В2, Д3, Т2 - для плит "ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ», ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45» и "ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ". 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 XPS 30, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35, которые согласно представленным сертификатам соответствия имеют следующие пожарно-технические показатели: Г3, 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 наплаваемого битумно-полимерного водостойкого общей толщиной не более не более 8,0 мм.

2.1.2 В качестве балласта в инверсионных и балластных конструкциях (см., например, поз. 2 и 3 таблицы приложения В) 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/м². Насыпная плотность гранитного гравия составляет около 1,32-1,39 кг/м³.

В качестве кровли в балластных покрытиях (см. поз.2 таблицы приложения В) могут быть использованы рулонные полимерные кровельные материалы - LOGICROOF ТУ 5774-001-56818267-2005 с изм. № 1,2,3,4 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: Г2, В2, РП1 (для марки LOGICROOF V-RP 1,2 мм - Г1, В2, РП1).

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

2.1.3 В инверсионных, покрытиях в качестве внешних слоев (см. поз. 4,5,6 таблицы приложения В) 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 приложения В) 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 восстано-

ления функционирования покрытия используют решения, представленные в таблице приложения В, 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 XPS 30 СТАНДАРТ, или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ, в качестве внешних слоев используются защитный слой из нетканого полотна развесом $300-500 \text{ г/м}^2$ 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 кв.м).

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^2 .

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 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 менее 2-х мм (Техноэласт Барьер, Унифлекс Л ЭММ), уложенные поверх стальных профилированных листов;

- комбинированный утеплитель:

- нижний слой толщиной не менее 50 мм – негорючие плиты теплоизоляционные минераловатные "ТЕХНОРУФ Н30" или "ТЕХНОРУФ Н35", вы-

пускаемые по ТУ 5762-043-17925162-2006 с изм. 1, 2, 3, 4. Плотность указанных плит составляет соответственно 100 и 110 кг/м³ соответственно;

- верхний слой толщиной от 40 до 200 мм – плиты пенополистирольные экструзионные ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30, или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35, выпускаемые по ТУ 2244-047-17925162-2006 с изм. № 1-3;

в) разделительный слой из стеклохолста плотностью 100 г/м²;

г) кровля – ПВХ – мембраны LOGICROOF или ECOPLAST толщиной не более 2,0 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, характеризуемый следующей зависимостью:

$$T - T_0 = 200 \lg(8t + 1), \text{ где:}$$

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, многослойным, или ребристым

Для приближенной оценки классов пожарной опасности покрытий по железобетонному основанию необходимо и достаточно определить время прогрева 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, температура 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 составляет 220-250 °С.

Следовательно, при оценке классов пожарной опасности рассматриваемых видов совмещенных покрытий в условиях теплового воздействия снизу не-

обходимо 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 железобетонных плит из тяжелого бетона толщиной 50 и 120 мм. Эффективная толщина многпустотных плит толщиной 160 мм из тяжелого бетона для оценки времени их прогрева определятся делением площади поперечного сечения таких плит (за вычетом площадей пустот) на их ширину. По выполненным расчетам эффективная толщина многпустотных плит составляет от 115 до 125 мм, т.е. фактически соответствует толщине сплошных (монолитных) железобетонных плит, используемых в рассматриваемых конструкциях совмещенных покрытий.

В приложении Б (обязательном) на рисунке 1 приведены данные по прогреву необогреваемой поверхности бетонных плит толщиной 50 мм плотностью 2330 кг/м³ 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 ребристых плит с толщиной стенки 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 настилу

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 (15).

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 температур-

ного 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 $l_x/l_y \geq 2$) они должны иметь высоту h и расстояние от обогреваемой поверхности до оси арматуры «а» не менее значений, указанных в табл. 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.

Предел огнестойкости R, мин	Минимальные размеры, мм			
	Расстояние до оси арматуры «а» и ширины балки «b _{min} », мм			
1	2	3	4	5
30	b _{min} = 80 a = 25	120 20	160 15	200 15
60	b _{min} = 120 a = 40	160 35	200 30	300 25
90	b _{min} = 150 a = 55	200 45	300 40	400 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 2.13.130.2009, 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 $\delta_{10} \geq 5i$.

Приведенная толщина металла исследуемой конструкции определяется по формуле:

$$\delta_{10} = \frac{F}{P}$$

где: F - площадь поперечного сечения конструкции, мм²;

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 $\delta_{пр} \equiv 5,48 \text{ мм}$

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 $\delta_{\text{пр}} \geq 5i$ 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 "Технический 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 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 П-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 также предел огнестойкости междуэтажных перекрытий по аналогичному расчетному методу.

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 K0 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 C0.

7.2 При обеспечении совмещенным покрытиям 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 (за исключением покрытий встроенно-пристроенной части).

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 (за исключением покрытий встроенно-пристроенной части к жилым зданиям) с ограничениями по площади и пожарно-техническим 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 (за исключением покрытий встроенно-пристроенной части зданий) 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 (за исключением встроенно-пристроенной части зданий) с вышеуказанными ограничениями по таблице 4 СП 17.13330.2011 "Кровли"; при-

менение рассматриваемого типа покрытия для ограждения кинопроекционных, 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 (за исключением встроенно-пристроенной части зданий) 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.

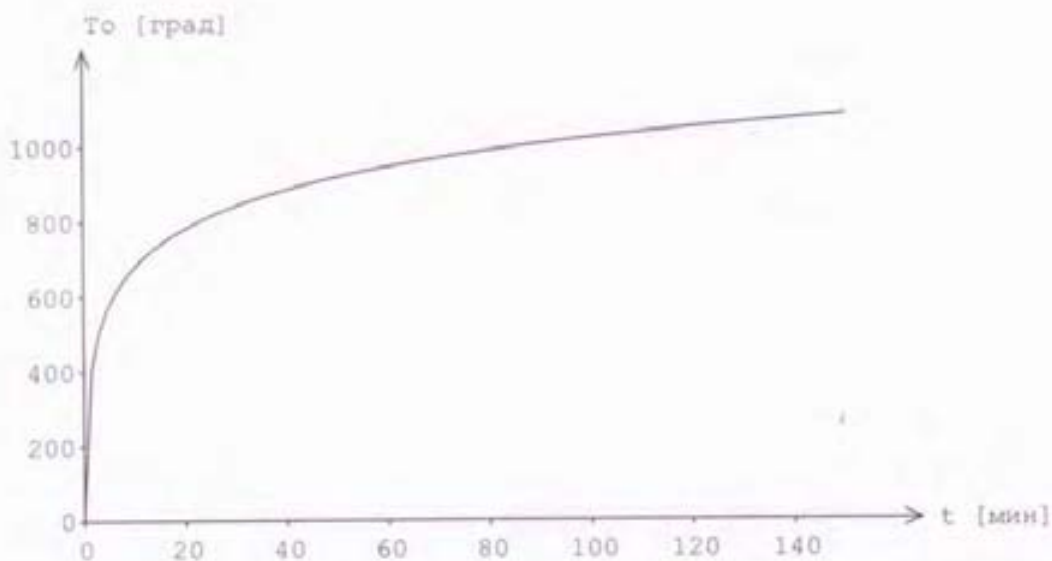


Рис. 1. Зависимость температуры "стандартного пожара" от времени

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 ар-

матуры 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.).

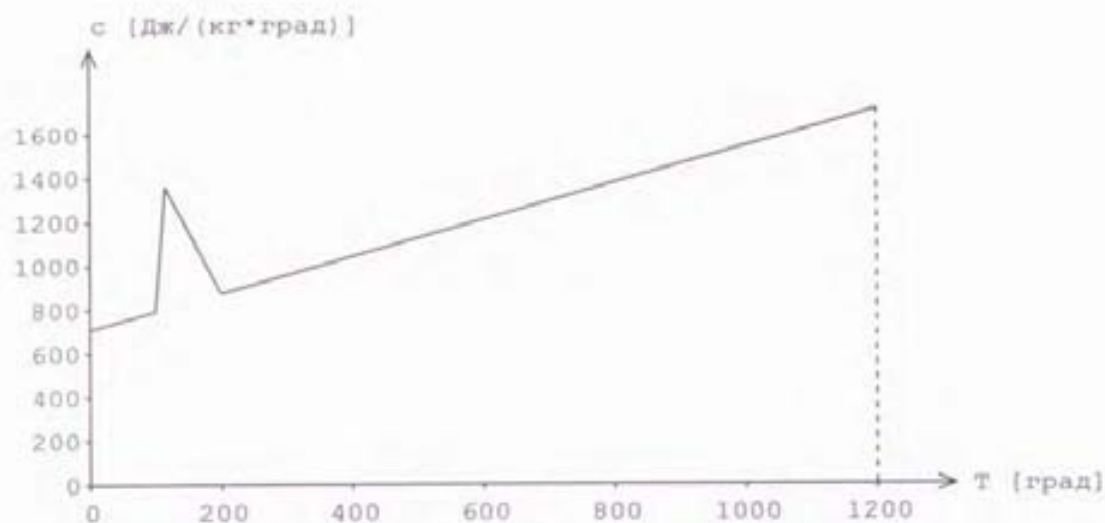


Рис. 2. Зависимость удельной теплоемкости C бетона от температуры.

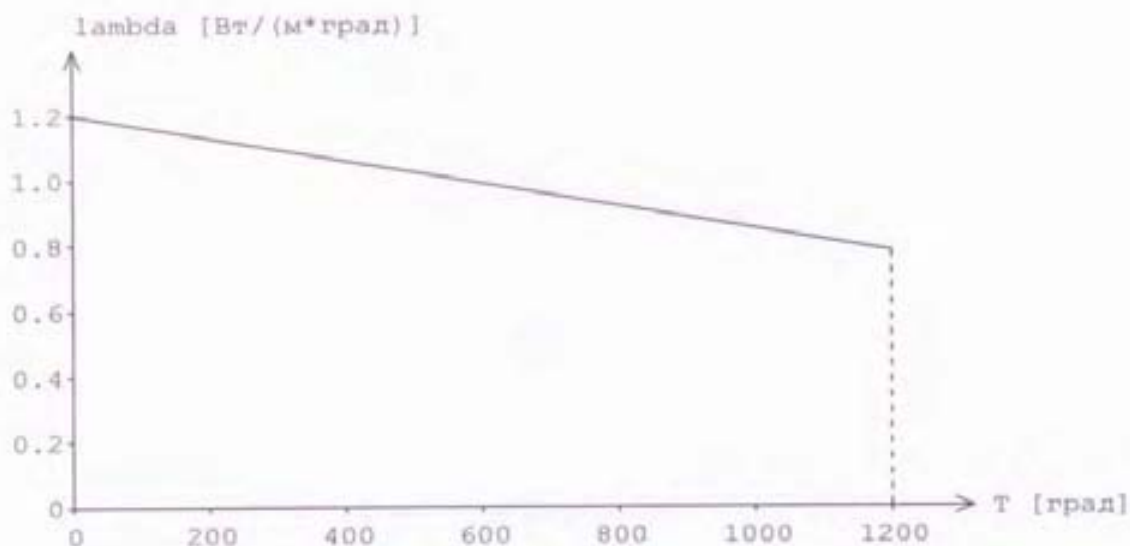


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопроводности λ бетона от температуры.

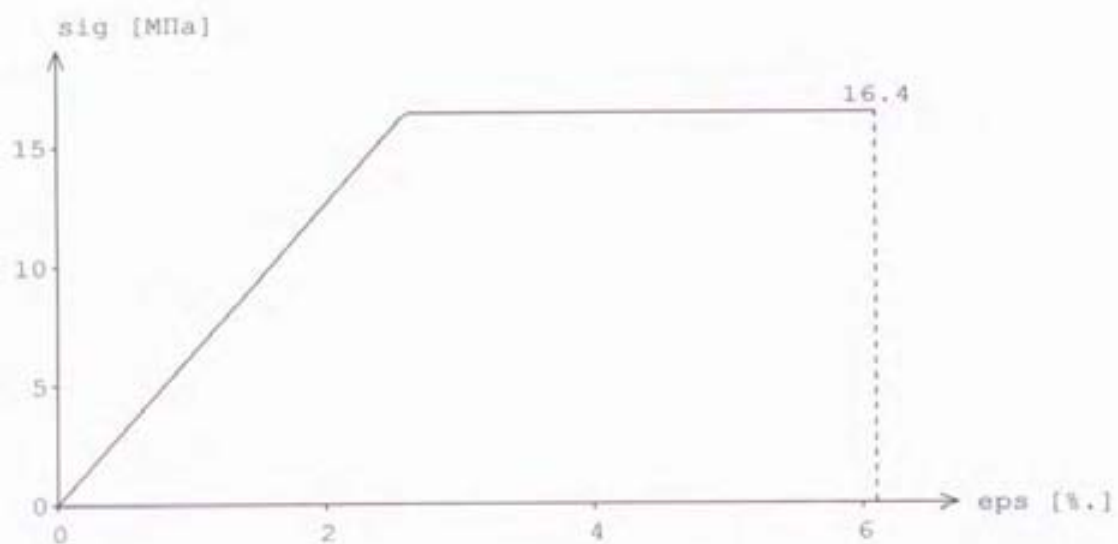


Рис. 4. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 200 °С



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

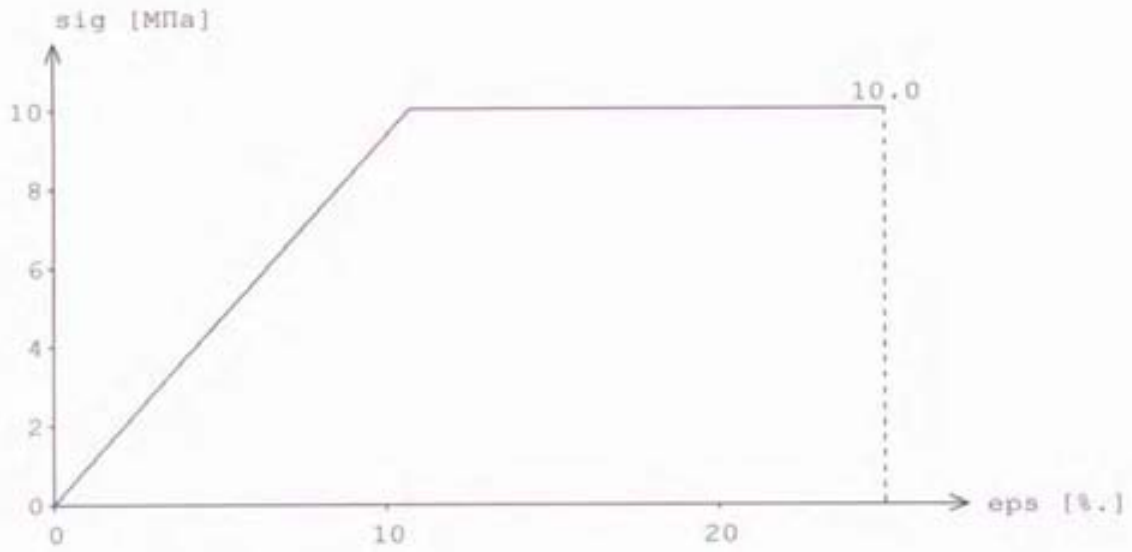


Рис. 6. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 600 °С.

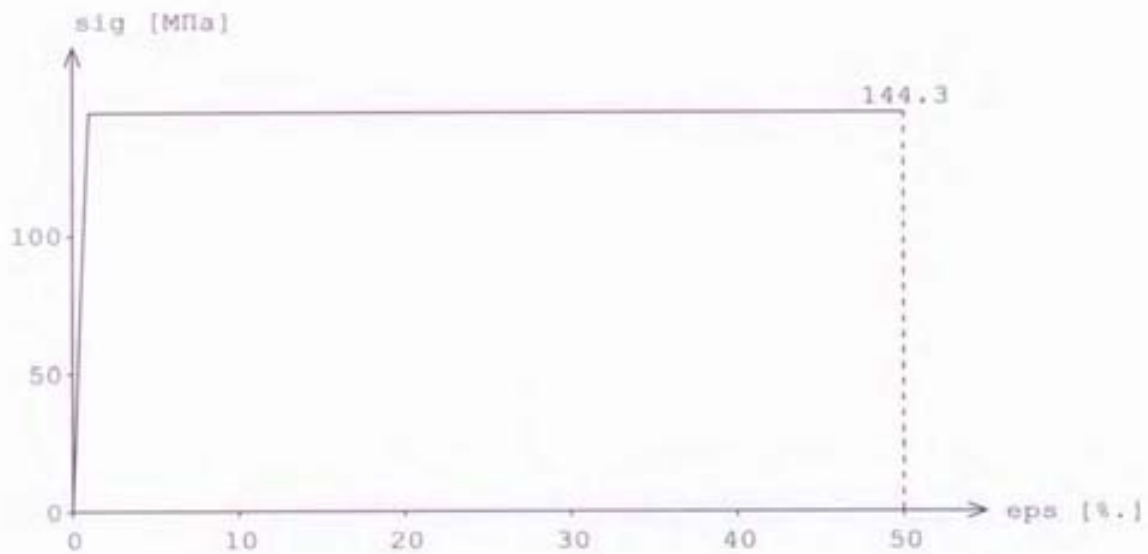


Рис. 7. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 600 °С.

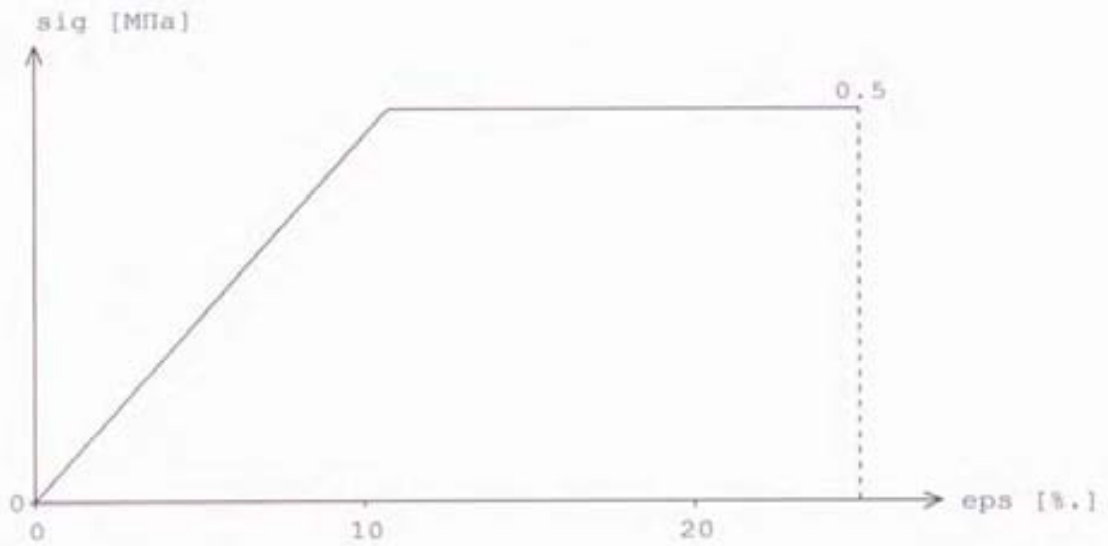


Рис. 8. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 1000 °С.

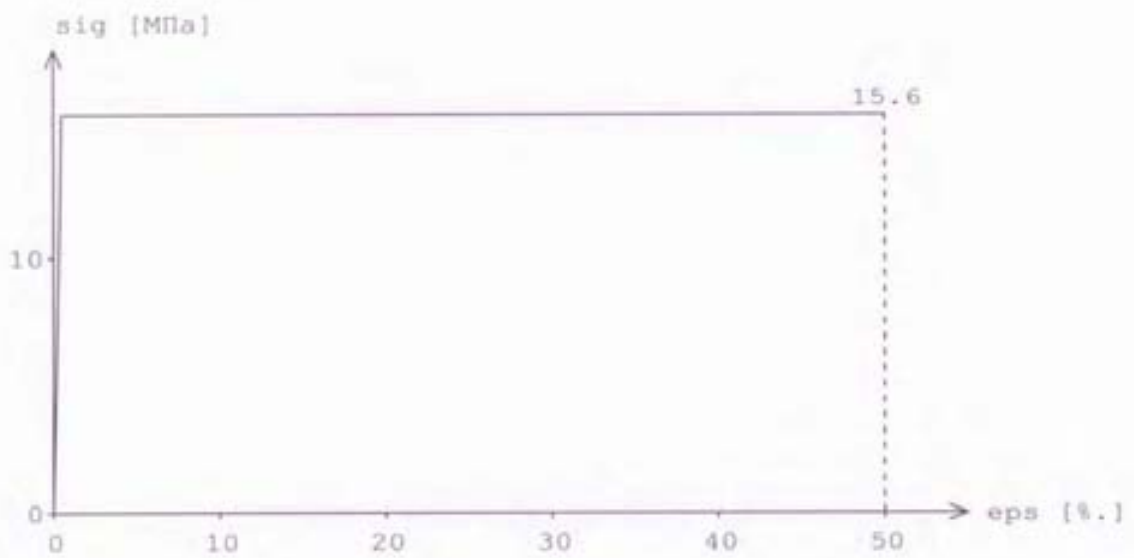


Рис. 9. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 1000 °С.

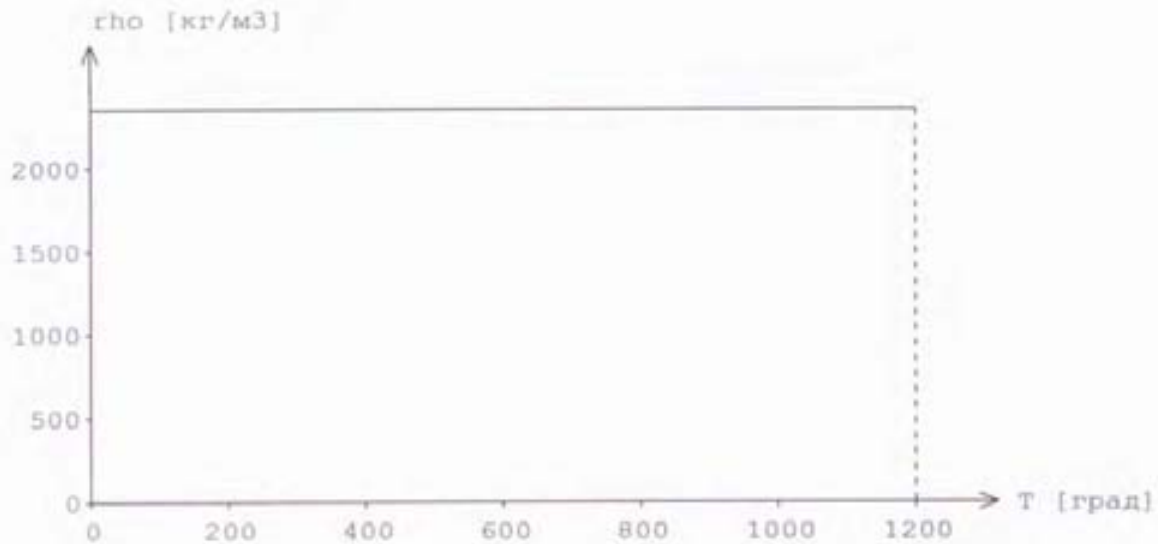


Рис. 10. Зависимость плотности бетона ρ от температуры

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 м
Верхняя арматура мм	Диаметр стержней	d_s	=	4	
	Шаг стержней мм	s	=	100	
	Толщина защитного слоя мм	a_s	=	15	
Нижняя арматура мм	Диаметр стержней	d_s	=	10	
	Шаг стержней мм	s	=	100	
	Толщина защитного слоя мм	a_s	=	30	

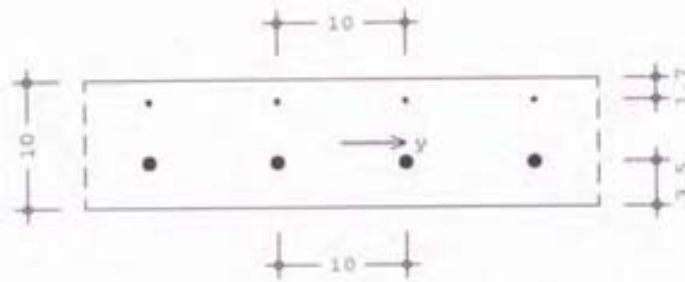


Рис.11. Расчетное сечение плиты перекрытия

Усилия

Относительно центральной оси бетонного сечения

Положительное направление момента



K [кНм/м]	N [кН/м]	My
1		12.0

МатериалБетон тяжелый
на силикатном заполнителе

B25

Плотность бетона
кг/м³ $\rho = 2350$

Влажность бетона

 $W = 1.5$ Арматурная сталь
A400

Нормативные сопротивления

 $R_{bn} = 18.50$

МПа

 $R_{sn} = 400$

МПа

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

Таблица 2

Коэффициент запаса прочности	№	t [мин]	To [град]	γ_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

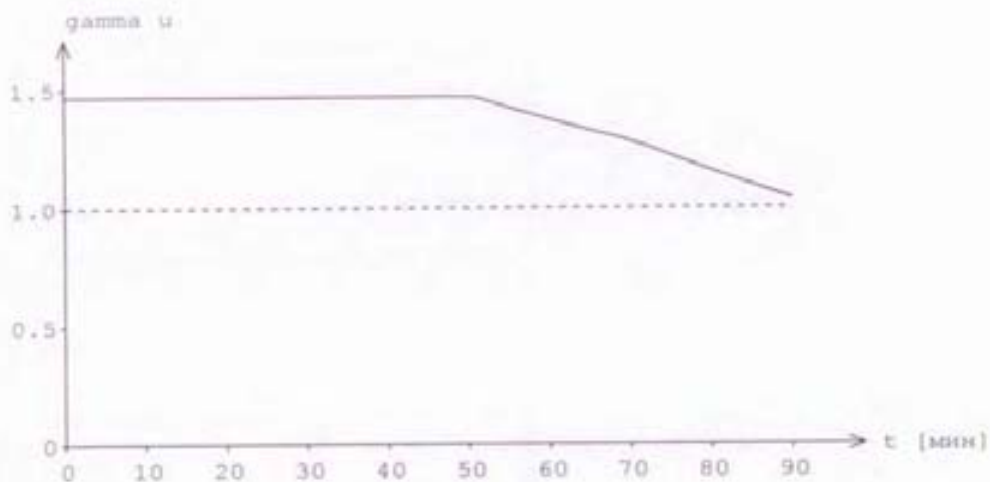


Рис. 12. Изменение коэффициента запаса прочности γ_u от времени, в сечении плиты перекрытия при воздействии "стандартного пожара"

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

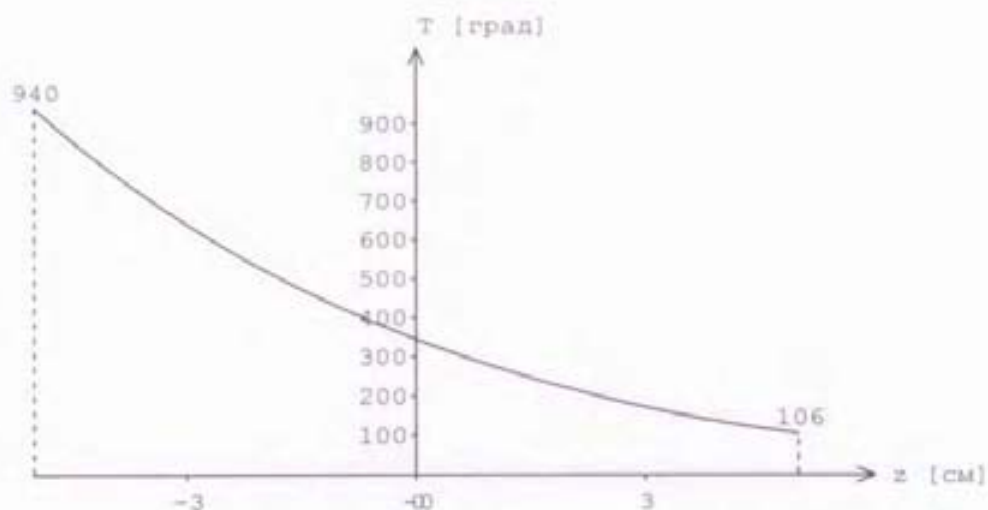


Рис. 13. Температура T по оси z (по толщине сечения)

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

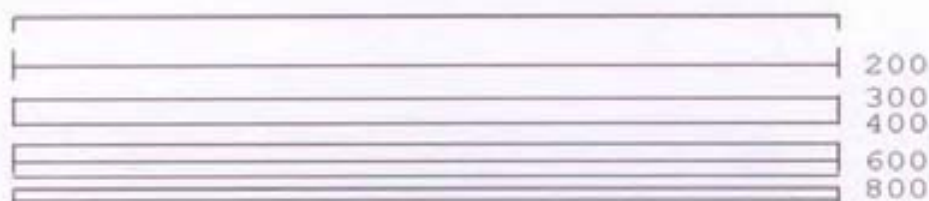


Рис. 14. Изотермы в расчетном сечении

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

Пределные усилия	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
	0.0	12.46	1.038



Рис. 15. Высота сжатой зоны в расчетном сечении плиты

Кривизна

$$k_y = -0.42265 \text{ 1/м}$$

Деформации бетона

Максимальная деформация

Минимальная деформация

ϵ	σ	T	ϵ	σ	T
[%.]	[МПа]	[град]	[%.]	[МПа]	[град]
36.05	0.00	940	-6.22	-11.41	106

Деформации стали

Максимальная деформация

Минимальная деформация

ϵ	σ	T	ϵ	σ	T
[%.]	[МПа]	[град]	[%.]	[МПа]	[град]
21.25	267.2	473	0.97	181.2	160

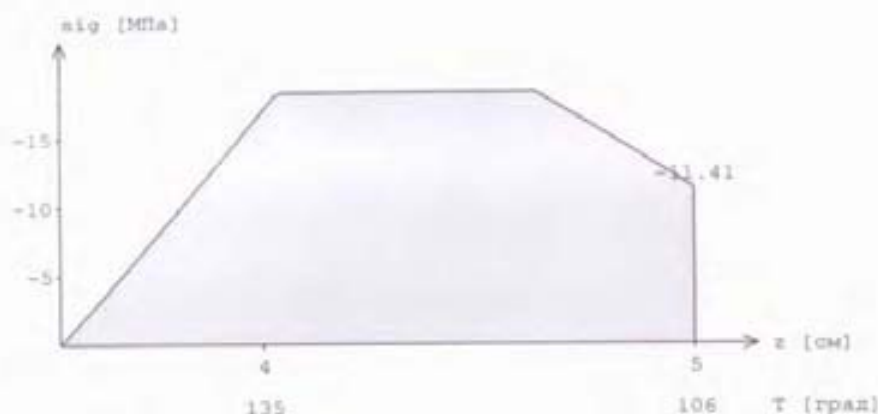


Рис. 16. Напряжения в сжатом бетоне плиты

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

<u>Расчетная схема</u>	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:

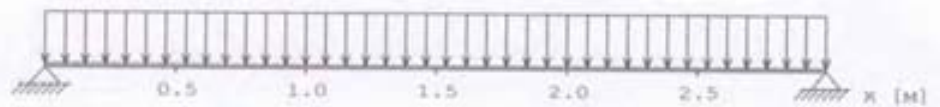
снизу	азн	=	35	мм
сбоку	азб	=	35	мм



Рис. 17. Расчетное сечение балки междуэтажной лестничной площадки

Нагрузки

Распределенная нагрузка $q = 5.00$ кН/м



Материал

Бетон тяжелый

B25

на силикатном заполнителе

Плотность бетона

$\rho = 2350$ г/м³

Влажность бетона

$W = 1.5$ %

Продольная арматура

A400

Поперечная арматура

A240

Норматив. сопротивления при нормальной температуре

$R_{bn} = 18.50$ МПа

$R_{btn} = 1.55$ МПа

$R_{sn} = 400$ МПа

$R_{swn} = 192$ МПа

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

Усилия	x [м]	M [кНм]	Q [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 γ_t от температуры представлено в табл. 21 и рис. 19 настоящего приложения.

Таблица 21

Коэффициент запаса прочности	t [мин]	T среды [град]	γ_t
	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

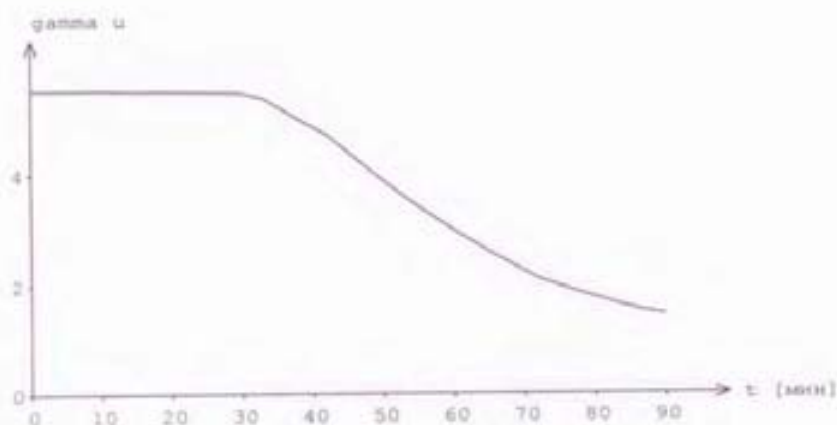


Рис. 19. Изменение коэффициента запаса прочности γ_u от времени балки при воздействии "стандартного пожара"

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
Глубина прогрева сбоку	a_{t2}	=	4.3	см
Расчетная ширина	b_t	=	6.4	см
Расчетная высота	h_t	=	32.8	см

Всего листов 44 лист 31

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

Таблица 22

Прочность обеспечена, так как выполняется условие:
 $Q_{\max} = 7.5 \text{ кН} < Q_{b,\min} = 0.5R_{bt}b_t h_0 = 17.8 \text{ кН}$ при $h_0 = 35.9$
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/м³, влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе

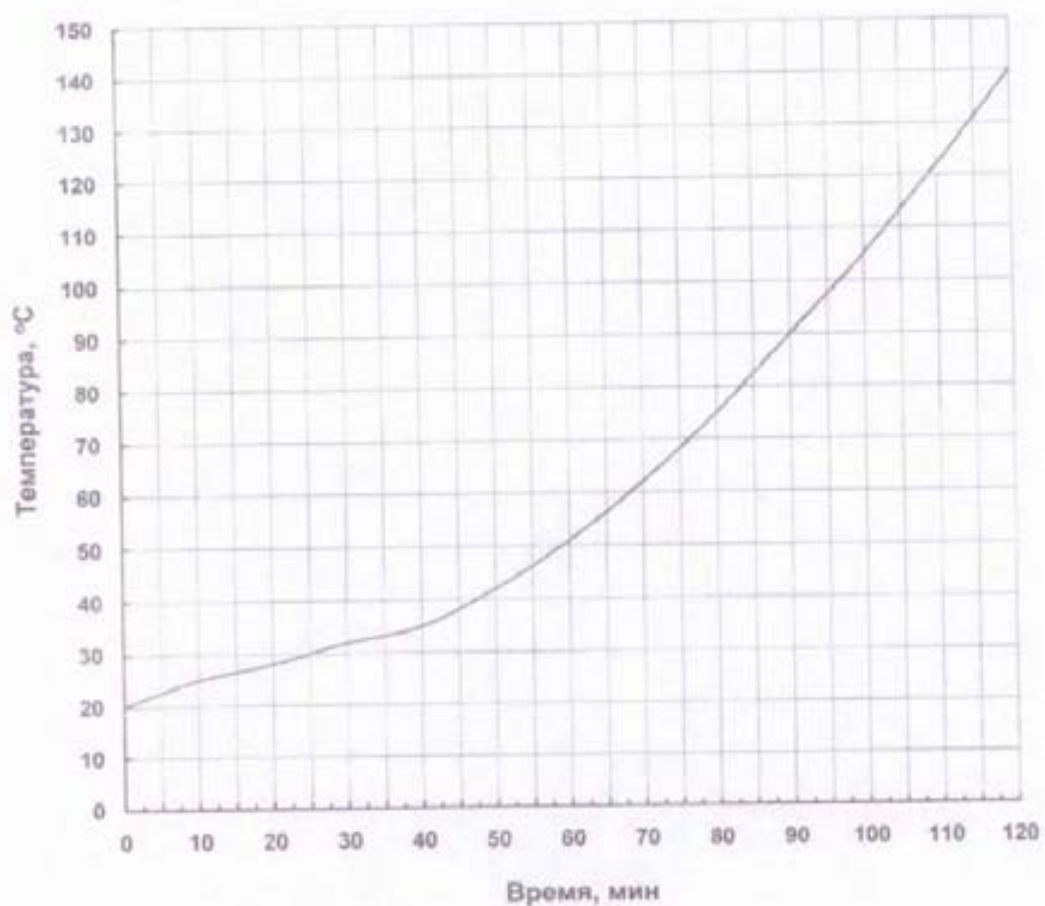


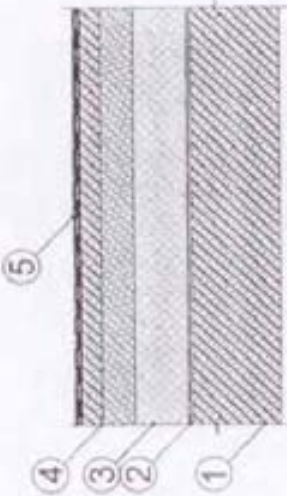
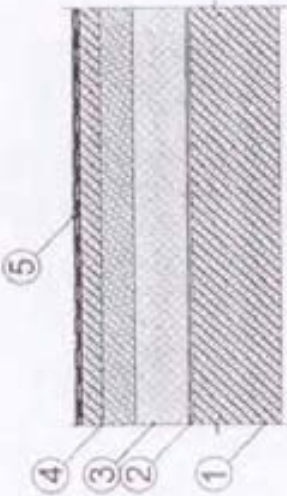

Рисунок 2. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной и
многопустотной плиты толщиной соответственно 120
и 160 мм из тяжелого бетона (плотность - 2330 кг/м³,
влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе


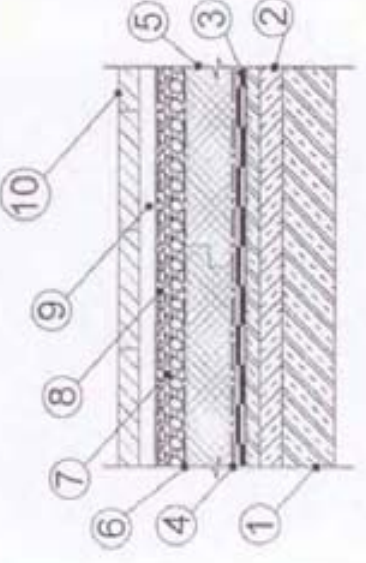
ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

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

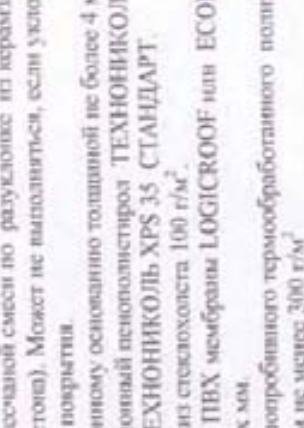
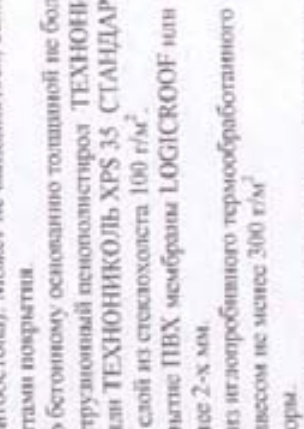
Таблица

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

№ п/п	Эскиз конструкции и состав покрытия	Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403-96	Предел огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94
1	<p style="text-align: center;">2</p> <p>Покрытие по сплошным (минимальной толщиной 120 мм и защитным слоем бетона до оси арматуры 35мм) или многослойным (минимальной толщиной 160 мм, диаметром пустот 115 мм, защитным слоем бетона до оси арматуры 40 мм) железобетонным плитам</p> 	3	
1	 <p>Кровельная система «ПН-КРОВЛЯ Стандарт»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 4. Армированная стяжка толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). 5. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала обшей толщиной не более 8 мм. 	K0 (45)	RE 90
2	 <p>Кровельная система «ПН-КРОВЛЯ Балласт»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание. 2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитками покрытия. 3. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 5. Разделительный слой из стеклохолста 100 г/м². 6. Кровельное покрытие ПВХ мембраны LOGICROOF или ECORLAST толщиной не более 2-х мм. 7. Защитный слой из огнестойкого термобработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м². 8. Гранитный гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м². 	K0 (45)	RE 90

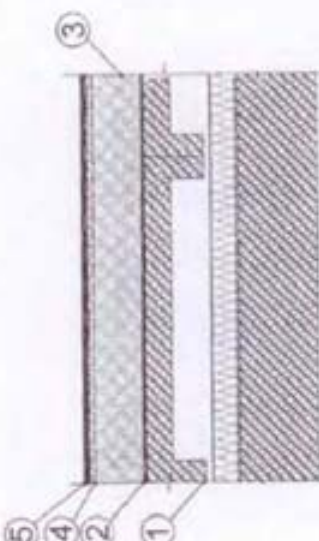
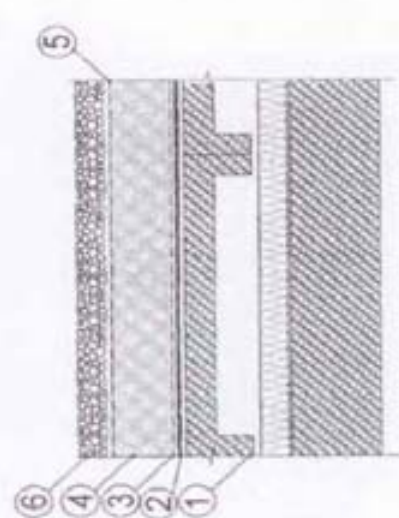
1	2	3	
3	 <p>1. Бетонное основание. 2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитками покрытия. 3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала общей толщиной не более 10 мм. 4. Дренарующий слой из огноробинного термообработанного полиэфирного полотна разлессом не менее 150 г/м². 5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 6. Защитный слой из огноробинного термообработанного полиэфирного полотна разлессом не менее 300 г/м².</p> <p>Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Имперс»</p>	К0 (45)	RE 90
4	 <p>1. Бетонное основание. 2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитками покрытия. 3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала общей толщиной не более 10 мм. 4. Дренарующий слой из огноробинного термообработанного полиэфирного полотна разлессом не менее 150 г/м². 5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 6. Дренарующий слой из огноробинного термообработанного полиэфирного полотна разлессом не менее 150 г/м². 7. Гравий фракции 5-20 мм, толщина слоя – не менее 30 мм. 8. Защитный слой из огноробинного термообработанного полиэфирного полотна разлессом не менее 300 г/м². 9. Цементно-песчаная стяжка. 10. Плитка тротуарная армированная толщиной не менее 40 мм.</p> <p>Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Тротуар»</p>	К0 (45)	RE 90

1	<p>Кровельная система «ТИ-КРОВЛЯ ГРИН»</p>	2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание. 2. Стажка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитными покрытиями. 3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала общей толщиной не более 10 мм. 4. Дренажный слой из нетканого иглопробитного термообработанного полиэфирного полотна развесом 150 г/м². 5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 6. Защитный слой из нетканого полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м². 7. Дренажный слой - профилированная мембрана ПЛАНТЕР ГЕО (полотна высокой плотности, толщина - не более 2 мм, высота профиля - 8 мм). 8. Дренажный слой из иглопробитного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м². 9. Растительный грунт толщиной не менее 50 мм. 	3	K0 (45) RE 90
6	<p>Кровельная система «ТИ-КРОВЛЯ АВТОН»</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание. 2. Стажка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитными покрытиями. 3. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала общей толщиной не более 10 мм. 4. Дренажный слой из иглопробитного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м². 5. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 6. Защитный слой из иглопробитного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м². 7. Железобетонная плита толщиной не менее 100 мм. 8. Асфальтобетон. 	K0 (45) RE 90		

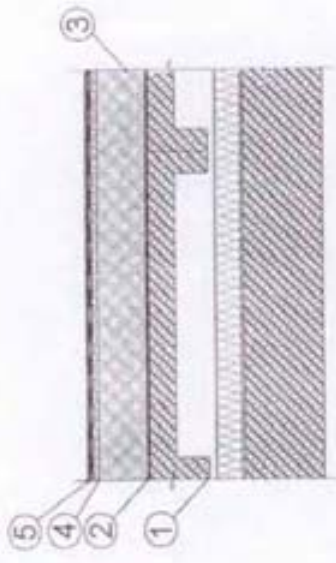
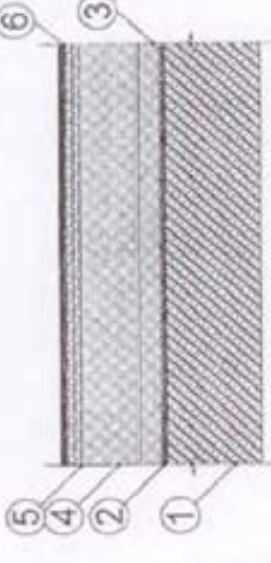
1	2	3	RE 90
7		<p>К0 (45)</p>	<p>RE 90</p>
8		<p>К0 (30)</p>	<p>RE 30</p>
	<p>Кровельная система «ТН-КРОВЛЯ Терраса»</p>		
	<p>Покрытия по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 60 мм, шириной ребра 80 мм, защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25 мм, применяемые при реконструкции крыши с холодным чердаком</p>		

1. Бетонное основание.
2. Слой из цементно-песчаной смеси по разуклонам из керамзитового гравия (керамзитобетон). Может не выполняться, если уклон сформирован плитками покрытия.
3. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.
4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ.
5. Разделительный слой из стеклохолста 100 г/м².
6. Кровельное покрытие ПВХ мембраны LOGICROOF или ESCOPLAST толщиной не более 2-х мм.
7. Защитный слой из огнестойкого термобработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м².
8. Пластиковые опоры.
9. Армированная тротуарная плитка на пластиковых опорах. Размер воздушного зазора, создаваемого опорами, от 10 до 620 мм. Зазор между плитками - не более 4 мм.

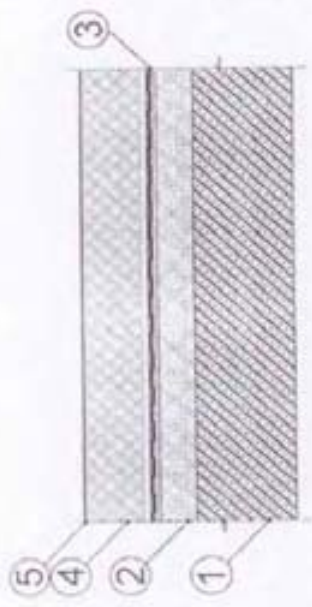
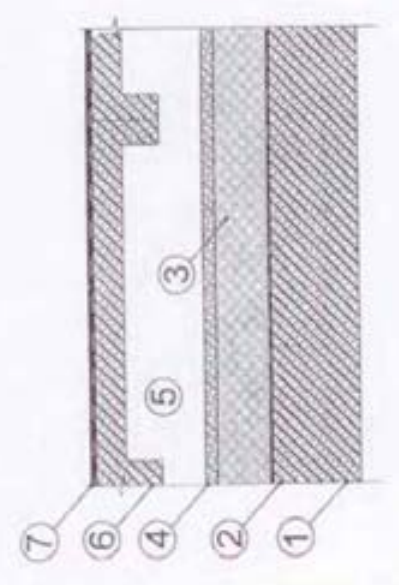
1. Бетонное основание.
2. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала толщиной не более 10 мм.
3. Дренажный слой из огнестойкого термобработанного полотна эфирного полотна развесом не менее 150 г/м².
4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ.
5. Защитный слой из огнестойкого термобработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м².
6. Гранитный фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м².

1	2	3
9	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным снятием). 3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 4. Сборная стяжка из прессованного плоского шифера в 2 слоя толщиной не менее 20 мм (могут применяться плиты ЦСП или ЦВП). 5. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала обшей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку. 	K0 (30) RE 30
10	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание. 2. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала толщиной не более 10 мм. 3. Дренажный слой из огноробованного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 150 г/м². 4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ. 5. Защитный слой из огноробованного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м². 6. Гранитный фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м². 	K0 (30) RE 15

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

1	2	3
 <p data-bbox="582 1904 606 1937">11</p>	<p data-bbox="430 1008 454 1254">1. Бетонное основание.</p> <p data-bbox="454 571 518 1254">2. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным снятием).</p> <p data-bbox="534 548 630 1254">3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ.</p> <p data-bbox="646 526 718 1254">4. Сборная стяжка из прессованного плоского шифера в 2 слоя толщиной не менее 20 мм (могут применяться плиты ЦСП или ЦВП).</p> <p data-bbox="726 571 837 1254">5. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</p>	<p data-bbox="494 257 518 336">RE 15</p> <p data-bbox="494 392 518 481">K0 (30)</p>
 <p data-bbox="1332 1904 1356 1937">12</p>	<p data-bbox="917 593 973 1780">Ремонтные системы по слоистым (толщиной 120 мм) или многослойным (толщиной 160 мм) железобетонным плитам</p> <p data-bbox="1061 1008 1085 1254">1. Бетонное основание.</p> <p data-bbox="1093 537 1117 1254">2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.</p> <p data-bbox="1125 526 1181 1254">3. Клеевая теплоизоляция из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS Клим.</p> <p data-bbox="1189 504 1236 1254">4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ</p> <p data-bbox="1244 571 1324 1254">5. Сборная стяжка из 2-х слоев прессованного плоского шифера толщиной не менее 20 мм (могут применяться плиты ЦСП или ЦВП).</p> <p data-bbox="1332 515 1412 1254">6. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку</p>	<p data-bbox="1125 257 1149 336">RE 90</p> <p data-bbox="1125 392 1149 481">K0 (45)</p>

Кровельная система «ГН-КРОВЛЯ Универсал»

1	2	3	
13	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонное основание из сплошных плит толщиной 120 мм в арочных покрытиях с уклоном от 1 град. до 60 град. 2. Существующий утеплитель. 3. Пароизоляция толщиной не более 10 мм из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным срезом). 4. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ, уложенный на клеевой состав. 5. Кровельное покрытие - ПВХ мембрана LOGICROOF или ESCORLAST с фансовой подложкой, толщиной не более 2-х мм, приклеенный на полиуретановый клей с расходом 300 г/м². 	K0 (45)	RE 90
14	<p>Покрытие 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, с техническим этажом</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Перекрытие над последним жилым этажом (густотная плита толщиной 160 мм, либо монолитная плита толщиной не менее 120 мм). 2. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 30 СТАНДАРТ или ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 35 СТАНДАРТ (либо утеплитель с приклеенной ЦП плитой «ТЕХНОНИКОЛЬ Ц-ХПС»). 4. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, либо монолитная стяжка не менее 30 мм (не применяется в случае использования «ТЕХНОНИКОЛЬ Ц-ХПС»). 5. Пространство технического этажа. 6. Железобетонная плита покрытия. 7. Кровельное покрытие из 2-х слоев наплавленного битумного материала общей толщиной не более 8 мм, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку 	K0 (30)	RE 15

<p>15</p>	<p>Покрытие с несущими стальными балками, минимальной приведенной толщиной стали $\delta_{пр} = 5,0$ мм, по настилу из стального профлиста толщиной не менее 0,8 мм</p> <p>1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профилисту толщиной не более 2-х мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты ТЕХНОРУФ Н 30 или ТЕХНОРУФ Н 35 толщиной не менее 50 мм. 4. Утеплитель – экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ ХПС 30 или ТЕХНОНИКОЛЬ ХПС 35 (толщиной от 40 до 200 мм). 5. Разделительный слой из стекловаты 100 г/м². 6. Кровельное покрытие – ПВХ мембрана LOGICROOF или ESORPLAST толщиной не более 2-х мм.</p>	<p>K0 (15)</p>	<p>RE 15</p>
-----------	--	----------------	--------------