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 МЧС России» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
кандидат технических наук

_____ Д.М. Гордиенко

"29" 06 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий на железобетонном основании и основании из стального профилированного листа, с утеплителем из негорючих плит из минеральной (каменной) ваты, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами и полимерными мастичными материалами, а также рекомендации по применению данных покрытий в зданиях различного функционального назначения (технология ООО "РОКВУЛ")

Заместитель начальника
ФГБУ ВНИИПО МЧС России А.Ю. Лагозин

МОСКВА 2022

Содержание

1	Общие положения	3
2	Характеристика объекта исследований	3
3	Нормативные ссылки	3
4	Техническая документация	4
5	Краткое описание рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий	4
6	Требования пожарной безопасности, критерии оценки огнестойкости и пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий	6
7	Оценка огнестойкости и пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий	8
8	Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения	22
9	Выводы	23
10	Дополнительная информация	25
	Приложение А (обязательное) Техническое задание на проведение оценки огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий на железобетонном основании, негорючих плит из каменной ваты, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения рассматриваемых покрытий, применяемые материалы, а также их краткое техническое описание, на 16-ти листах	26
	Приложение Б (обязательное) Техническое задание на проведение оценки пределов огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий с основой из профилированного листа, негорючих минераловатных плит, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами и полимерными мастичными материалами, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения рассматриваемых покрытий, применяемые материалы, а также их краткое техническое описание, на 9-ти листах	41
	Приложение В (обязательное) Примеры расчета пределов огнестойкости железобетонных элементов покрытий	51
	Приложение Г (обязательное) Номограммы прогрева железобетонных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии	65

1. Наименование и адрес заказчика

ООО "РОКВУЛ". Адрес: РФ, 143985, Московская обл., г. Балашиха, мкр. Железнодорожный, ул. Автозаводская, д. 48 А.

Основание для проведения работы – договор № 2053/КИ-3.2 от 29.03.2022 г., заключенный ФГБУ ВНИИПО МЧС России с ООО "РОКВУЛ".

2. Характеристика объекта исследований

Проектно-техническая документация на конструкции настилов бесчердачных покрытий, выполняемых на основе железобетонных конструкций и стального профилированного листа с утеплителем из негорючих плит из минеральной (каменной) ваты, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами и полимерными мастичными материалами, в части соответствия их конструктивного исполнения требованиям, предъявляемым к зданиям I-IV-й степеней огнестойкости, в соответствии со ст. 87 и табл. 21, 22 приложения к Федеральному закону от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

3. Нормативные ссылки

При оценке огнестойкости и пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, учитывались положения следующих нормативных документов:

1) Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";

2) СП 2.13130.2020 “Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты”;

3) ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования";

4) ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции".

5) ГОСТ 30403-2012 “Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности”.

Примечание - При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим сводом правил

следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный материал отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

4. Техническая документация

Для проведения оценки огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, заказчиком была предоставлена следующая техническая документация:

- ТУ 5762-050-45757203-15 (с изм. 1-22) "Изделия теплоизоляционные из каменной ваты. Технические условия". ООО "РОКВУЛ" (ранее – ЗАО "Минеральная Вата");
- задание заказчика на проведение оценки огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий – гарантийное письмо № б/н от 14.09.2018 г;
- техническое задание на проведение оценки огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий на железобетонном основании, негорючих плит из каменной ваты, битумными, ПВХ, ТПО мембранами, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения рассматриваемых покрытий, применяемые материалы, а также их краткое техническое описание, на 16-ти листах;
- техническое задание на проведение оценки пределов огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий с основой из профилированного листа, негорючих минераловатных плит, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами и полимерными мастичными материалами, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения рассматриваемых покрытий, применяемые материалы, а также их краткое техническое описание, на 9-ти листах;

5. Краткое описание рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

Все представленные на рассмотрение виды покрытий могут быть разделены на конструкции, выполняемые по железобетонным плитам и на конструкции, выполняемые по профилированному листу.

В свою очередь покрытия по железобетонным плитам можно разделить – на совмещенные (традиционные), балластные, инверсионные, балластные эксплуатируемые, вентилируемые ремонтные и сплошные ремонтные покрытия.

5.1. Конструкции бесчердачных покрытий на бетонном основании

Схемы конструктивного исполнения бесчердачных покрытий по железобетонному основанию представлены в обязательном приложении А к настоящему заключению.

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 стальных стержней продольной (рабочей) арматуры (и ее отклонениям) плиты заводского изготовления должны соответствовать ГОСТ 13015-2003, остальные по 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/м^3 на гранитном щебне.

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

Минимальная толщина ребристых плит, изготавливаемых в соответствии с требованиями 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 указанных плит, соответствует – 300 или 400 мм. Плиты могут изготавливаться из тяжелого бетона на гранитном щебне плотностью не менее 2200 кг/м^3, либо из легкого бетона средней плотностью не менее 1800 кг/м^3.

По бетонному основанию в бесчердачных покрытиях последовательно укладываются материалы, указанные на конструктивных схема представленных в обязательном приложении А к данному заключению.

5.2. Конструкции настилов бесчердачных покрытий по профилированному листу

Конструктивные схемы настилов бесчердачных покрытий представлены в обязательном приложении Б к данному заключению.

5.2.1. Конструкции настилов бесчердачных покрытий для зданий II-IV-й степеней огнестойкости

Конструкции настилов бесчердачных покрытий запроектированы с основой из профилированного листа по ГОСТ 24045, изготовленного из

листовой стали толщиной не менее 0,7 мм. Профилированные листы основания настилов покрытий, закрепляются по несущим стальным элементам (прогонам), проектный шаг установки которых не должен превышать 5,0 м, а приведенная толщина металла составлять не менее 4,0 мм и нагрузке не более 3,2 кПа.

Конструкции настилов бесчердачных покрытий запроектированы с основой из профилированного листа по ГОСТ 24045, изготовленного из листовой стали толщиной не менее 1,0 мм. Профилированные листы основания настилов покрытий, закрепляются по несущим стальным элементам (прогонам), проектный шаг установки которых не должен превышать 6,0 м, а приведенная толщина металла составлять не менее 4,0 мм и нагрузке не более 3,2 кПа.

Рассматриваемые конструкции настилов бесчердачных покрытий являются многослойными конструкциями, выполняемыми в соответствии с конструктивными схемами, представленными в обязательном приложении Б к настоящему заключению.

Проектными решениями не предусмотрено выполнение огнезащитной обработки нижнего пояса профилированных листов, а также несущих стальных конструкций покрытий.

5.2.2. Конструкции настилов бесчердачных покрытий для зданий I-й степени огнестойкости

Конструкции настилов бесчердачных покрытий для зданий I-й степени огнестойкости, запроектированы с основой из профилированного листа по ГОСТ 24045, изготовленного из листовой стали толщиной не менее 0,8 мм.

Профилированные листы основания настилов покрытий различных типов, закрепляются по несущим стальным элементам (прогонам), проектный шаг установки которых не должен превышать 4,0 м, при толщине листа профнастила 0,7 мм и нагрузке не более 3,2 кПа. В случае использования профилированных листов, изготовленных из листовой стали толщиной 1,0 мм и более, шаг между балками (прогонами) может составлять до 6,0 м включительно при нагрузке не более 2,4 кПа.

Способы и средства огнезащиты, обеспечивающие требуемую огнестойкость (R 30) стальных несущих конструкций покрытий (ферм, балок, прогонов) в данном заключении не рассматриваются.

6. Требования пожарной безопасности, критерии оценки огнестойкости и классов пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

При проектировании и строительстве зданий и сооружений учитываются требования технических условий на рассматриваемые конструкции, а также другие нормативные документы, отражающие противопожарное со-

стояние объекта и мероприятия по его обеспечению.

На основании информации, предоставленной заказчиком, рассматриваемые конструкции бесчердачных покрытий должны отвечать требованиям Федерального закона № 123-ФЗ, предъявляемым к зданиям I-IV-й степеней огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С0.

Пределы огнестойкости строительных конструкций устанавливаются по времени (в минутах) от начала огневого испытания при стандартном температурном режиме до наступления одного из нормируемых для данной конструкции предельных состояний по огнестойкости, перечисленных в ч. 2 ст. 35 № 123-ФЗ.

Согласно ст. 87 и табл. 21 приложения к № 123-ФЗ, рассматриваемые строительные конструкции регламентируются требуемыми пределами огнестойкости, представленными в таблице 1.

Таблица 1

Соответствие степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков

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

Согласно ГОСТ 30247.0-94 устанавливаются следующие предельные состояния и обозначения пределов огнестойкости рассматриваемых строительных конструкций:

R – потеря несущей способности (обрушение) конструкции:

$M_{p,t}\ (N_{p,t}) = M_н\ (N_н)$

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

$M_н\ (N_н)$ – изгибающий момент (продольное усилие) от нормативной или другой рабочей нагрузки.

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

В соответствии со ст. 36 № 123-ФЗ класс пожарной опасности строительных конструкций (в т. ч. покрытий) определяется в соответствии с табл. 6 приложения к № 123-ФЗ. Численные значения критериев отнесения строительных конструкций к определенному классу пожарной опасности

определяются в соответствии с методом, установленным ГОСТ 30403-2012.

При определении классов пожарной опасности конструкций по ГОСТ 30403-2012 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 ее материалов;
- размеры повреждений конструкции и составляющих ее материалов.

При оценке классов пожарной опасности конструкций, в случае необходимости, учитываются также 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 полимерных материалов / пенопластов).

Испытания конструкций на пожарную опасность по ГОСТ 30403-2012 проводятся в течение времени, которое соответствует требуемому пределу огнестойкости этих конструкции, но не более 45 минут.

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

Имеющиеся во ВНИИПО экспериментальные данные по аналогичным (по форме, материалам и конструктивному исполнению) несущим и ограждающим конструкциям позволяют оценить огнестойкость и пожарную опасность рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий без проведения огневых испытаний, расчетно-аналитическим методом.

7. Оценка огнестойкости и классов пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

Оценка огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий производилась в несколько этапов, основными из которых являлись следующие:

1) анализ предоставленной технической документации на конструкции бесчердачных покрытий;

2) анализ результатов ранее проведенных экспериментальных исследований огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций, имеющих аналогичное исполнение;

3) анализ нормативных требований по пожарной безопасности, предъявляемых к рассматриваемым строительным конструкциям;

4) проведение теплофизических и статических расчетов по определению фактических пределов огнестойкости рассматриваемых строительных конструкций;

5) проведение оценки пожарной опасности рассматриваемых строительных конструкций;

6) проведение оценки области применения, рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения.

7.1. Анализ предоставленной технической документации на конструкции бесчердачных покрытий и ранее проведенных экспериментальных исследований

Анализ предоставленной технической документации на рассматриваемые конструкции бесчердачных покрытий позволяет в целом установить идентичность конструктивного исполнения (в части несущего основания, применяемых утеплителей) фрагментам конструкций ранее прошедшим испытания на испытательной базе ИЛ НИЦ ПБ ФГБУ ВНИИПО.

В соответствии с ч. 10 ст. 87 № 123-ФЗ пределы огнестойкости и классы пожарной опасности строительных конструкций, аналогичных по форме, материалам, конструктивному исполнению строительным конструкциям, прошедшим огневые испытания, могут определяться расчетно-аналитическим методом, установленным нормативными документами по пожарной безопасности.

7.2. Анализ результатов экспериментальных исследований конструкций бесчердачных покрытий с основой из профилированного листа

На испытательной базе ИЛ НИЦ ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России по заказу сторонних организаций проведены испытания настилов бесчердачных покрытий на основе профилированных листов (информация представлен в ежегодно издаваемом институтом пособии "Техническая информация (в помощь инспектору ГПН)", Москва, ВНИИПО).

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных установлено, что конструкции настилов покрытий (без учета огнестойкости несущих балок, ферм, прогонов), выполненные из профилированных листов толщиной не менее 0,8 мм, без слоя огнезащиты, закрепленного по нижнему поясу профилированных листов, испытанные под воздействием нормативной нагрузки, имеют фактические пределы огнестойкости не менее R 8, при условии, что шаг несущих стальных элементов (балок, прогонов) не превышает 3-6 м в зависимости от типа профилированного листа.

7.3. Анализ нормативных требований по пожарной безопасности

Как уже отмечалось в п. 5 данного заключения в соответствии со ст. 87 и табл. 21 приложения к № 123-ФЗ, рассматриваемые конструкции бесчердачных покрытий, регламентируются требуемыми пределами огнестойкости, предъявляемыми к зданиям I-IV-й степеней огнестойкости (см.

п. 5 настоящего заключения).

По информации предоставленной заказчиком установлено (см. приложения А, Б), что рассматриваемые конструкции бесчердачных покрытий не относятся к несущим элементам здания в целом, поскольку не участвуют в обеспечении его общей устойчивости и геометрической неизменяемости.

Таким образом, рассматриваемые конструкции бесчердачных покрытий, должны соответствовать пределам огнестойкости – RE 15 и RE 30, в зависимости от степени огнестойкости здания.

На основании п. 8.2. ГОСТ 30247.1-94 предельными состояниями по огнестойкости рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, являются:

- потеря несущей способности (R);
- потеря целостности (E).

В соответствии с требованиями, изложенными в п. 7.4 ГОСТ 30247.1-94 предел огнестойкости конструкций покрытий определяется при воздействии тепла снизу.

По информации предоставленной заказчиком, рассматриваемые строительные конструкции применяются в зданиях с классом конструктивной пожарной опасности С0 и по классу пожарной опасности должны отвечать требованиям табл. 22 приложения к № 123-ФЗ.

Таким образом, класс пожарной опасности по ГОСТ 30403 рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, должен соответствовать К0 (15), К0 (30), в зависимости от величины требуемого для них предела огнестойкости.

7.4. Проведение теплофизических и статических расчетов по определению фактических пределов огнестойкости рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

С целью подтверждения фактического предела огнестойкости ограждающих конструкций бесчердачных покрытий, были проведены проверочные расчеты по определению огнестойкости рассматриваемых строительных конструкций (см. п. 5 заключения и приложения А, Б).

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 табл. 2 и 3, применимы для тяжелого бетона с силикатными и гранитными заполнителями. Для бетонов с карбонатным или легким заполнителем минимальные размеры поперечного сечения железобетонных плит и балок могут быть уменьшены на 10 %.

7.4.1. 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 $l_y/l_x \geq 2$), высота сечения указанных плит должна соответствовать величине (h), а расстояние от обогреваемой поверхности до оси рабочей арматуры (a), не менее значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2

Минимальная высота сечения (h) плиты и расстояние до оси рабочей арматуры (a) в зависимости от требуемого предела огнестойкости

Вид бетона	Параметры плиты, при $l_y/l_x \geq 2$	Минимальная высота сечения (h) и расстояние до оси рабочей арматуры (a), при требуемом пределе огнестойкости.		
		RE 30	RE 60	RE 90
Тяжелый бетон с гранитным заполнителем	Высота сечения плиты (h), мм	60	80	100
	Расстояние до оси арматуры, мм	10	25	35

7.4.2. 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 до рабочей арматуры.

При высоте сечения 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.

7.4.3. Ребристые плиты

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

- для полок соединяющих ребра, как для сплошных железобетонных плит, обогреваемых снизу (см. таблицу 2);

- для несущих 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, указанные балки 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.

Расчет фактических пределов огнестойкости рассматриваемых железобетонных элементов основания бесчердачных покрытий, представлен в обязательном приложении В к настоящему заключению.

Таблица 3

Минимальная ширина сечения (b) балки и расстояние до оси рабочей арматуры (a) в зависимости от требуемого предела огнестойкости

Предел огнестойкости R, мин	Минимальная ширина сечения (b) и расстояние до оси рабочей арматуры (a), 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

Все рассматриваемые конструкции бесчердачных покрытий, выполняемые на железобетонном основании различного типа, удовлетворяют требованиям по несущей способности (R), предъявляемым к конструкциям бесчердачных покрытий зданий I-IV-й степеней огнестойкости (см. п. 5 заключения).

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

По опытным данным ВНИИПО и на основании отчета НИИЖБ ГНЦ "Строительство" Минстроя РФ от 12.08.1996 г., установлено, что при эксплуатационной влажности тяжелого бетона, не превышающей 2 %, хрупкого разрушения бетона не происходит, следовательно, требуемый предел огнестойкости по потере целостности (E), рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, будет обеспечен.

7.4.4. Покрытия по стальному профилированному листу, установленному по стальным балкам

Основным несущим элементом таких покрытий являются стальные балки. В соответствии с п. 5.4.3 СП 2.13130.2020 с изм. № 1, в случаях, когда требуемый предел огнестойкости конструкций указан R 15, допускается применять незащищенные стальные конструкции, если их фактический предел огнестойкости составляет не менее R 8.

Приведенная толщина металла стальных конструкций определяется по формуле:

$$\delta_{пр} = \frac{F}{П} \qquad (1)$$

где: F - площадь поперечного сечения конструкции, мм^2;

П - обогреваемый периметр сечения, мм, определяемый в зав от конфигурации конструкции и вида облицовки.

Для определения прогрева и повышения температуры стального стержня исследуемой конструкции используются номограммы прогрева стальных конструкций в зависимости от приведенной толщины металла стальной конструкции.

Номограммы строятся для стальных неограниченных пластин различной толщины, при отсутствии теплообмена с противоположной стороны пластины.

Расчет производится при условии изменения температуры нагревающей среды во времени по кривой "стандартного пожара" (ГОСТ 30247.0), уравнение которой имеет вид:

$$t_{в,\tau} = 345\lg(0{,}133\tau + 1) + t_{н} \qquad (2)$$

где: $t_{в,\tau}$ - температура нагревающей среды, °К;

τ - время в секундах;

$t_н$ - начальная температура нагревающей среды, °К.

Коэффициент передачи тепла - α, Вт/(м^2 град), от нагревающей среды с температурой $t_{в,\tau}$ к поверхности конструкции с температурой t_0 вычисляется по формуле:

$$\alpha = 29 + 5{,}77 s_{пр} \frac{\left(t_{в,\tau}/100\right)^4 - \left(t_0/100\right)^4}{t_{в,\tau} - t_0} \qquad (3)$$

где: $s_{пр}$ - приведенная степень черноты системы: “нагревающая среда - поверхность конструкции”:

$$s_{пр} = \frac{1}{\left(1/s\right) + \left(1/s_0\right) - 1} \qquad (4)$$

где: s - степень черноты огневой камеры печи, s = 0,85;

s_0 - степень черноты обогреваемой поверхности конструкции.

Расчет температуры металлической конструкции производится с помощью ЭВМ.

Программа для расчета составляется по алгоритму, который представляет собой ряд формул, полученных на основе решения краевой задачи теплопроводности методом элементарных балансов (конечно-разностный метод решения уравнения теплопроводности Фурье при внешней и внутренней нелинейности и наличии отрицательных источников тепла: испарение воды в облицовке и нагрев металла стержня). По этим формулам температура стержня вычисляется последовательно через расчетные интервалы времени - $\Delta\tau$ до заданного критического значения.

Начальные условия для расчета принимаются следующими.

Начальная температура во всех точках по сечению конструкции до пожара и температура окружающей среды вне зоны пожара одинакова и равна $t_н = 293$ °К.

Величина расчетного интервала времени - $\Delta\tau$ (шаг программы) выбирается такой, чтобы она целое число раз укладывалась в интервале машинной записи результатов расчета. При этом выбранная величина $\Delta\tau$ не должна превышать значения, которое вычисляется по формуле (6).

Алгоритмом для машинного расчета незащищенных металлических конструкций является формула имеющая вид:

$$t_{ст,\Delta\tau} = \frac{\Delta\tau}{\gamma_{ст}\delta_{пр}\left(C_{ст} + D_{ст}t_{ст}\right)}\alpha\left(t_{в,\tau} - t_0\right) + t_н \qquad (5)$$

где: $t_{ст,\Delta\tau}$ - температура стержня через расчетный интервал времени-$\Delta\tau$, °К;

$t_{ст}$ - температура стержня в данный момент времени - τ, °К;

$t_{в,\tau}$ - температура нагревающей среды в данный момент времени-τ, °К;

α - коэффициент передачи тепла от нагревающей среды к поверхности конструкции, Вт/(м^2 град);

$C_{ст}$ - начальный коэффициент теплоемкости металла, Дж/(кг град);

$D_{ст}$ - коэффициент изменения теплоемкости металла при нагреве, Дж/(кг град^2);

$\gamma_{ст}$ - удельный вес металла, кг/м3;

$\delta_{пр}$ - приведенная толщина металла, м, по формуле (1).

Максимальный расчетный интервал времени - $\Delta\tau max$ вычисляется по формуле:

$$\Delta\tau_{max} = \frac{\gamma_{ст}\delta_{пр}\left(C + D_{ст}t_{ст}\right)}{\alpha} \qquad (6)$$

где α и $t_{ст}$ - максимально возможные значения в расчете.

На основе "Расчетного метода определения огнестойкости стальных конструкций" были вычислены номограммы прогрева незащищенных стальных конструкций при воздействии стандартного температурного режима (см. рис. 1).

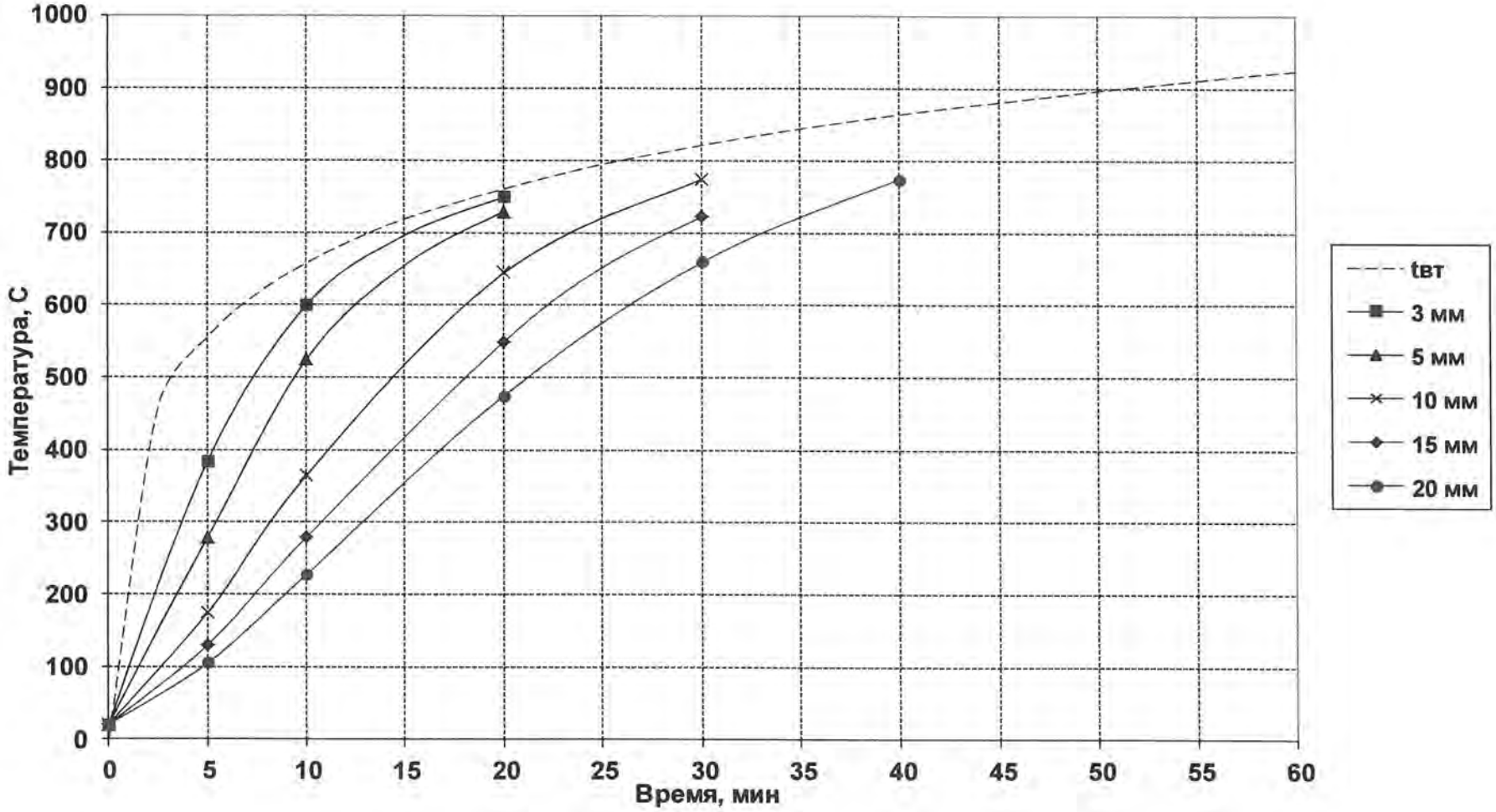


Рис. 1. Номограмма прогрева незащищенных стальных конструкций

Номограммы прогрева стальных конструкций построены в координатах: “Время, мин” – “Температура, °С”. Каждая точка номограммы соответствует достигнутому значению температуры стали конструкции с определенной приведенной толщиной металла. Точки номограммы соответствующие конструкциям с одной и той же приведенной толщиной металла соединены однотипными линиями. Для визуального сравнения прогрева конструкции с температурой среды на номограмме приведена кривая стандартного температурного режима $t_{в,т.}$

Для поиска промежуточных значений приведенной толщины металла следует использовать интерполяцию графиков номограммы.

При расчете, за предел огнестойкости конструкции по несущей способности (R), принималось время от начала огневого воздействия, по стандартному температурному режиму, до наступления предельного состояния, определяемого по достижению критической температуры на металле. Определено, что при достижении данной температуры нормативное сопротивление стали снижается до значения напряжения от действующей нагрузки, и происходит обрушений конструкции, либо быстрое нарастание необратимых деформаций конструкции.

Значение критической температуры определяется из условий нагружения и опирания конструкции, а также применяемой марки стали.

При проведении испытаний по ГОСТ Р 53295-2009, значение критической температуры стали принимается равным 500 °С, что соответствует работе стальной несущей конструкции, рассчитанной на нормативную нагрузку, с минимальным коэффициентом запаса прочности – 1,5.

Указанный коэффициент запаса установлен по результатам расчетно-экспериментальных исследований по методике, изложенной в "Инструкции по расчету фактических пределов огнестойкости металлических конструкций", М., ВНИИПО, 1983. Существующий коэффициент γ_a характеризует снижение нормативного сопротивления стали при нагреве до 500 °С и является аналогом (обратной величиной) коэффициента запаса, принимая значение приблизительно равное 0,7.

Расчетные значения коэффициентов γ_a и γ_e, учитывающих изменения нормативного сопротивления $R_н$ и модуля упругости E стали в зависимости от температуры представлены в таблице 4.

Критическая температура центрально-сжатых стержней определяется как наименьшая величина из двух найденных по таблице 4 значений в зависимости от коэффициентов γ_a и γ_e.

Таблица 4

Значения коэффициентов γ_a и γ_e, учитывающих изменения нормативного сопротивления $R_н$ и модуля упругости E стали в зависимости от температуры

Температура в °C	γ_a	γ_e
0	1,0	1,0
100	0,99	0,96
150	0,93	0,95
200	0,85	0,94
250	0,81	0,92
300	0,77	0,90
350	0,74	0,88
400	0,70	0,86
450	0,65	0,84
500	0,58	0,80
550	0,45	0,77
600	0,34	0,72
650	0,22	0,68
700	0,11	0,59

Коэффициенты γ_a и γ_e вычисляются по формулам:

$$\gamma_a = \frac{N_н}{F\,R^н} \qquad (7)$$

$$\gamma_e = \frac{N_н l_0^2}{\pi^2 E_н J_{min}} \qquad (8)$$

где:

$N_н$ - нормативная нагрузка, кг;

F - площадь поперечного сечения стержня, $см^2$;

$R_н$ - начальное нормативное сопротивление металла, $кг/см^2$;

$E_н$ - начальный модуль упругости металла, $кг/см^2$,

для сталей - $E_н$= 2100000 $кг/см^2$;

l_0 - расчетная длина стержня, см;

J_{min} - наименьший момент инерции сечения стержня, $см^4$.

Расчетная длина - l_0 стержня принимается равной:

шарнирное опирание по концам - l;

где l - длина стержня, см;

защемление по концам - 0,5 l;

один конец защемлен другой свободен - 2 l;

один конец защемлен, другой шарнирно оперт - 0,7 l.

Критическая температура центрально-растянутых стержней определяется по таблице 4 в зависимости от коэффициента γ_a, вычисленного по формуле (7).

Предел огнестойкости изгибаемых и внецентренно-нагруженных элементов наступает в результате повышения температуры их наиболее напряженной грани до критической величины.

В случае незащищенных элементов и защищенных элементов сплошного сечения температура наиболее напряженной грани принимается равной температуре всего сечения. В случае элементов, изготовленных из прокатных профилей, температура наиболее напряженной грани принимается равной температуре соответствующей полки (стенки) поперечного сечения.

Критическая температура изгибаемых элементов определяется по таблице 4 в зависимости от коэффициента γа, вычисляемого по формуле:

$$\gamma_a = \frac{M_н}{W R^н} \qquad (9)$$

где:

$M_н$ - максимальный изгибающий момент от действия нормативных нагрузок, кг/см.

W - момент сопротивления сечения, $см^3$.

Критическая температура внецентренно-сжатых стержней определяется как наименьшая величина из двух найденных по таблице 4 значений в зависимости от коэффициентов γ_a и γ_e.

Коэффициент γа вычисляется по формуле:

$$\gamma_a = \frac{N_н}{R^н}\left(\frac{e}{W}+\frac{1}{F}\right) \qquad (10)$$

где:

e - эксцентриситет приложения нормативной нагрузки - $N_н$, см.

Коэффициент γ_e находится по формуле (8).

Критическая температура внецентренно-растянутых стержней определяется по таблице 4 в зависимости от коэффициента γа, вычисляемого по формуле (10).

В соответствии с номограммами прогрева незащищенных стальных конструкций, представленными в "Инструкции по расчету фактических пределов огнестойкости металлических конструкций", М., ВНИИПО, 1983, и на рис. 43, установлено, что фактический предел огнестойкости несущих стальных балок R 8 будет обеспечен, при условии, что их приведенная толщины металла $\delta_{пр}$ составляет не менее 4,0 мм.

Расчет приведенной толщины металла стальных несущих балок покрытий производится при условии 3-х стороннего обогрева.

В качестве примера определено, что для двутавровых балок № 40Б2 ГОСТ 26020-83 приведенная толщина стали при 3-х стороннем обогреве по контуру сечения составляет – 5,48 мм.

На основании анализа предоставленной технической документации и ранее проведенных огневых испытаний конструкций ограждений из стального профилированного листа по стальным балкам, установлено:

- предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 15 при использовании в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной не менее 0,7 мм и несущих незащищенных стальных балок (прогонов) с приведенной толщиной металла δ_{np} не менее 4,0 мм, установленных с шагом не более 3,0 мм (в случае меньшей приведенной толщины металла – при условии выполнения огнезащитной обработки стальных конструкций в соответствии с проектом огнезащиты), при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 3,2 кПа;

- предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 15 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной 1,2 мм и более, и несущих незащищенных стальных балок (прогонов) с приведенной толщиной металла δ_{np} не менее 4,0 мм, установленных с шагом не более 6,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 2,4 кПа.

- предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 30 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной не менее 0,7 мм с огнезащитой плитами CONLIT SL 150 толщиной не менее 40 мм и выполнения огнезащиты несущих стальных балок (прогонов), установленных с шагом не более 4,0 м, при воздействии нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 3,4 кПа.

- предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 30 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной 1,2 мм и более, с огнезащитой плитами CONLIT SL 150 толщиной 40 мм и выполнения огнезащиты стальных несущих элементов покрытий (ферм, балок, прогонов), установленных с шагом не более 6,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 2,4 кПа.

7.5. Проведение оценки классов пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

Стандартные испытания конструкций на пожарную опасность (ГОСТ 30403) проводятся на двухкамерной установке, причем в огневой камере создается стандартный температурный режим, а в тепловой - специальный температурный режим, характеризуемый следующей зависимостью:

$T - T_0 = 200\ lg(8t + 1)$,

где Т – 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.

В соответствии с методом испытаний, часть испытываемого образца, расположенная у проема тепловой камеры (контрольная зона, где регистрируются все контролируемые параметры), подвергается менее интенсивному тепловому воздействию, чем в огневой камере (где поддерживается 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 поддерживается стандартный температурный режим.

7.5.1. Конструкции бесчердачных покрытий, выполняемые по железобетонному основанию

Для оценки классов пожарной опасности покрытий, выполняемых по железобетонному основанию, необходимо определить время прогрева указанного основания при условии воздействия стандартного температурного режима, до температуры начала плавления или термического разложения горючих изоляционных слоев конструкций (пароизоляции толщиной более 2,0 мм или других горючих элементов). Возможное увеличение толщины бетонного основания за счет устройства цементно-песчаной стяжки из цементно-песчаного раствора не учитывается.

По опытным данным ВНИИПО, температура плавления пароизоляции из битумно-полимерных материалов составляет около 120 °С, из полиэтиленовой пленки – 130 °С, кровель из ПВХ-мембран – 150 °С, из полимерных мастичных материалов - 230 °С, а температура самовоспламенения ПВХ ТПО, СКЭПТ, ПИБ -мембран составляет 220-250 °С.

Следовательно, при оценке классов пожарной опасности рассматриваемых видов бесчердачных покрытий в условиях теплового воздействия по стандартному температурному режиму снизу необходимо учитывать минимальную температуру, при которой горючие материалы (пароизоляция или полимерный теплоизоляционный материал) покрытий реагируют на тепловое воздействие.

Время задержки реакции горючих изоляционных материалов на тепловое воздействие за пределами непосредственного воздействия высоких температур, повышает пожарную опасность покрытий.

На увеличение температуры по сечению железобетонных элементов, а также на необогреваемой поверхности при одностороннем тепловом воздействии зависит от множества факторов, таких как вид бетона, его плотность, типа вяжущих и заполнителя, соотношения площади обогрева к площади поперечного сечения элементов, влажности бетона и др.

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

На основании вышеизложенного установлено, что при оценке времени прогрева основы покрытия до температуры 120-150 °С прежде всего следует учитывать поведение сплошных железобетонных плит толщиной 50 и 120 мм. Эффективная толщина многопустотных плит толщиной 160 мм из тяжелого бетона для расчета времени их прогрева определяется делением площади поперечного сечения таких плит (за вычетом площади пустот) на их ширину. Таким образом, эффективная толщина многопустотных плит составляет от 115 до 125 мм, то есть практически соответствует толщине сплошных (монолитных) железобетонных плит, используемых в рассматриваемых конструкциях совмещенных покрытий.

В обязательном приложении Г к настоящему заключению на рис. 1 приведены данные по прогреву необогреваемой поверхности бетонных плит толщиной 50 мм плотностью 2330 кг/м^3 и влажностью 2,0 % на гранитном заполнителе при одностороннем тепловом воздействии по стандартному температурному режиму, на рис. 2 данные по прогреву аналогичных плит толщиной 120 мм. Данные по температурному прогреву бетонных плит получены расчетным путем, выполненным 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 полки 50 мм до температуры плавления пароизоляции из битумно-полимерных материалов 120 °С или до температуры плавления 150 °С полимерных теплоизоляционных материалов составляет не менее 30 мин; время прогрева бетонных плит с эффективной толщиной 120 мм – не менее 100 мин.

Таким образом, конструкции бесчердачных покрытий по железобетонному основанию толщиной от 50 мм следует отнести к классу пожарной опасности К0 (45) по ГОСТ 30403-2012.

7.5.2 Конструкции бесчердачных покрытий, выполняемые по стальному профилированному листу

Конструкции бесчердачных покрытий с основой из стального оцинкованного профилированного листа с полностью негорючими утеплителями, горючей пароизоляцией толщиной менее 2,0 мм и рулонной кровлей могут быть отнесены к классу пожарной опасности К0 (15) и К0 (30).

8. Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения.

В соответствии со ст. 37 № 123-ФЗ покрытия зданий, сооружений и пожарных отсеков к противопожарным преградам не относятся.

8.1. На основании того, что все рассматриваемые типы бесчердачных покрытий отнесены к классу пожарной опасности К0 по ГОСТ 30403-2012, в соответствии с требованиями табл. 22 приложения к № 123-ФЗ, конструкции покрытий (см. п. 5 данного заключения и приложения А, Б), могут использоваться в зданиях с классом конструктивной пожарной опасности С0.

8.2. При условии обеспечения бесчердачным покрытиям на бетонном основании предела огнестойкости не менее RE 30 (см. табл. 21 приложения к № 123-ФЗ) конструкции с дополнительной защитой (плитный, монолитный, насыпной или иной материал с группой горючести НГ) 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.

8.3. Бесчердачные покрытия по бетонному основанию с пределом огнестойкости не менее RE 30 (без дополнительной защиты кровли сверху) допускается применять в зданиях любой степени огнестойкости и класса функционально пожарной опасности с ограничениями по площади и пожарно-техническими показателями кровельных материалов и оснований под кровлю (см. табл. 5.2 СП 17.13330.2017 "Кровли").

8.4. При обеспечении бесчердачному 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 степеней огнестойкости с ограничением по площади и пожарно-техническим показателям кровельных материалов и оснований под кровлю (см. табл. 5.2 СП 17.13330 "Кровли");
- в общественных и административно-бытовых зданиях II-IV степеней огнестойкости с ограничениями по таблице 5.2 СП 17.13330 "Кровли".
- в производственных, сельскохозяйственных и складских зданиях II-IV степеней огнестойкости с указанными ограничениями по таблице 5.2 СП 17.13330 "Кровли".

8.5. Применение бесчердачного покрытия с основой из стального профилированного листа, при условии обеспечения предела огнестойкости не менее RE 15 (без дополнительной защиты горючей кровли сверху) для ограждения кинопроекционных, размещенных в зданиях IV и V степеней огнестойкости, а также для устройства проходов к наружным открытым лестницам через плоские кровли, не допускается.

8.6. Несущие конструкции покрытия встроенно-пристроенной части должны иметь предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной

опасности К0. При наличии в жилом доме окон, ориентированных на встроенно-пристроенную часть здания, уровень кровли на расстоянии 6 м от места примыкания не должен превышать отметки пола вышерасположенных жилых помещений основной части здания. Утеплитель в этом месте покрытия должен быть выполнен из материалов с классом пожарной опасности КМ0. (см п 6.5.5. СП 2.13130.2020 "Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости").

9. ВЫВОДЫ

Проведена работа по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной опасности по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий на железобетонном основании и основании из стального профилированного листа, с утеплителем из негорючих плит из минеральной (каменной) ваты, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами и полимерными мастичными материалами, (технология ООО "РОКВУЛ").

Согласно п. 5.1.1. СП 17.13330 Рулонные кровли предусматривают из битумных и битумно-полимерных материалов с картонной, стекловолокнистой и комбинированной основами и основой из полимерных волокон, из полимерных материалов, ТПО, ПВХ, СКЭПТ, ПИБ -мембран, и им подобных рулонных кровельных материалов, отвечающих требованиям ГОСТ 32805-2014, а мастичные кровли – из битумных, битумно-полимерных, битумно-резиновых, битумно-эмульсионных или полимерных мастик, отвечающих требованиям ГОСТ 30693, с армирующими стекловолокнистыми материалами или полимерными волокнами.

На основании анализа технической документации, проведенных экспериментальных исследований и расчетно-аналитической оценки огнестойкости и пожарной опасности рассматриваемых бесчердачных покрытий (см. п. 5 заключения и приложения А, Б), установлено:

9.1. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 бесчердачных покрытий, выполненных по железобетонным плитам сплошного сечения (с минимальной толщиной 120 мм и защитным слоем бетона до оси рабочей арматуры нижней зоны 35 мм), а также многопустотным плитам (с минимальной толщиной 160 мм, с диаметром пустот до 114 мм и защитным слоем бетона до оси рабочей арматуры нижней зоны 40 мм) составят не менее RE 30 – RE 90 (с учетом требований табл. 2, 3 п. 7 данного заключения).

9.2. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 бесчердачных покрытий, выполненных по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 60 мм, шириной ребра 80 мм и защитным слоем бетона до оси рабочей арматуры нижней зоны ребра 25 мм составят RE 30 – RE 90 (с учетом требований табл. 2, 3 п. 7 данного заключения).

9.3. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 бесчердачных покрытий, выполненных по ребристым железобетонным плитам (в том числе предварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 50 мм, шириной ребра 80 мм и защитным слоем бетона до оси рабочей арматуры нижней зоны ребра 25 мм составят RE 30 – RE 90 (с учетом требований табл. 2, 3 п. 7 данного заключения).

9.4. Предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 15 при использовании в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной не менее 0,7 мм и несущих незащищенных стальных балок (прогонов) с приведенной толщиной металла δ_{np} не менее 4,0 мм, установленных с шагом не более 3,0 м (в случае меньшей приведенной толщины металла – при условии выполнения огнезащитной обработки стальных конструкций в соответствии с проектом огнезащиты), при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 3,2 кПа;

9.5. Предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 15 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной 1,2 мм и более, и несущих незащищенных стальных балок (прогонов) с приведенной толщиной металла δ_{np} не менее 4,0 мм, установленных с шагом не более 6,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 2,4 кПа.

9.6. Предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 30 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной не менее 0,7 мм с огнезащитой плитами CONLIT SL 150 толщиной не менее 40 мм и выполнения огнезащиты несущих стальных балок (прогонов), установленных с шагом не более 4,0 м, при воздействии нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 3,4 кПа.

9.7. Предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 30 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной 1,2 мм и более, с огнезащитой плитами CONLIT SL 150 толщиной 40 мм и выполнения огнезащиты стальных несущих элементов покрытий (ферм, балок, прогонов), установленных с шагом не более 6,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2016 не более 2,4 кПа.

9.8. С учетом расчетных данных по прогреву сплошных, многопустотных и ребристых железобетонных плит, являющихся основанием для устройства рассматриваемых типов бесчердачных покрытий с утеплителем из минеральной (каменной) ваты, пароизоляции и кровли, а также в соответствии с табл. 6 приложения к № 123-ФЗ и ГОСТ 30403-2012, указанные конструкции покрытий (см. п. 5 заключения и приложение А) следует отнести к классу пожарной опасности К0 (45).

9.9. В соответствии с ГОСТ 30403-2012, рассматриваемые бессердечные покрытия с основанием из профилированного листа (см. п. 5 заключе-

ния и приложение Б) с полностью негорючим утеплителем, пароизоляцией и кровлей толщиной менее 2 мм, следует отнести к классу пожарной опасности К0 (15), К0 (30).

9.10. Максимально допустимая площадь кровли из рулонных и мастичных материалов, не имеющих противопожарной защиты, а также площадь участков, разделенных противопожарными поясами, не должна превышать значений, приведенных в таблице 5.2 СП 17.13330.2017 "Кровли".

9.11. Рекомендации по применению рассматриваемых типов бесчедачных покрытий в зданиях различного функционального назначения, приведены в п. 8 настоящего заключения.

ИСПОЛНИТЕЛИ

Начальник отдела
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
кандидат технических наук А.В. Пехотиков

Начальник сектора
ФГБУ ВНИИПО МЧС России В.В. Павлов

10. Дополнительная информация

Если специально не оговорено, настоящее Заключение предназначено только для использования Заказчиком.

Страницы с изложением выводов по результатам проделанной работы не могут быть использованы отдельно без полного текста Заключения.

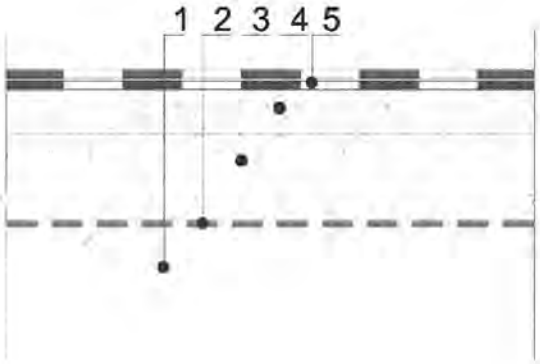
Срок действия Заключения 3 (три) года.

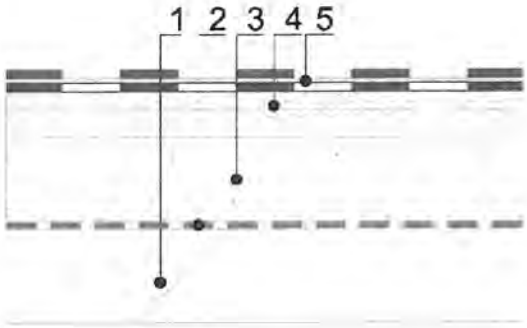
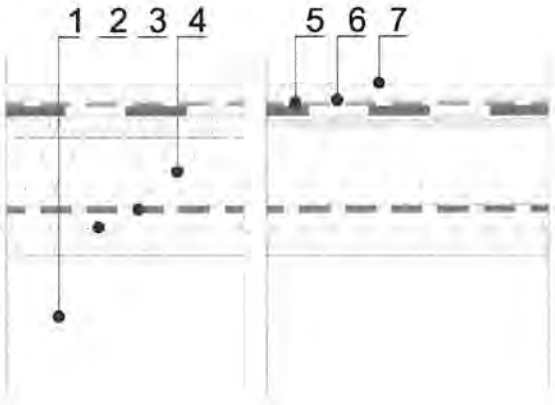
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

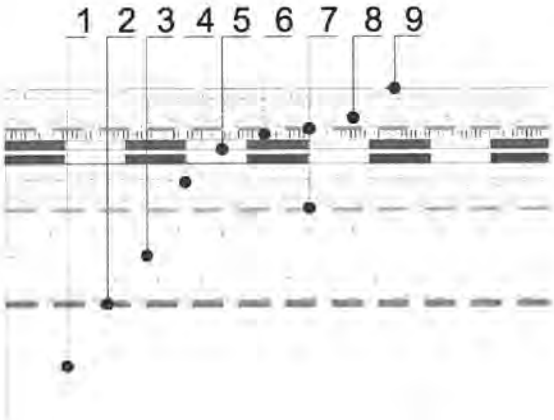
Техническое задание на проведение оценки огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий на железобетонном основании, негорючих плит из каменной ваты, битумными, ПВХ, ТПО мембранами, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения рассматриваемых покрытий, применяемые материалы, а также их краткое техническое описание, на 16-ти листах.

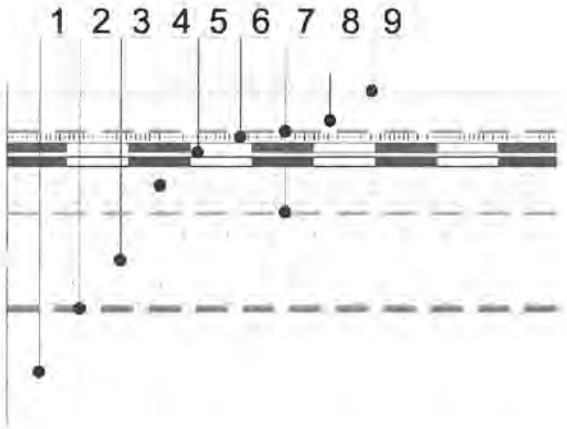
Конструкции совмещенных покрытий с перечнем используемых в них материалов и результаты оценки их классов пожарной опасности

В составе приведённых ниже конструкций плиты минераловатные из каменной ваты ROCKWOOL серии РУФ применяются в соответствии с декларируемой производителем областью применения согласно требованиям СП 17.13330.

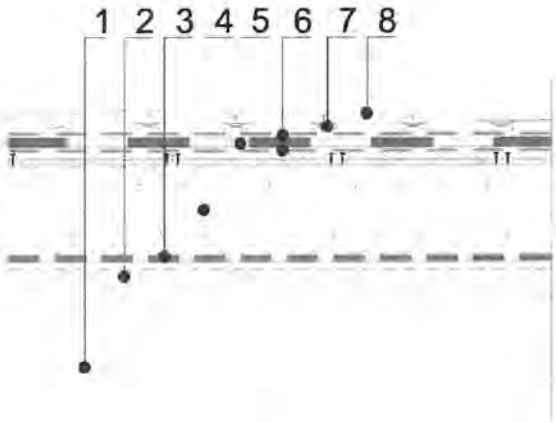
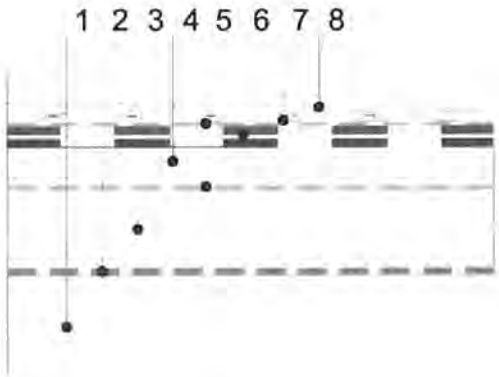
№ п/п	Эскиз конструкции и состав покрытия	Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	Предел огнестойкости по ГОСТ 30247
1	2	3	4
Покрытия по сплошным (толщиной не менее 120мм) или многопустотным железобетонным плитам (толщиной не менее 160мм)			
1	**Кровельная система №1** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1 Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты ROCKWOOL серии РУФ. 4. Цементно-песчаная стяжка (армированная по разделительному слою или не армированная) толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона) или клиновидных плит теплоизоляции (на основе каменной ваты). 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала по основанию огрунтованному битумным праймером.		

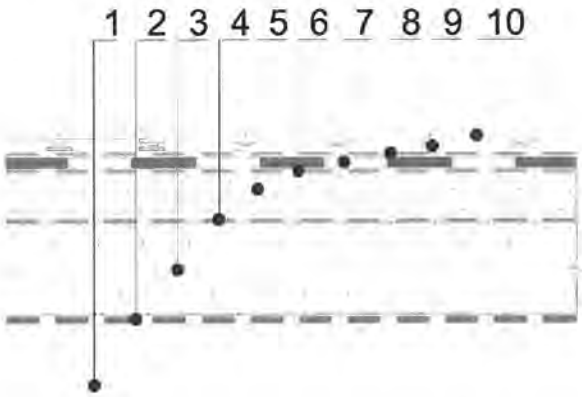
2	**Кровельная система №2** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция из битумно-полимерного материала по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Армированная стяжка по разделительному слою толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала с приклейкой на мастику, по основанию огрунтованному битумным праймером.		
3	**Кровельная система №3** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия. 3. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane		

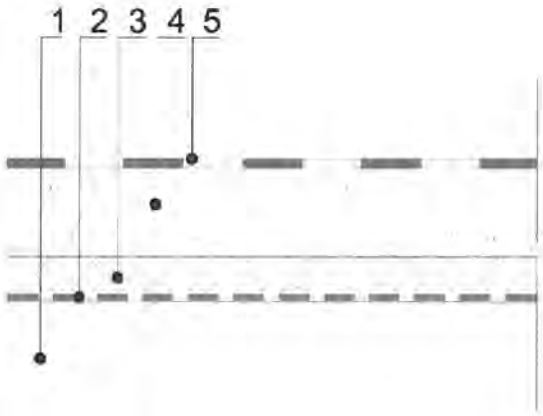
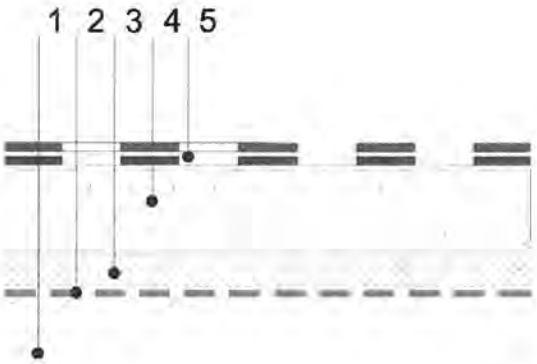
	Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. 6. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м^2. 7. Гранитный гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м^2. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
1	2	3	4
4	**Кровельная система №4** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4.Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия. 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала. 6. Дренажный слой – профилированная мембрана (полиэтилен высокой плотности, толщина - не более 2 мм). 7. Разделительный слой: геотекстиль иглопробивной 100-150 г/м^2. 8. Гравий фракции 5-10 мм, толщина слоя – не менее 30 мм. 9. Плитка тротуарная армированная толщиной не менее 40 мм.		
1	2	3	4
5	**Кровельная система №5**	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**

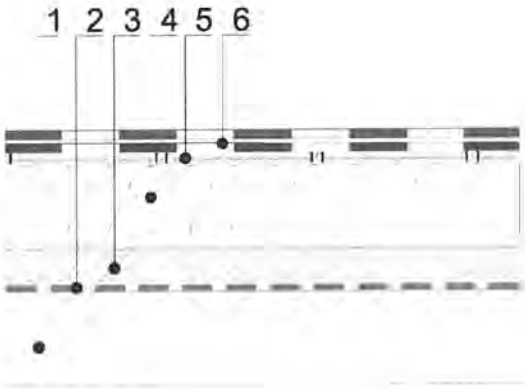
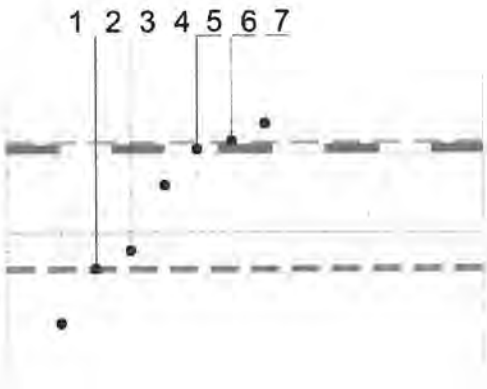


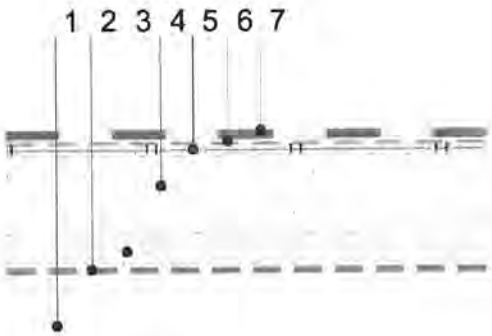
1. Бетонное основание.
2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.
3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ.
4. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия.
5. Кровельное покрытие из наплавляемых битумно-полимерных материалов по основанию огрунтованному битумным праймером.
6. Дренажный слой – профилированная мембрана (полиэтилен высокой плотности).
7. Разделительный слой: геотекстиль иглопробивной 100-150 г/м^2.
8. Растительный грунт толщиной не менее 50 мм.
9. Растительный покров.

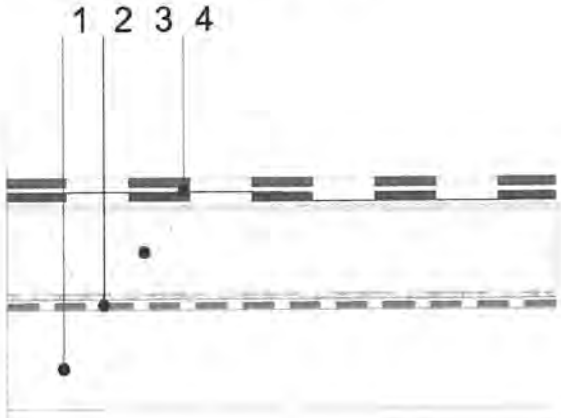
6	**Кровельная система № 6** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия. 3. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. 6. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м^2. 7. Пластиковые опоры. 8. Армированная тротуарная плитка на пластиковых опорах. Размер воздушного зазора, создаваемого опорами, от 10 мм		
7	**Кровельная система № 7** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ.		

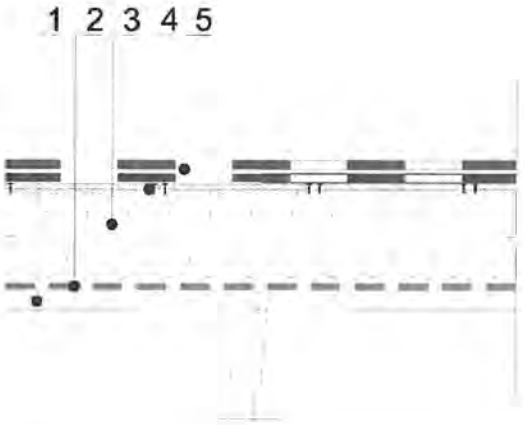
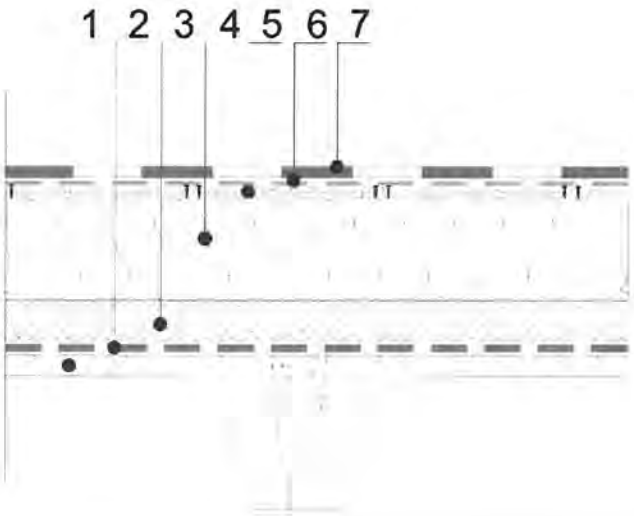
	4. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия. 5. Разделительный слой: геотекстиль иглопробивной 100-150 г/м^2 6. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала по основанию огрунтованному битумным праймером. 7. Пластиковые опоры. 8. Армированная тротуарная плитка на пластиковых опорах. Размер воздушного зазора, создаваемого опорами, от 10 мм		
8	**Кровельная система № 8** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Разделительный слой –волонепроницаемый материал. 5. Стяжка из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия (керамзитобетона). Может не выполняться, если уклон сформирован плитами покрытия. 6. Разделительный слой – геотекстиль плотностью не менее 300 г/ м^2. 7. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. 8. Разделительный слой – иглопробивной геотекстиль плотностью не менее 300 г/м^2 или термоскрепленный геотекстиль 150 г/м^2. 9. Пластиковые опоры. 10. Армированная тротуарная плитка на пластиковых опорах. Размер воздушного зазора, создаваемого опорами, от 10 мм		
9	**Кровельная система №9**	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**

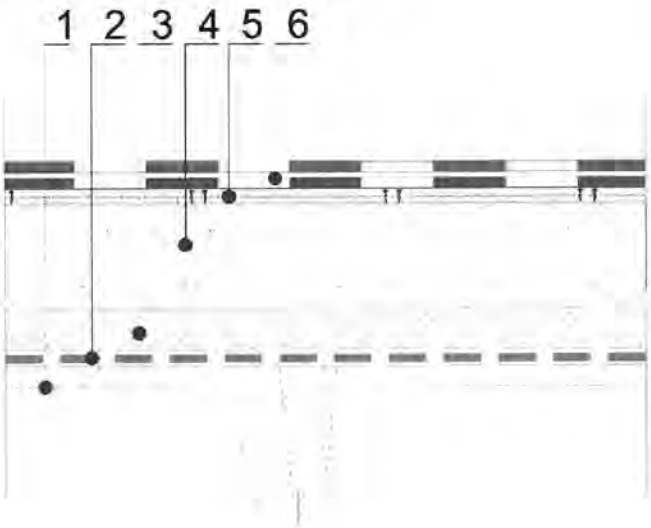
			
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм 3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**). 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
10	**Кровельная система №10** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*.		

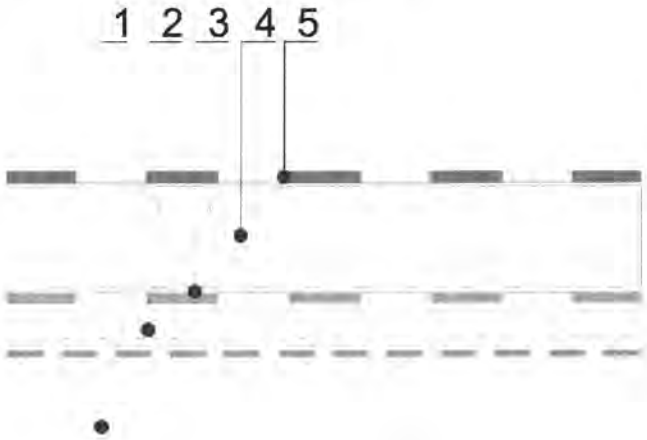
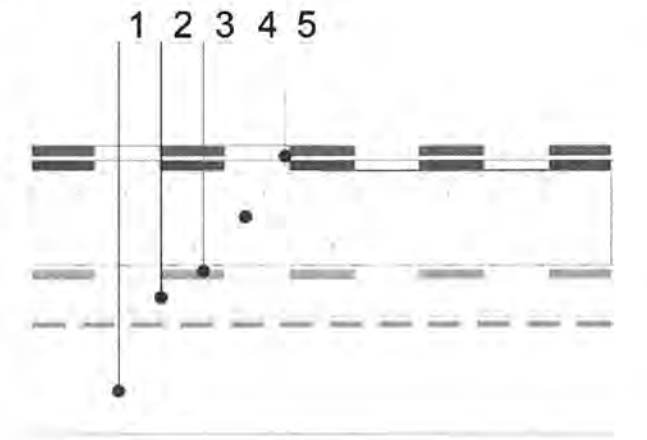
	4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**). 5. Кровельное покрытие 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
11	**Кровельная система №11** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм . 3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 5. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух огрунтованных со всех сторон битумным праймером хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм, или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 6. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя.		
12	**Кровельная система №12** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм.		

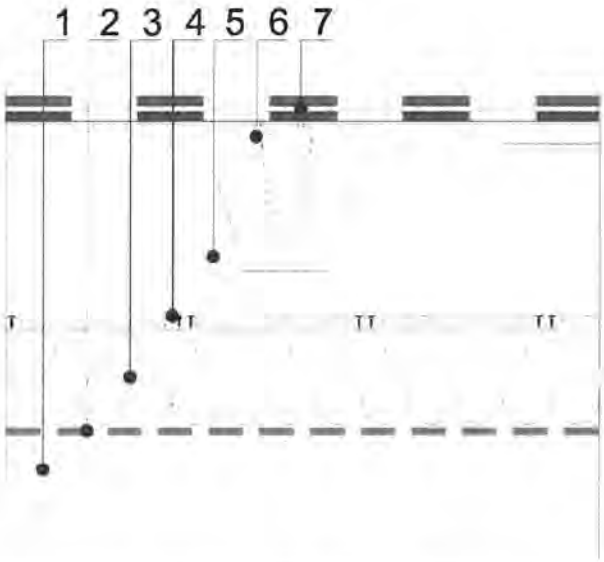
	3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**); 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. 6. Защитный слой из иглопробивного термообработанного полиэфирного полотна развесом не менее 300 г/м^2 или термоскрепленный геотекстиль 150 г/м^2. 7. Гравий фракции 20-40 мм не менее 50 кг/м^2. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
13	**Кровельная система №13** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 5. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм, или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 6. Разделительный слой – геотекстиль плотностью не менее 300 г/ м^2. 7. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя.		

14	**Кровельная система №14** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Кровельное покрытие из наплавляемого битумно-полимерного материала с крупнозернистой посыпкой.		
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.			

15	**Кровельная система №15** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция из битумно-полимерного материала из битумных материалов по бетонному основанию (старый кровельный ковер с частичным снятием) толщиной не более 4 мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух огрунтованных со всех сторон битумным праймером хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм, или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку.		
16	**Кровельная система №16** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**

	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм 3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 5. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм, или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм.** 6. Разделительный слой – геотекстиль плотностью не менее 300 г/ м^2. 7. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Также возможно устройство кровельной системы без данного слоя.		
17	**Кровельная система №17** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Бетонное основание. 2. Пароизоляция по бетонному основанию толщиной не более 4 мм. 3. Система организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 5. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм, или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм.** 6. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала по огрунтованному основанию. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Также возможно устройство кровельной системы без данного слоя.		
Ремонтные системы по сплошным (толщиной 120 мм) или многопустотным (толщиной 160мм) железобетонным плитам			

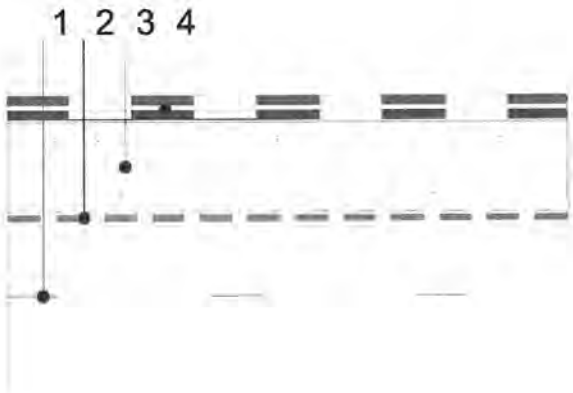
18	**Кровельная система №18** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1.Бетонное основание из сплошных плит толщиной 120 мм в арочных покрытиях с уклоном от 1 град. до 60 град. 2. Существующий утеплитель (по существующей пароизоляции). 3. Пароизоляция толщиной не более 10 мм из битумных материалов по бетонному основанию (существующий кровельный ковер с частичным снятием). 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
19	**Кровельная система №19** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1.Бетонное основание из сплошных плит толщиной 120 мм в арочных покрытиях с уклоном от 1 град. до 60 град. 2. Существующий утеплитель (по существующей пароизоляции). 3. Пароизоляция из битумных материалов по бетонному основанию (существующий кровельный ковер с частичным снятием).		

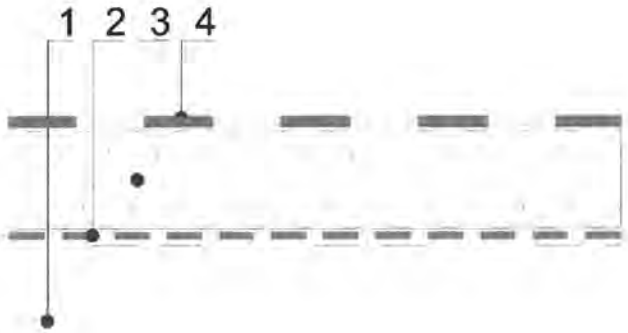
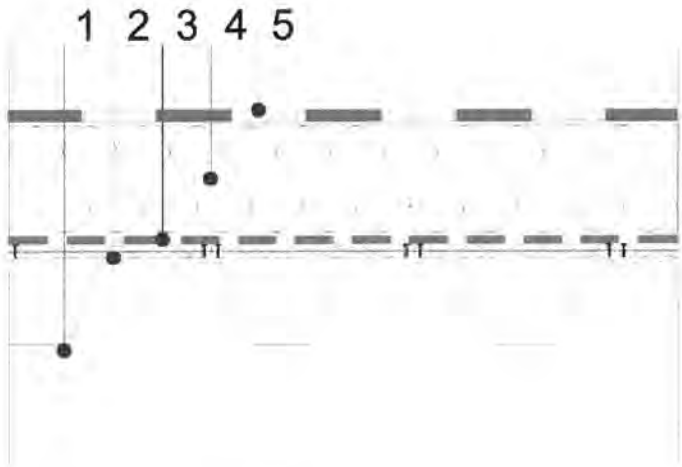
	4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
Покрытие по ребристым железобетонным плитам (в том числе пердварительно напряженным) с минимальной толщиной полки 50мм, шириной ребра 80мм, защитным слоем бетона до оси арматуры в ребре 25мм, с техническим этажом			
20	**Кровельная система №20** 	**К0 (45)**	**REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заключения)**
	1. Перекрытие над последним жилым этажом (пустотная 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 – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10мм, либо монолитная стяжка не менее 30 мм. 5. Пространство технического этажа. 6. Железобетонная плита покрытия. 7. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев наплавляемого битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку, по огрунтованному битумным праймером основанию.		

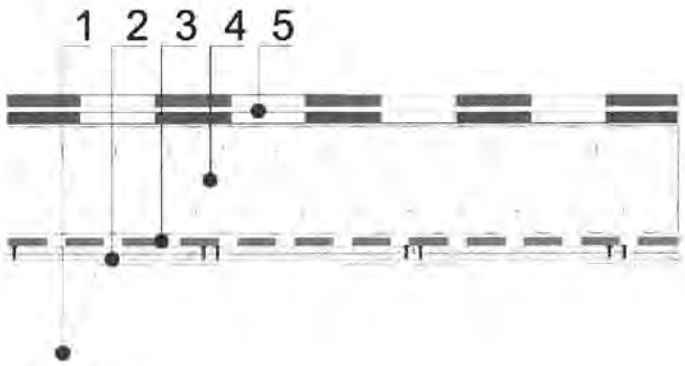
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

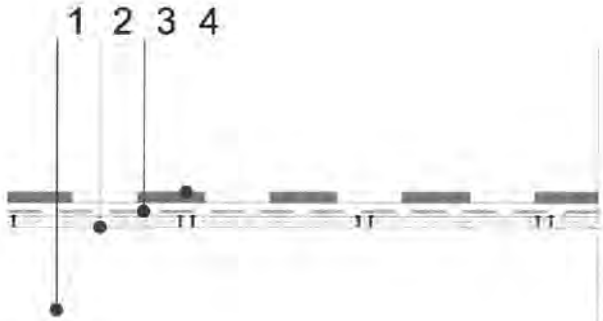
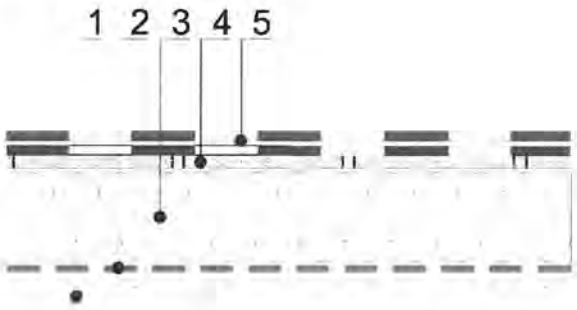
Техническое задание на проведение оценки пределов огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий с основой из профилированного листа, негорючих минераловатных плит, битумными, ПВХ, ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембранами и полимерными мастичными материалами, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения рассматриваемых покрытий, применяемые материалы, а также их краткое техническое описание, на 9-ти листах

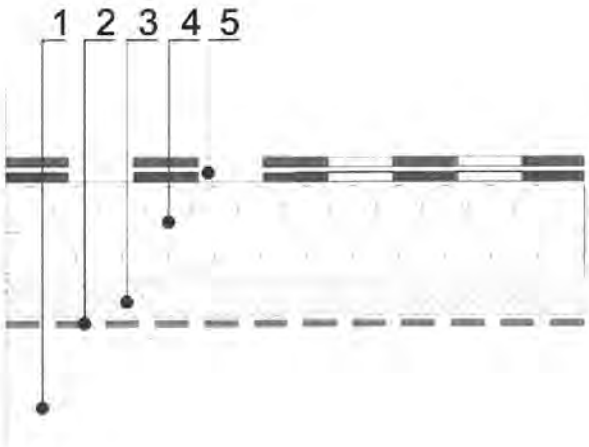
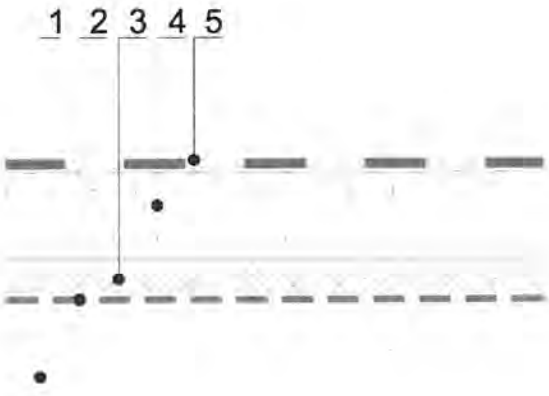
Техническое задание к заключению:
Основание: стальной профилированный лист

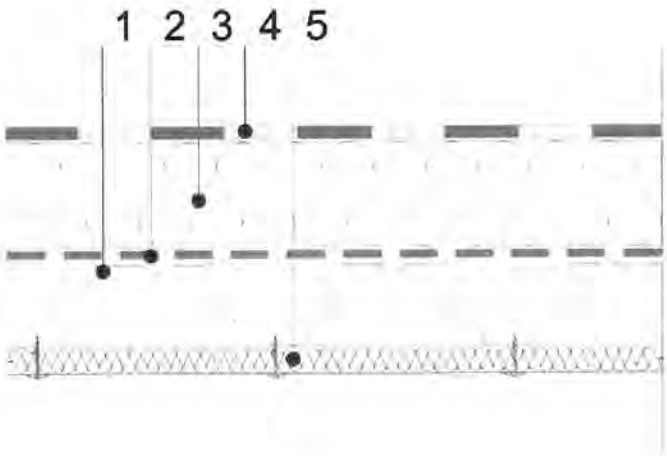
№ п/п	Эскиз конструкции и состав покрытия	Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	Предел огнестойкости по ГОСТ 30247
1	2	3	4
Покрытия по стальному профлисту			
21	**Кровельная система №21** 	**К0 (15)**	**RE 15**
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 4. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумного-полимерного материала с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
22	**Кровельная система №22**	**К0 (15)**	**RE 15**

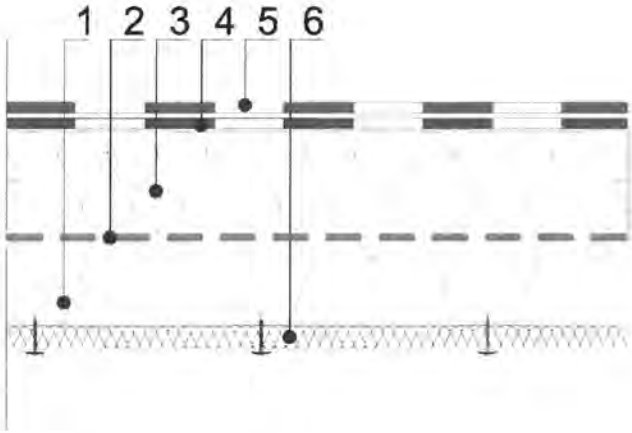
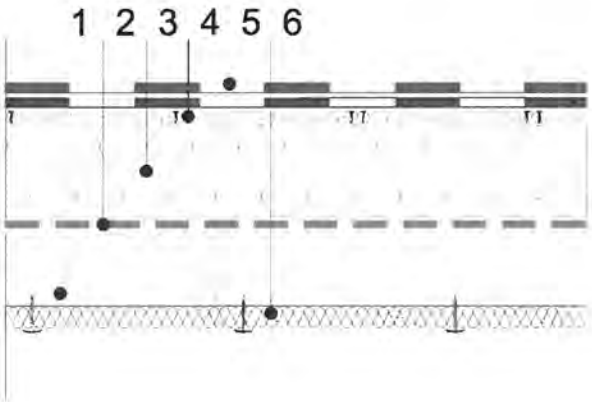
			
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 4. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
23	**Кровельная система №23** 	**К0 (15)**	**RE 15**
	1. Основание – профлист. 2. Сборная стяжка из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 3. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм.		

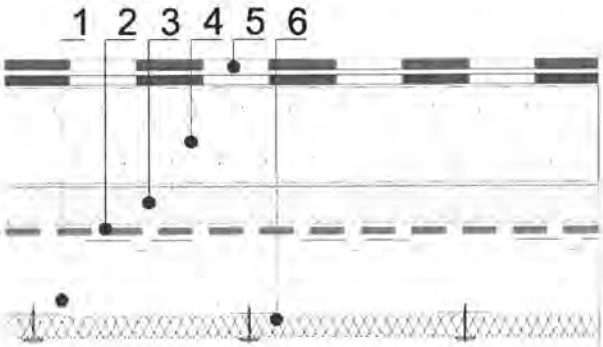
	4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
24	**Кровельная система №24** 	**К0 (15)**	**RE 15**
	1. Основание – профлист. 2. Сборная стяжка из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 3. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 5. Кровельное покрытие из 1-го, 2-х слойного рулонного битумного-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку по огрунтованному битумным праймером основанию. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
25	**Кровельная система №25**	**К0 (15)**	**RE 15**

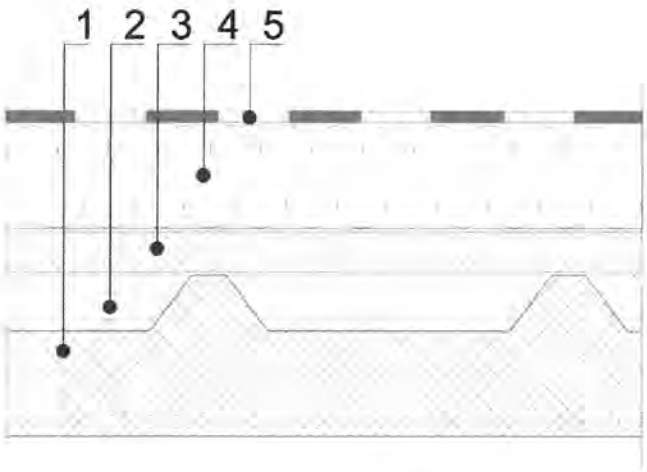
			
	1. Основание – профлист. 2. Сборная стяжка общей толщиной не менее 20мм, из двух хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 3. Разделительный слой из стеклохолста 100 г/м^2. 4. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar.		
26	**Кровельная система №26** 	**К0 (15)**	**RE 15**
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм;. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Сборная стяжка толщиной не менее 20 мм, состоящая из двух огрунтованных со всех сторон битумным праймером хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10мм или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку по огрунтованному битумным праймером основанию .		

27	**Кровельная система №27** 	**К0 (15)**	**RE 15**
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Систем организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**). 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
28	**Кровельная система №28** 	**К0 (15)**	**RE 15**
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Систем организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя		

	РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**). 5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
Покрытия по стальному профлисту с огнезащитой			
1	2	3	4
29	**Кровельная система №29** 	**К0 (30)**	**RE 30**
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 4. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar. 5. Минераловатная плита CONLIT SL 150, толщиной не менее 40мм. * Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
30	**Кровельная система №30**	**К0 (30)**	**RE 30**

			
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА*, РУФ БАТТС В ЭКСТРА*, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ*, РУФ БАТТС Д ОПТИМА*, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА*). 4. Нижний слой битумно-полимерного материала 5. Верхний слой битумно-полимерного материала, имеющий крупнозернистую посыпку. 6. Минераловатная плита CONLIT SL 150, толщиной не менее 40мм.		
31	**Кровельная система №31** 	**К0 (30)**	**RE 30**

	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ. 4. Сборная стяжка толщиной 20мм, состоящая из двух огрунтованных со всех сторон битумным праймером хризотилцементных прессованных плоских листов толщиной не менее 10 мм или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной не менее 12 мм. 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку по огрунтованному битумным праймером основанию. 6. Минераловатная плита CONLIT SL 150, толщиной не менее 40мм.		
32	**Кровельная система №32** 	**К0 (30)**	**RE 30**
	1. Основание – профлист. 2. Пароизоляция по профнастилу толщиной не более 2-х мм. 3. Систем организации водоотвода РУФ УКЛОН*. 4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**). 5. Кровельное покрытие из 1-го или 2-х слоев битумно-полимерного материала, с верхним слоем, имеющим крупнозернистую посыпку. 6. Минераловатная плита CONLIT SL 150, толщиной не менее 40мм. * Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя. ** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.		
Конструкции, применяемые при ремонте кровель из сэндвич-панелей			
33	**Кровельная система №33**	**К0 (15)**	**RE 15**



1. Основание сэндвич-панель с утеплителем из каменной ваты.
2. Минераловатные плиты серии РУФ, подрезанные по размерам гофр.
3. Систем организации водоотвода РУФ УКЛОН*.
4. Утеплитель – минераловатные плиты серии РУФ (в качестве плит нижнего слоя РУФ БАТТС Н ОПТИМА, РУФ БАТТС Н ЭКСТРА, в качестве плит верхнего слоя РУФ БАТТС В ОПТИМА**, РУФ БАТТС В ЭКСТРА**, РУФ БАТТС Д СТАНДАРТ**, РУФ БАТТС Д ОПТИМА**, РУФ БАТТС Д ЭКСТРА**).
5. Кровельное покрытие из ПВХ или ТПО, СКЭПТ, ПИБ мембран толщиной от 1,2 мм до 2,0 мм., в т.ч. марки ROCKmembrane Standard, ROCKmembrane Standard Rus, ROCKmembrane Optima, ROCKmembrane Optima Rus, ROCKmembrane Extra, ROCKmembrane, Fatrafol 810, Fatrafol 803, Plastfoil Classic, Plastfoil FL, Plastfoil Polar.
* Может располагаться под утеплителем, над утеплителем и между слоями утеплителя.
** Данные плиты могут устанавливаться в один слой.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Пример расчета пределов огнестойкости железобетонных элементов покрытий, на 17-ти листах

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.

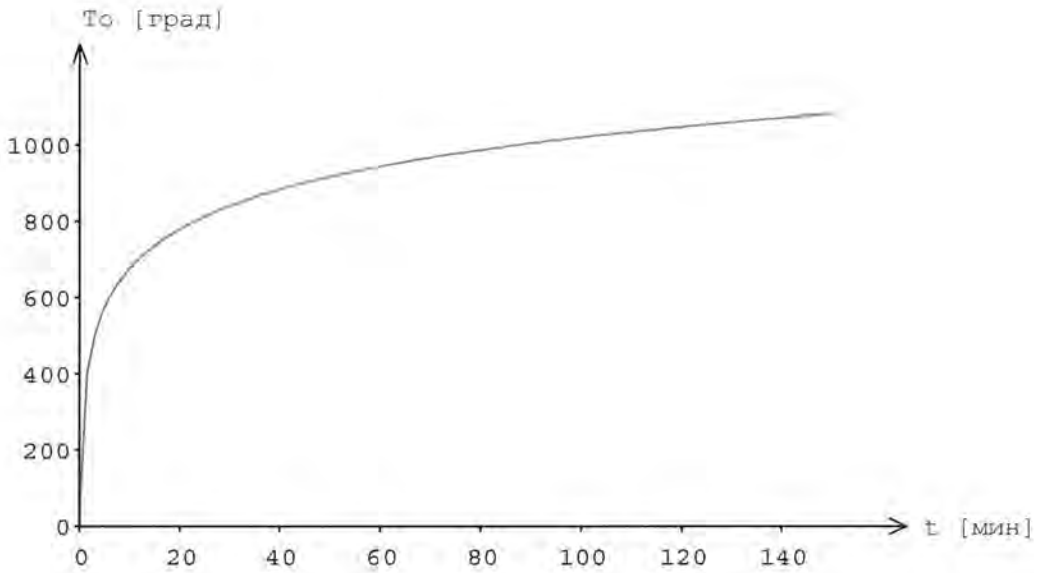


Рис. 1. Зависимость температуры "стандартного пожара" от времени

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.).

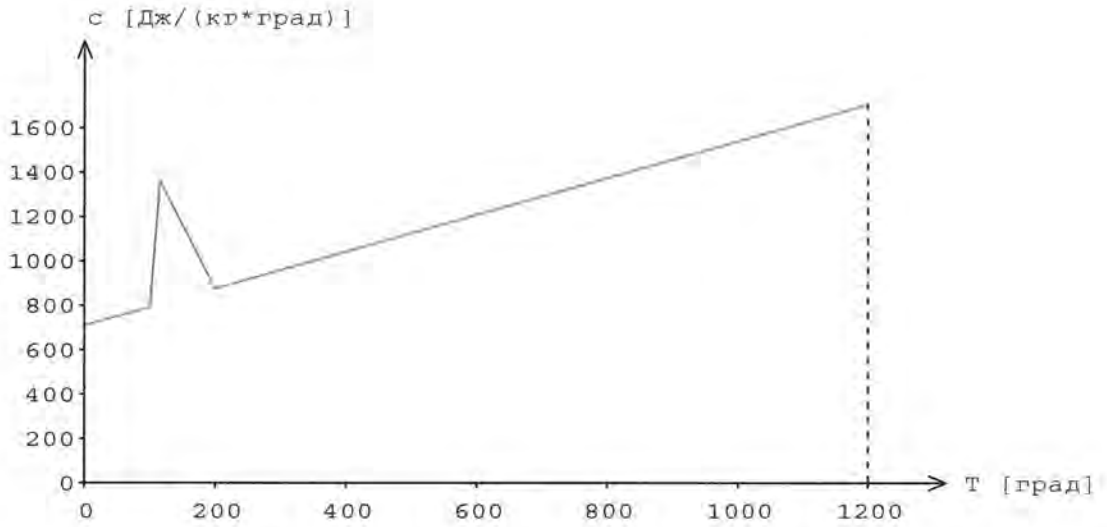


Рис. 2. Зависимость удельной теплоемкости С бетона от температуры

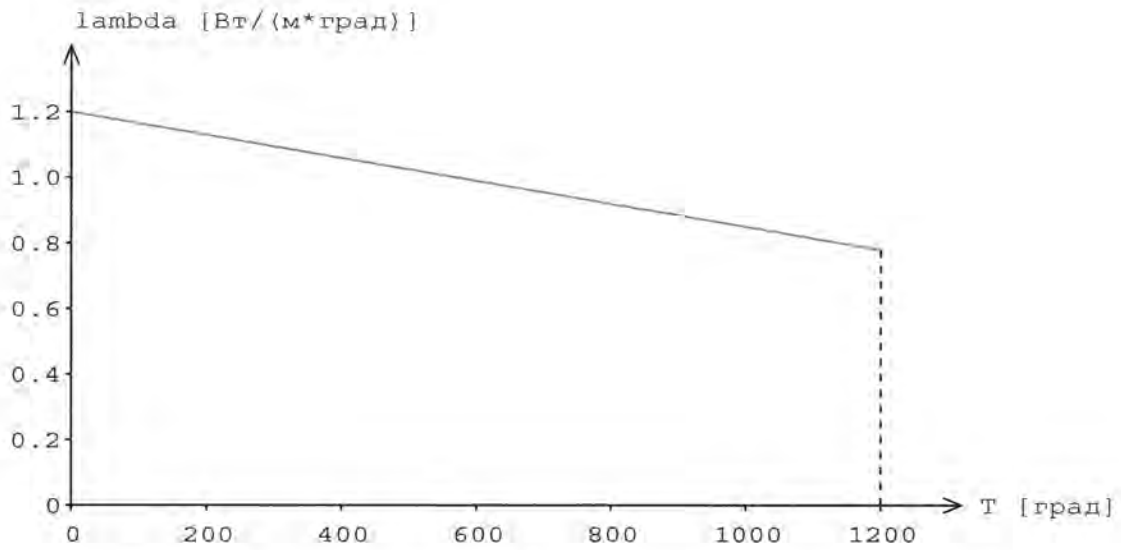


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопроводности l бетона от температуры.

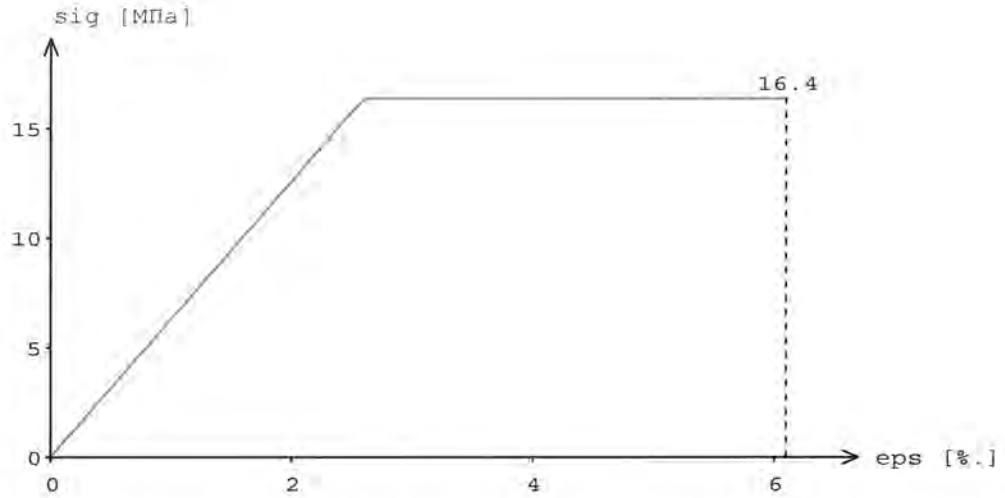


Рис. 4. Диаграмма деформирования s-e бетона при температуре 200 ^{0}C

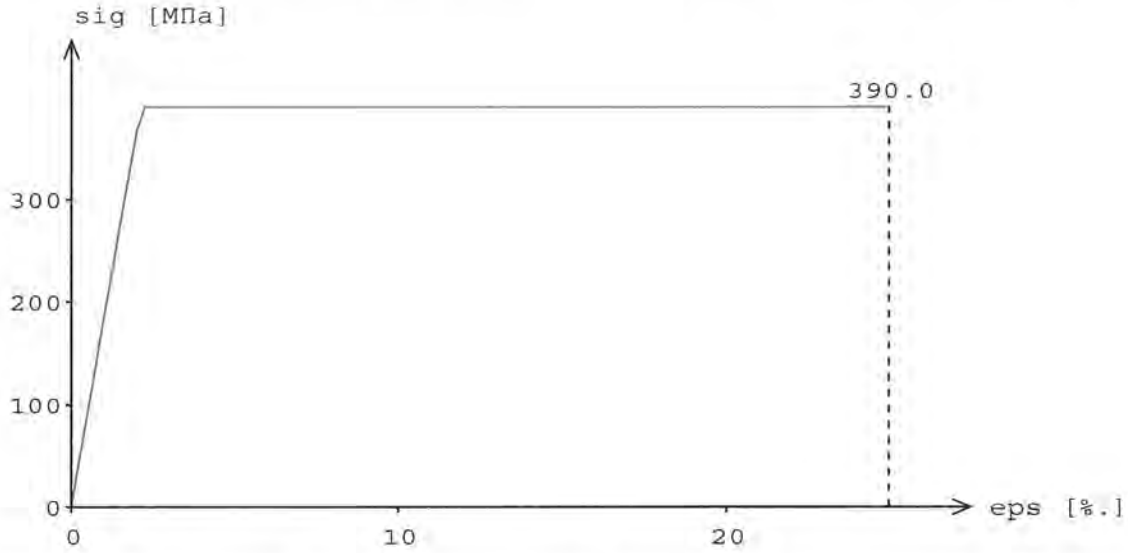


Рис. 5. Диаграмма деформирования s-e стали при температуре 200 ^{0}C.

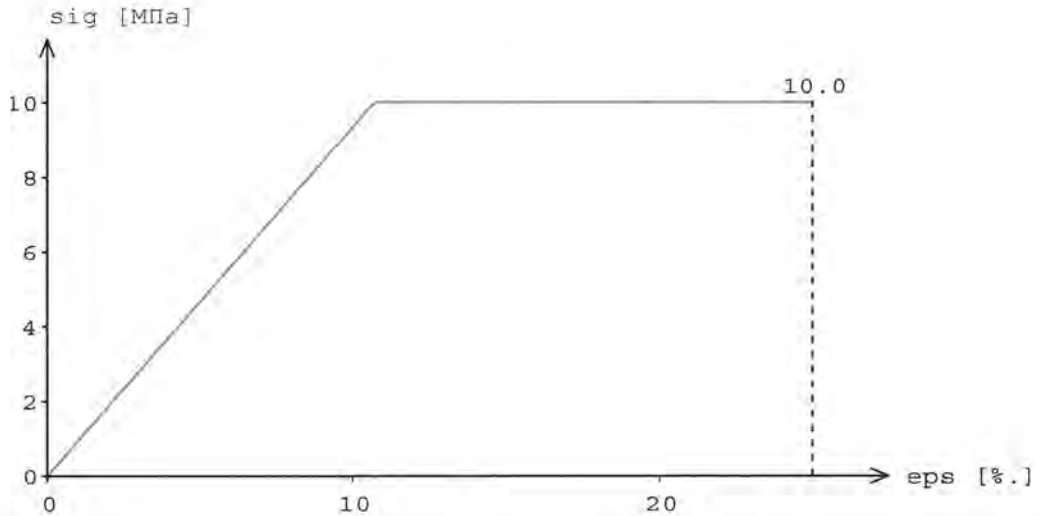


Рис. 6. Диаграмма деформирования s-e бетона при температуре 600 ^{0}C

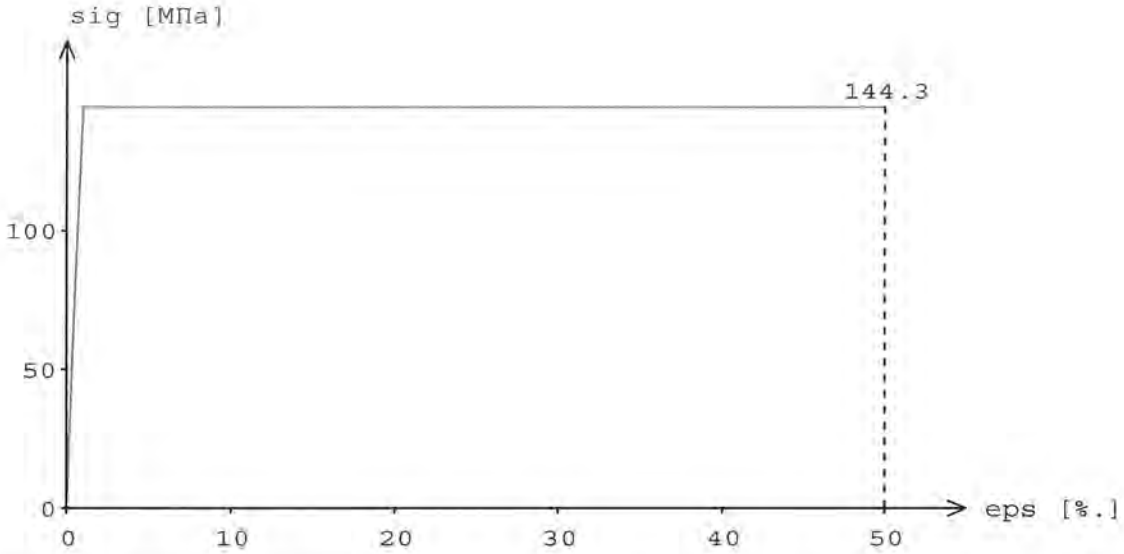


Рис. 7. Диаграмма деформирования s-e стали при температуре 600 ^{0}C

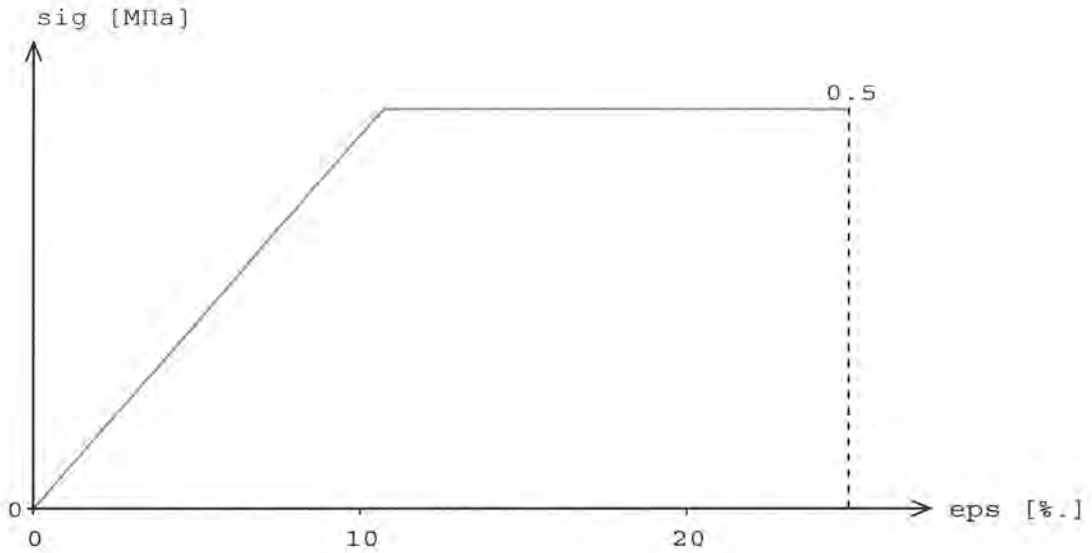


Рис. 8. Диаграмма деформирования s-e бетона при температуре 1000 ^{0}C.

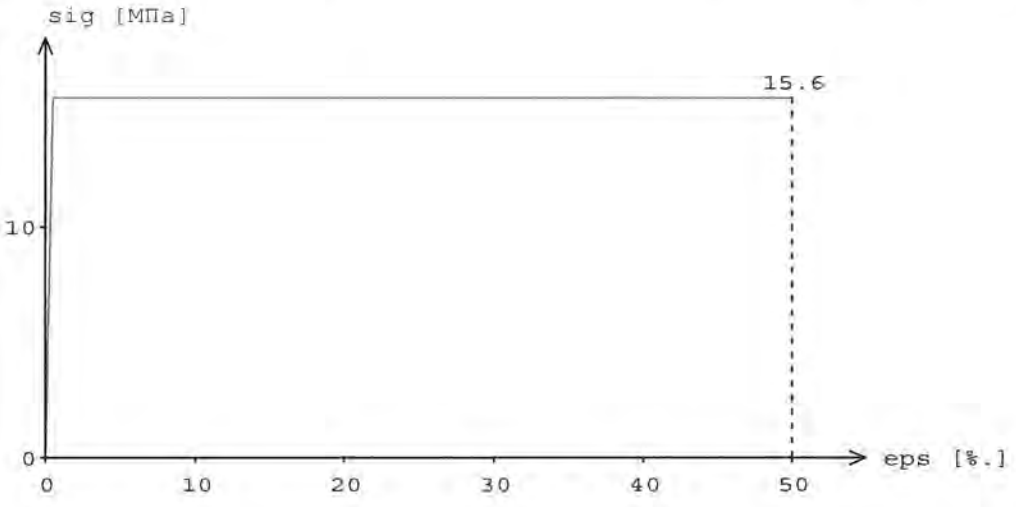


Рис. 9. Диаграмма деформирования s-e стали при температуре 1000 ^{0}C.

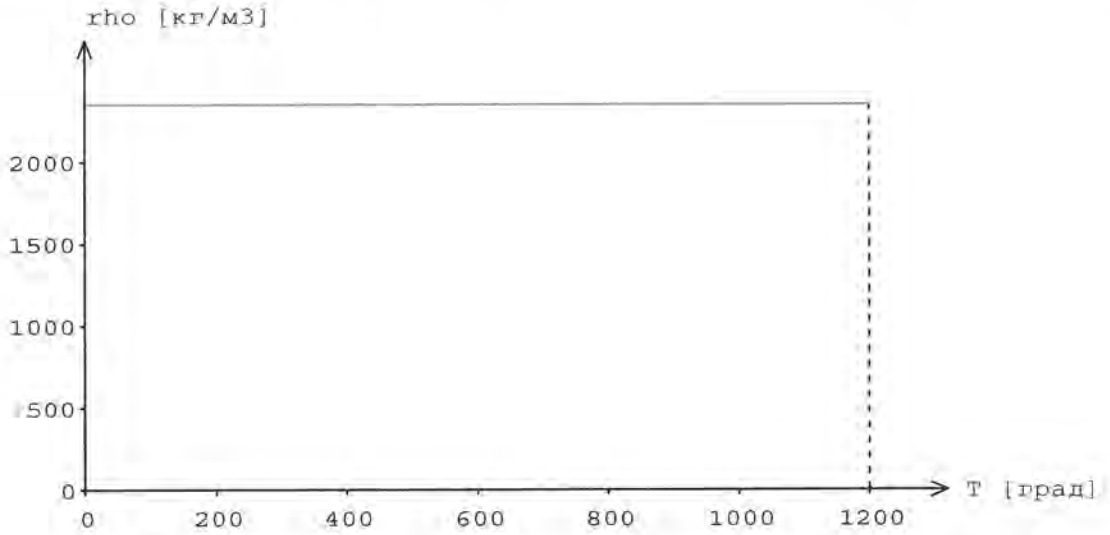


Рис. 10. Зависимость плотности бетона r от температуры

1.2. Железобетонная сплошная плита покрытия

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

Сечение	Толщина	h	= 10.0
Верхняя арматура мм	Диаметр стержней	d_s	= 4
	Шаг стержней мм	s	= 100
	Толщина защитного слоя мм	аз	= 15
Нижняя арматура мм	Диаметр стержней	d_s	= 10
	Шаг стержней мм	s	= 100
	Толщина защитного слоя мм	аз	= 30

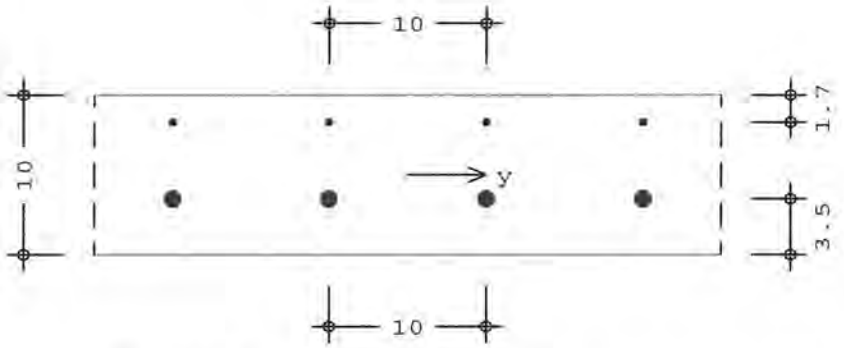
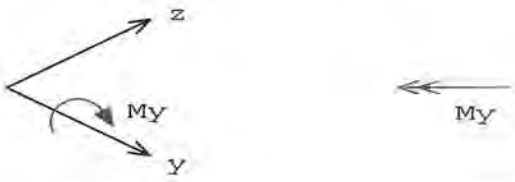


Рис.11. Расчетное сечение плиты перекрытия

Усилия

Относительно центральной оси бетонного сечен
Положительное направление момента



K	N [кН/м]	My[кНм
1		1:

Материал

Бетон тяжелый *B25*
на силикатном заполнителе
Плотность бетона □ = 2350
кг/м3
Влажность бетона W = 1.5
%

Арматурная сталь
A400

Нормативные сопротивления
R_{bn} = 18.50
МПа
R_{sn} = 400
МПа

Изменение коэффициента запаса прочности плиты □u от температуры представлено в табл. 1 и на рис. 12 настоящего приложения.

Таблица 2

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

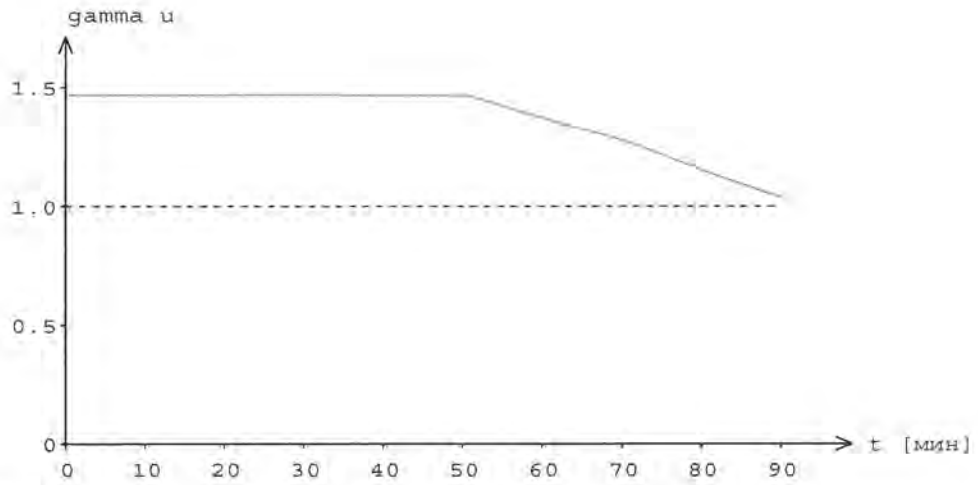


Рис. 12. Изменение коэффициента запаса прочности gamma u от времени, в сечении плиты перекрытия при воздействии "стандартного пожара"

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

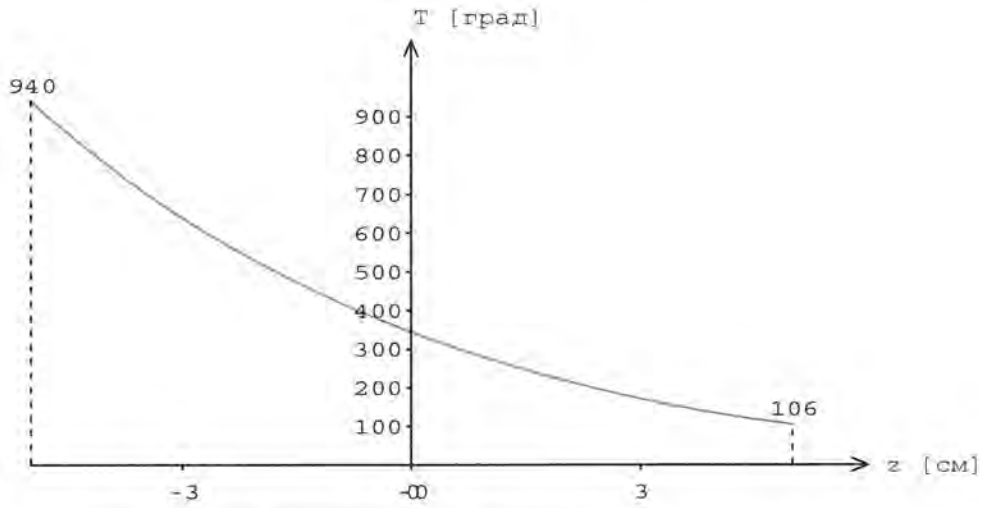


Рис. 13. Температура T по оси z (по толщине сечения)

Из номограммы изменения температуры по толщине сечения стеновой панели (рис. 14 настоящего приложения) видно, что температура на необогреваемой стороне панели не превысила 106 ^{0}C, при воздействии 90 минут "стандартного пожара".

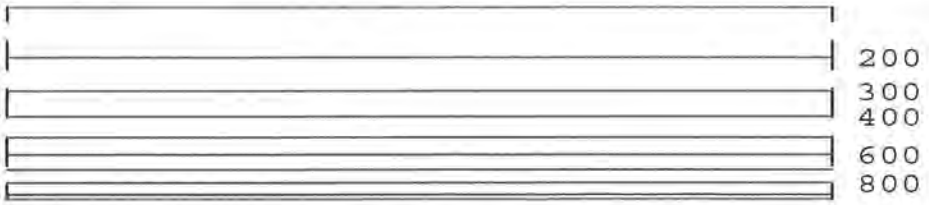


Рис. 14. Изотермы в расчетном сечении

Распределение температуры T в сечении на расстоянии Z от обогреваемой поверхности представлено в табл. 2 настоящего приложения.

Таблица 2

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	Nu [кН/м]	Myu [кНм/м]	□u
	0.0	12.46	**1.038**

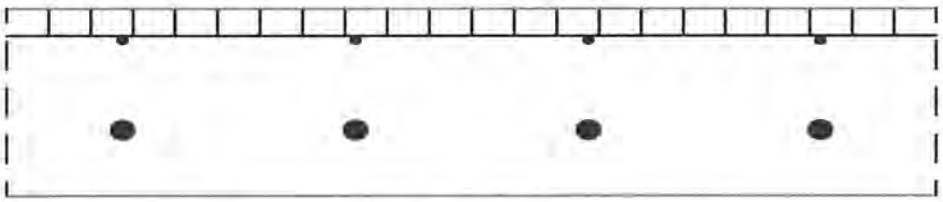


Рис. 15. Высота сжатой зоны в расчетном сечении плиты

Кривизна 1/м □$_y$=-0.42265

Деформациибетона	Максимальная деформация			Минимальнаядеформаі		
	□	□	T	□	□	T
	[%.]	[МПа]	[град]	[%.]	[МПа]	[гра
	36.05	0.00	940	-6.22	-11.41	1(

Деформациистали	Максимальная деформация			Минимальная деформаци		
	□	□	T	□	□	T
	[%.]	[МПа]	[град]	[%.]	[МПа]	[гра
	21.25	267.2	473	0.97	181.2	1(

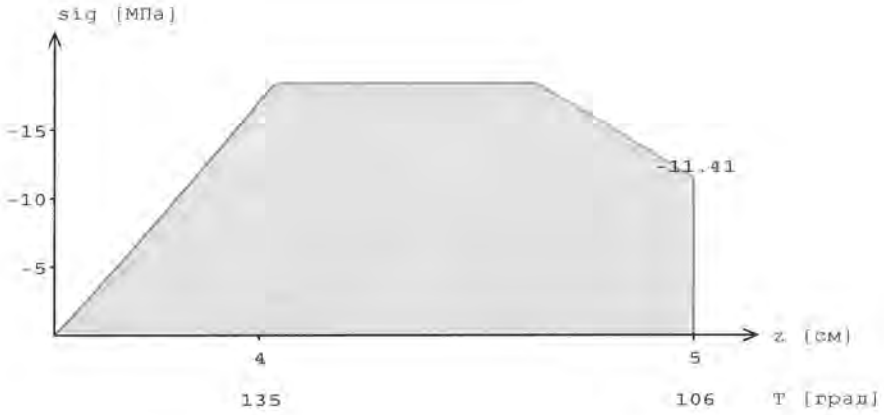


Рис. 16. Напряжения в сжатом бетоне плиты

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 $d_{s,kp} = 12$ мм

Защитный слой:

снизу азн = 35 мм

сбоку азб = 35 мм

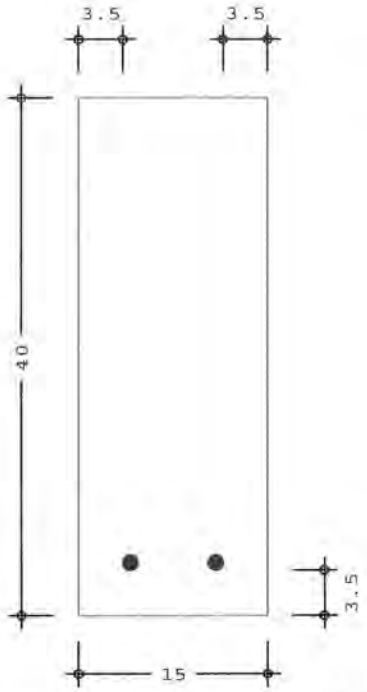
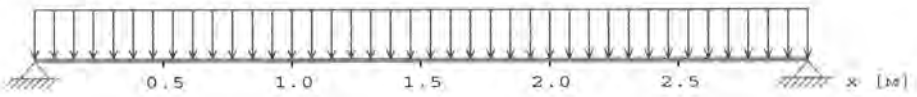


Рис. 17. Расчетное сечение балки

Нагрузки Распределенная нагрузка q = 5.00 кН/м



Материал Бетон тяжелый *B25*
на силикатном заполнителе
Плотность бетона □ = 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. 3 настоящего приложения представлены величины моментов и поперечных сил для балки, имеющей свободное опирание по концам, и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой.

Таблица 3

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

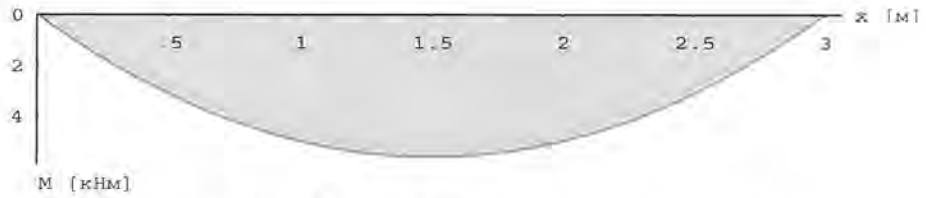


Рис. 18. Эпюра изгибающего момента

Проверка прочности при действии изгибающего момента

Расчетный момент M_{max} = 5.6 кНм

Изменение коэффициента запаса прочности балки □u от температуры представлено в табл. 4 и рис. 19 настоящего приложения.

Таблица 4

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

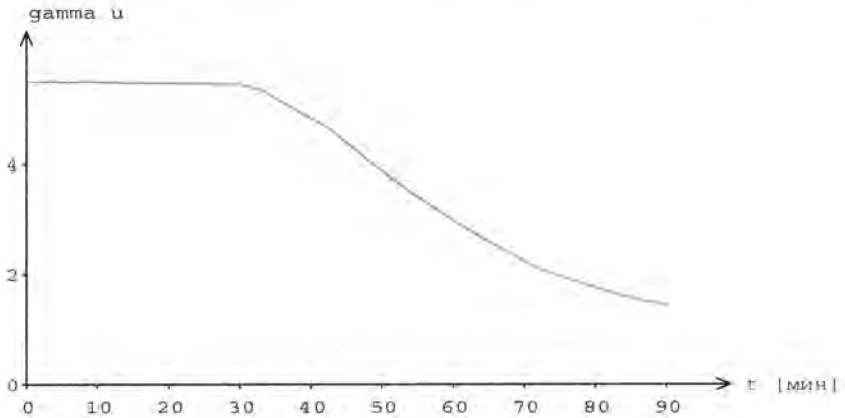


Рис. 19. Изменение коэффициента запаса прочности **gu** от времени балки при воздействии "стандартного пожара"

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

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 па прочность при действии поперечной силы представлены в табл. 5.

Таблица 5

Прочность обеспечена, так как выполняется условие: $Q_{max} = 7.5$ кН $< Q_{b,min} = 0.5R_{btn}b_th_0 = 17.8$ кН при $h_0 = 35.9$ см

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

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

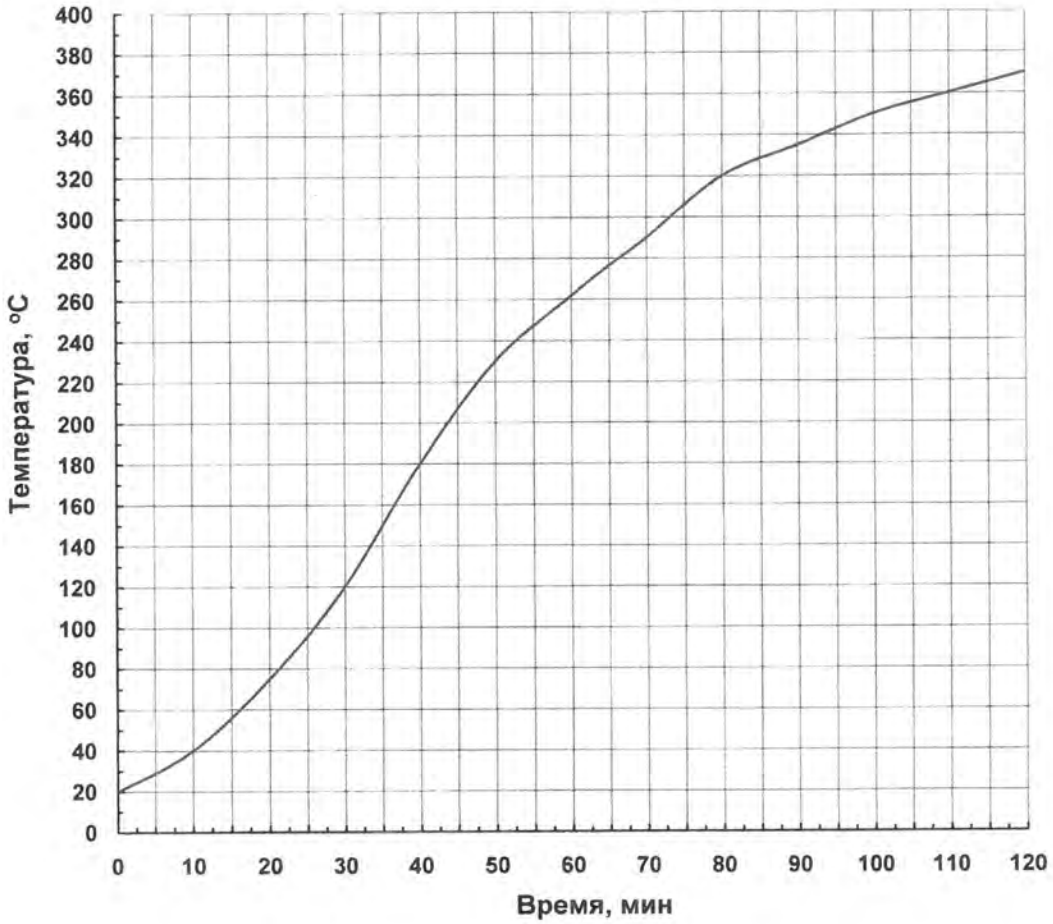


Рисунок 1. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной плиты толщиной 50 мм из тяжелого бетона (плотность - 2330 кг/м^3, влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе

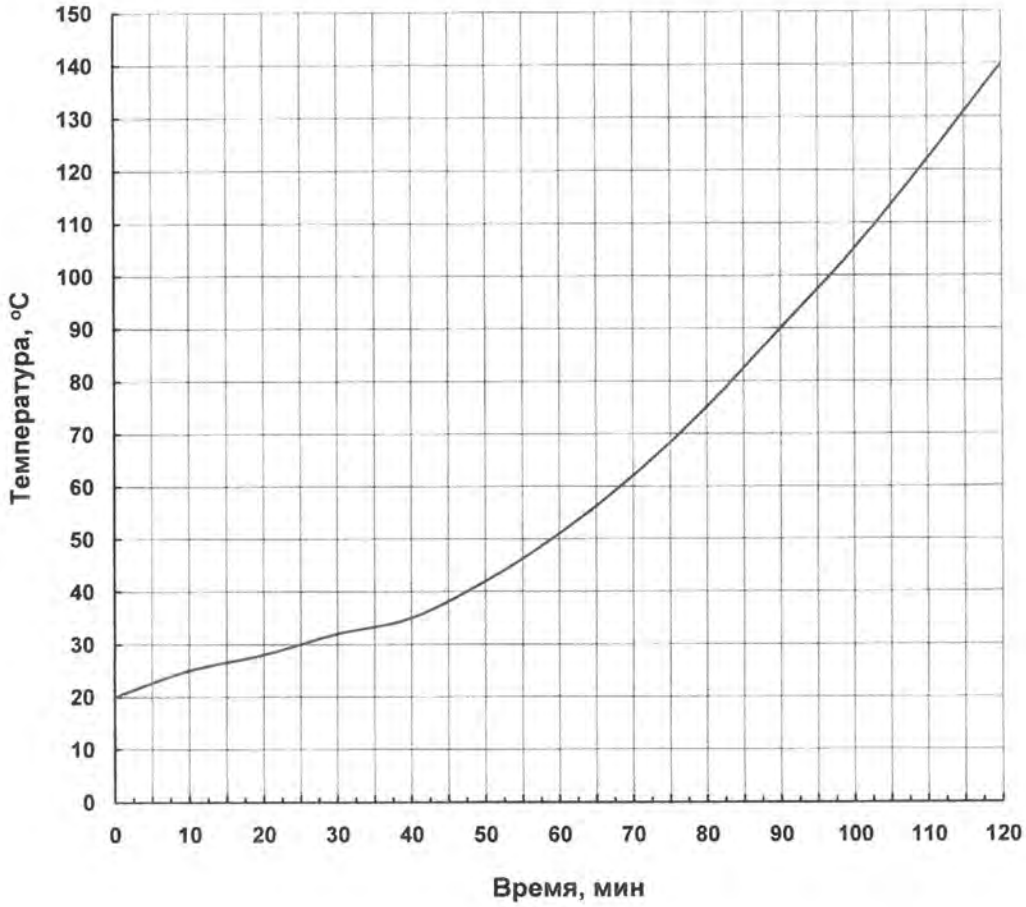


Рисунок 2. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной и многопустотной плиты толщиной соответственно 120 и 160 мм из тяжелого бетона (плотность - 2330 кг/м^3, влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе