

**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
доктор технических наук

Д.М. Гордиенко

2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной
опасности покрытий с различными типами утеплителя и кровлей,
состоящей из рулонных материалов или полимерных мастичных
материалов, а также рекомендации по применению данных покрытий
в зданиях различного функционального назначения
(АО «Мягкая кровля»)**

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	12
7	Оценка огнестойкости и пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий	15
8	Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения	32
9	Выводы	35
10	Дополнительная информация	37
	Приложение А (обязательное)	38
	Техническое задание по рассмотрению проектно-технической документации и выполнению оценки огнестойкости и классов пожарной опасности конструкций покрытий по железобетонному и стальному основанию с применением материалов производства АО “Мягкая кровля”, на 11-ти листах	
	Приложение Б (обязательное)	50
	Примеры расчета пределов огнестойкости железобетонных элементов покрытий	
	Приложение В (обязательное)	65
	Номограммы прогрева железобетонных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии	
	Приложение Г	
	Техническая документация АО “Мягкая кровля” на применяемые материалы в конструкциях покрытий	

1. Наименование и адрес заказчика

АО "Мягкая кровля". Адрес: 443017, г. Самара, ул. Белгородская, д. 1.
Основание для проведения работы – № 1613/Н-3.2 от 21.09.2021 заключенный ФГБУ ВНИИПО МЧС России с АО "Мягкая кровля".

2. Характеристика объекта исследований

Проектно-техническая документация на конструкции настилов бесчердачных покрытий, выполняемых на основе стального профилированного листа и железобетонных плит с различными типами утеплителя и рулонной кровлей или полимерной мастичной кровлей, 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) СП 63.13330.2018 "Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения";
- 4) ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования";
- 5) ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции";

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

7) ГОСТ 13015-2003, ГОСТ 12767-94, ГОСТ 9561-91, ГОСТ 25820-2000, ГОСТ 21506-87 и ГОСТ 27215-87.

4. Техническая документация

Для проведения оценки огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, АО “Мягкая кровля” была предоставлена следующая техническая документация:

- техническое задание по рассмотрению проектно-технической документации и выполнению оценки огнестойкости и классов пожарной опасности конструкций покрытий по железобетонному и стальному основанию с применением материалов производства АО “Мягкая кровля”, на 11-ти листах;

- техническая документация АО “Мягкая кровля” на применяемые материалы в конструкциях покрытий.

5. Краткое описание рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

Все представленные на рассмотрение виды покрытий с различными типами утеплителя, могут быть разделены на конструкции, выполняемые по железобетонным плитам и на конструкции, выполняемые по штампованному 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 СП 63.13330.2018.

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 (см. приложение А) последовательно укладываются в зависимости от вариантов исполнения следующие материалы:

1. Кровельная система МК-СТАНДАРТ.

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляционными плитами из пенополистирола.

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнувший);

- Армированная ц.п. стяжка толщиной не менее 50 мм;

- Разделительный слой: Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по расчету)*;

- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнувший);

- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон, МК-Клин (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)*;

- Сборные или монолитные железобетонные плиты.

2. Кровельная система МК-СТАНДАРТ 2.

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, сборной стяжкой и теплоизоляционными плитами из пенополистирола.

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнувший);

- Сборная стяжка из двух хризотилцементных пресованных плоских листов (ХПП) или ЦСП, общей толщиной не менее 20 мм;

- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту);

- Разуклонка МК-Клин 1,7%, МК-Клин 3,4% (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А);

- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПШ, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнувший);

- Сборные или монолитные железобетонные плиты.

3. Кровельная система МК-МИНИ.

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем.

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший;
- Разуклонка из керамзитобетона/пенобетона;
- Сборные или монолитные железобетонные плиты.

4. Кровельная система МК-ТРОТУАР.

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, эксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляционными плитами из пенополистирола.

- Плитка тротуарная;
- Гравий фракция 5-10 мм толщиной 50 мм;
- Дренажная мембрана с геотекстилем прочность на сжатие не менее 300 кН/м²;
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП в два слоя (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший;
- Цементно песчаная армированная стяжка толщиной не менее 50 мм;
- Разделительный слой: Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);
- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А, толщина по проекту);

- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший;

- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон, МК-Клин (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А);

- Сборные или монолитные железобетонные плиты.

5. Кровельная система МК-ГАЗОН.

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, озелененной кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляционными плитами из пенополистирола.

- Грунт с растениями;

- Дренажная мембрана с геотекстилем прочность на сжатие не менее 300 кН/м²;

- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП в два слоя (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший;

- Цементно песчаная армированная стяжка толщиной не менее 50 мм;

- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту);

- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший;
- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон, МК-Клин (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А);
- Сборные или монолитные железобетонные плиты.

6. Кровельная система МК-БАЛЛАСТ.

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой инверсионной кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляцией из экструзионных плит.

- Балласт (галька/щебень);
- Дренажная мембрана с геотекстилем прочность на сжатие не менее 300 кН/м^2 ;
- Экструзионный пенополистирол (толщина по расчету);
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП в два слоя (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший;
- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон;
- Сборные или монолитные железобетонные плиты.

5.2. Конструкции настилов бесчердачных покрытий по профилированному листу

Конструкции настилов бесчердачных покрытий с основой из профилированного листа по ГОСТ 24045, толщиной 0,7 мм, проектируются с закреплением по несущим стальным элементам (прогонам), проектный шаг установки которых не должен превышать 4,0 м, с равномерно-распределенной нагрузкой не более 3,2 кПа.

Конструкции настилов бесчердачных покрытий с основой из профилированного листа по ГОСТ 24045, толщиной 1 мм, проектируются

с закреплением по несущим стальным элементам (прогонам), проектный шаг установки которых не должен превышать 6,0 м, с равномерно-распределенной нагрузкой не более 2,4 кПа.

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

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

Ниже представлено краткое описание конструкций настилов бесчердачных покрытий по профилированному листу.

1. Кровельная система МК-ПРОФЛИСТ.

Утепленные крыши с несущим настилом из профилированных листов, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой и утепления три варианта.

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнущий;

- Сборная стяжка из двух хризотилцементных пресованных плоских листов (ХПП) или ЦСП, общей толщиной не менее 20 мм;

- Состав утепления кровельной системы;

- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис);

- Профилированный лист.

Состав утепления кровельной системы:

1. Вариант: утепление ППС:

- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту);

- Разуклонка МК-Клин 1,7%, МК-Клин 3,4% (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А).

2. Вариант утепление ППС и минеральная вата:

- Утепление нижний слой минераловатный утеплитель НГ – 50 мм, плотность по проекту (не менее 45 кг/м^3), верхний слой ППС (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А, толщина по проекту);

- Разуклонка МК-Клин 1,7%, МК-Клин 3,4% (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А).

3. Вариант утепление минеральная вата:

- Утепление нижний слой минераловатный утеплитель НГ – 50 мм, плотность по проекту (не менее 45 кг/м^3);

- Разуклонка минеральная вата по проекту (уклонообразующий слой из минераловатного утеплителя прочностью на сжатие (не менее 45 кПа).

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 состояние 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 ФЗ № 123-ФЗ.

Согласно ст. 87 и табл. 21 приложения к ФЗ № 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:

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

где

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

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

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

В соответствии с ч. 6 ст. 87 ФЗ № 123-ФЗ класс пожарной опасности строительных конструкций должен соответствовать принятому классу конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков. Соответствие класса конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков классу пожарной опасности применяемых в них строительных конструкций приведено в табл. 22 приложения к ФЗ № 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 пенополистирола).

Испытания конструкций на пожарную опасность по ГОСТ 30403-2012 проводятся в течение времени, которое соответствует требуемому пределу огнестойкости этих конструкций, 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 в испытательной лаборатории НИЦ ПБ ФГБУ ВНИИПО.

В соответствии с ч. 10 ст. 87 ФЗ № 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 нормативных требований по пожарной безопасности

Как уже отмечалось в п. 5 данного заключения в соответствии со ст. 87 и табл. 21 приложения к ФЗ № 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 ФЗ № 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.

7.3. 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 %.

7.3.1. 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

7.3.2. 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.

7.3.3. Ребристые плиты

Для оценки огнестойкости ребристых железобетонных плит (в том

числе предварительно напряженных) следует проводить расчеты следующим образом:

- для полков, 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			
	2	3	4	5
1				
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 (Е), рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий, будет обеспечен.

7.3.4. 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 2.13130.2012 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:

$$\delta_{np} = \frac{F}{P} \quad (1)$$

где:

F - площадь поперечного сечения конструкции, мм²;

P - 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:

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

где

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

τ - время в секундах;

t_n - начальная температура нагревающей среды, °К.

Коэффициент передачи тепла - α , Вт/(м² град), от нагревающей среды с температурой $t_{в,\tau}$ к поверхности конструкции с температурой t_0 вычисляется по формуле:

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

где

s_{np} - приведенная степень черноты системы: "нагревающая среда - поверхность конструкции":

$$s_{np} = \frac{1}{(1/s) + (1/s_0) - 1} \quad (4)$$

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 $t_n = 293$ °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:

$$t_{cm,\Delta\tau} = \frac{\Delta\tau}{\gamma_{cm} \delta_{np} (C_{cm} + D_{cm} t_{cm})} \alpha (t_{\theta,\tau} - t_0) + t_n \quad (5)$$

где

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

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

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

α - коэффициент передачи тепла от нагревающей среды к поверхности конструкции, Вт/(м² град);

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

D_{cm} - коэффициент изменения теплоемкости металла при нагреве, Дж/(кг град²);

γ_{cm} - удельный вес металла, кг/м³;

δ_{np} - приведенная толщина металла, м, по формуле (1).

Максимальный расчетный интервал времени - $\Delta\tau_{max}$ вычисляется по формуле:

$$\Delta\tau_{max} = \frac{\gamma_{cm} \delta_{np} (C + D_{cm} t_{cm})}{\alpha} \quad (6)$$

где

α и t_{cm} - 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 (рис. 7.1).

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.

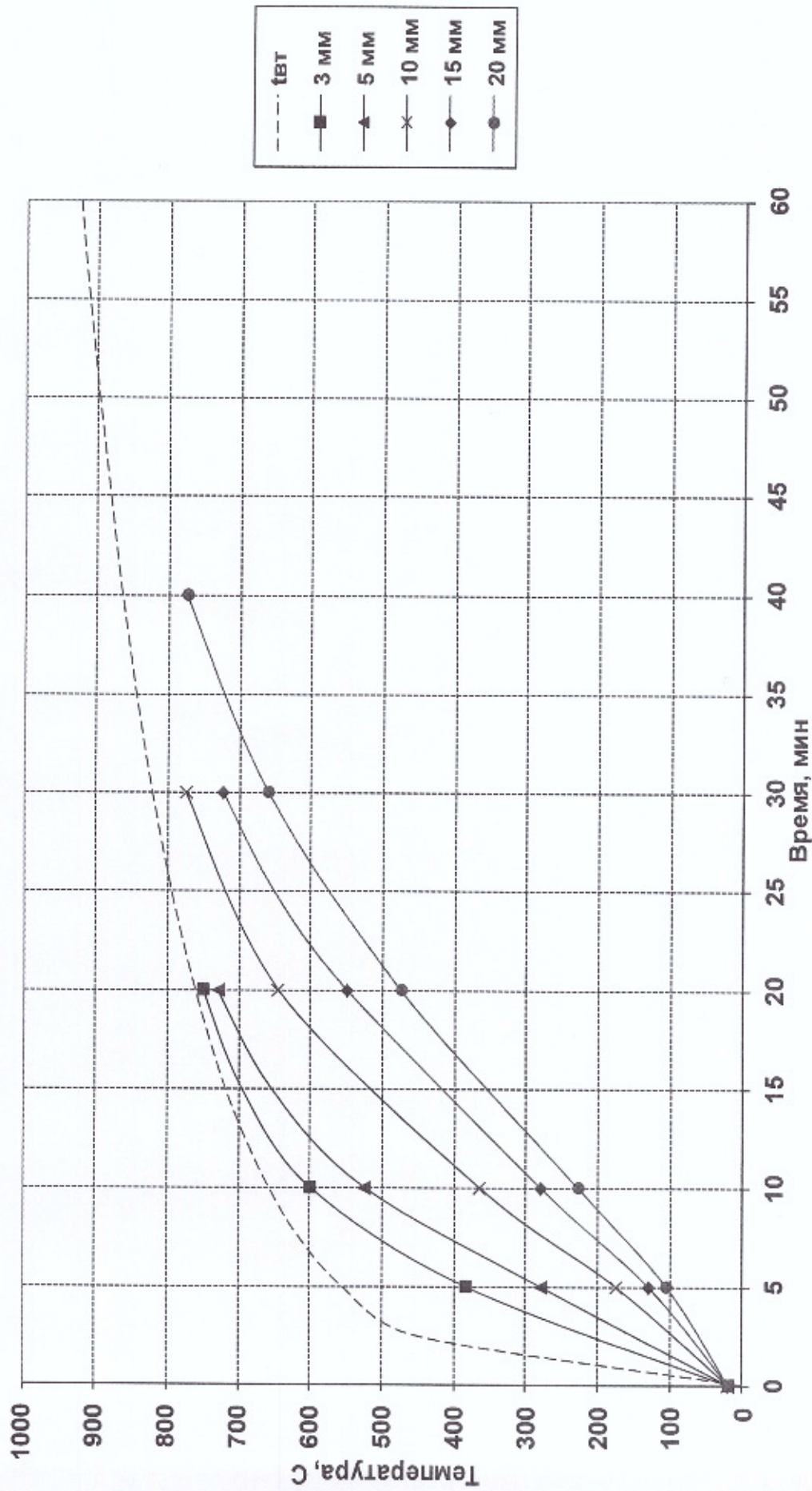


Рис. 7.1.1. Номограммы прогрева незащищенных стальных конструкций

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_c , учитывающих изменения нормативного сопротивления R_n и модуля упругости E стали в зависимости от температуры представлены в таблице 4.

Таблица 4

Значения коэффициентов γ_a и γ_c , учитывающих изменения нормативного сопротивления R_n и модуля упругости E стали в зависимости от температуры

Температура в °С	γ_a	γ_c
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

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

Коэффициенты γ_a и γ_c вычисляются по формулам:

$$\gamma_a = \frac{N_n}{F R_n} \quad (7)$$

$$\gamma_c = \frac{N_n l_0^2}{\pi^2 E_n J_{\min}} \quad (8)$$

где

N_n - нормативная нагрузка, кг;

F - площадь поперечного сечения стержня, см²;

R_n - начальное нормативное сопротивление металла, кг/см²;

E_n - начальный модуль упругости металла, кг/см²,

для сталей - $E_n = 2100000$ кг/см²;

l_0 - расчетная длина стержня, см;

J_{\min} - наименьший момент инерции сечения стержня, см⁴.

Расчетная длина - l_0 стержня принимается равной:

шарнирное опирание по концам - l ;

защемление по концам - $0,5 l$;

один конец защемлен другой свободен - $2 l$;

один конец защемлен, другой шарнирно оперт - $0,7 l$;

где l - длина стержня, см.

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 рав-

ной 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 γ_a , вычисляемого по формуле:

$$\gamma_a = \frac{M_n}{W R^n} \quad (9)$$

где

M_n - максимальный изгибающий момент от действия нормативных нагрузок, кг см;

W - момент сопротивления сечения, см³.

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 γ_a вычисляется по формуле:

$$\gamma_a = \frac{N_n}{R^n} \left(\frac{e}{W} + \frac{1}{F} \right) \quad (10)$$

где

e - эксцентриситет приложения нормативной нагрузки - N_n , см.

Коэффициент γ_e рассчитывается по формуле (8).

Критическая температура внецентренно-растянутых стержней определяется по таблице 4 в зависимости от коэффициента γ_a , 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 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 $\delta_{пр}$ 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 20.13330.2011 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 1,0 мм и более, и несущих незащищенных стальных балок (прогонов) с приведенной толщиной металла $\delta_{пр}$ не менее 4,0 мм, установленных с шагом не более 6,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2011 не более 2,4 кПа.

7.4. Проведение оценки классов пожарной опасности рассматриваемых конструкций бесчердачных покрытий

Стандартные испытания конструкций на пожарную опасность (ГОСТ 30403-2012) проводятся на двухкамерной установке, причем в огневой камере создается стандартный температурный режим, а в тепловой -

специальный температурный режим, характеризуемый следующей зависимостью:

$$T - T_0 = 200 \lg(8t + 1), \quad (11)$$

где

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

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

t – время, исчисляемое от начала испытания, мин.

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.

7.4.1. 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 утеплителя из экструзионного пенополистирола). 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-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 пенополистирол) покрытий реагируют на тепловое воздействие.

Время задержки реакции горючих изоляционных материалов на тепловое воздействие за пределами непосредственного воздействия высоких температур, положительно влияет на 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 многопу-

стотных 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. Г.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 (в том числе плит толщиной 30 мм с выравнивающей стяжкой толщиной не менее 20 мм) до температуры плавления пароизоляции $120 \text{ }^\circ\text{C}$ или до температуры плавления $150 \text{ }^\circ\text{C}$ пенополистирольных плит 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.

7.4.2 Конструкции бесчердачных покрытий, выполняемые по стальному профилированному листу

Конструкции бесчердачных покрытий с основанием из стального оцинкованного профилированного листа с полностью негорючими утеплителями, горючей пароизоляцией толщиной менее 2,0 мм и рулонной кровлей относятся к классу пожарной опасности К0 (15) по ГОСТ 30403-2012.

Испытания на пожарную опасность опытных образцов бесчердачных покрытий с комбинированным утеплителем, уложенным сверху профили-

рованных листов, при сочетании нижнего слоя толщиной не менее 50 мм из негорючих плит из минеральной (каменной) ваты плотностью не менее 100 кг/м³ с верхним слоем из горючих пенополиизоциануратных или пенополистирольных показали, что в данном варианте конструкции покрытий могут быть отнесены к классу пожарной опасности К0 (15) по ГОСТ 30403-2012.

Таким образом, физико-технические характеристики применяемых минераловатных плит должны соответствовать указанным выше значениям.

Согласно принятым техническим решениям в качестве нижнего слоя могут использоваться плиты ХПП и ЦСП общей толщиной не менее 20 мм.

По опытным данным ВНИИПО, в целях обеспечения класса пожарной опасности К0 (15) по ГОСТ 30403-2012 данная сборная стяжка из указанных плит, укладываемых в два слоя с обязательной разбежкой швов, должна иметь толщину не менее 25 мм.

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. При условии выполнения рекомендаций изложенных 7.4.2 заключения, все рассматриваемые типы бесчердачных покрытий могут быть отнесены к классу пожарной опасности К0 по ГОСТ 30403-2012, в соответствии с требованиями табл. 22 приложения к ФЗ № 123-ФЗ, конструкции покрытий (см. п. 5 данного заключения и приложение А), 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 ФЗ № 123-ФЗ) конструкции с дополнительной защитой горючей кровли сверху допускается применять в зданиях любой степени огнестойкости и

класса функциональной пожарной опасности: общественных, административно-бытовых, производственных, сельскохозяйственных и складских, в т. ч. жилых.

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 "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 кинопроекторных, 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 K0. 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 в соответствии с п 6.5.5. СП 2.13130 “Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости”.

8.7. При механическом воздействии на кровлю (например, при регулярном обслуживании оборудования на крыше, снегоудалении) с водоизоляционным ковром по минераловатной теплоизоляции, в том числе многослойной, ее необходимо предусматривать во всех слоях с прочностью на сжатие при 10-процентной линейной деформации не менее 60 кПа. К оборудованию должны быть предусмотрены пешеходные дорожки, а вокруг оборудования - площадки из материалов, как для эксплуатируемых кровель. Они не должны препятствовать отводу воды с кровли. На участках кровель, где предусмотрены пешеходные дорожки, для устройства верхнего слоя теплоизоляции можно использовать полимерные утеплители из экструзионного пенополистирола или пенополиизоцианурата.

8.8. Максимально допустимая площадь кровли из рулонных и мастичных материалов, не имеющих защиты из слоя гравия, а также площадь участков, разделенных противопожарными поясами, не должны превышать значений, приведенных в таблице 5.2 СП 17.13330.2017.

9. ВЫВОДЫ

Проведена работа по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной опасности бесчердачных покрытий с различными типами утеплителя и рулонной кровлей (АО "Мягкая кровля").

Согласно п. 5.1.1. СП 17.13330 рулонные кровли предусматривают из битумных и битумно-полимерных материалов с картонной, стекловолоконистой и комбинированной основами и основой из полимерных волокон, из эластомерных материалов, ТПО-мембран, ПВХ- 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 стекловолоконистыми материалами или прокладками из полимерных волокон.

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

9.1. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 бесчердачных покрытий, выполненных по железобетонным плитам сплошного сечения (с минимальной толщиной 60 мм и защитным слоем бетона до оси рабочей арматуры нижней зоны не менее 10 мм), а также многопустотным плитам (с минимальной толщиной 150 мм, с диаметром пустот до 160 мм и защитным слоем бетона до оси рабочей арматуры нижней зоны не менее 20 мм) составят не менее RE 30 – RE 90 (с учетом требований табл. 2 и 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 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 и 3 п. 7 данного заключения).

9.3. Предел огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 конструкций настилов бесчердачных покрытий выполненных на основе профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной не менее 0,7 мм с высотой профиля от 75 мм, закрепленных по стальным балкам (прогонам), установленным с шагом не более 3,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2011 не более 3,2 кПа, составит не менее RE 15. При этом обеспечение огнестойкости несущих стальных конструкций покрытий (ферм, балок, прогонов) должно осуществляться в соответствии с проектом огнезащиты металлоконструкций с учетом п. 5.4.3 СП 2.13130-2020.

9.4. Предел огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 конструкций настилов бесчердачных покрытий выполненных на основе профилированного листа типа Н по ГОСТ 24045 толщиной не менее 1,2 мм с высотой профиля от 75 мм, закрепленных по стальным балкам (прогонам), установленным с шагом не более 6,0 м, при условии воздействия нормативной нагрузки по СП 20.13330.2011 не более 2,4 кПа, составит не менее RE 15. При этом обеспечение огнестойкости несущих стальных конструкций покрытий (ферм, балок, прогонов) должно осуществляться в соответствии с проектом огнезащиты металлоконструкций с учетом п. 5.4.3 СП 2.13130-2012.

9.5. С учетом расчетных данных по прогреву сплошных, многослойных и ребристых железобетонных плит, являющихся основанием для устройства рассматриваемых типов бесчердачных покрытий с утеплителем из горючих пенополистирольных или пенополиизоциануратных плит, пароизоляции и кровли, а также в соответствии с ч. 10 ст. 87 Федерального закона №123-ФЗ и п.10.5 ГОСТ 30403-2012, указанные конструкции покрытий (см. п. 5 заключения и приложение А) следует отнести к классу пожарной опасности K0 (45).

9.6. В соответствии с ч. 10 ст. 87 Федерального закона № 123-ФЗ, а также ГОСТ 30403-2012, рассматриваемые бесчердачные покрытия с основанием из профилированного листа (см. п. 5 заключения и приложение Б) с

полностью негорючим утеплителем, уложенным поверх профилированного листа, пароизоляцией и кровлей, следует отнести к классу пожарной опасности К0 (15).

9.7. Максимально допустимая площадь кровли из рулонных и мастичных материалов, не имеющих защиты из слоя гравия, а также площадь участков, разделенных противопожарными поясами, не должна превышать значений, приведенных в таблице 5.2 СП 17.13330 "Кровли".

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

9.9. Заключения, выданные ранее, утрачивают свое действие с даты утверждения настоящего заключения.

ИСПОЛНИТЕЛИ

Начальник отдела 3.2
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
кандидат технических наук



А.В. Пехотиков

Начальник сектора 3.2.1
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

В.В. Павлов

Начальник сектора 3.2.2
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

В.В. Ушанов

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 по рассмотрению проектно-технической документации и выполнению оценки огнестойкости и классов пожарной опасности конструкций покрытий по железобетонному и стальному основанию с применением материалов производства АО “Мягкая кровля”, на 12 листах

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

1. Кровельная система МК — СТАНДАРТ

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляционными плитами из пенополистирола

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнущий)
- Армированная ц.п. стяжка толщиной не менее 50 мм
- Разделительный слой: Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по расчету)*
- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнущий)
- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон, МК-Клин (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)*
- Сборные или монолитные железобетонные плиты

2. Кровельная система МК — СТАНДАРТ 2

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, сборной стяжкой и теплоизоляционными плитами из пенополистирола

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнущий)
- Сборная стяжка из двух хризотилцементных пресованных плоских листов (ХПП) или ЦСП, общей толщиной не менее 20 мм
- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту)*
- Разуклонка МК-Клин 1,7%, МК-Клин 3,4% (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)
- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум,

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)

- Самарский Праймер Битумный (Самарский Праймер Битумный быстросохнувший)
- Сборные или монолитные железобетонные плиты

3. Кровельная система МК — МИНИ

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший
- Разуклонка из керамзитобетона/пенобетона
- Сборные или монолитные железобетонные плиты

4. Кровельная система МК — ПРОФЛИСТ

Утепленные крыши с несущими с несущим настилом из профилированных листов, неэксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой и утепления три варианта

- Армокров ЭКП, ХКП, ТКП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнувший
- Сборная стяжка из двух хризотилцементных пресованных плоских листов (ХПП) или ЦСП, общей толщиной не менее 20 мм
- Состав утепления кровельной системы
- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Профилированный лист

Состав утепления кровельной системы

1. Вариант: Утепление ППС

- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту)
- Разуклонка МК-Клин 1,7%, МК-Клин 3,4% (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А,

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)

2. Вариант Утепление ППС и Минеральная вата

- Утепление нижний слой минераловатный утеплитель НГ- 50мм, плотность по проекту (не менее 45кПа), верхний слой ППС (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту)
- Разуклонка МК-Клин 1,7%, МК-Клин 3,4% (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)

3. Вариант Утепление Минеральная вата

- Утепление нижний слой минераловатный утеплитель НГ- 50мм, плотность по проекту (не менее 45кПа)
- Разуклонка минеральная вата по проекту (уклонообразующий слой из минераловатного утеплителя прочностью на сжатие (не менее 45кПа))

5. Кровельная система МК — ТРОТУАР

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, эксплуатируемой кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляционными плитами из пенополистирола

- Плитка тротуарная
- Гравий фракция 5-10мм толщиной 50мм
- Дренажная мембрана с геотекстилем прочность на сжатие не менее 300кН/м²
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП в два слоя (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнущий
- Цементно песчаная армирующая стяжка толщиной не менее 50 мм
- Разделительный слой: Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту)
- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнущий
- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон, МК-Клин (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)*

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

- Сборные или монолитные железобетонные плиты

6. Кровельная система МК — ГАЗОН

Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, озелененной кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляционными плитами из пенополистирола

- Грунт с растениями
- Дренажная мембрана с геотекстилем прочность на сжатие не менее 300кН/м²
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП в два слоя (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнущий
- Цементно песчаная армированная стяжка толщиной не менее 50 мм
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Пенополистирольные плиты (ППС 15-Т-Б, ППС 25-Т-Б, ППС 35-Т-Б, ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А) (толщина по проекту)
- Пароизоляционный слой - Армокров ЭПП, ХПП, ТПП (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнущий
- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон, МК-Клин (ППС 16Ф-Р-А, ППС 23-Р-А, ППС 25Р-А, ППС 35-Р-А, ППС 35ЕТ-Р-А)*
- Сборные или монолитные железобетонные плиты

7. Кровельная система МК — БАЛЛАСТ

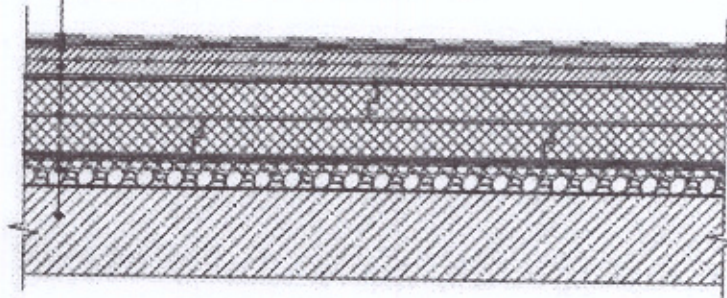
Утепленные крыши с несущими плитами из сборного или монолитного железобетона, неэксплуатируемой инверсионной кровлей с водоизоляционным ковром из рулонных битумосодержащих материалов, монолитной стяжкой на цементном вяжущем и теплоизоляцией из экструзионных плит

- Балласт (галька/щебень)
- Дренажная мембрана с геотекстилем прочность на сжатие не менее 300кН/м²
- Экструзионный пенополистирол (толщина по расчету)
- Армокров ЭПП, ХПП, ТПП в два слоя (Армокров Премиум, Армокров Бизнес, Армокров Стандарт, Армокров Оптим, Армокров Базис)
- Самарский Праймер Битумный или Самарский Праймер Битумный быстросохнущий
- Уклонообразующий слой, пенобетон, керамзитобетон
- Сборные или монолитные железобетонные плиты

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СТО-00287823-2021

Верхний слой основного водоизоляционного ковра
 Нижний слой основного водоизоляционного ковра
 Самарский праймер битумный
 Армированная ц.п. стяжка толщиной не менее 50 мм
 Разделительный слой Армокров*
 Пенополистирольные плиты
 ППС 25-Т-Б (толщина по расчету)*
 Пароизоляционный слой Армокров*
 Самарский праймер битумный*
 Уклонообразующий слой-пенобетон,
 керамзитобетон МК-КЛИН
 Сборные или монолитные железобетонные плиты



ПРИМЕЧАНИЯ

- 1* Марку материала Армокров и количество его слоев принимают по Приложению Б в СП 17.13330 в зависимости от показателя гибкости материала.
- 2* Вместо ППС 25-Т-Б возможно применение марок ППС 23-Р-А, ППС 25-Р-А
- 3* Примеры раскладки МК-КЛИН см. в Приложении А настоящего СТО.
- 4 Пароизоляционный слой заводить выше уровня теплоизоляции.

Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	КО (45) (в соответствии с п. 9.5 Заключения)
Предел огнестойкости по ГОСТ 30247	RE 30 - RE 90 (с учетом п.п. 7, 9.1 Заключения)

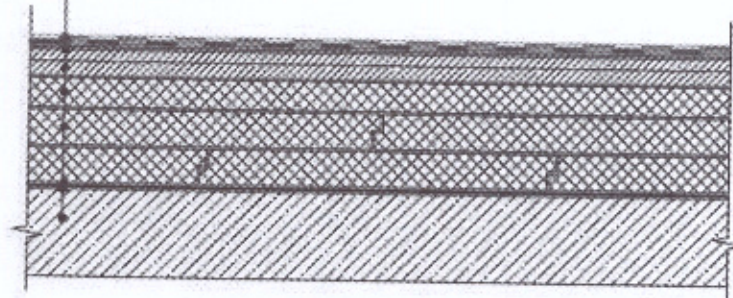
МК - СТАНДАРТ

Б.1.1- Состав крыши с несущими железобетонными плитами и монолитной стяжкой

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СТО-00287823-2021

Верхний слой основного водоизоляционного ковра
 Нижний слой основного водоизоляционного ковра
 Самарский праймер битумный
 Сборная стяжка*
 Уклонообразующий слой
 МК-КЛИН (ППС)*
 ППС 25-Т-Б (толщина по расчету)*
 Пароизоляционный слой Армокров
 Самарский праймер битумный
 Сборные или монолитные ж/б плиты



ПРИМЕЧАНИЯ

1* Марку материалов Армокров и количество его слоев принимают по Приложению Б в СП 17.13330 в зависимости от показателя гибкости материала.

2* Вместо ППС 25-Т-Б возможно применение марок ППС 23-Р-А, ППС 25-Р-А

3* Сборная стяжка из двух хризотилцементных пресованных плоских листов (ХПГ) или ЦСП, общей толщиной не менее 20 мм, огрунтованные Самарским праймером со всех сторон. Листы крепятся между собой в разбежку так, что бы листы верхнего слоя перекрывали листы нижнего слоя не менее чем на 500 мм. Крепление между собой осуществляется заклепками или саморезами диаметром не менее 4,8 мм в количестве 6-8 шт на лист размером 3,2*1,25 м. Необходимость крепления сборной стяжки к основанию и количества крепежа должно определяться расчетом на ветровую нагрузку. Перед наплавлением нижнего слоя по швам листов наплавить полоски Армокров ЭГП шириной 15-20 см.

4* Примеры раскладки МК-КЛИН см. в Приложении А настоящей СТО

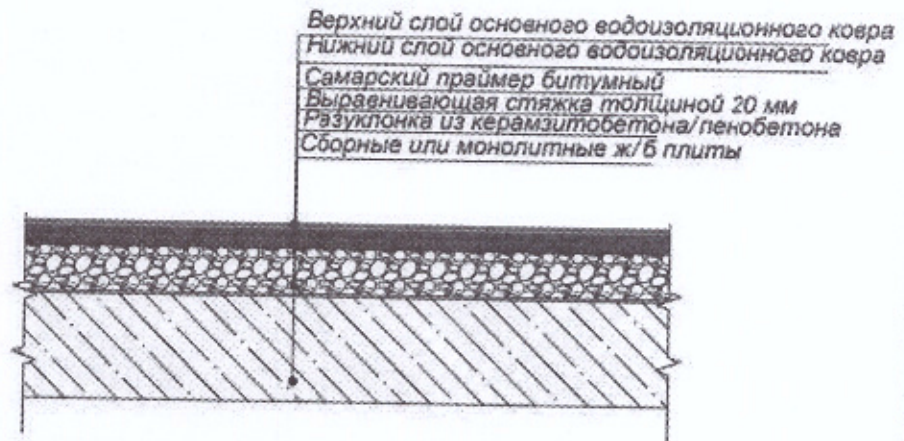
Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	КО (45) (в соответствии с п. 9.5 Заключения)
Предел огнестойкости по ГОСТ 30247	RE 30 - RE 90 (с учетом п.п. 7, 9.1 Заключения)

МК - СТАНДАРТ 2

Б.2.1- Состав кровли с несущими железобетонными плитами и сборной стяжкой

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СТО-00287823-2021



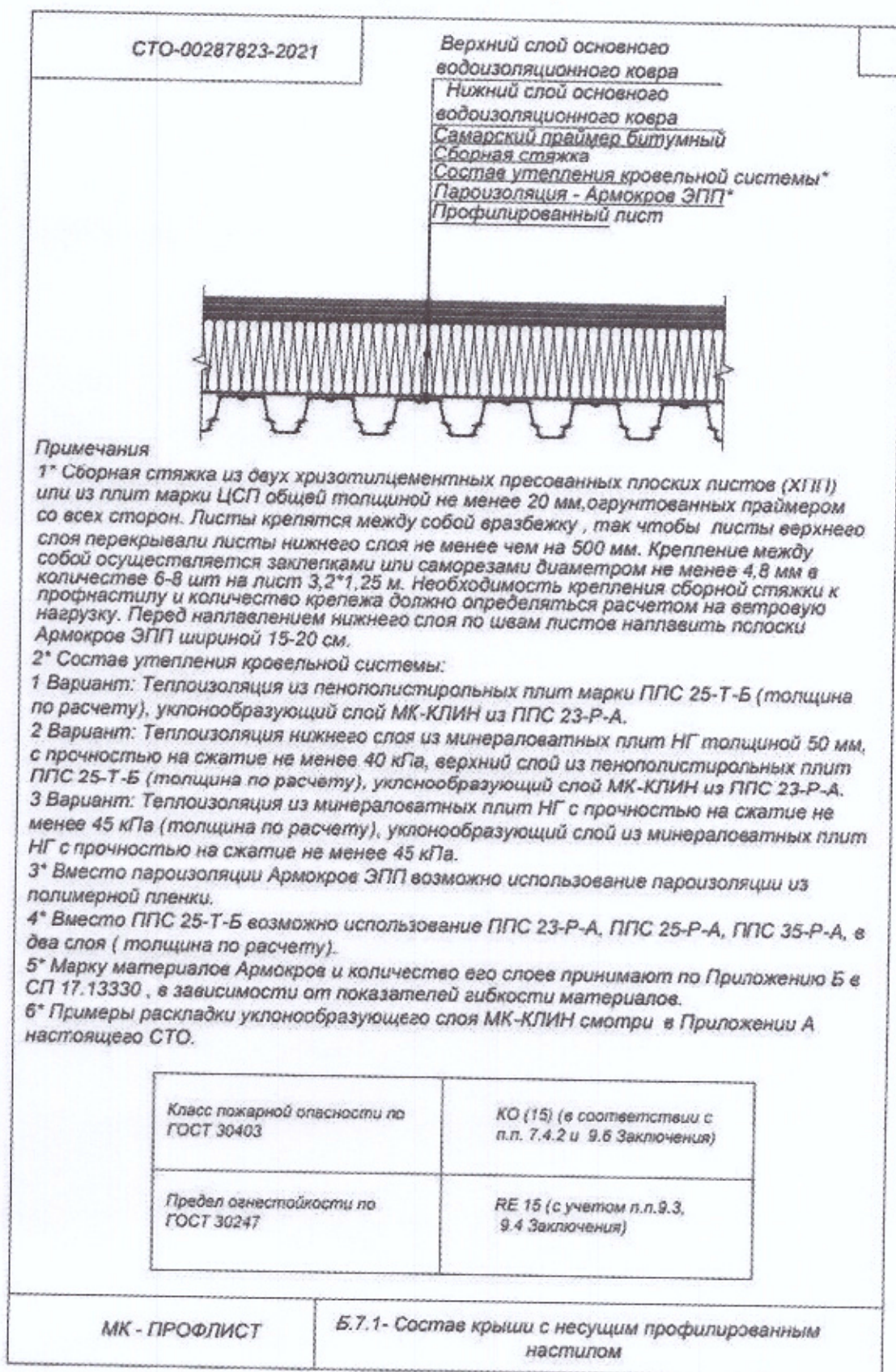
Примечания
 1*Марку материалов Армокров и количество его слоев принимают по Приложению Б в СП 17.13330 в зависимости от показателя гибкости материала.

Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	КО (45) (в соответствии с п. 9.5 Заключения)
Предел огнестойкости по ГОСТ 30247	RE 30 - RE 90 (с учетом п.п. 7, 9.1 Заключения)

МК - МИНИ

Б.3.1- Состав кровли с несущими железобетонными плитами без утепления

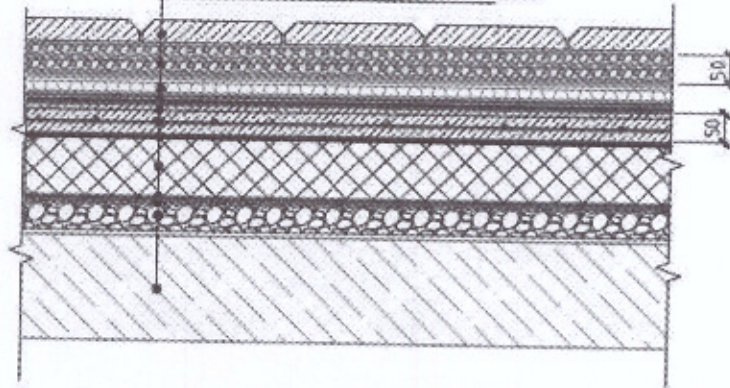
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)



ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СТО-00287823-2021

Плитка тротуарная 40-60 мм
 Гравий фракции 5-10 мм толщиной 50 мм
 Дренажная мембрана с геотекстилем
 прочность на сжатие не менее 300кН/м²
 Основной водоизоляционный ковер-Армокров ЭПП в два слоя*
 Самарский праймер
 Армированная цем.песч.стяжка- 50 мм
 Разделительный слой Армокров*
 ППС 25-Т-Б(толщина по расчету)
 Пароизоляционный слой Армокров*
 Самарский праймер битумный
 Уклонобразующий слой-пенобетон,
 керамзитобетон
 Сборные или монолитные ж/б плиты



Примечания

- 1*Марку материалов Армокров и количество его слоев принимают по Приложению Б в СП 17.13330 в зависимости от гибкости материала.
 2*Вместо ППС 25-Т-Б возможно применение марок ППС 23-Р-А, ППС 25-Р-А.

Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	КО (45) (в соответствии с п. 9.5 Заключения)
Предел огнестойкости по ГОСТ 30247	RE 30 - RE 90 (с учетом п.п.7, 9.1 Заключения)

МК - ТРОТУАР

Б.5.1- Состав крыши с несущими железобетонными плитами и монолитной стяжкой

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СТО-00287823-2021

Грунт с растениями

Дренажная мембрана с геотекстилем

прочность на сжатие не менее 250кН/м²

*Основной водоизоляционный ковер-Армокров ЭПП в два слоя**

Самарский праймер битумный

Цем. песч. армирован. стяжка - 50 мм.

*Разделительный слой Армокров**

*ППС 25-Т-Б(толщина по расчету)**

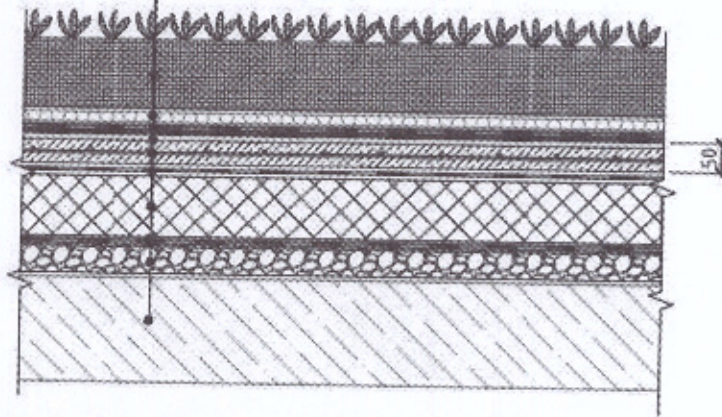
*Пароизоляционный слой Армокров**

Самарский праймер битумный

Уклонобразующий слой-пенобетон,

керамзитобетон

Сборные или монолитные железобетонные плиты



Примечания

- 1*Марку материалов Армокров и количество его слоев принимают по Приложению Б в СП 17.13330 в зависимости от гибкости материала.
2*Вместо ППС 25-Т-Б возможно применение марок ППС 23-Р-А, ППС 25-Р-А.

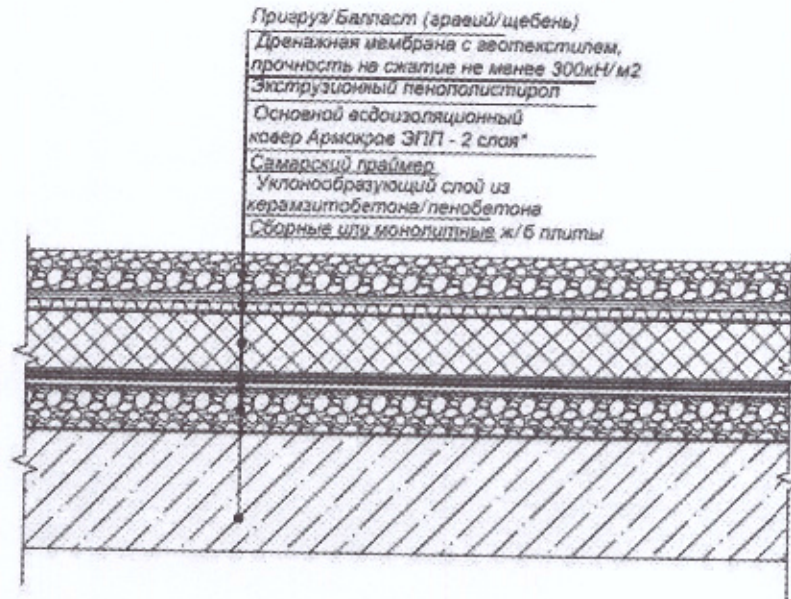
Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	КО (45) (в соответствии с п. 9.5 Заключения)
Предел огнестойкости по ГОСТ 30247	RE 30 - RE 90 (с учетом п.п.7, 9.1 Заключения)

МК - ГАЗОН

Б.6.1- Состав озелененной кровли с несущими железобетонными плитами и монолитной стяжкой

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СТО-00287823-2021



ПРИМЕЧАНИЯ

- 1* Марку материалов АрмоКров и количество его слоев принимают по Приложению Б в СП 17.13330 в зависимости от показателя гибкости материала.
- 2* Толщину слоя и фракцию гравия/щебня устанавливают расчетом на ветровую нагрузку по СП 20.13330

Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	КО (45) (в соответствии с п. 9.5 Заключения)
Предел огнестойкости по ГОСТ 30247	RE 30 - RE 90 (с учетом п.п.7, 9.1 Заключения)

МК - БАЛЛАСТ

Б.4.1- Состав крыши с несущими железобетонными и утеплением экструзионными плитами

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Пример расчета пределов огнестойкости железобетонных
элементов покрытий, на 14-ти листах

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.

В.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. В.1 настоящего приложения) со стороны, обращенной при эксплуатации к помещению.

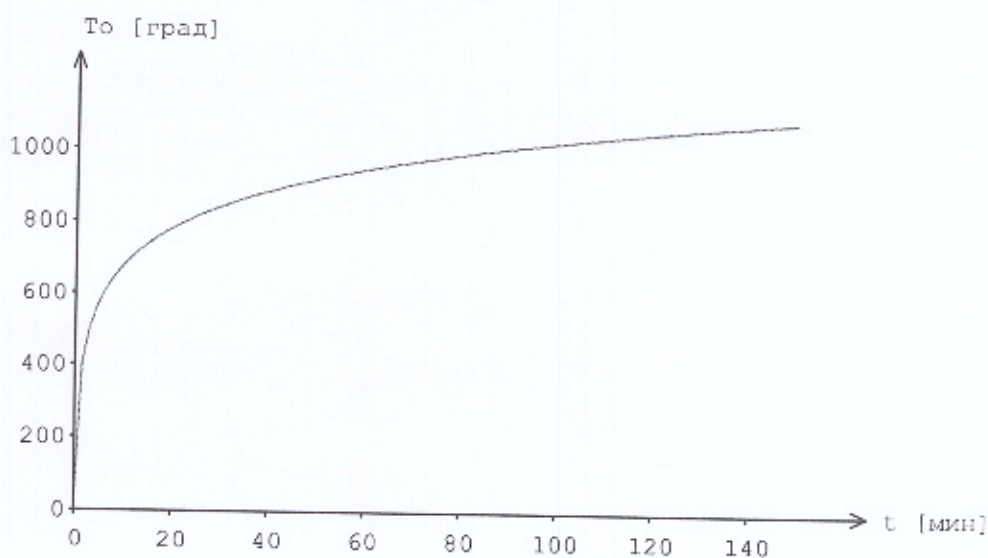


Рис. В.1. Зависимость температуры "стандартного пожара" от времени

В расчете на огнестойкость исследуемых железобетонных строитель-

ных ограждающих конструкций рассматривается тепловое воздействие (рис. В.1 настоящего приложения) со стороны, обращенной при эксплуатации к помещению.

Изменение теплофизических и прочностных характеристик бетона и арматуры от температуры представлены на рис. В.2-В.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.).

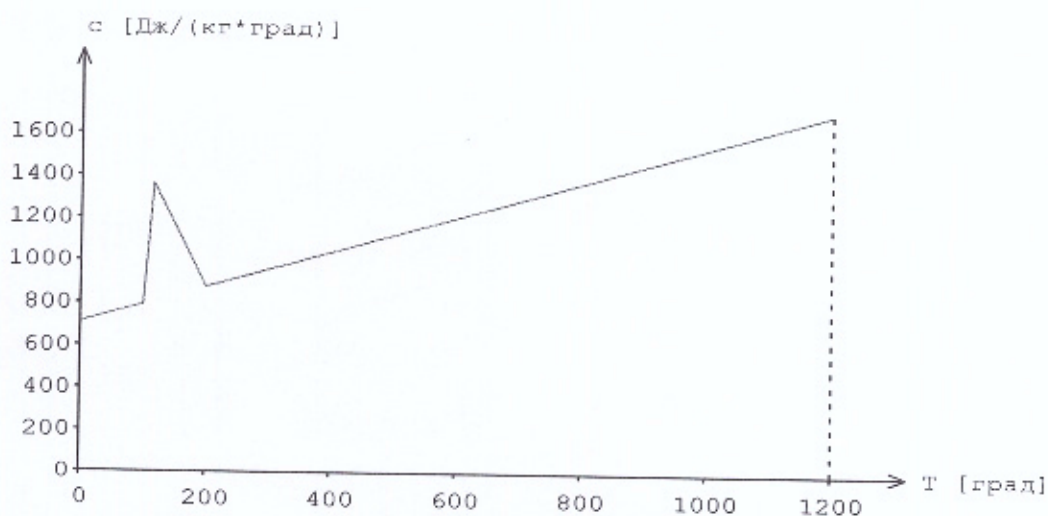


Рис. В.2. Зависимость удельной теплоемкости C бетона от температуры

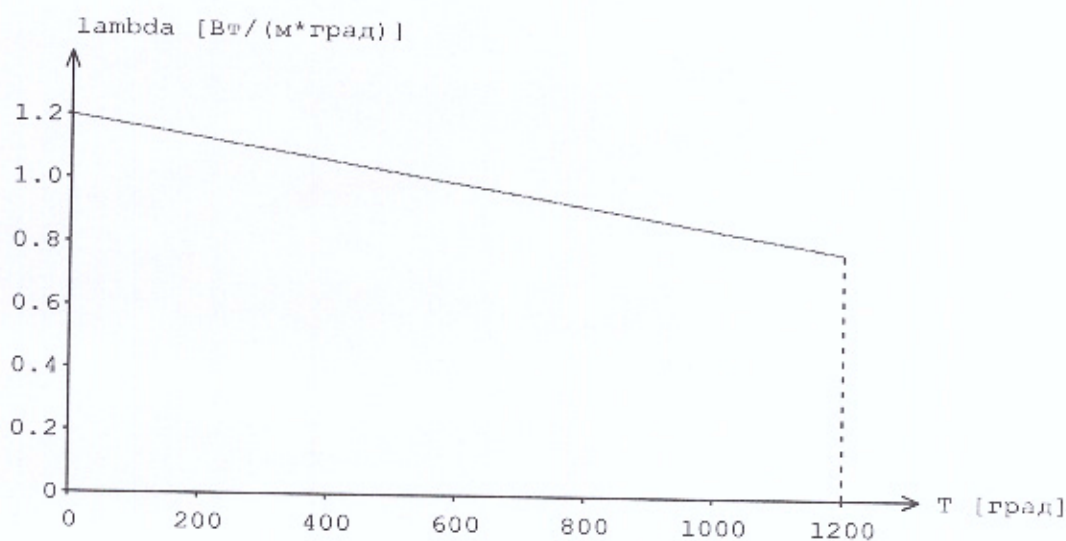


Рис. В.3. Зависимость коэффициента теплопроводности λ бетона от температуры

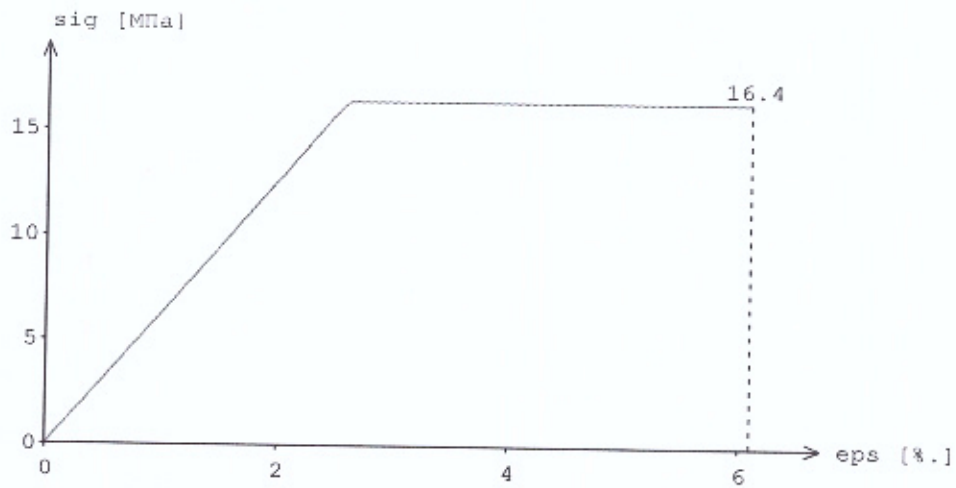


Рис. В.4. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 200 °С

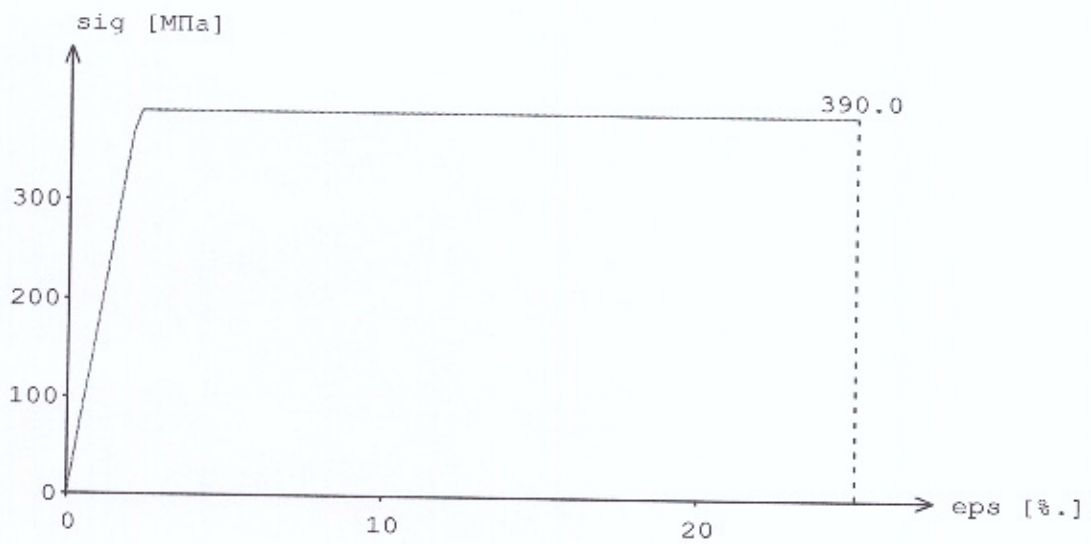


Рис. В.5. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 200 °С

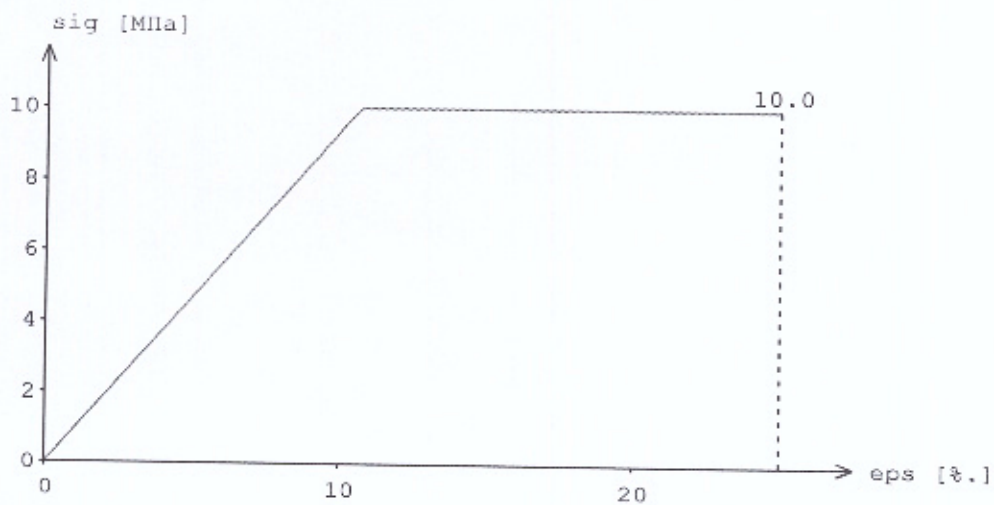


Рис. В.6. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 600 °С

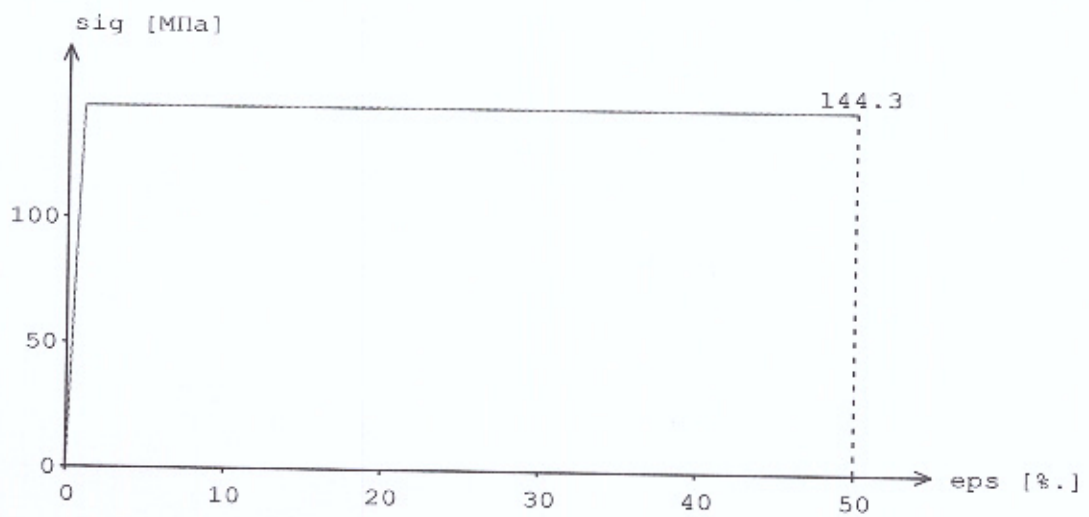


Рис. В.7. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 600 °C

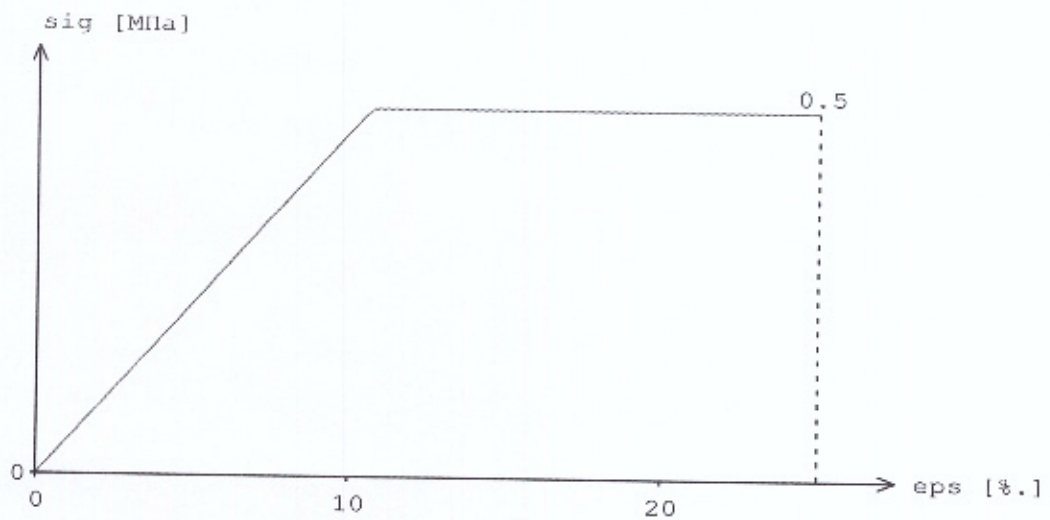


Рис. В.8. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 1000 °C

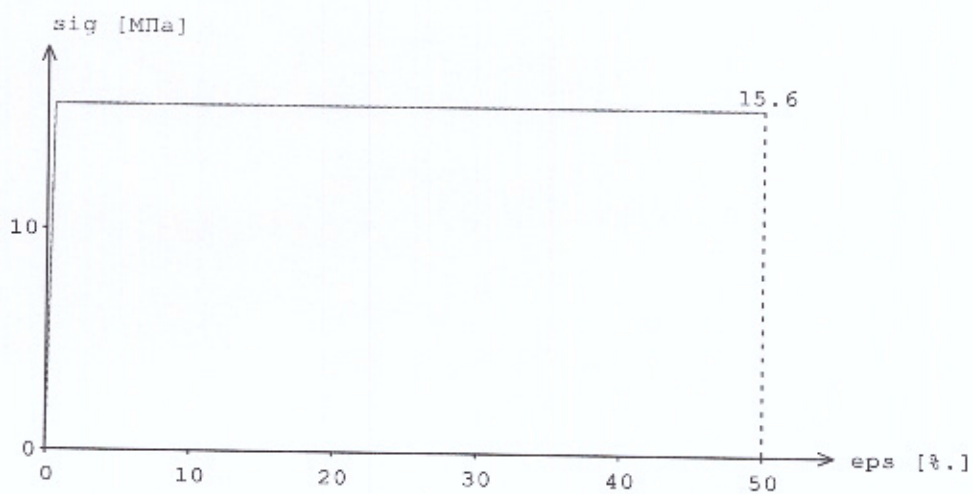


Рис. В.9. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 1000 °C

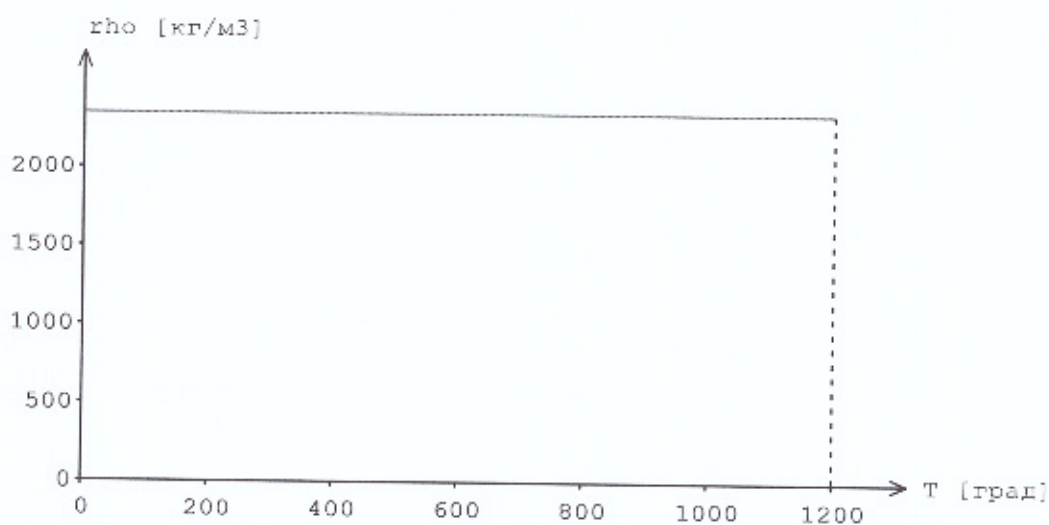


Рис. В.10. Зависимость плотности бетона ρ от температуры

В.2. Железобетонная сплошная плита покрытия

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

Сечение	Толщина	$h = 100$ мм
Верхняя арматура	Диаметр стержней	$d_s = 4$ мм
	Шаг стержней	$s = 100$ мм
	Толщина защитного слоя	$a_3 = 15$ мм
Нижняя арматура	Диаметр стержней	$d_s = 10$ мм
	Шаг стержней	$s = 100$ мм
	Толщина защитного слоя	$a_3 = 30$ мм

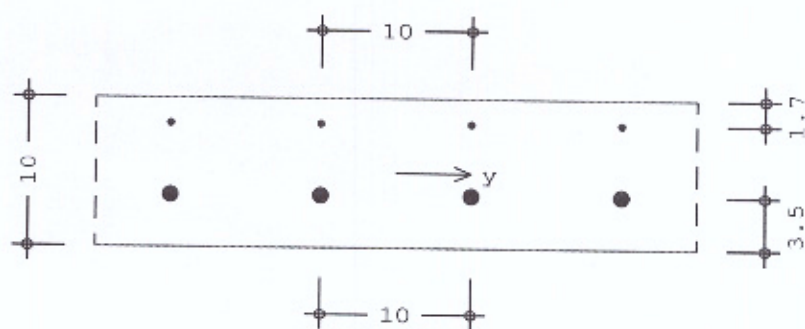
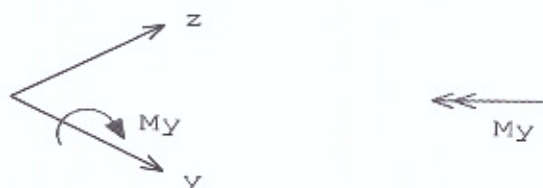


Рис. В.11. Расчетное сечение плиты перекрытия

Усилия

Относительно центральной оси бетонного сечения
Положительное направление момента



K

N [кН/м]

M_y [кНм/м]

Материал

Бетон: тяжелый на
силикатном заполнителе

B25

Плотность бетона

$\rho = 2350 \text{ кг/м}^3$

Влажность бетона

W = 1,5%

Арматурная сталь

A 400

Нормативные сопротивления

$R_{bn} = 18,50 \text{ МПа}$

$R_{sn} = 400 \text{ МПа}$

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

Таблица В.1
Коэффициент запаса прочности

№	T [мин]	T ₀ [град]	γ_u
1	0	20	1.468
2	3	502	1.468
3	6	603	1.468
4	9	663	1.468
5	12	705	1.468
6	15	739	1.468
7	18	766	1.468
8	21	789	1.467
9	24	809	1.467
10	27	826	1.467
11	30	842	1.467
12	33	856	1.467
13	36	869	1.467
14	39	881	1.466
15	42	892	1.466
16	45	902	1.466
17	48	912	1.466
18	51	921	1.464
19	54	930	1.431
20	57	938	1.400
21	60	945	1.371
22	63	953	1.343
23	66	960	1.315
24	69	966	1.289
25	72	973	1.257
26	75	979	1.217
27	78	985	1.178
28	81	990	1.141
29	84	996	1.106
30	87	1001	1.071
31	90	1006	1.038

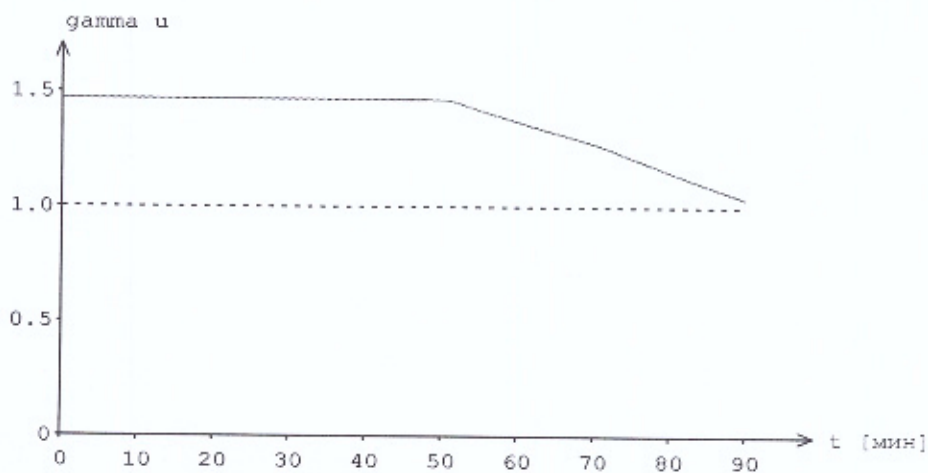


Рис. В.12. Изменение коэффициента запаса прочности γ_u от времени, в сечении плиты перекрытия при воздействии "стандартного пожара"

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

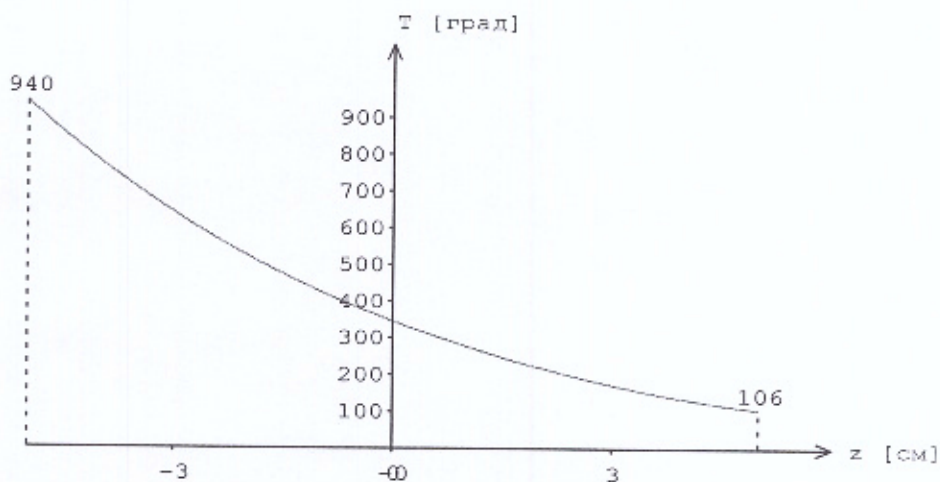


Рис. В.13. Температура T по оси z (по толщине сечения)

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

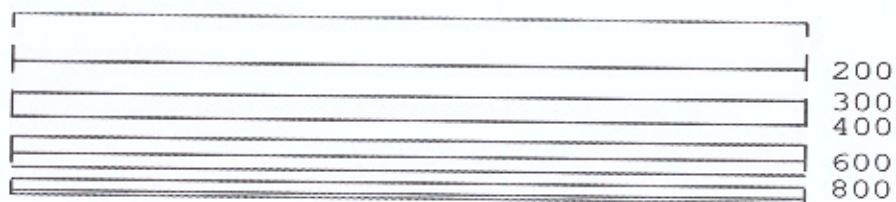


Рис. В.14. Изотермы в расчетном сечении

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

Таблица В.2

Расстояние от поверхности, мм	Температура, °С
73.9	200
56.4	300
43.0	400
32.3	500
23.2	600
15.4	700
8.5	800
2.3	900

Несущая способность при $t=90$ мин

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

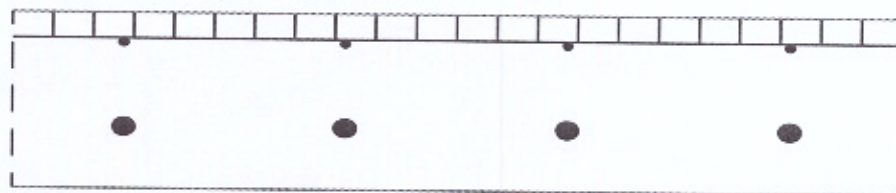


Рис. В.15. Высота сжатой зоны в расчетном сечении плиты

Кривизна

$$k_y = -0.42265/\text{м}$$

Деформации бетона	Максимальная деформация			Минимальная деформация		
	$\varepsilon, \%$	$\sigma, \text{МПа}$	$T, ^\circ\text{C}$	$\varepsilon, \%$	$\sigma, \text{МПа}$	$T, ^\circ\text{C}$
	36.05	0.00	940	-6.22	-11.41	106

Деформации стали	Максимальная деформация			Минимальная деформация		
	$\varepsilon, \%$	$\sigma, \text{МПа}$	$T, ^\circ\text{C}$	$\varepsilon, \%$	$\sigma, \text{МПа}$	$T, ^\circ\text{C}$
	21.25	267.2	473	-0.97	-181.2	160

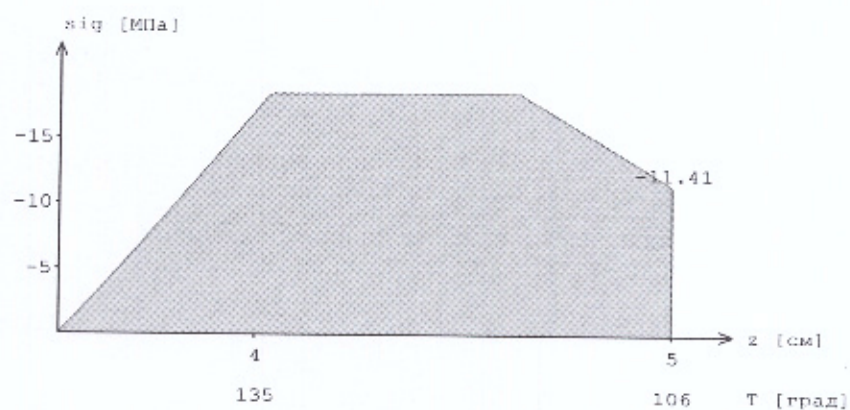


Рис. В.16. Напряжения в сжатом бетоне плиты

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

В.3. Железобетонная балка (элемент ребристой плиты)

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

Расчетная схема	Закрепление краев балки	шарнирное
Сечение	Длина балки	$l = 3.00$ м
	Ширина	$b = 150$ мм
	Высота	$h = 400$ мм
Нижняя арматура	Диаметр крайних стержней	$d_{s, \text{кр}} = 12$ мм
	Толщина защитного слоя:	
	снизу	$a_{\text{ни}} = 35$ мм
	сбоку	$a_{\text{сб}} = 35$ мм

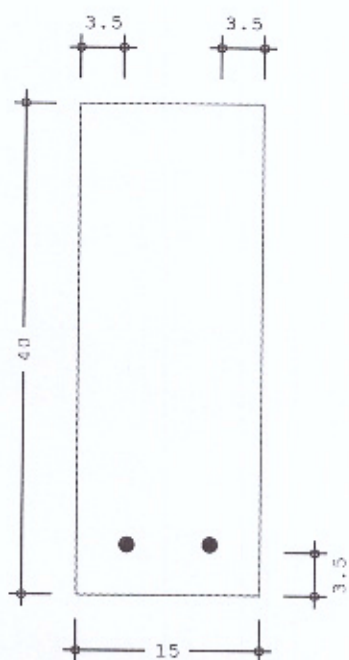
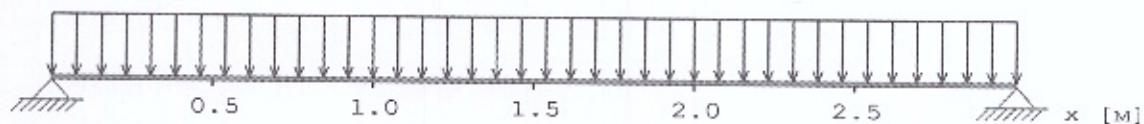


Рис. 17. Расчетное сечение балки

Нагрузки: Распределенная нагрузка $q = 5.00$ кН/м



Материал

Бетон: тяжелый на силикатном заполнителе	B25
Плотность бетона	$\rho = 2350 \text{ кг/м}^3$
Влажность бетона	$W = 1,5\%$
Продольная арматура	A 400
Поперечная арматура	A 240
Норматив. сопротивления при нормальной температуре	$R_{bn} = 18,50 \text{ МПа}$ $R_{bтн} = 1,55 \text{ МПа}$ $R_{sn} = 400 \text{ МПа}$ $R_{swн} = 192 \text{ МПа}$

В табл. В.3 настоящего приложения представлены величины моментов и поперечных сил для балки, имеющей свободное опирание по концам, и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой.

Таблица В.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

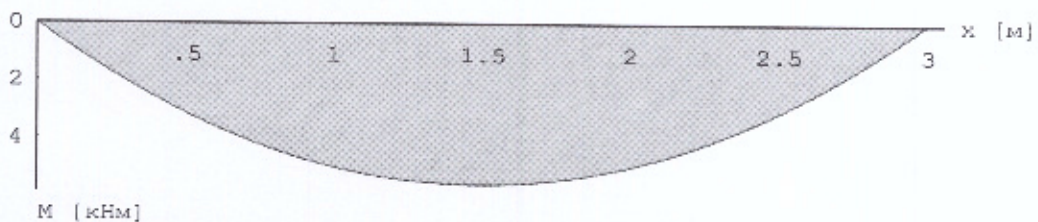


Рис. В.18. Эпюра изгибающего момента

Проверка прочности при действии изгибающего момента

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

Изменение коэффициента запаса прочности плиты γ_u от температуры представлено в табл. В.4 и на рис. В.19 настоящего приложения.

Таблица В.4
Коэффициент запаса прочности

№	T [мин]	T ₀ [град]	γ_u
1	0	20	5.502
2	3	502	5.502
3	6	603	5.496
4	9	663	5.499
5	12	705	5.491
6	15	739	5.485
7	18	766	5.478
8	21	789	5.476
9	24	809	5.468
10	27	826	5.463
11	30	842	5.449
12	33	856	5.356
13	36	869	5.132
14	39	881	4.911
15	42	892	4.701
16	45	902	4.391
17	48	912	4.074
18	51	921	3.773
19	54	930	3.487
20	57	938	3.230
21	60	945	2.975
22	63	953	2.740
23	66	960	2.516
24	69	966	2.302
25	72	973	2.096
26	75	979	1.961
27	78	985	1.836
28	81	990	1.717
29	84	996	1.602
30	87	1001	1.510
31	90	1006	1.443

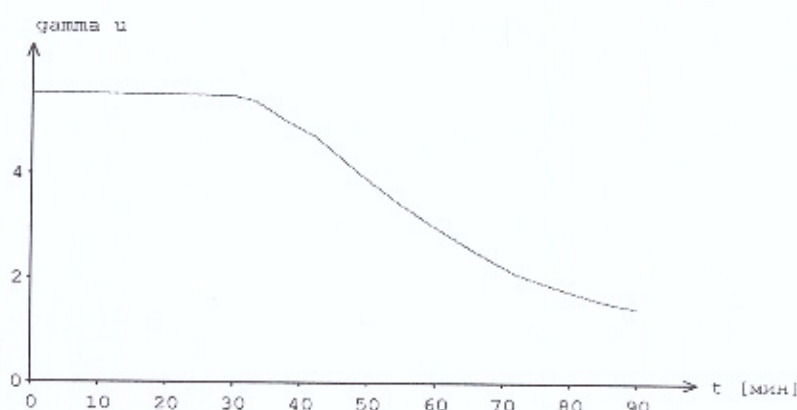


Рис. В.19. Изменение коэффициента запаса прочности γ_u от времени балки при воздействии "стандартного пожара"

Условие прочности при $t = 90$ мин:

$$M_{\max} / M_{\max,u} = 5.6 / 8.1 = 0.693 \leq 1$$

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

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

Результаты расчетов на прочность при действии поперечной силы представлены в табл. В.5.

Таблица В.5

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

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Номограммы прогрева железобетонных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии, на 2-х листах

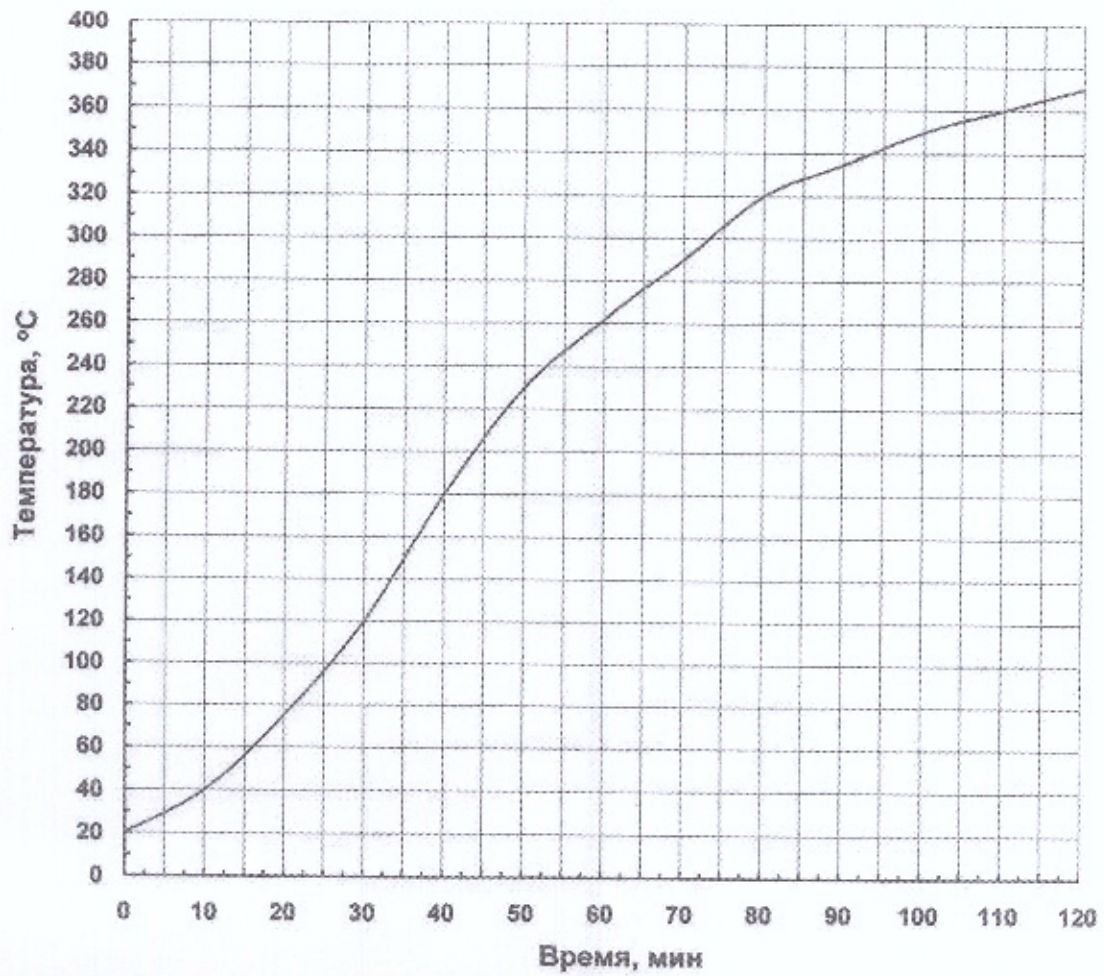


Рис. В.1. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной плиты толщиной 50 мм из тяжелого бетона (плотность – 2330 кг/м³, влажность – 2,0 %) на гранитном заполнителе

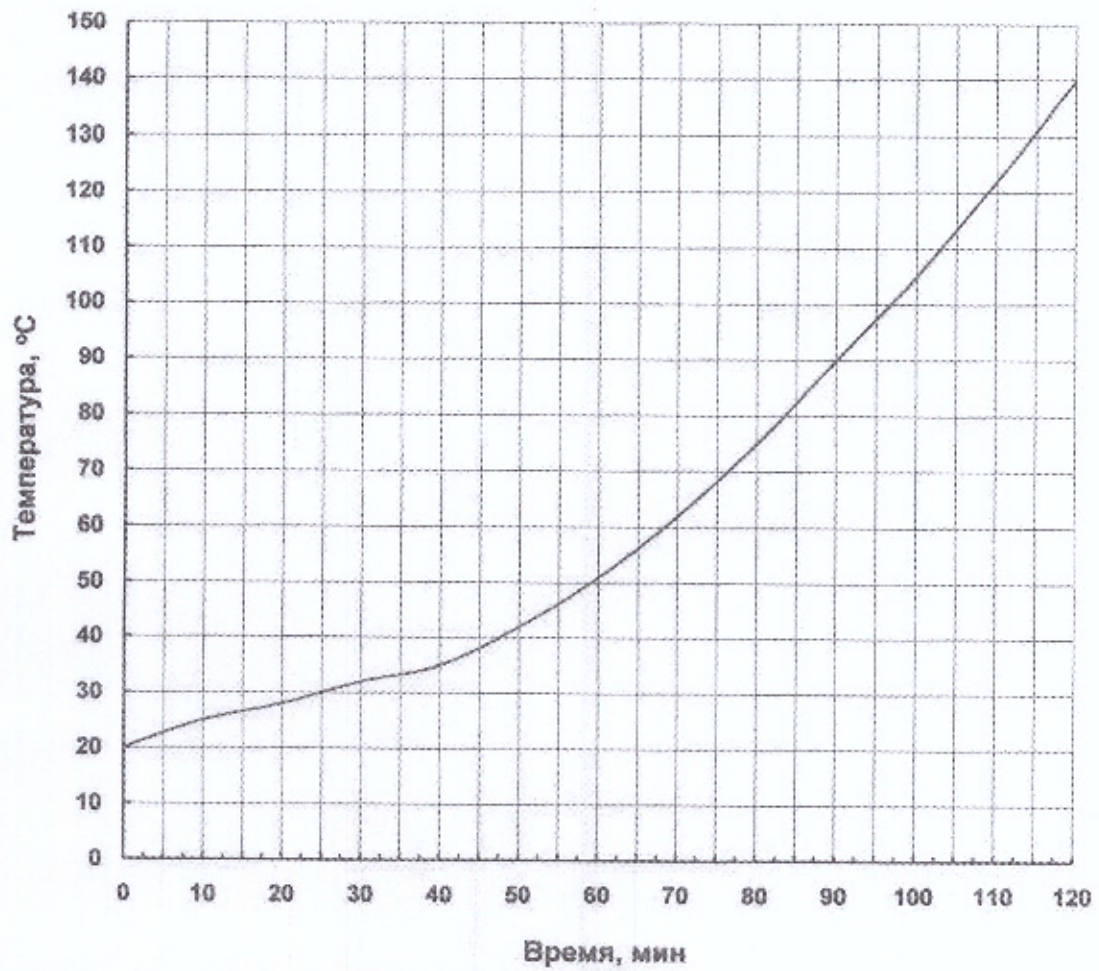


Рис. В.2. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной и многопустотной плиты толщиной соответственно 120 и 160 мм из тяжелого бетона (плотность – 2330 кг/м³, влажность – 2,0 %) на гранитном заполнителе