

**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**  
Заместитель начальника  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России  
**А.Ю. Лагозин**  
04 08 2019 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной  
опасности конструкций покрытий и перекрытий с различными  
типами утеплителя  
(технология ООО «ТЕГОЛА РУФИНГ СЕЙЛЗ»)**

Начальник отдела 3.2  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

**А.В. Пехотиков**

МОСКВА 2019

## Содержание

1. Наименование и адрес заказчика.....	3
2. Характеристика объекта исследований .....	3
3. Нормативные ссылки.....	3
4. Техническая документация.....	4
5. Краткое описание рассматриваемых строительных конструкций.....	6
6. Требования пожарной безопасности, критерии оценки огнестойкости и классов пожарной опасности рассматриваемых строительных конструкций .....	31
7. Оценка огнестойкости и классов пожарной опасности рассматриваемых строительных конструкций.....	33
8. Рекомендации по применению рассматриваемых типов покрытий в зданиях различного функционального назначения.....	51
9. ВЫВОДЫ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А_(обязательное).....	56
Техническое задание на проведение оценки пределов огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых строительных конструкций покрытий с различными типами утеплителя и кровли, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения строительных конструкций, а также их краткое техническое описание, на 13-ти листах	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б_(обязательное).....	70
Пример расчета пределов огнестойкости железобетонных элементов покрытий, на 13-ти листах	
ПРИЛОЖЕНИЕ В_(обязательное) .....	84
Номограммы прогрева железобетонных плит различной толщины и плотности при стандартном тепловом воздействии, 2-х листах	

## **1. Наименование и адрес заказчика**

Общество с ограниченной ответственностью “ТЕГОЛА РУФИНГ СЕЙЛЗ” (ООО “ТРС”). Адрес: 107113, г. Москва, ул. Лобачика, д. 11

Основание для проведения работы – договор № 3169/Н-3.2 от 08.07.2019 г., заключенный ФГБУ ВНИИПО МЧС России с ООО "ТРС".

## **2. Характеристика объекта исследований**

Проектно-техническая документация на конструкции настилов бесчердачных покрытий и перекрытий, выполняемых на основе стального профилированного листа и железобетонных плит с различными типами утеплителя и кровлей состоящей из рулонных и полимерных материалов, в части оценки 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 классов пожарной опасности, рассматриваемых конструкций покрытий с различными типами утеплителя и кровли учитывались положения следующих нормативных документов:

- 1) Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";
- 2) СП 2.13130.2012 “Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты” с изм. № 1;
- 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”.

#### 4. Техническая документация

Для проведения оценки огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых строительных конструкций покрытий с различными типами утеплителя и кровли, заказчиком была предоставлена следующая техническая документация:

- задание заказчика на проведение оценки огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых конструкций на 1-м листе;

- техническое задание на проведение оценки пределов огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых строительных конструкций покрытий с различными типами утеплителя и кровли, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения строительных конструкций, а также их краткое техническое описание, на 12-ти листах (приложение А);

- копия сертификата пожарной безопасности № С.RU.ПБ58.В.02091 от 22.06.2016 г. на щебень пеностекольный (ЩП) ТУ 5712-002-37275967-2014, на 1-м листе;

- копия сертификата пожарной безопасности № РОСС.RU.АГ66.Н05869 от 15.07.2016 г. на щебень пеностекольный (ЩП) ТУ 5712-002-37275967-2014, на 1-м листе;

- ТУ 5712-002-37275967-2014 “Фракционированный щебень из ячеистого стекла (пеностекла)” с изм. № 1 и 2;

- копия сертификата пожарной безопасности № С.RU.ПБ37.В.01983 от 20.03.2017 г. на материалы рулонные наплаваемые кровельные и гидроизоляционные “Сейфити” по ТО 58514258-002-2014, на 2 листах;

- копия сертификата пожарной безопасности № RU С.RU.ПБ37.В00014/18 от 27.12.2018 г. на материалы многофункциональ-



ные гидроизоляционные рулонные профилированные полимерные “ТЕ-ФОНД” и “ИЗОСТУД” по СТО 70443609-002-2014, на 2 листах;

- копия сертификата пожарной безопасности № С-RU.ПБ37.В.01673 от 03.12.2015 г. на материалы геосинтетические “QDrain” по СТО 70443609-003-2015, на 1 листе;

- копия сертификата пожарной безопасности № С-IT.ПБ37.В.02215 на мембрану профилированную полиэтиленовую с нетканым полипропиленовым геотекстилем для защитной гидроизоляции и дренажа торговой марки TMD от 25.04.2018 г., на 1 листе;

- копия сертификата пожарной безопасности № С-RU.ПБ58.В.02899 от 16.03.2018 г. на изделия теплоизоляционные из базальтового волокна “Мастер Плит”, выпускаемые по ТУ 5769-003-71975047-2011 с изм. №1-3 на 1 листе;

- копия сертификата пожарной безопасности № С-RU.ПБ37.В.02162 от 28.12.2017 на плиты из экструзионного пенополистирола “RAVATHER XPS”, выпускаемые по ГОСТ 32310-2012, на 2 листах;

- копия декларации о соответствии № Д-RU.ПБ05.В.02672 от 25.02.2015 на плиты полистирольные вспененные экструзионные “ПЕНО-ПЛЭКС”, выпускаемые по ТУ 5767-006-54349294-2014, на 2 листах;

- копия сертификата пожарной безопасности № С-RU.АЮ64.В.00362 от 02.02.2016 на плиты термоизоляционные “PIRRO” из пенополиизоцианурата (PIR), выпускаемые по ТУ 5768-001-09151858-2015, на 2 листах;

- копия декларации о соответствии № Д-RU.АЮ.64.В.03503 от 16.06.2016 на материал рулонный кровельный и гидроизоляционный полимерный “PLASTFOIL”, выпускаемый по ТУ 23.99.12.110-012-54349294-2016, на 1 листе.

## **5. Краткое описание рассматриваемых строительных конструкций**

Все представленные на рассмотрение виды строительных конструкций с различными типами утеплителя и кровли, 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 и перекрытий на железобетонном основании**

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  $2200 \text{ кг/м}^3$  на гранитном щебне.

Минимальная толщина пустотных железобетонных плит, выпускаемых по ГОСТ 9561-91, составляет 160 мм с круглыми

(овальными) пустотами диаметром не более 114 мм. Данные плиты могут изготавливаться из тяжелого бетона по ГОСТ 26633 плотностью не менее  $2200 \text{ кг/м}^3$ , силикатного бетона по ГОСТ 25214 плотностью не менее  $1800 \text{ кг/м}^3$ , а также легкого бетона по ГОСТ 25820-2000 плотностью не менее  $1400 \text{ кг/м}^3$ .

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  $2200 \text{ кг/м}^3$ , либо из легкого бетона средней плотностью не менее  $1800 \text{ кг/м}^3$ .

Принципиальные схемы конструкций бесчердачных покрытий и перекрытий, выполняемых по железобетонному основанию, представлены на рис. 1-18 и в обязательном приложении А.



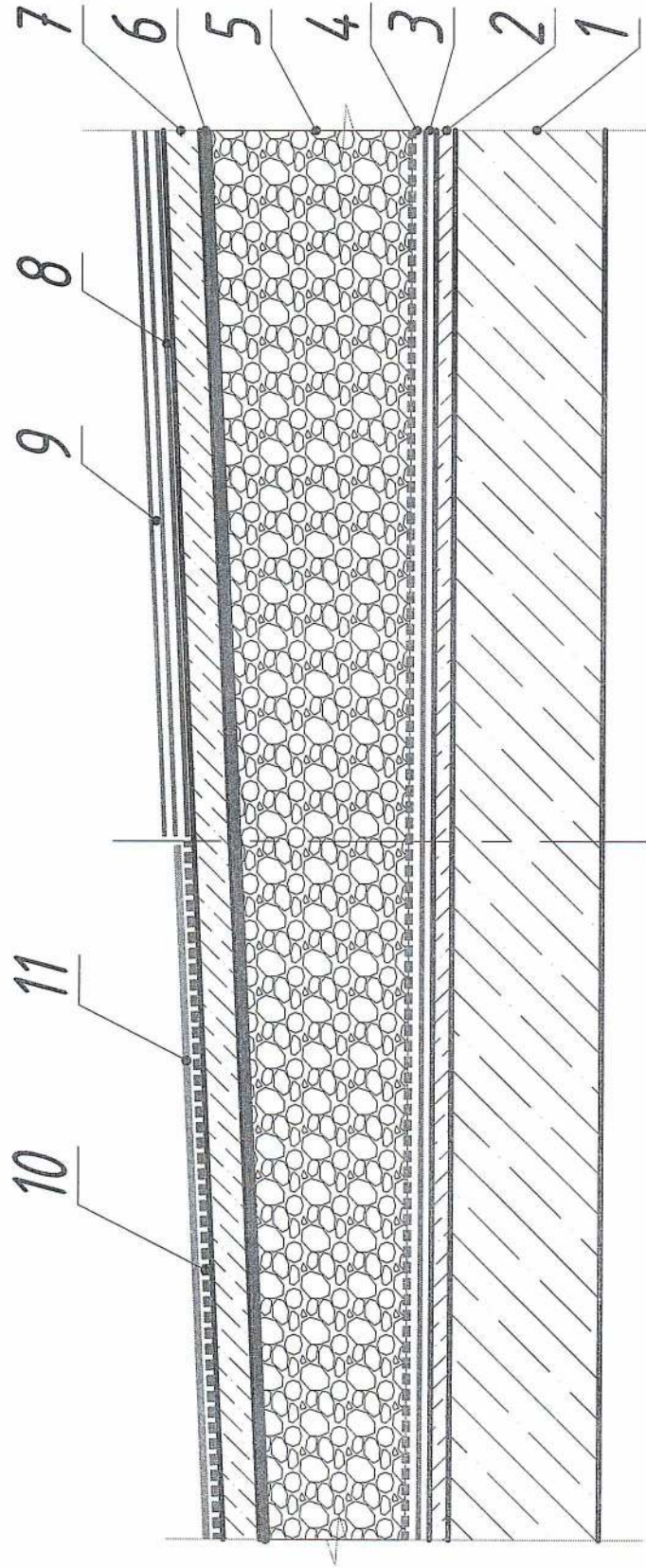


Рис. 1. Принципиальная схема конструктивного исполнения настла бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (неэксплуатируемая кровля)

1. Ж/Б плита покрытия (толщина по проекту); 2.
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пенополиуретанового щебня ЦП 100/30-60 или ЦП 100/5-20 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,2
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщиной от 40 мм
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup>
10. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
11. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>

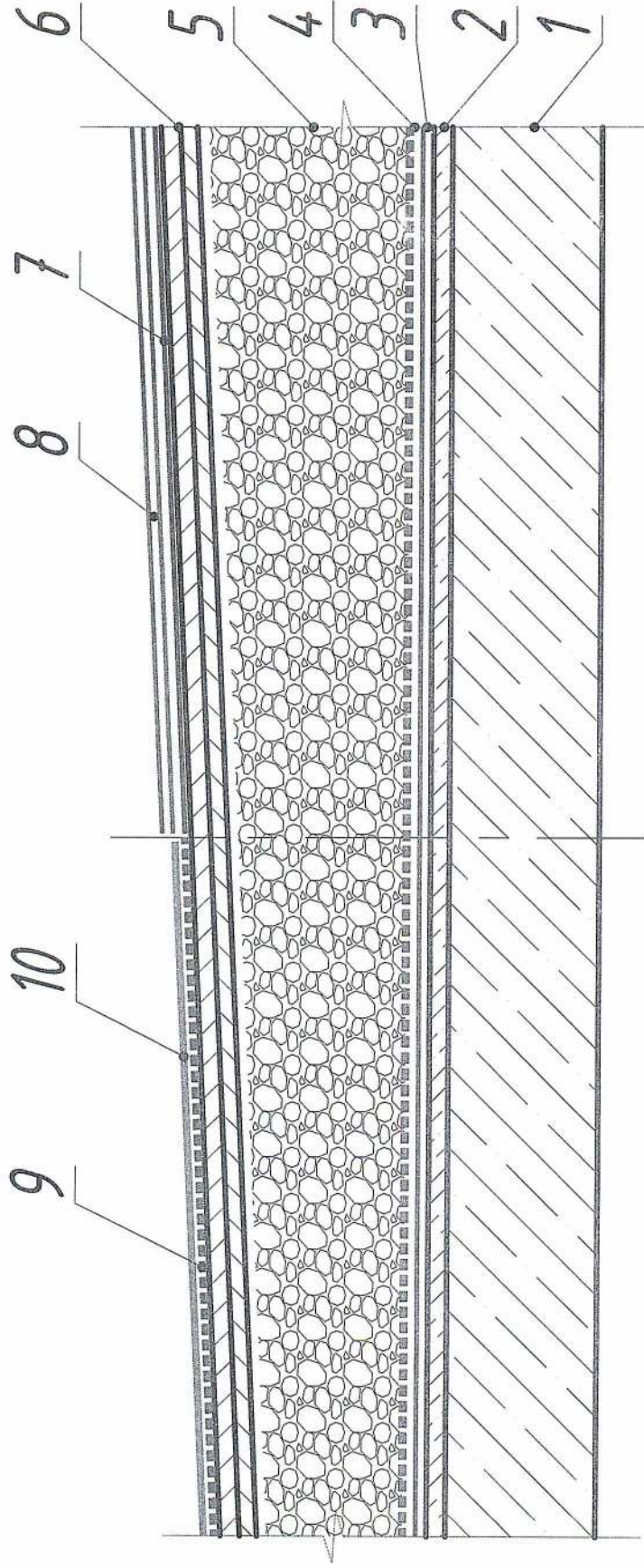


Рис. 2. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (неэксплуатируемая кровля со сборной стяжкой)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЦП 100/30-60 или ЦП 100/5-20 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,2
6. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм
7. Праймер Сейфити
8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup>
- 10 Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
- 11 Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>



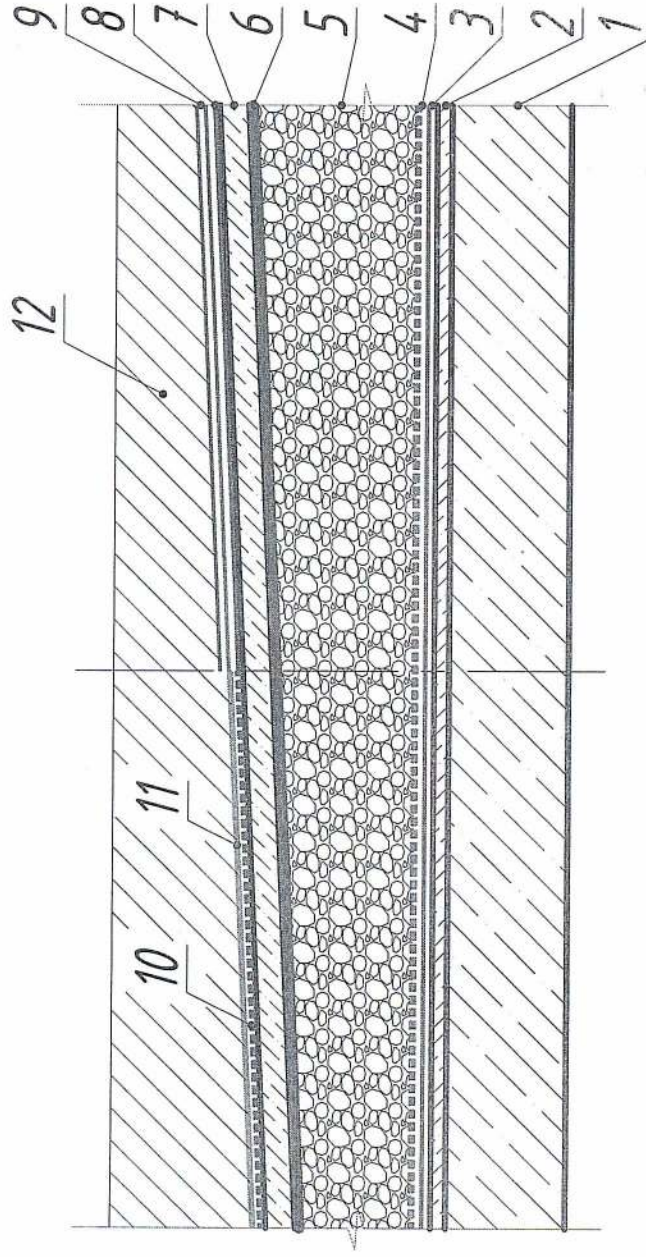


Рис. 3. Принципиальная схема конструктивного исполнения настла бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностекляного щебня ЦСП 100/30-60 или ЦСП 100/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЦСП 140/30-60 или ЦСП 140/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,3
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщиной от 40 мм или распределительная ж/б плита, толщина по расчету, или сборная стяжка из листов АЦЛ или ЦСП, уложенных в два слоя, общей толщиной до 24 мм
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup>
10. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
11. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>
12. Планировочные (финишные) слои согласно проекту



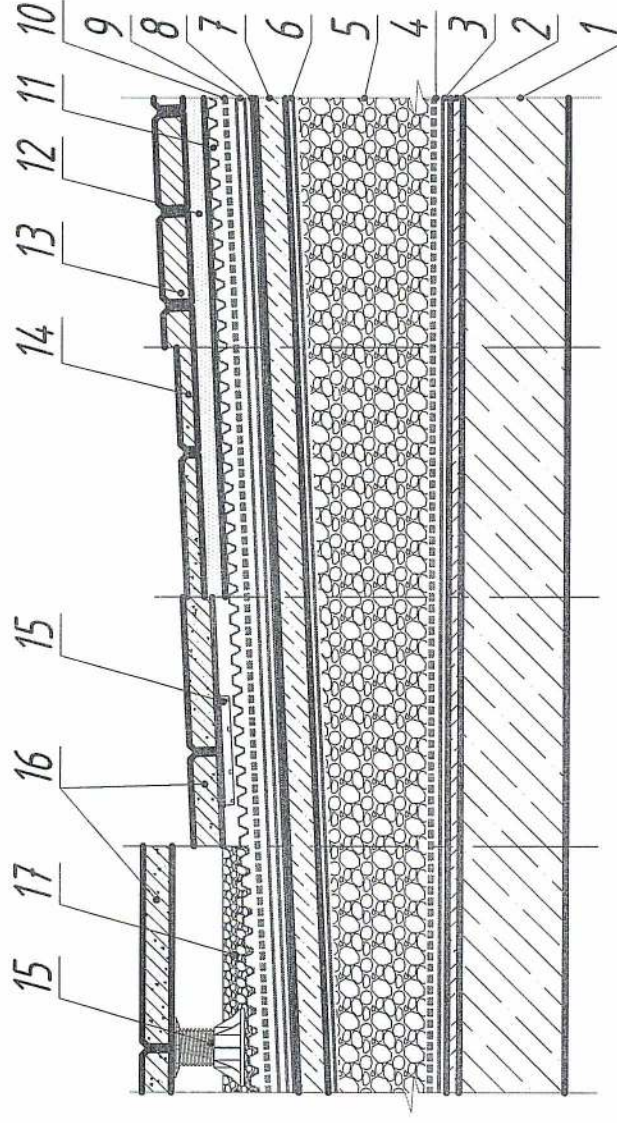


Рис. 4. Принципиальная схема конструктивного исполнения настла бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля под пешеходную нагрузку)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пенополиуретанового щебня ЦЩП 100/30-60 (или ЦЩП 100/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЦЩП 140/30-60 (или ЦЩП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщиной от 40 мм, или сборная стяжка из листов АЦЛ или ЦСП, уложенных в два слоя, общей толщиной до 24 мм
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водонепроницаемый полимерный мембрана<sup>3)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
10. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
11. Профилированная мембрана Тевфонд<sup>4)</sup>
12. Песчаная засыпка от 30 мм или прочие подстилающие слои
13. Брусчатка от 40 мм
14. Тротуарная плитка
15. Нерегулируемые / регулируемые опоры
16. Бетонная или композитная тротуарная плитка, деревянный настил, прочее
17. Защитная засыпка щебнем, гравием, прочими подобными материалами от 50 мм, при необходимости

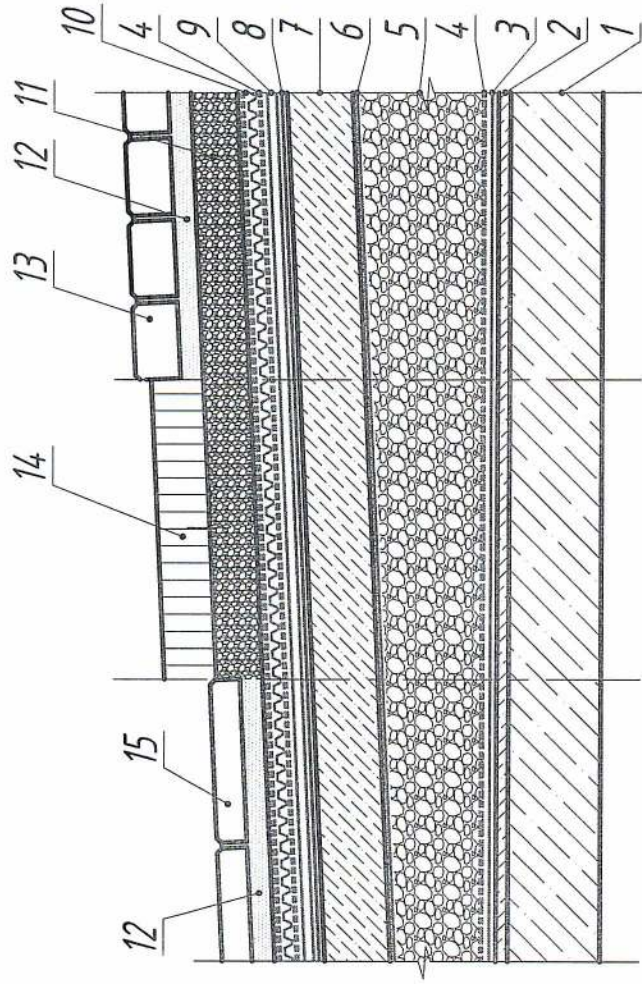


Рис. 5. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля под автомобильную нагрузку)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пенополиуретанового щебня ЩП 140/30-60 или ЩП 140/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,3
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Разгрузочная железобетонная плита, толщина по расчету
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
10. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
11. Планировочные слои из щебня и прочих материалов (толщина принимается по расчету)
12. Песчаная (стабилизированная) подложка от 30-50 мм
13. Брусчатка
14. Асфальтобетонное покрытие
15. Дорожные плиты



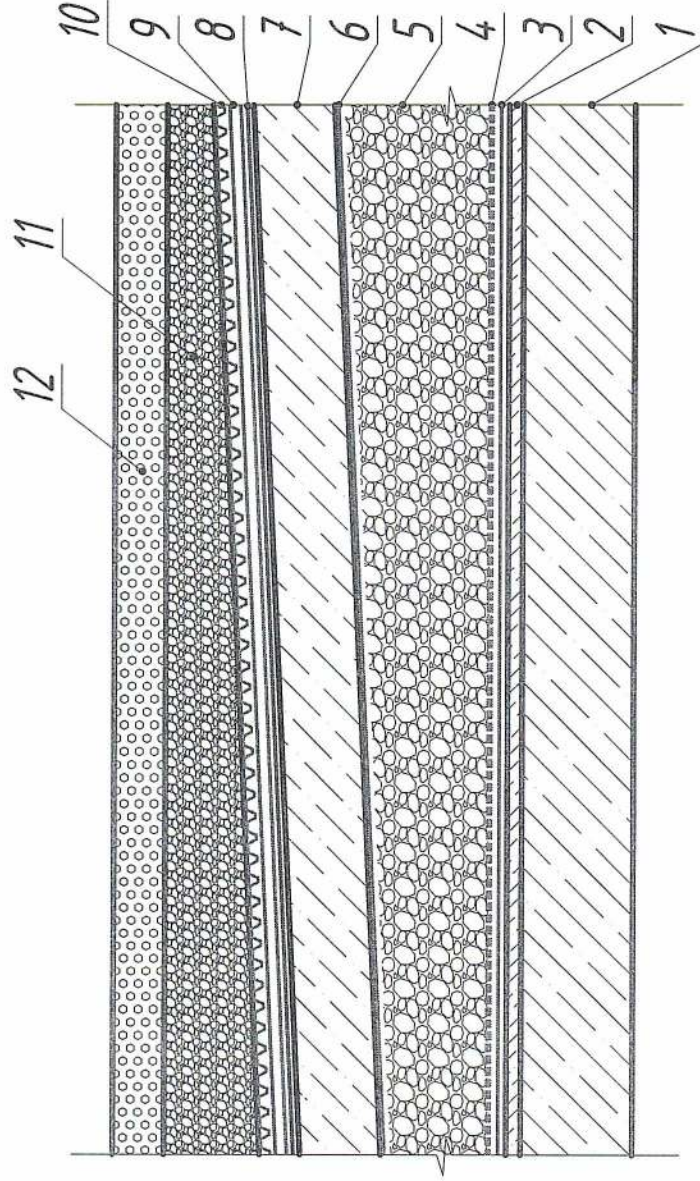


Рис. 6. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля под спортивное покрытие)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пенополиуретанового щебня ЩП 140/30-60 или ЩП 140/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,3
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Армированная цементно-песчаная стяжка толщиной от 40 мм
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
10. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
11. Планировочные слои из щебня и/или цементно-песчаной стяжки и прочих материалов (толщина принимается по расчету)
12. Наливное резиновое покрытие или сборное с приклейкой к основанию



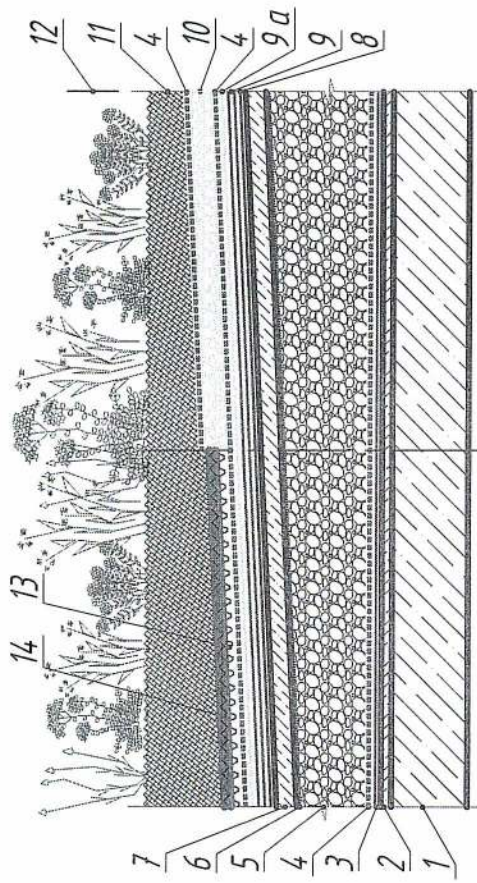


Рис. 7. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля с зелеными насаждениями)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пенополиуретанового щебня ЦПП 100/30-60 (или ЦПП 100/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЦПП 140/30-60 (или ЦПП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщина от 40 мм, или сборная стяжка из листов АЦЛ или ЦСП, уложенных в два слоя, общей толщиной до 24 мм
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
- 9а. Противокорневой слой CoverUP, при необходимости
10. Дренарующий и водоудерживающий слой - Субстрат GrowPlant™
11. Плодородный слой (в том числе, плодородный слой GrowPlant™)
12. Зеленые насаждения
13. Дренажная мембрана, с функцией подпитки корней растений водой Maxistud F или профилированная мембрана Тефонд<sup>4)</sup>
14. Дренарующий и аэрационный геокмполитный материал QDrain

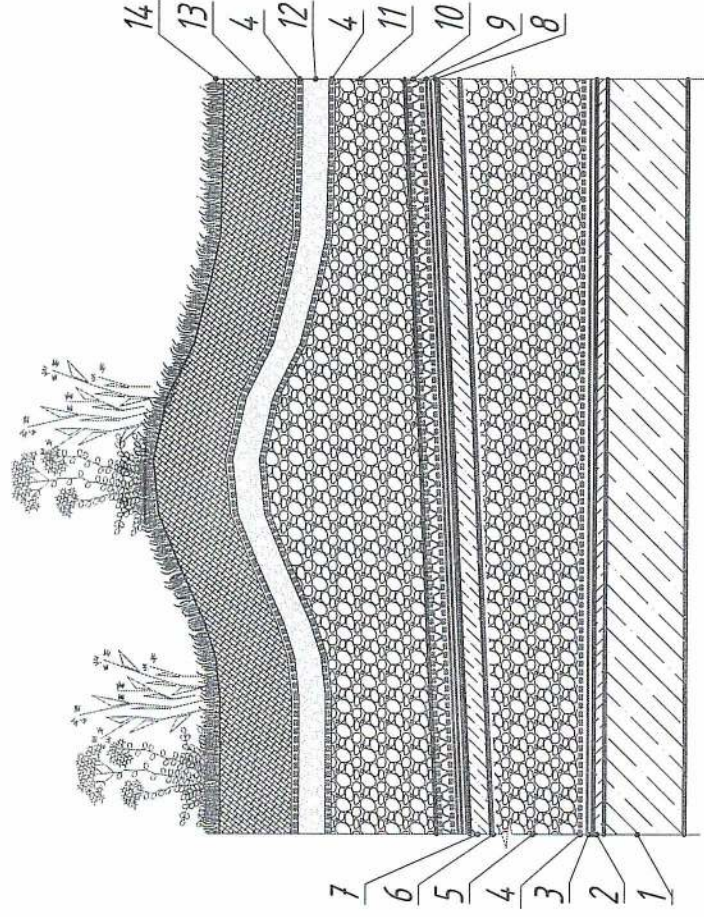


Рис. 8. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля с зелеными насаждениями)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклольного щебня ЦП 100/30-60 (или ЦП 100/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЦП 140/30-60 (или ЦП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3
6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщина от 40 мм
8. Праймер Сейфити
9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
10. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
11. Облегчающая засыпка из пеностеклольного щебня ЦП 140/30-60 с коэффициентом уплотнения 1,3
12. Дренажующий и водоудерживающий слой - Субстрат GrowPlant™
13. Плодородный слой (в том числе, плодородный слой GrowPlant™)
14. Зеленые насаждения



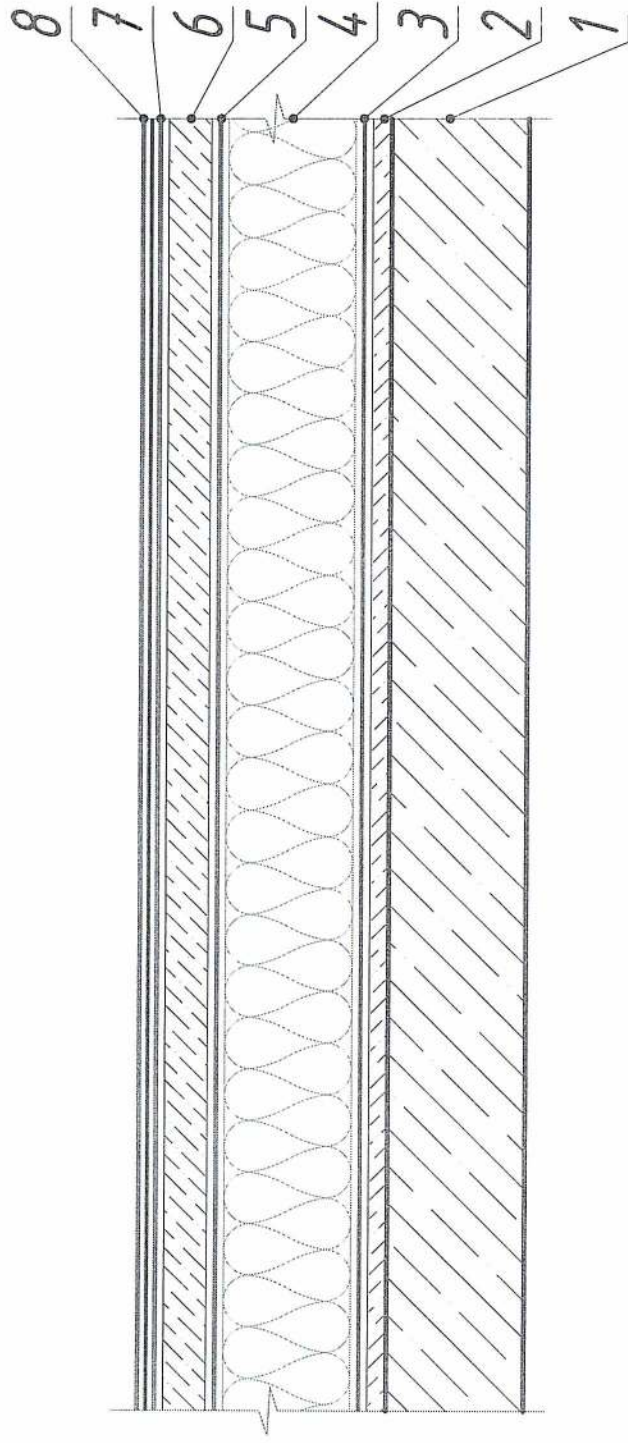


Рис. 9. Принципиальная схема конструктивного исполнения настла бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (неэксплуатируемая кровля)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ Н, ИЗОРУФ В, ИЗОРУФ НЛ, МАСТЕР ПЛИТ или экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS ECO, PENORLEX ОСНОВА, PENORLEX ГЕО, PENORLEX КРОВЛЯ или PIR (пенополиизоцианурат «PIRRO» и другие)
5. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
6. Цементно-песчаная стяжка (армированная 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 ИЗОРОК, экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENORLEX УКЛОН или PIR)
7. Праймер Сейфити
8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>



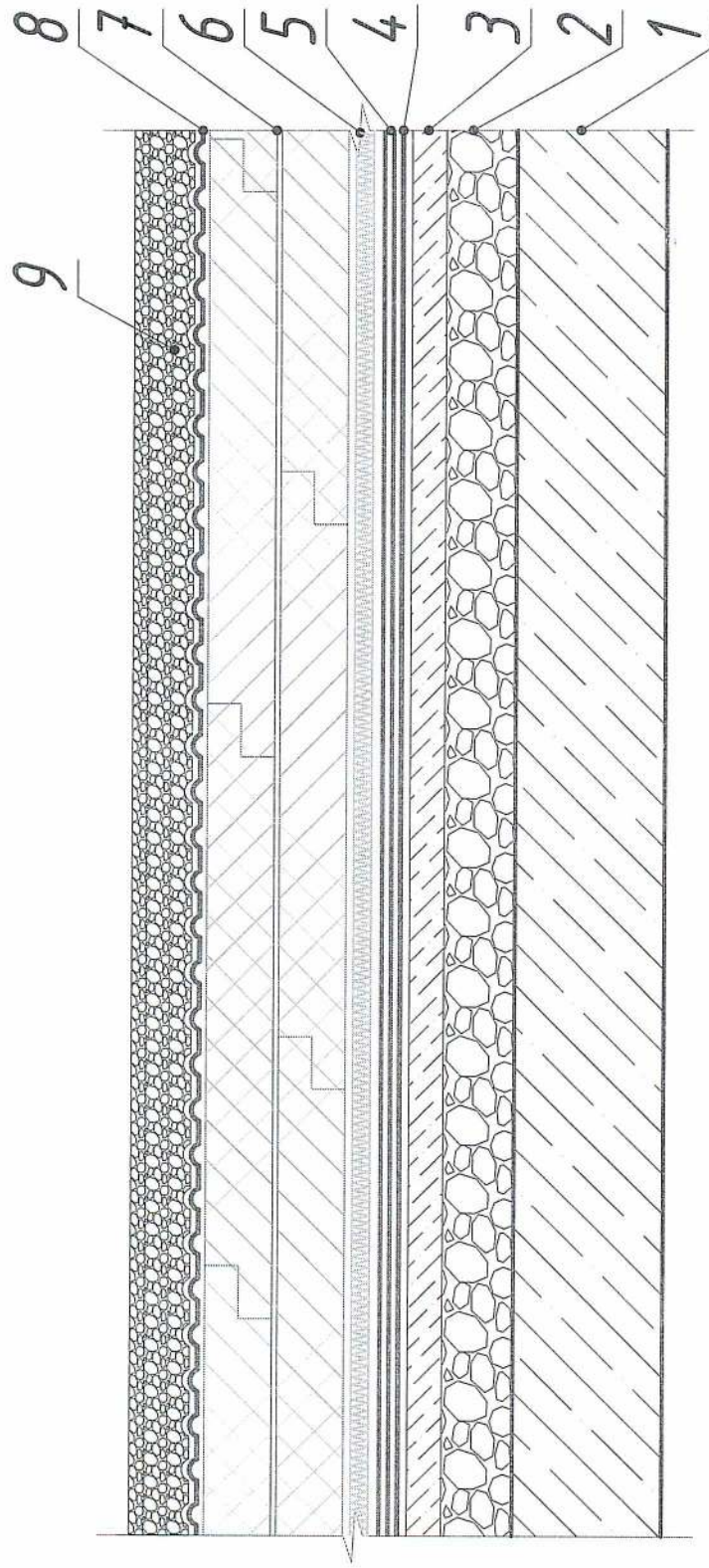


Рис. 10. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (инверсионная неэксплуатируемая кровля)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН
3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
4. Праймер Сейфити
5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
6. Геокомпозитный материал QDgrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости
7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX GEO, PENOPLEX КРОВЛЯ
8. Профилированная мембрана Тэфонд<sup>4)</sup>
9. Балластный слой из щебня, гравия и прочих материалов

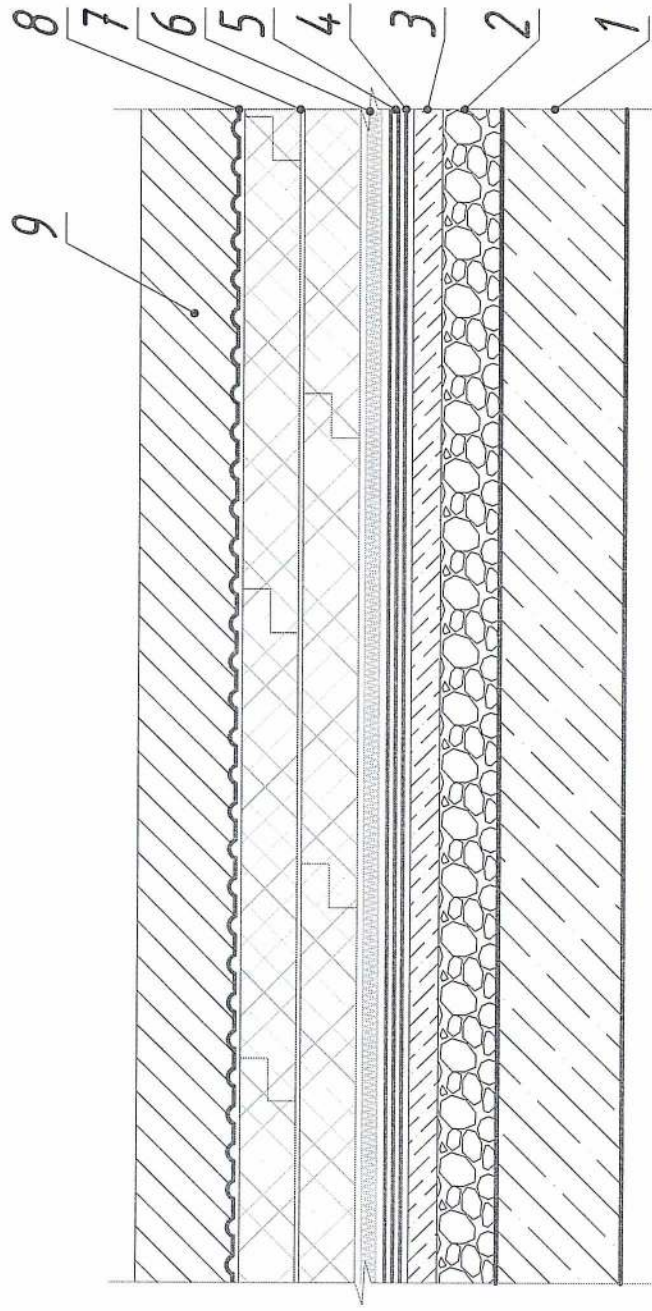


Рис. 11. Принципиальная схема конструктивного исполнения бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (инверсионная эксплуатируемая кровля)

1. Ж/Б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН
3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
4. Праймер Сейфити
5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
6. Геокомпозитный материал QDgain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости
7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX GEO, PENOPLEX КРОВЛЯ
8. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
9. Планировочные (финишные) слои согласно проекту



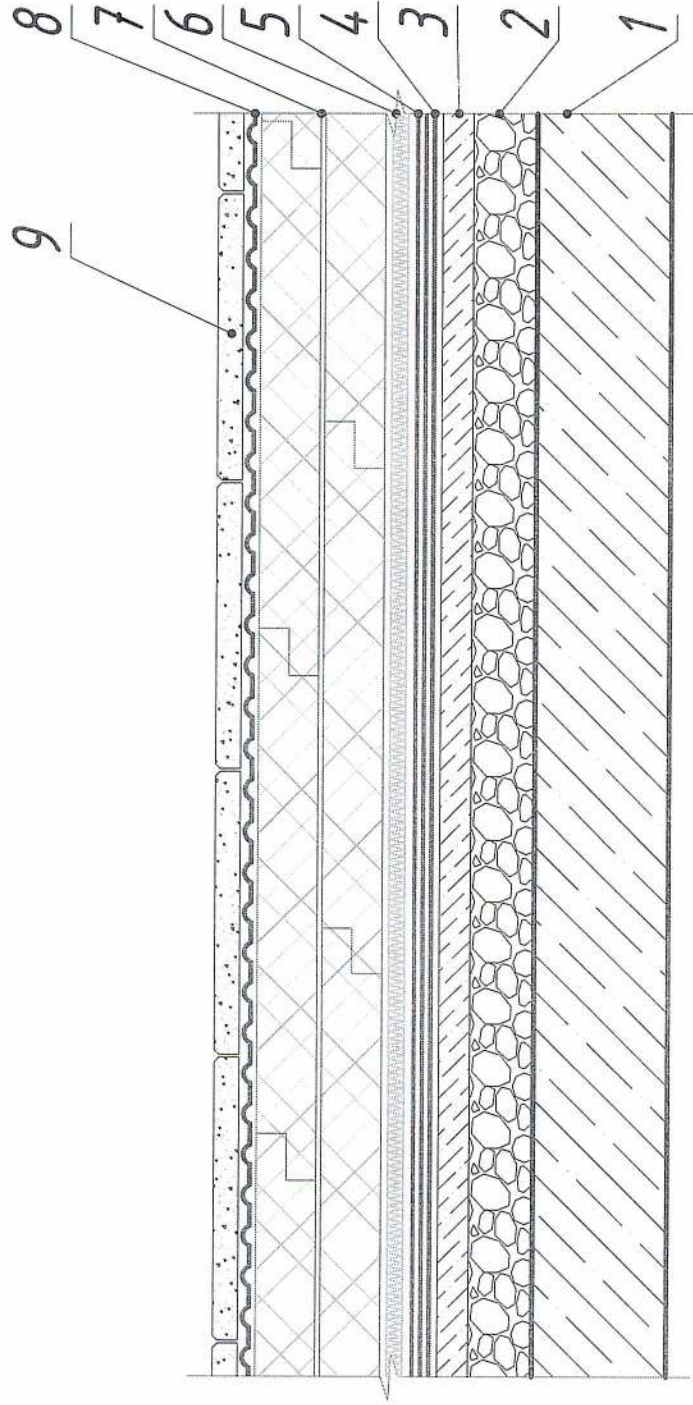


Рис. 12. Принципиальная схема конструктивного исполнения бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (инверсионная кровля с балластом из тротуарной плитки)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН
3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
4. Праймер Сейфити
5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
6. Геокомпозитный материал QDgain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости
7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX GEO, PENOPLEX КРОВЛЯ
8. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4</sup>
9. Тротуарная плитка

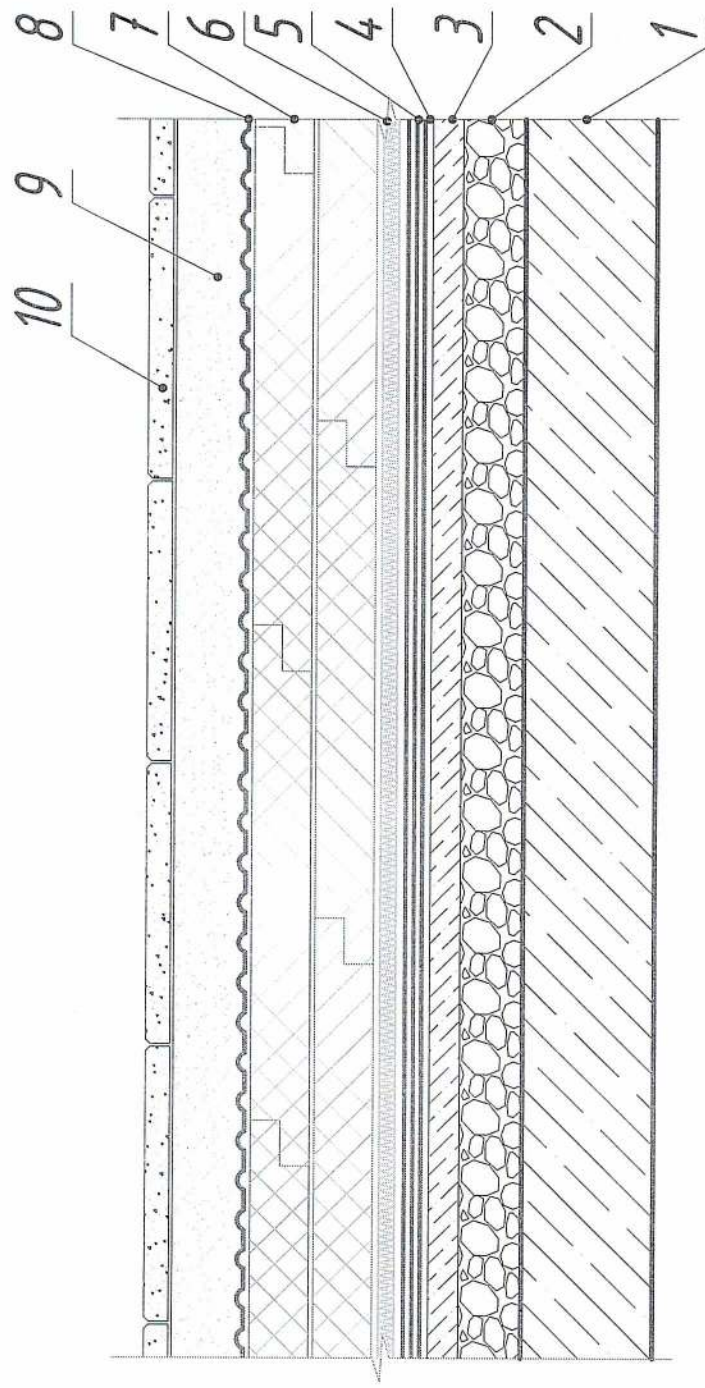


Рис. 13. Принципиальная схема конструктивного исполнения бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (инверсионная эксплуатируемая крыша под пешеходную нагрузку)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН
3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
4. Праймер Сейфити
5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
6. Геокомпозитный материал QDrap, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости
7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ
8. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
9. Крупный песок
10. Тротуарная плитка



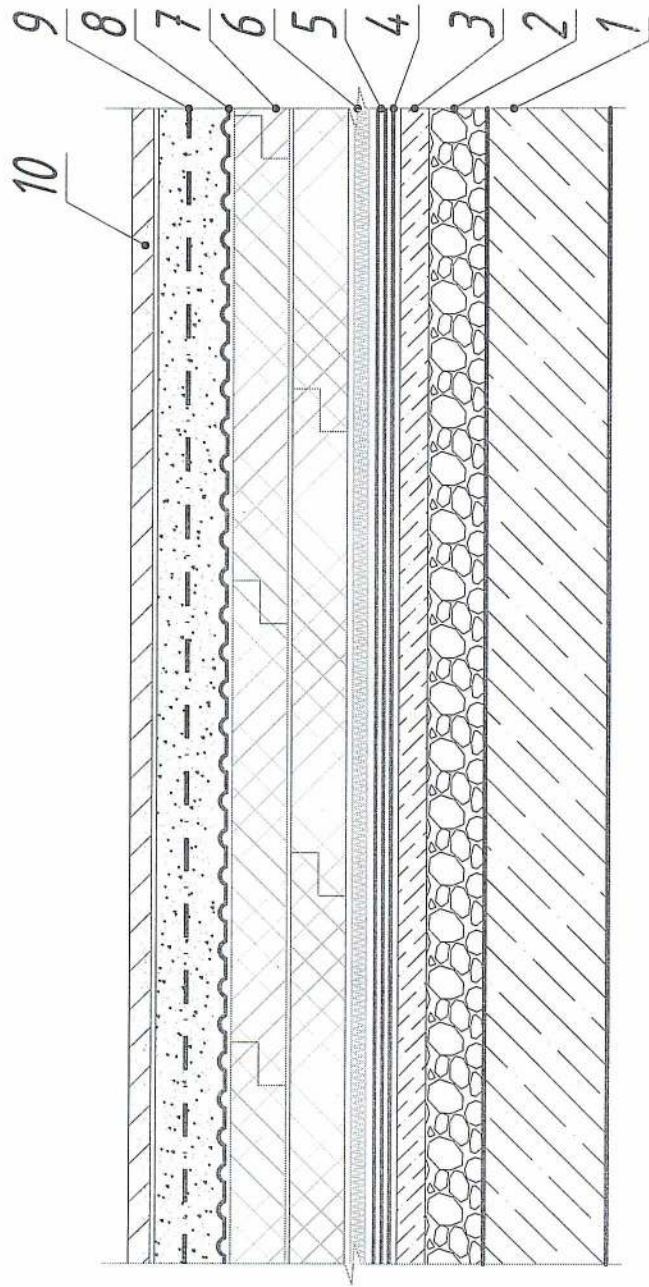


Рис. 14. Принципиальная схема конструктивного исполнения бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (инверсионная эксплуатируемая кровля под автомобильную нагрузку)

1. Ж/Б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENORPLEX УКЛОН
3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
4. Праймер Сейфити
5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
6. Геокомпозитный материал QDgrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости
7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENORPLEX ОСНОВА, PENORPLEX GEO, PENORPLEX КРОВЛЯ
8. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
9. Железобетонная плита по проекту
10. Покрытие по проекту

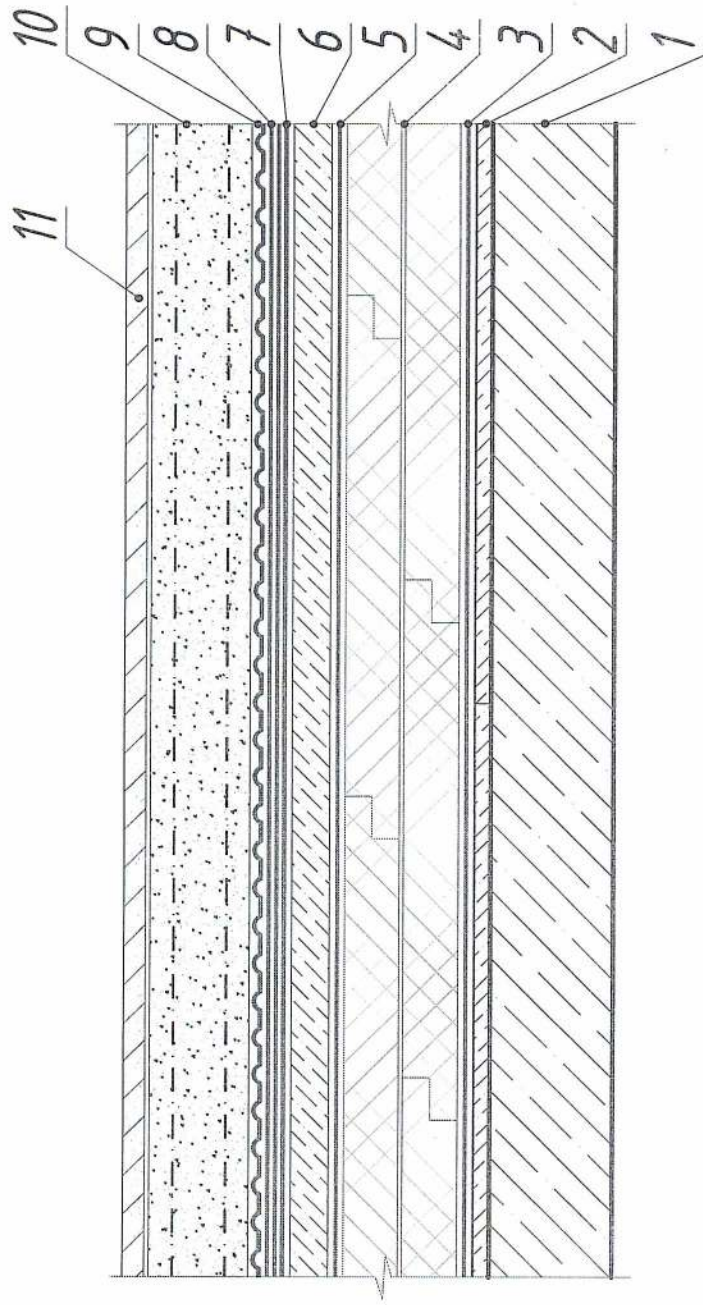


Рис. 15. Принципиальная схема конструктивного исполнения бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля под автомобильную нагрузку)

1. Ж/Б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL, PENOPLEX OSNOVA, PENOPLEX GEO, PENOPLEX КРОВЛЯ
5. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
6. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН
7. Праймер Сейфити
8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная между двух слоев геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
9. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup>
10. Железобетонная плита по проекту
11. Покрытие по проекту



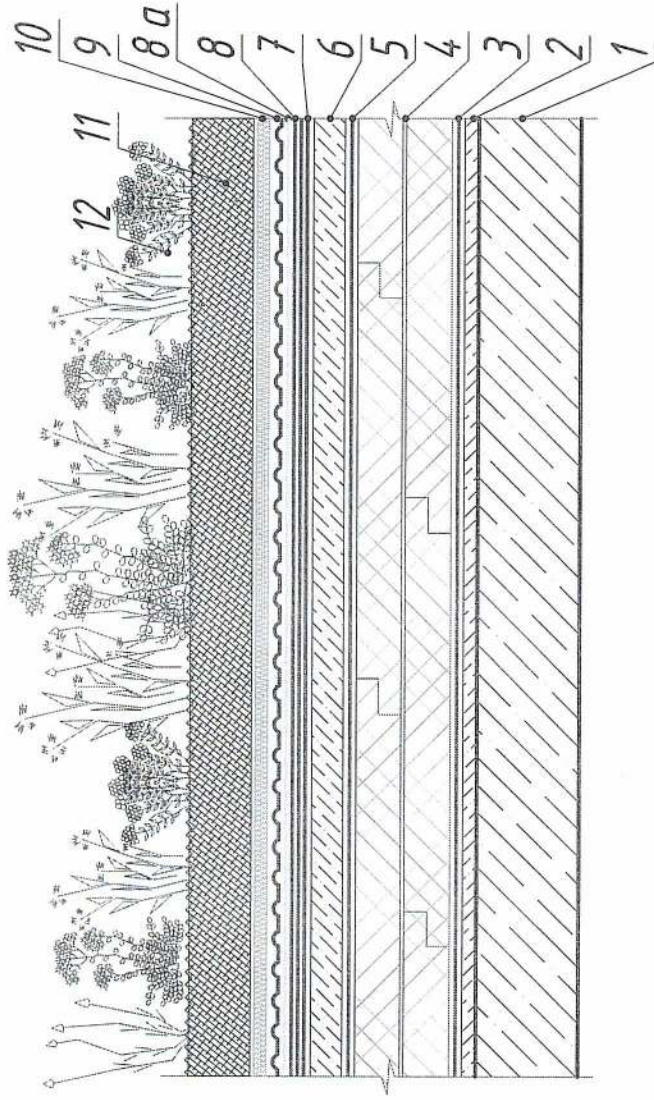


Рис. 16. Принципиальная схема конструктивного исполнения бесчердачного покрытия выполняемого по железобетонному основанию (эксплуатируемая кровля с зелеными насаждениями)

1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)
2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ
5. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
6. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН
7. Праймер Сейфити
8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная между двух слоев геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup>
- 8a Противокорневой слой CoverUP, при необходимости
9. Дренажная мембрана, с функцией подпитки корней растений водой Maxistud F или профилированная мембрана Teфонд<sup>4)</sup>
10. Дренарующий и аэрационный материал QDgrain
11. Растительный субстрат
12. Зеленые насаждения

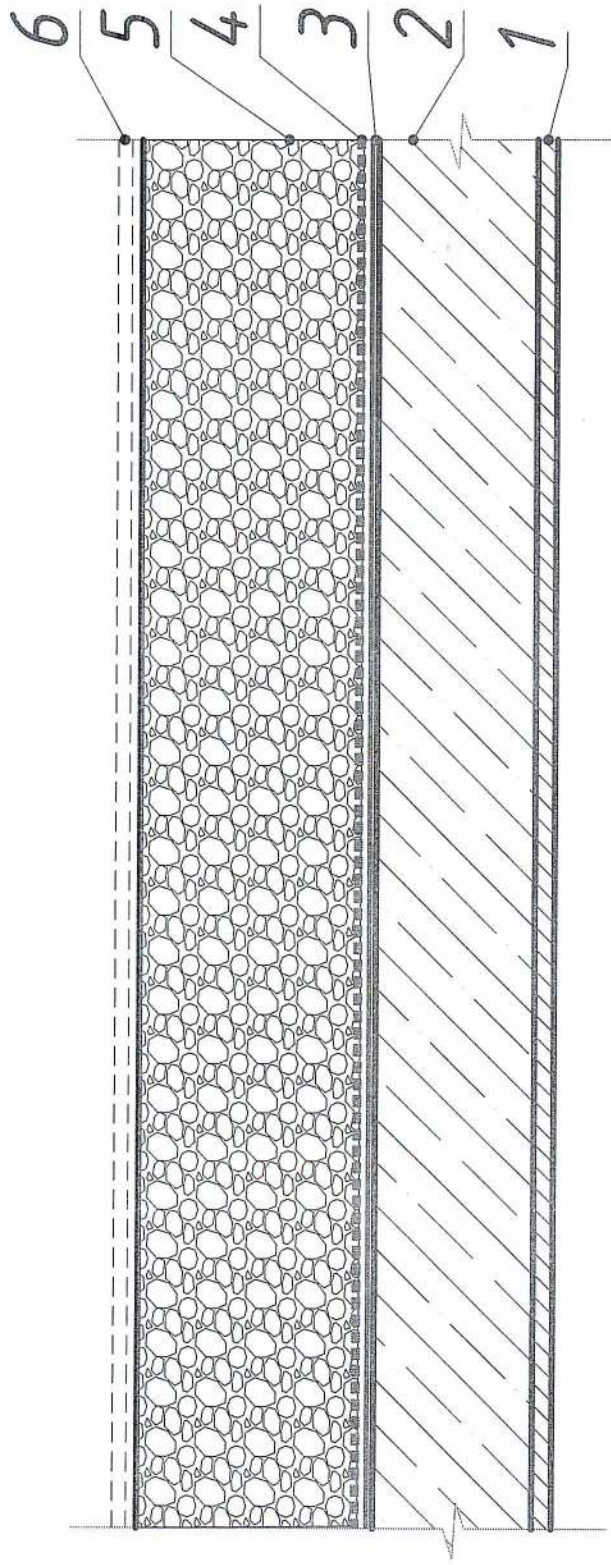


Рис. 17. Принципиальная схема конструктивного исполнения чердачного перекрытия выполняемого по железобетонному основанию

1. Отделка потолка
2. ЖБ плита перекрытия
3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup>
4. Геотекстиль 200-300 гр/м<sup>2</sup>
5. Теплоизоляционный слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/5-20 или ЩП 100/30-60 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,1 или 1,2
6. Ходовые мостики на путях перемещения людей



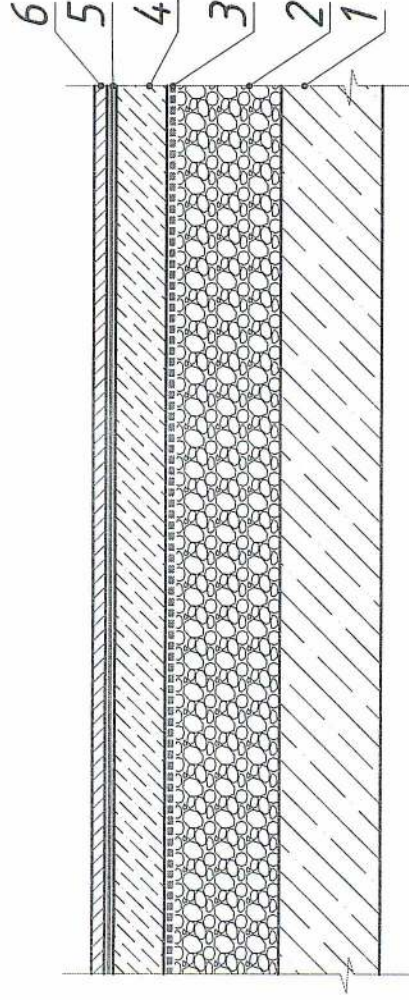


Рис. 18. Принципиальная схема конструктивного исполнения перекрытия выполняемого по железобетонному основанию (полы по железобетонному перекрытию над проездами, неотапливаемым подвалом, проветриваемым подпольем и т.п.)

1. ЖБ плита перекрытия, толщина по проекту
2. Теплоизоляционный слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/30-60 (или ЩП 100/5-20) ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЩП 140/30-60 (или ЩП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3 или минераловатных плит ИЗОФЛОР, или экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ или PIR (пенополиизоцианурат «PIRRO» и другие)
3. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)
4. Армированная цементно-песчаная стяжка толщиной от 40 мм
5. Пароизоляционный слой из материала Сейфити<sup>2)</sup>
6. Чистовое покрытие пола

<sup>1)</sup> - Полибар С, Любар;

<sup>2)</sup> - Сейфити Флекс, Сейфити Флекс Колор, Сейфити Бейз Колор, Сейфити Плюс Колор, Сейфити Плюс Колор, Сейфити Пласт Колор, Сейфити СА, Сейфити СА Колор, Сейфити АПАО, Сейфити АПАО Колор;

<sup>3)</sup> - Plastfoil (Пластфойл), Plastfoil GEO, Fatrafol или другие мембраны, толщиной до 3 мм;

<sup>4)</sup> - Тефонд «Стар», Тефонд Плюс «Стар», Тефонд Дрейн «Стар», Тефонд Дрейн Плюс «Стар», Тефонд НР «Стар», Тефонд НР Дрейн «Стар», Тефонд ТМД, Изостуд, Изостуд ГЕО.

## **5.2. Конструкции настилов бесчердачных покрытий по профилированному листу**

Покрытия по профилированному листу с различными типами утеплителя представляют собой многослойные конструкции, выполняемые в соответствии с конструктивными схемами, представленными на рис. 19-22 и в обязательном приложении А.

### **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 4,0 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 1,2 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 2,4 кПа.

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



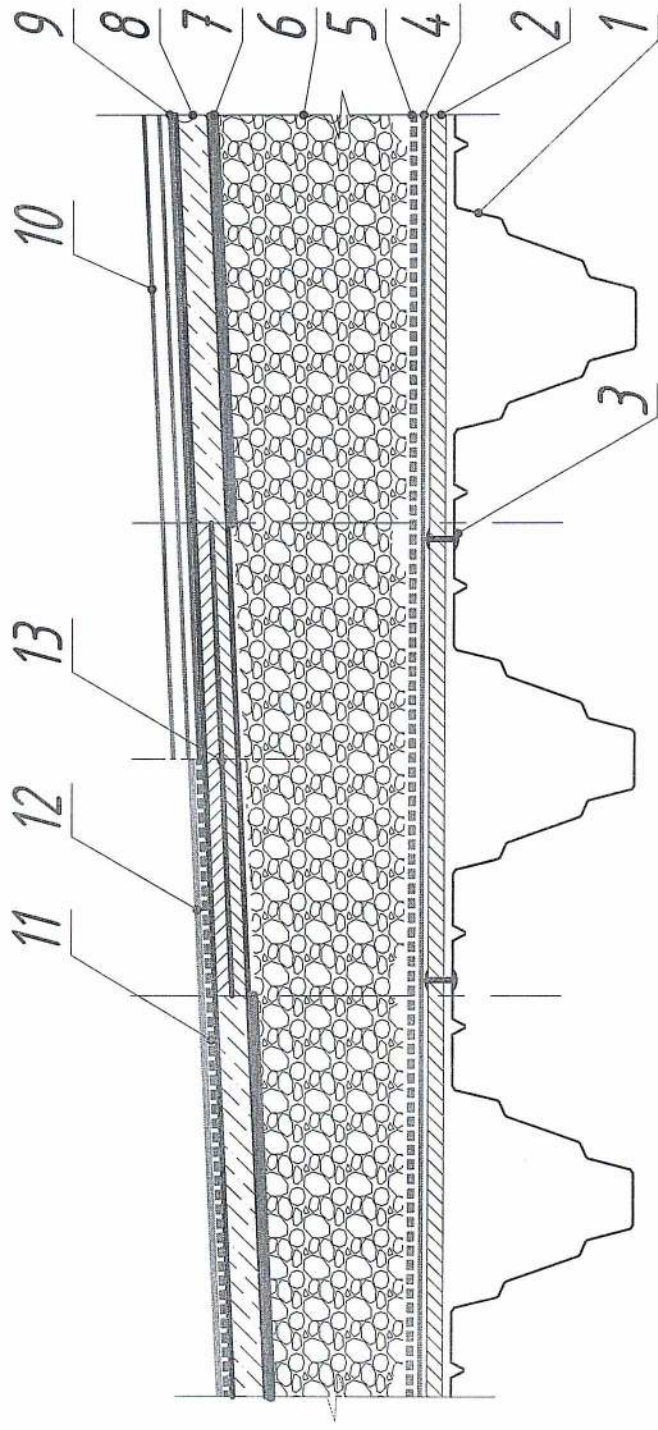


Рис. 19. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по профилированному листу (конструкция со сплошным настилом, пароизоляция над настилом)

1. Несущий профнастил
2. Сплошной настил из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих толщиной до 10 мм
3. Комбинированная закладка
4. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм
5. Геотекстиль
6. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЦП 100/5-20 или ЦП 100/30-60 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,1 или 1,2
7. Разделительный слой (полимерная пленка, пергамин, рубероид, прочее)
8. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
9. Праймер Сейфити
10. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup>
11. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
12. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>
13. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм

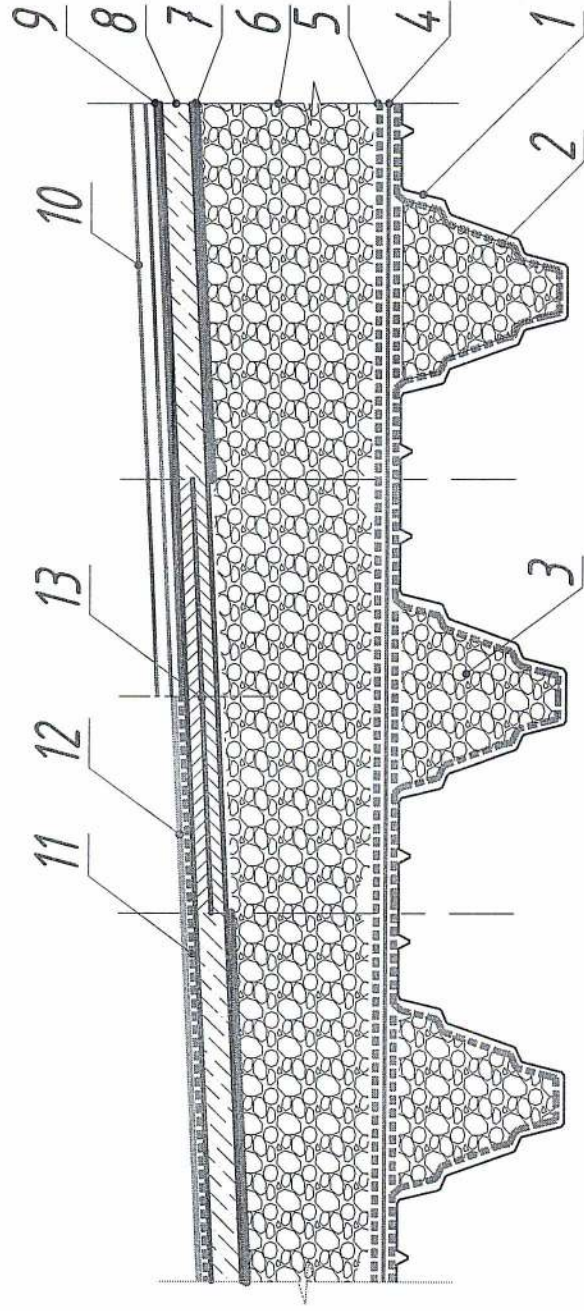


Рис. 20. Принципиальная схема конструктивного исполнения настла бесчердачного покрытия выполняемого по профилированному листу (конструкция без сплошного настла с засыпкой гофр профнастила пеностеклянным щебнем<sup>1)</sup>)

1. Несущий профнастил
2. Геотекстиль
3. Звукоизоляционная засыпка гофр пеностеклянным щебнем ЦП 100/5-20 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом 1,1 обернутая в геотекстиль
4. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм
5. Геотекстиль
6. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЦП 100/30-60 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,1 или 1,2
7. Разделительный слой (полимерная пленка, пергамин, рубероид, прочее)
8. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм
9. Праймер Сейфити
10. Битумно-полимерный водозащитный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup>
11. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>
12. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>
13. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм



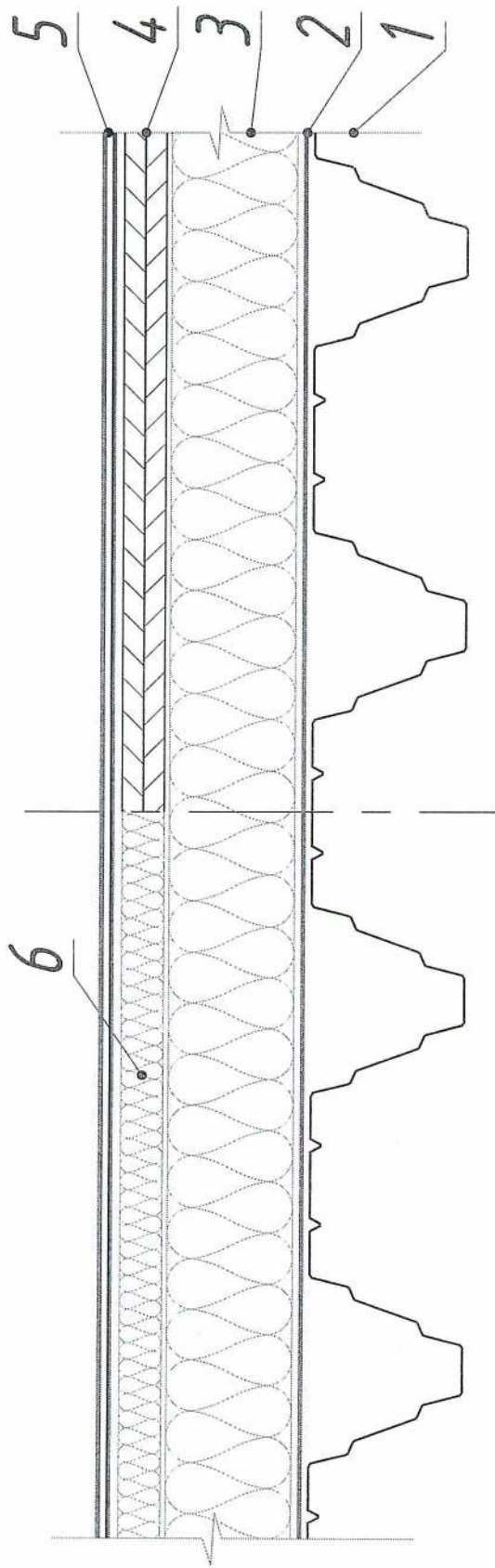


Рис. 21. Принципиальная схема конструктивного исполнения настла бесчердачного покрытия выполняемого по профилированному листу (конструкция кровли с минераловатным утеплителем по профнастилу)

1. Несущий профнастил
2. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм
3. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ, ИЗОРУФ Н, ИЗОРУФ В, ИЗОРУФ НЛ, МАСТЕР ПЛИТ
4. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, огрунтованных праймером Сейфити, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм
5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup> по слою из геотекстиля от 200 гр/м<sup>2</sup> (при необходимости)
6. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ, ИЗОРУФ В

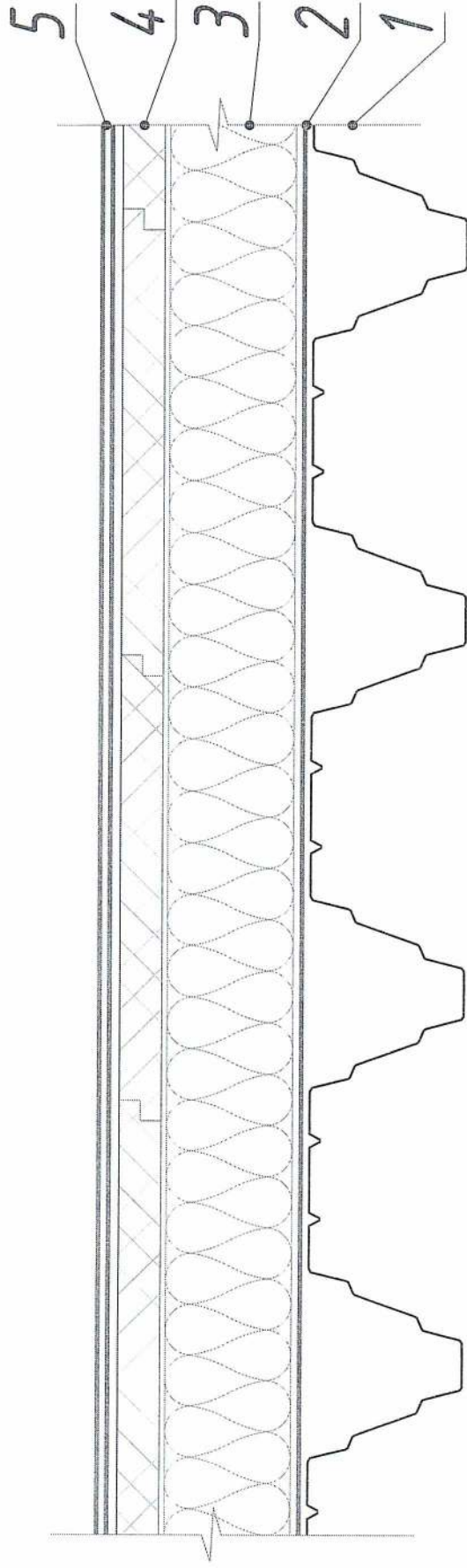


Рис. 22. Принципиальная схема конструктивного исполнения настила бесчердачного покрытия выполняемого по профилированному листу (конструкция кровли с комбинированным утеплителем по профнастилу)

1. Несущий профнастил
2. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм
3. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ Н, ИЗОРУФ В, ИЗОРУФ НЛ, МАСТЕР ПЛИТ толщиной не менее 50 мм
4. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS ECO, PENOPLEX КРОВЛЯ или PIR (пенополиизоцианурат «PIRRO» и другие)
5. Битумно-полимерный водонепроницаемый ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup> по слою из геотекстиля от 100 гр/м<sup>2</sup> (при необходимости)

1) - Полибар С, Алюбар;

2) - Сейфити Флекс, Сейфити Колор, Сейфити Бейз, Сейфити Плюс, Сейфити Бейз Колор, Сейфити Плюс Колор, Сейфити Пласт Колор, Сейфити Пласт Колор, Сейфити СА, Сейфити СА Колор, Сейфити АПАО, Сейфити АПАО Колор;

3) - Plastfoil (Пластфойл), Plastfoil GEO, Fatrafol или другие мембраны, толщиной до 3 мм.



## **6. Требования пожарной безопасности, критерии оценки огнестойкости и классов пожарной опасности рассматриваемых строительных конструкций**

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 и перекрытий должны отвечать требованиям Федерального закона № 123-ФЗ, предъявляемым к зданиям II-IV-й степеней огнестойкости, для конструкций покрытий по основанию из профилированного листа и I-IV-й степеней огнестойкости, для конструкций перекрытий и покрытий по железобетонному основанию, 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 (перекрытий)
I	RE 30 (REI 60)
II	RE 15 (REI 45)
III	RE 15 (REI 45)
IV	RE 15 (REI 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.

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

I – потеря теплоизолирующей способности конструкции вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции, в сравнении с начальной температурой, более чем на 140 °С:

$$t_{кр} = t_n + 140 \text{ °С, принимается } t_n = 20 \text{ °С}$$

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 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 строительных конструкций**

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

- 1) анализ предоставленной технической документации на строительные конструкции;
- 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 определе-

нию 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 строительные конструкции 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 различных организаций в 2008-2017 годах были проведены испытания на огнестойкость конструкций настилов покрытий, изготовленных на основе профилированных листов различных типов по ГОСТ 24045, СТО 57398459-18-2006 и СТО 0071-2017 (02494680, 90622969).



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.

При этом предел огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 конструкции настила покрытия, изготовленного из профилированного настила СКН-153-900-0,9 СТО 57398459-18-2006, а также типа Н 126-978-1,0 по СТО 0071-2017 (02494680, 90622969) по стальному каркасу из двутавровых балок (описание см. в п. 5 данного отчета), испытанного под действием равномерно-распределенной нагрузки равной 1,5 кПа, без учета собственного веса покрытия, составляет не менее 18 мин, что соответствует классификации RE 15 по ГОСТ 30247.0.

### **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 строительные 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. приложение А), что рассматриваемые конструкции перекрытий и 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 пределу огнестойкости – RE 15, а конструкции междуэтажных перекрытий – REI 15- REI 60, в зависимости от степени огнестойкости здания.

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

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

В соответствии с требованиями, изложенными в п. 7.4 ГОСТ 30247.1-94 предел огнестойкости конструкций перекрытий и 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 30403-2012 рассматриваемых конструкций перекрытий и покрытий, должен соответствовать К0 (15), К0 (45), в зависимости от величины требуемого для них предела огнестойкости.

#### **7.4. Проведение теплофизических и статических расчетов по определению фактических пределов огнестойкости рассматриваемых строительных конструкций**

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

Проектные решения для обеспечения огнестойкости выполнены в соответствии с "Инструкцией по расчету фактических пределов огнестойко-



сти 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 перекрытий и бесчердачных покрытий, представлен в обязательном приложении Б 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).

В случае соблюдения требований табл. 2, 3 требуемый предел огнестойкости по несущей способности (R) и теплоизолирующей способности (I) конструкций, установленный для междуэтажных перекрытий также будет обеспечен.

Целостность рассматриваемых конструкций перекрытий и 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 2.13130.2012 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:

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

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

Π - 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:

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

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

τ - время в секундах;

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



Коэффициент передачи тепла -  $\alpha$ , Вт/(м<sup>2</sup> град), от нагревающей среды с температурой  $t_{в,τ}$  к поверхности конструкции с температурой  $t_0$  вычисляется по формуле:

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

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

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

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

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

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

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

$\alpha$  - коэффициент передачи тепла от нагревающей среды к поверхности конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> град);

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

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

$\gamma_{ст}$  - удельный вес металла, кг/м<sup>3</sup>;

$\delta_{пр}$  - 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  $\alpha$  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. 23).

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.



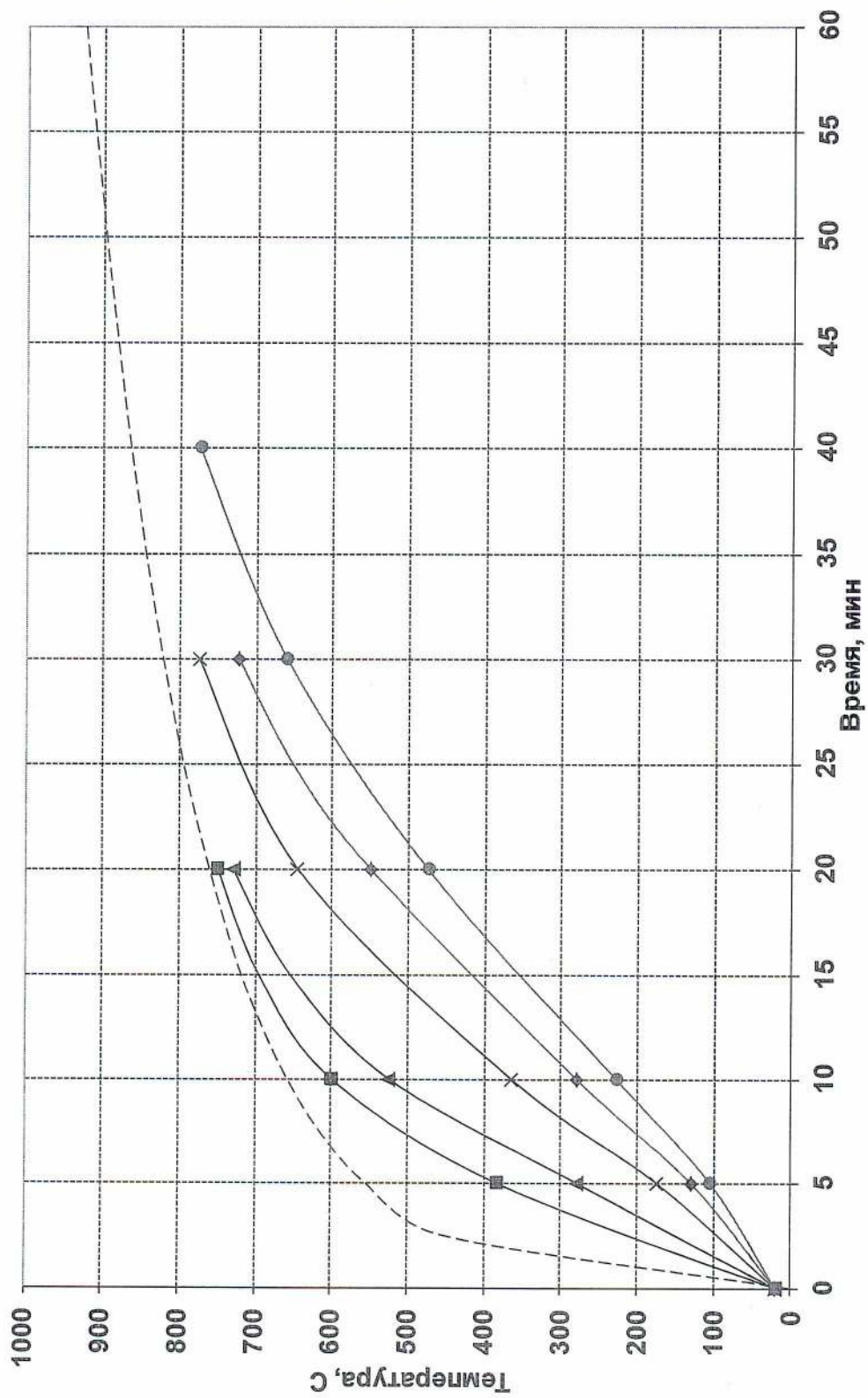


Рис. 23. Номограмма прогрева незащищенных стальных конструкций

Точки номограммы соответствующие конструкциям с одной и той же приведенной толщиной металла соединены однопипными 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  $\gamma_a$  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  $\gamma_a$  и  $\gamma_e$ , учитывающих изменения нормативного сопротивления  $R_n$  и модуля упругости  $E$  стали в зависимости от температуры представлены в таблице 4.



Таблица 4

**Значения коэффициентов  $\gamma_a$  и  $\gamma_e$ , учитывающих изменения нормативного сопротивления  $R_n$  и модуля упругости  $E$  стали в зависимости от температуры**

Температура в °С	$\gamma_a$	$\gamma_e$
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

Критическая температура центрально-сжатых стержней определяется как наименьшая величина из двух найденных по таблице 4 значений в зависимости от коэффициентов  $\gamma_a$  и  $\gamma_e$ .

Коэффициенты  $\gamma_a$  и  $\gamma_e$  вычисляются по формулам:

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

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

где:

$N_n$  - нормативная нагрузка, кг;

$F$  - площадь поперечного сечения стержня, см<sup>2</sup>;

$R_n$  - начальное нормативное сопротивление металла, кг/см<sup>2</sup>;

$E_n$  - начальный модуль упругости металла, кг/см<sup>2</sup>,

для сталей -  $E_n = 2100000$  кг/см<sup>2</sup>;

$l_0$  - расчетная длина стержня, см;

$J_{\min}$  - наименьший момент инерции сечения стержня, см<sup>4</sup>.

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  $\gamma_a$ , 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  $\gamma_a$ , 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, см<sup>3</sup>.

Критическая температура внецентренно-сжатых стержней определяется как наименьшая величина из двух найденных по таблице 4 значений в зависимости от коэффициентов  $\gamma_a$  и  $\gamma_e$ .

Коэффициент  $\gamma_a$  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  $\gamma_e$  находится по формуле (8).

Критическая температура внецентренно-растянутых стержней определяется по таблице 4 в зависимости от коэффициента  $\gamma_a$ , 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, 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 с высотой гофры не менее 75 мм 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 4000 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 2,4 кПа;

- предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 15 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н с высотой гофры не менее 112 по ГОСТ 24045 толщиной 1,2 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.

#### **7.5. 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:

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

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.

#### **7.5.1. Конструкции перекрытий и бесчердачных покрытий, выполняемые по железобетонному основанию**

Для оценки классов пожарной опасности строительных конструкций, 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 плот-

ность, 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 многпустотных 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 многпустотных 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 Б к настоящему заключению на рис. 1 приведены данные по прогреву необогреваемой поверхности бетонных плит толщиной 50 мм плотностью 2330 кг/м<sup>3</sup> и влажностью 2,0 % на гранитном заполнителе при одностороннем тепловом воздействии по стандартному температурному режиму, на 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 120 °С или до температуры плавления 150 °С пенополистирольных плит составляет не



менее 30 мин; время прогрева бетонных плит с эффективной толщиной 120 мм – не менее 100 мин.

Таким образом, конструкции перекрытий и 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 должны быть отнесены к классу пожарной опасности К0 (15) по ГОСТ 30403-2012.

Испытания на пожарную опасность опытных образцов бесчердачных покрытий с комбинированным утеплителем (например, при сочетании нижнего слоя толщиной не менее 50 мм из негорючих минераловатных плит определенной плотности с верхним слоем из сильногорючих пенополистирольных плит типа ПСБ, ПСБ-С и др.) показали, что даже в таком варианте покрытие может быть отнесено по ГОСТ 30403 к классу пожарной опасности К0 (15).

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

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, отве-

чающих требованиям ГОСТ 30693, с армирующими стекловолокнистыми материалами или прокладками из полимерных волокон.

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 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 № 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 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 НГ. (см п 6.5.5. СП 2.13130.2012 "Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты").

## **9. ВЫВОДЫ**

Проведена работа по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной опасности перекрытий и покрытий с различными типами утеплителя (технология ООО "ТЕГОЛА РУФИНГ СЕЙЛЗ").

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

9.1. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 перекрытий и бесчердачных покрытий, выполненных по железобетонным плитам сплошно-

го 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 REI 30 – REI 90 (с учетом требований табл. 2, 3 п. 7 данного заключения).

9.2. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 перекрытий и 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 REI 30 – REI 90 (с учетом требований табл. 2, 3 п. 7 данного заключения).

9.3. Пределы огнестойкости по ГОСТ 30247.1-94 настилов бесчердачных покрытий выполненных на основе профилированного листа типа Н с высотой гофры не менее 75 мм 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 4,0 м (в случае меньшей приведенной толщины металла – при условии выполнения огнезащитной обработки стальных конструкций в соответствии с проектом огнезащиты), составят не менее RE 15, при условии воздействия нормативной нагрузки не более 3,2 кПа.

- предел огнестойкости конструкций настилов покрытий будет соответствовать RE 15 при условии использования в конструкциях стального профилированного листа типа Н с высотой гофры не менее 112 мм по ГОСТ 24045 толщиной 1,2 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.

9.4. С учетом расчетных данных по прогреву сплошных, многопустотных и ребристых железобетонных плит, являющихся основанием для устройства рассматриваемых типов перекрытий и бесчердачных покрытий



с различными типами утеплителя, пароизоляции и кровли, а также в соответствии с табл. 6 приложения к № 123-ФЗ и ГОСТ 30403-2012, указанные конструкции перекрытий и покрытий (см. п. 5 заключения и приложение А) следует отнести к классу пожарной опасности К0 (45).

9.5. В соответствии с табл. 6 приложения к № 123-ФЗ, а также ГОСТ 30403-2012, рассматриваемые бесчердачные покрытия с основанием из профилированного листа (см. п. 5 заключения и приложение А) с негорючим утеплителем, пароизоляцией толщиной не более 2-х мм и кровлей, следует отнести к классу пожарной опасности К0 (15).

9.6. В соответствии с табл. 6 приложения к № 123-ФЗ, а также ГОСТ 30403-2012, рассматриваемые бесчердачные покрытия с основанием из профилированного листа (см. п. 5 заключения и приложение А) с комбинированным утеплителем из негорючих минераловатных плит толщиной не менее 50 мм (нижний слой), уложенных в два слоя с разбежкой швов не менее чем на 150 мм, и горючих пенополистирольных (пенополиизоциануратных) плит, 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.

#### ИСПОЛНИТЕЛИ

Начальник отдела 3.2  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России  
кандидат технических наук



А.В. Пехотиков

Начальник сектора 3.2.1  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

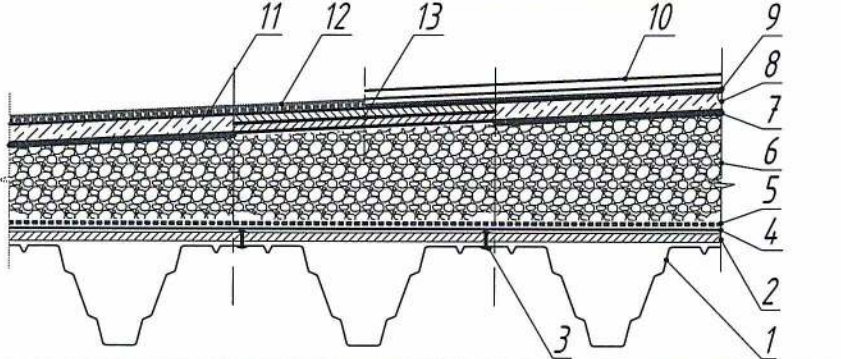
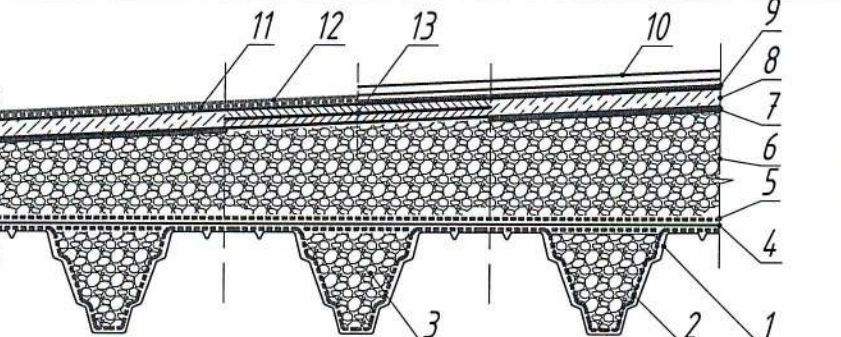
В.В. Павлов

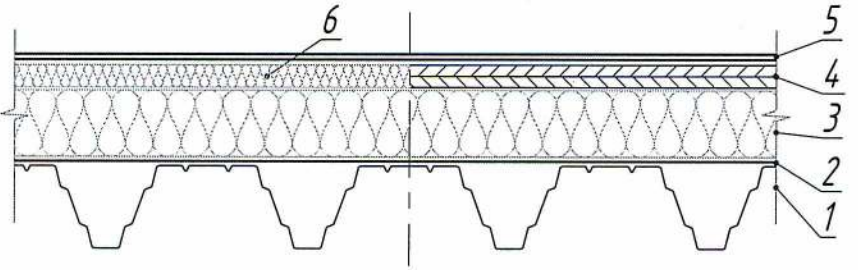
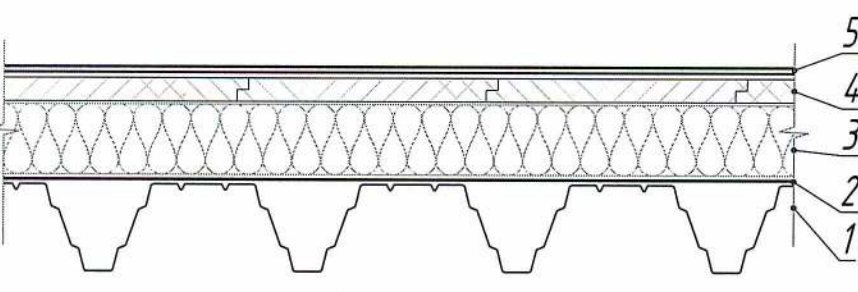
ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)

Техническое задание на проведение оценки пределов огнестойкости и классов пожарной опасности, рассматриваемых строительных конструкций компании Тегола, включающее в себя принципиальные схемы конструктивного исполнения строительных конструкций, а также их краткое техническое описание, на 13-ти листах

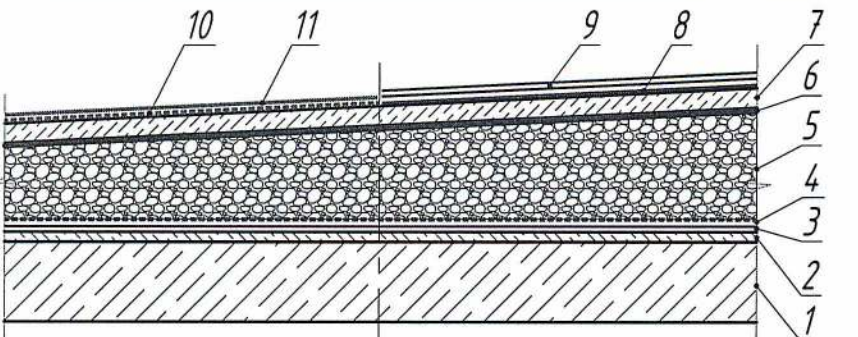
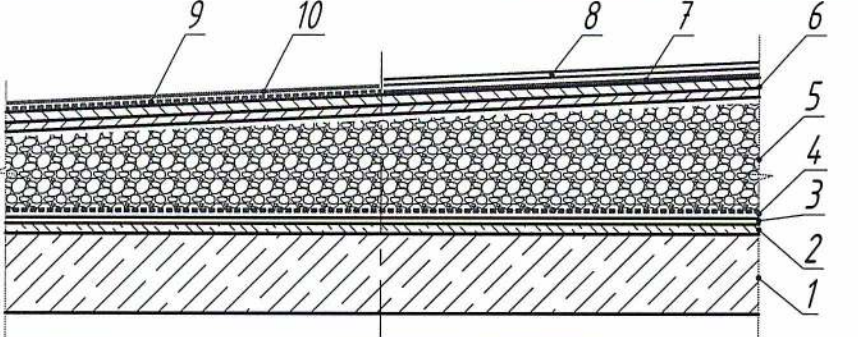


**Конструкции совмещенных покрытий с перечнем используемых в них материалов и результаты оценки их классов пожарной опасности**

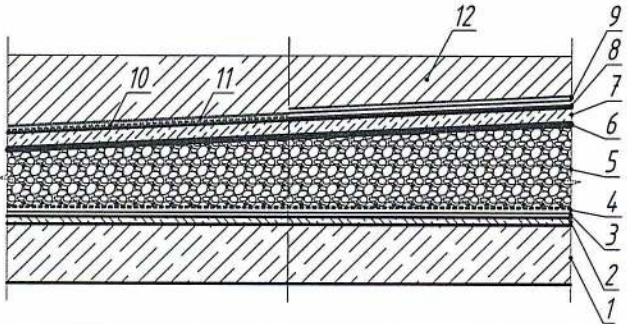
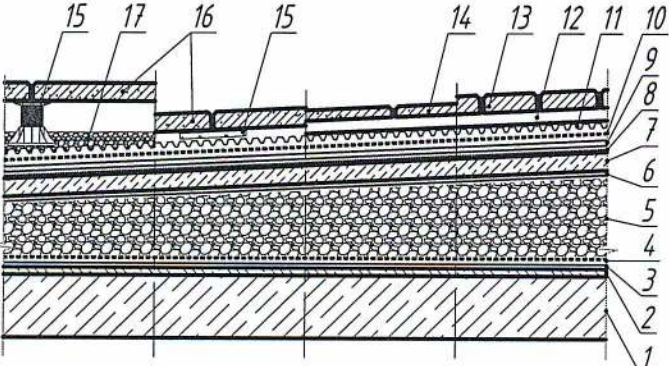
№ п/п	Эскиз конструкции и состав покрытия	Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403	Предел огнестойкости по ГОСТ 30247
1	2	3	4
<b>Конструкция со сплошным настилом (пароизоляция над настилом)</b>			
1		K0 (15)	RE 15
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Несущий профнастил</li> <li>2. Сплошной настил из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих толщиной до 10 мм</li> <li>3. Комбинированная заклепка</li> <li>4. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм</li> <li>5. Геотекстиль</li> <li>6. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/5-20 или ЩП 100/30-60 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,1 или 1,2</li> <li>7. Разделительный слой (полимерная пленка, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>8. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>9. Праймер Сейфити</li> <li>10. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> толщиной не более 8 мм</li> <li>11. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>12. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup></li> <li>13. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм</li> </ol>			
<b>Конструкция без сплошного настила с засыпкой гофр профнастила пеностеклянным щебнем</b>			
2		K0 (15)	RE 15
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Несущий профнастил</li> <li>2. Геотекстиль</li> <li>3. Звукоизоляционная засыпка гофр пеностеклянным щебнем ЩП 100/5-20 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом 1,1 обернутая в геотекстиль</li> <li>4. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм</li> <li>5. Гетекстиль</li> <li>6. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/5-20 или ЩП 100/30-60 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,1 или 1,2</li> <li>7. Разделительный слой (полимерная пленка, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>8. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>9. Праймер Сейфити</li> <li>10. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> толщиной не более 8 мм</li> <li>11. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>12. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup></li> <li>13. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм</li> </ol>			

1	2	3	4
<b>Конструкция крыши с минераловатным утеплителем по профнастилу</b>			
3		K0 (15)	RE 15
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Несущий профнастил</li> <li>2. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм</li> <li>3. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ, ИЗОРУФ Н, ИЗОРУФ В, ИЗОРУФ НЛ, МАСТЕР ПЛИТ</li> <li>4. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, огрунтованных праймером Сейфити, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> толщиной не более 8 мм или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup> по слою из геотекстиля от 200 гр/м<sup>2</sup> (при необходимости)</li> <li>6. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ, ИЗОРУФ В</li> </ol>			
<b>Конструкция крыши с комбинированным утеплением по профнастилу</b>			
4		K0 (15)	RE 15
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Несущий профнастил</li> <li>2. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала толщиной не более 2 мм</li> <li>3. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОРУФ, ИЗОРУФ Н, ИЗОРУФ В, ИЗОРУФ НЛ, МАСТЕР ПЛИТ толщиной не менее 50 мм</li> <li>4. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS ECO, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ или PIR (пенополиизоцианурата «PIRRO» и другие)</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> толщиной не более 8 мм или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup> по слою из геотекстиля от 100 гр/м<sup>2</sup> (при необходимости)</li> </ol>			

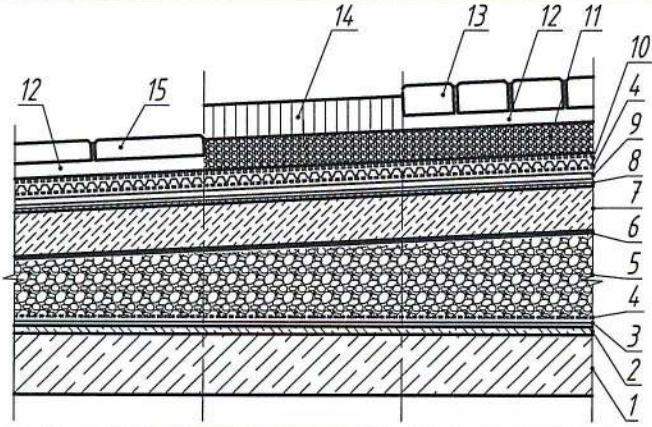
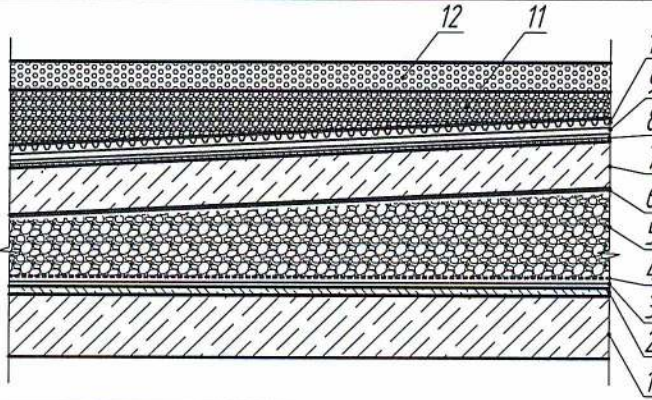


1	2	3	4
<b>Неэксплуатируемая крыша с монолитной стяжкой</b>			
5		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/30-60 или ЩП 100/5-20 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,2</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщиной от 40 мм</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>10. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>11. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup></li> </ol>			
<b>Неэксплуатируемая крыша со сборной стяжкой</b>			
6		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/30-60 или ЩП 100/5-20 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,2</li> <li>6. Сборная стяжка из листов АЦЛ, ЦПС, СМЛ и прочих, уложенных в 2 слоя, общей толщиной до 24 мм</li> <li>7. Праймер Сейфити</li> <li>8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>9. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>10. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup></li> </ol>			



1	2	3	4
<b>Эксплуатируемая крыша с пеностекольным щебнем.</b>			
		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностекольного щебня ЩП 100/30-60 или ЩП 100/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЩП 140/30-60 или ЩП 140/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщиной от 40 мм или распределительная ж/б плита, толщина по расчету, или сборная стяжка из листов АЦЛ или ЦСП, уложенных в два слоя, общей толщиной до 24 мм</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>10. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>11. Кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup></li> <li>12. Планировочные (финишные) слои согласно проекту</li> </ol>		
<b>Эксплуатируемая крыша под пешеходную нагрузку</b>			
		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
8	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностекольного щебня ЩП 100/30-60 (или ЩП 100/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЩП 140/30-60 (или ЩП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщиной от 40 мм, или сборная стяжка из листов АЦЛ или ЦСП, уложенных в два слоя, общей толщиной до 24 мм</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>10. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>11. Профилированная мембрана Тефонд<sup>4)</sup></li> <li>12. Песчаная засыпка от 30 мм или прочие подстилающие слои</li> <li>13. Брусчатка от 40 мм</li> <li>14. Тротуарная плитка</li> <li>15. Нерегулируемые / регулируемые опоры</li> <li>16. Бетонная или композитная тротуарная плитка, деревянный настил, прочее</li> <li>17. Защитная засыпка щебнем, гравием, прочими подобными материалами от 50 мм, при необходимости</li> </ol>		

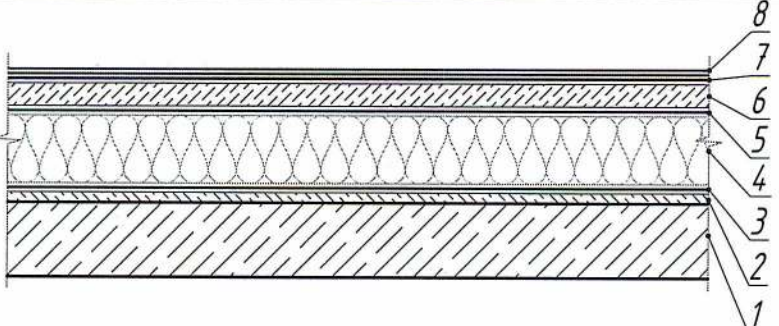
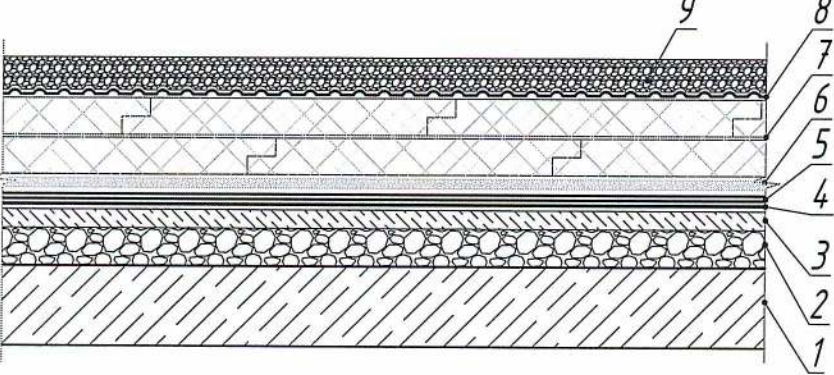


1	2	3	4
<b>Эксплуатируемая крыша под автомобильную нагрузку</b>			
9		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностекольного щебня ЩП 140/30-60 или ЩП 140/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Разгрузочная железобетонная плита, толщина по расчету</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>10. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup></li> <li>11. Планировочные слои из щебня и прочих материалов (толщина принимается по расчету)</li> <li>12. Песчаная (стабилизированная) подложка от 30-50 мм или прочие подстилающие слои</li> <li>13. Брусчатка</li> <li>14. Асфальтобетонное покрытие</li> <li>15. Дорожные плиты</li> </ol>			
<b>Эксплуатируемая крыша под спортивное покрытие</b>			
10		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностекольного щебня ЩП 140/30-60 или ЩП 140/5-20 с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Армированная цементно-песчаная стяжка толщиной от 40 мм</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>10. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup></li> <li>11. Планировочные слои из щебня и/или цементно-песчаной стяжки и прочих материалов (толщина принимается по расчету)</li> <li>12. Наливное резиновое покрытие или сборное с приклейкой к основанию</li> </ol>			

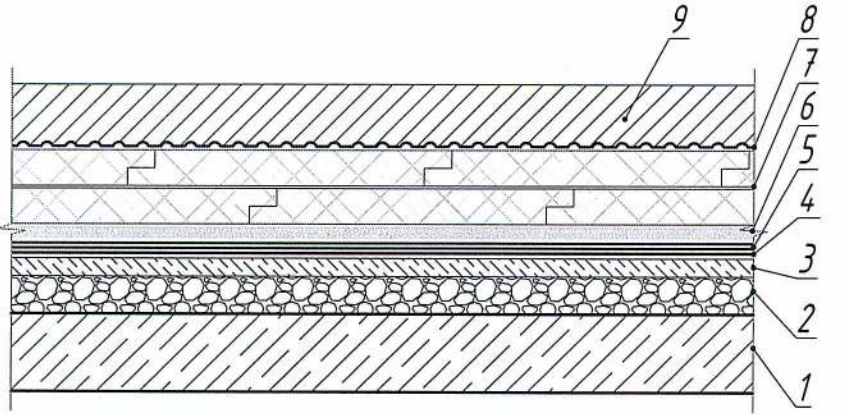
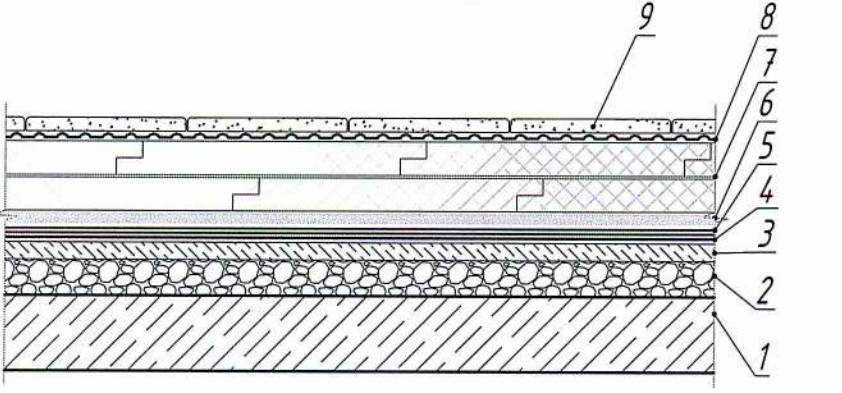
1	2	3	4
Эксплуатируемая крыша с зелеными насаждениями			
11		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностекляного щебня ЩП 100/30-60 (или ЩП 100/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЩП 140/30-60 (или ЩП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщина от 40 мм, или сборная стяжка из листов АЦЛ или ЦСП, уложенных в два слоя, общей толщиной до 24 мм</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>9а. Противокорневой слой CoverUP, при необходимости</li> <li>10. Дренажный и водоудерживающий слой - Субстрат GrowPlant™</li> <li>11. Плодородный слой (в том числе, плодородный слой GrowPlant™)</li> <li>12. Зеленые насаждения</li> <li>13. Дренажная мембрана, с функцией подпитки корней растений водой Maxistud F или профилированная мембрана Тефонд<sup>4)</sup></li> <li>14. Дренажный и аэрационный геокompозитный материал QDrain</li> </ol>			



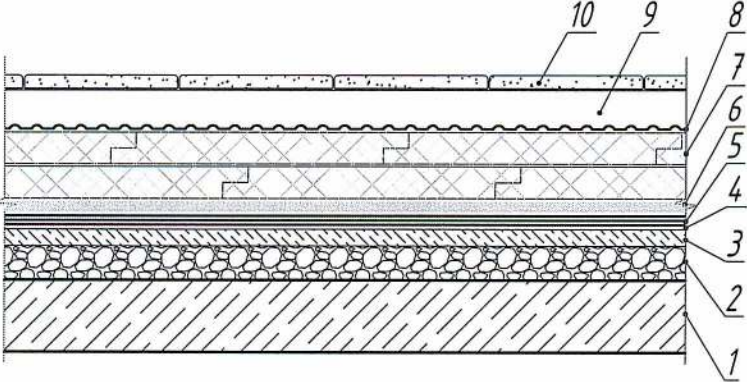
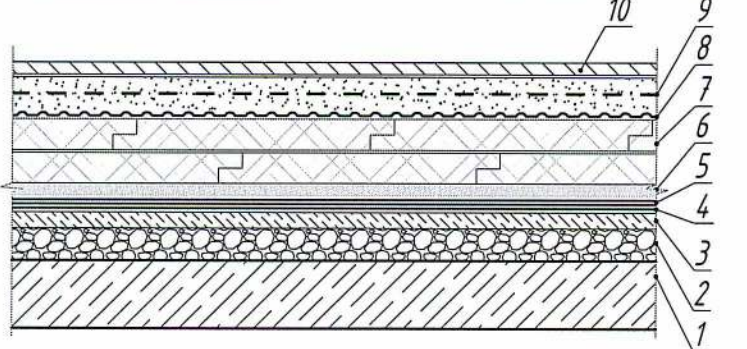
1	2	3	4
Эксплуатируемая крыша с облегчающей засыпкой из пеностеклянного щебня			
12		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/30-60 (или ЩП 100/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЩП 140/30-60 (или ЩП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>6. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>7. Армированная цементно-песчаная стяжка, толщина от 40 мм</li> <li>8. Праймер Сейфити</li> <li>9. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>10. Профилированная мембрана Тэфонд<sup>4)</sup></li> <li>11. Облегчающая засыпка из пеностеклянного щебня ЩП 140/30-60 с коэффициентом уплотнения 1,3</li> <li>12. Дренажный и водоудерживающий слой - Субстрат GrowPlant™</li> <li>13. Плодородный слой (в том числе, плодородный слой GrowPlant™)</li> <li>14. Зеленые насаждения</li> </ol>			

1	2	3	4
<b>Классическая неэксплуатируемая крыша</b>			
13		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Теплоизоляционный слой из минеральной ваты ИЗОПУФ, ИЗОПУФ Н, ИЗОПУФ В, ИЗОПУФ НЛ, МАСТЕР ПЛИТ или экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS ECO, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ или PIR (пенополиизоцианурат «PIRRO» и другие)</li> <li>5. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>6. Цементно-песчаная стяжка (армированная 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 ИЗОПОК, экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН или PIR («PIRRO» и другие))</li> <li>7. Праймер Сейфити</li> <li>8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> </ol>			
<b>Инверсионная неэксплуатируемая крыша</b>			
14		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>4. Праймер Сейфити</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>6. Геокомпозитный материал QDrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости</li> <li>7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>8. Профилированная мембрана Тэфонд<sup>4)</sup></li> <li>9. Балластный слой из щебня, гравия и прочих материалов</li> </ol>			

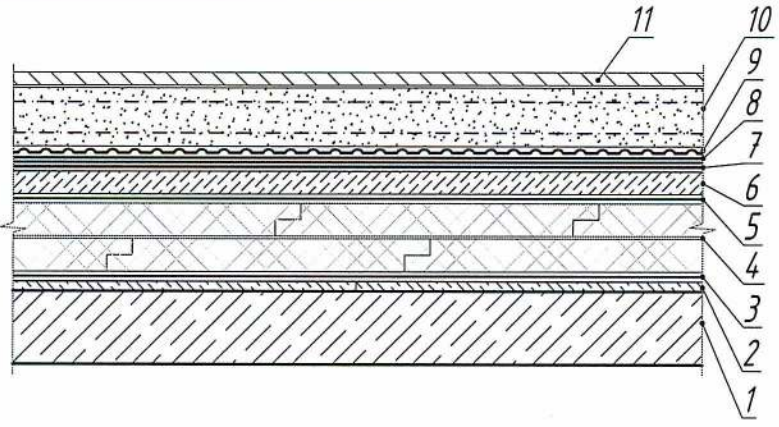


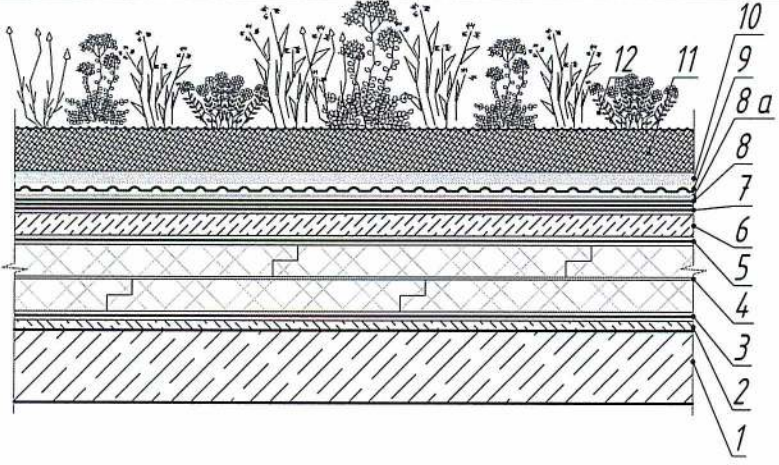
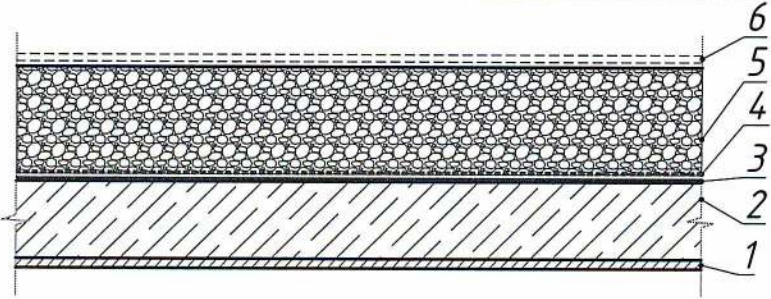
1	2	3	4
<b>Инверсионная эксплуатируемая крыша</b>			
15		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>4. Праймер Сейфити</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>6. Геокомпозитный материал QDrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости</li> <li>7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>8. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup></li> <li>9. Планировочные (финишные) слои согласно проекту</li> </ol>			
<b>Инверсионная крыша с балластом из тротуарной плитки</b>			
16		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>4. Праймер Сейфити</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>6. Геокомпозитный материал QDrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости</li> <li>7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>8. Профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup></li> <li>9. Тротуарная плитка</li> </ol>			



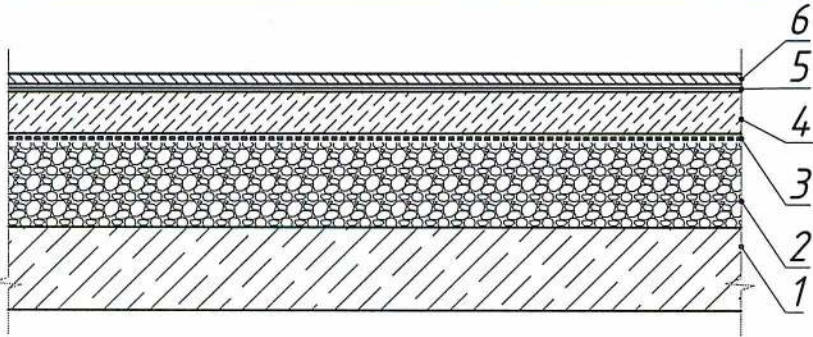
1	2	3	4
<b>Инверсионная эксплуатируемая крыша под пешеходную нагрузку</b>			
17		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>4. Праймер Сейфити</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>6. Геокомпозитный материал QDrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости</li> <li>7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>8. Профилированная мембрана Тэфонд<sup>4)</sup></li> <li>9. Крупный песок</li> <li>10. Тротуарная плитка</li> </ol>			
<b>Инверсионная эксплуатируемая крыша под автомобильную нагрузку</b>			
18		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Уклонообразующий слой из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>3. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм</li> <li>4. Праймер Сейфити</li> <li>5. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная по слою из геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>6. Геокомпозитный материал QDrain, или геотекстиль 200-600 гр/м<sup>2</sup>, при необходимости</li> <li>7. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL или PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>8. Профилированная мембрана Тэфонд<sup>4)</sup></li> <li>9. Железобетонная плита по проекту</li> <li>10. Покрытие по проекту</li> </ol>			



1	2	3	4
<b>Эксплуатируемая крыша под автомобильную нагрузку</b>			
19		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>5. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>6. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси или разгрузочная железобетонная плита по разуклонке из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>7. Праймер Сейфити</li> <li>8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная между двух слоев геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>9. Профилированная мембрана Тэфонд<sup>4)</sup></li> <li>10. Железобетонная разгрузочная плита или / и планировочные слои (щебень, прочее) по проекту</li> <li>11. Покрытие по проекту</li> </ol>			

1	2	3	4
<b>Эксплуатируемая крыша с зелеными насаждениями</b>			
20		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита покрытия (толщина по проекту)</li> <li>2. Выравнивающая затирка из ЦПР (толщина 5...15 мм) при необходимости</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ</li> <li>5. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>6. Цементно-песчаная стяжка (армированная или не армированная) толщиной не менее 30 мм из цементно-песчаной смеси по разуклонке из керамзитового гравия, керамзитобетона или клиновидных плит теплоизоляции на основе экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS, PENOPLEX УКЛОН</li> <li>7. Праймер Сейфити</li> <li>8. Битумно-полимерный водоизоляционный ковер из материалов Сейфити<sup>2)</sup> или кровельная полимерная мембрана<sup>3)</sup>, уложенная между двух слоев геотекстиля 200-600 гр/м<sup>2</sup></li> <li>8а. Противокорневой слой CoverUP, при необходимости</li> <li>9. Дренажная мембрана, с функцией подпитки корней растений водой Maxistud F или профилированная мембрана Тefonд<sup>4)</sup></li> <li>10. Дренарующий и аэрационный геокомпозитный материал QDrain</li> <li>11. Растительный субстрат</li> <li>12. Зеленые насаждения</li> </ol>			
<b>Чердачное перекрытие по железобетонному основанию</b>			
21		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отделка потолка</li> <li>2. ЖБ плита перекрытия</li> <li>3. Пароизоляционный слой из полимерной пленки<sup>1)</sup> или битумно-полимерного материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>4. Геотекстиль 200-300 гр/м<sup>2</sup></li> <li>5. Теплоизоляционный слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/5-20 или ЩП 100/30-60 ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,1 или 1,2</li> <li>6. Ходовые мостики на путях перемещения людей</li> </ol>			



1	2	3	4
Полы по железобетонному перекрытию над проездами, неотапливаемым подвалом, проветриваемым подпольем и т.п.			
22		K0 (45)	REI 30 - REI 90 (с учетом п. 7 заклю- чения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ж/б плита перекрытия, толщина по проекту</li> <li>2. Теплоизоляционный слой из пеностеклянного щебня ЩП 100/30-60 (или ЩП 100/5-20) ТУ 5712-002-37275967-2014 с коэффициентом уплотнения 1,2 или 1,3 или ЩП 140/30-60 (или ЩП 140/5-20) с коэффициентом уплотнения 1,3 или минераловатных плит ИЗОФЛОР, или экструзионного пенополистирола RAVATHERM XPS STANDARD, RAVATHERM XPS INDUSTRIAL, PENOPLEX ОСНОВА, PENOPLEX ГЕО, PENOPLEX КРОВЛЯ или PIR (пенополиизоцианурата «PIRRO» и другие)</li> <li>3. Разделительный слой (полимерная пленка<sup>1)</sup>, пергамин, рубероид, прочее)</li> <li>4. Армированная цементно-песчаная стяжка толщиной от 40 мм</li> <li>5. Пароизоляционный слой из материала Сейфити<sup>2)</sup></li> <li>6. Чистовое покрытие пола</li> </ol>			

<sup>1)</sup> - Полибар С, Алюбар;

<sup>2)</sup> - Сейфити Флекс, Сейфити Флекс Колор, Сейфити Бейз, Сейфити Бейз Колор, Сейфити Плюс, Сейфити Плюс Колор, Сейфити Пласт, Сейфити Пласт Колор, Сейфити СА, Сейфити СА Колор, Сейфити АПАО, Сейфити АПАО Колор;

<sup>3)</sup> - Plastfoil (Пластфоил), Plastfoil GEO, Fatrafoil или другие полимерные мембраны;

<sup>4)</sup> - Тefonд «Стар», Тefonд Плюс «Стар», Тefonд Дрейн «Стар», Тefonд Дрейн Плюс «Стар», Тefonд НР «Стар», Тefonд НР Дрейн «Стар», Тefonд ТМД, Изостуд, Изостуд ГЕО.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(обязательное)

Пример расчета пределов огнестойкости железобетонных  
элементов покрытий, на 13-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.

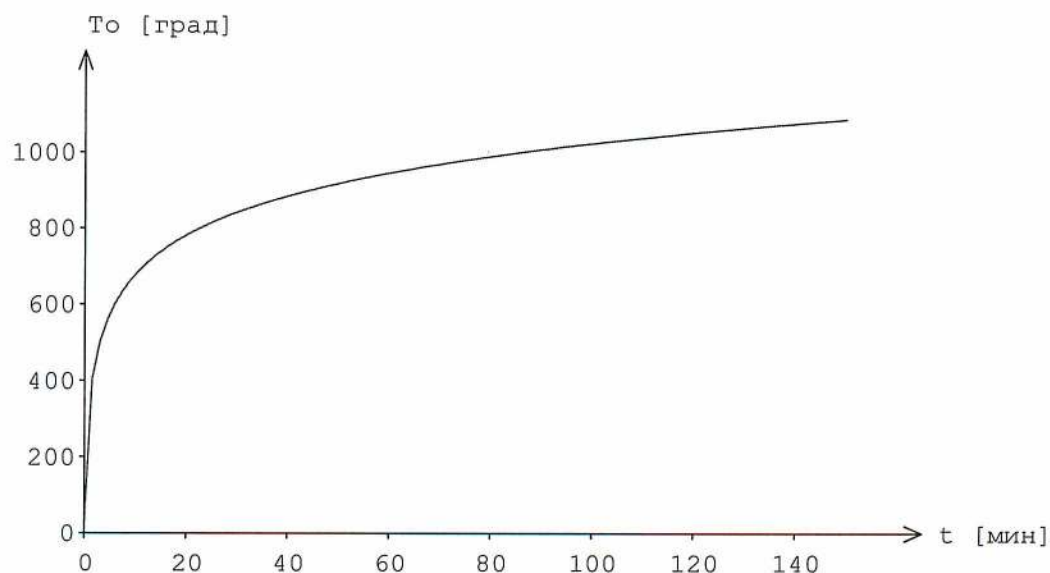


Рис. 1. Зависимость температуры "стандартного пожара" от времени

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.).

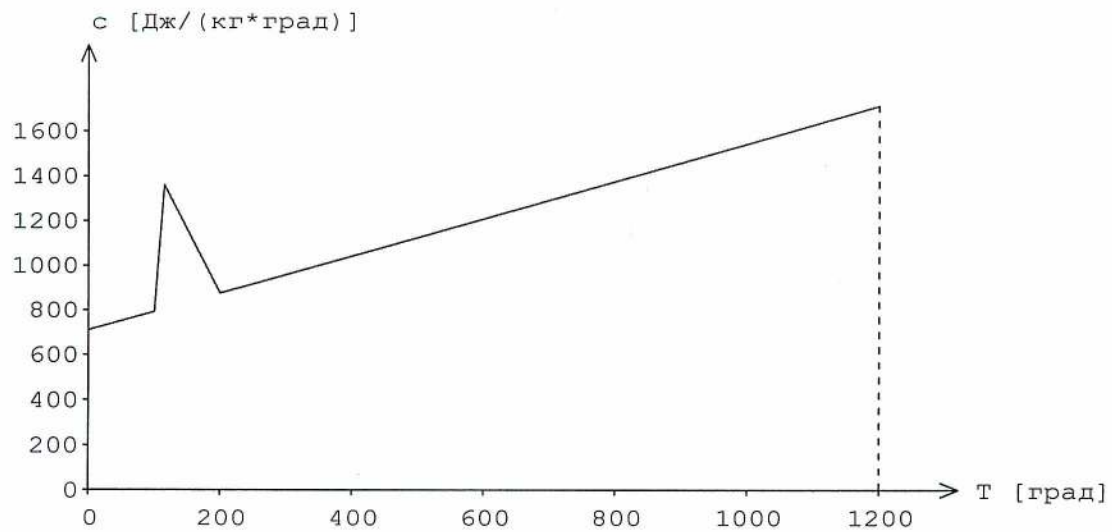


Рис. 2. Зависимость удельной теплоемкости  $C$  бетона от температуры

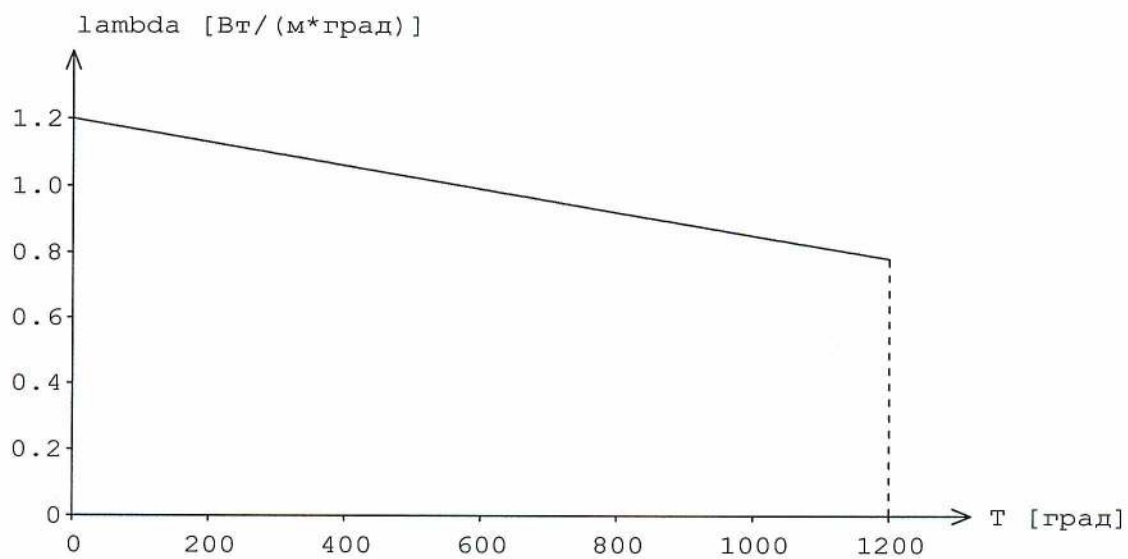


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопроводности  $\lambda$  бетона от температуры.



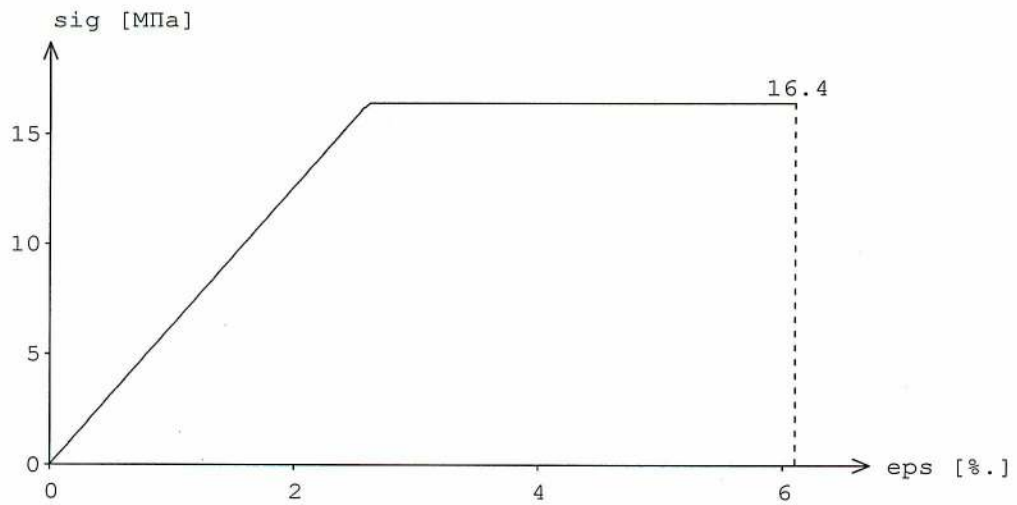


Рис. 4. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 200 °С

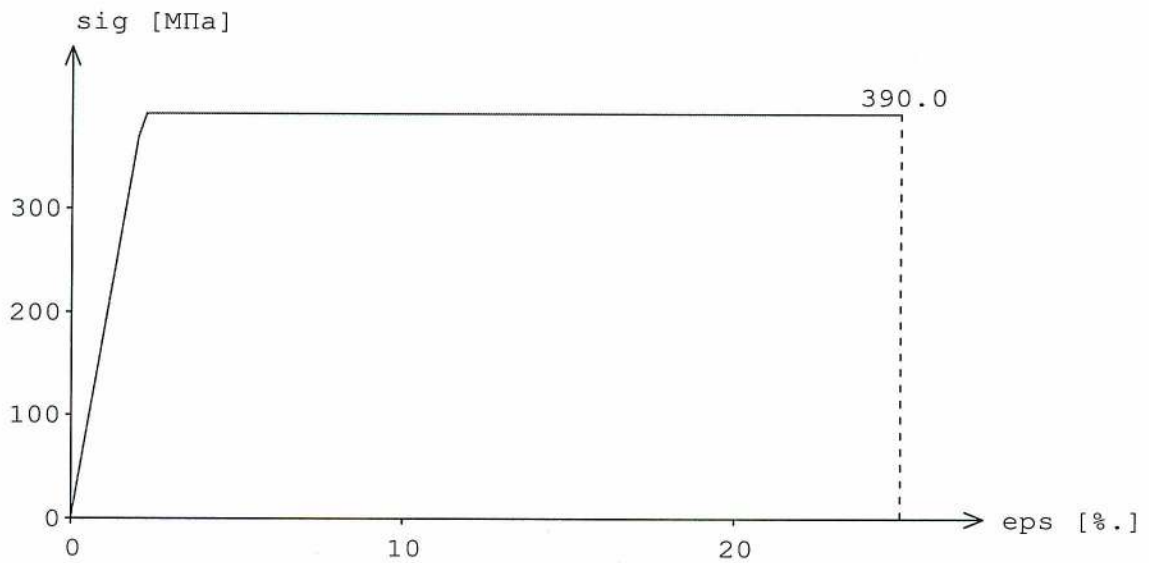


Рис. 5. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 200 °С.

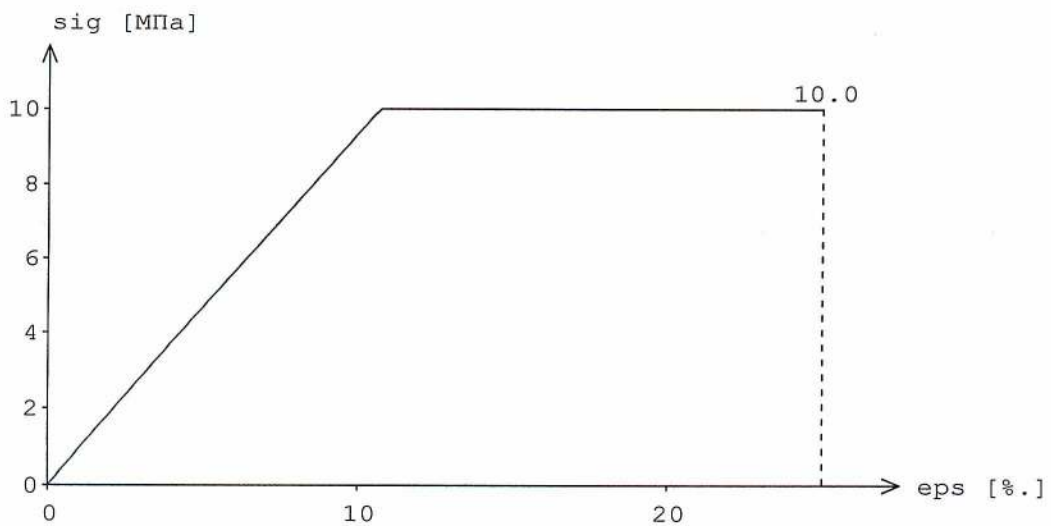


Рис. 6. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 600 °С

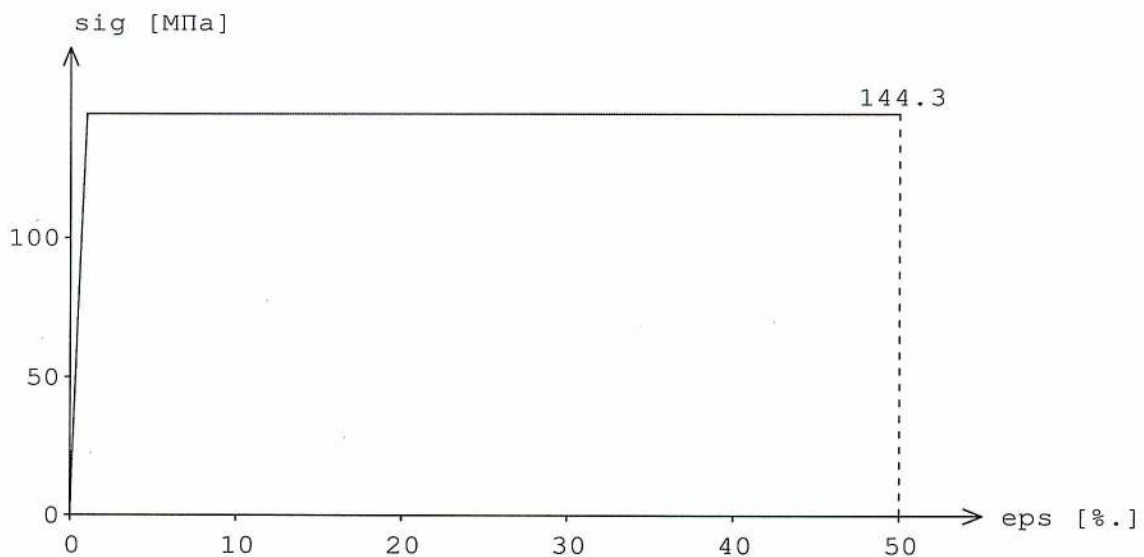


Рис. 7. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 600 °С

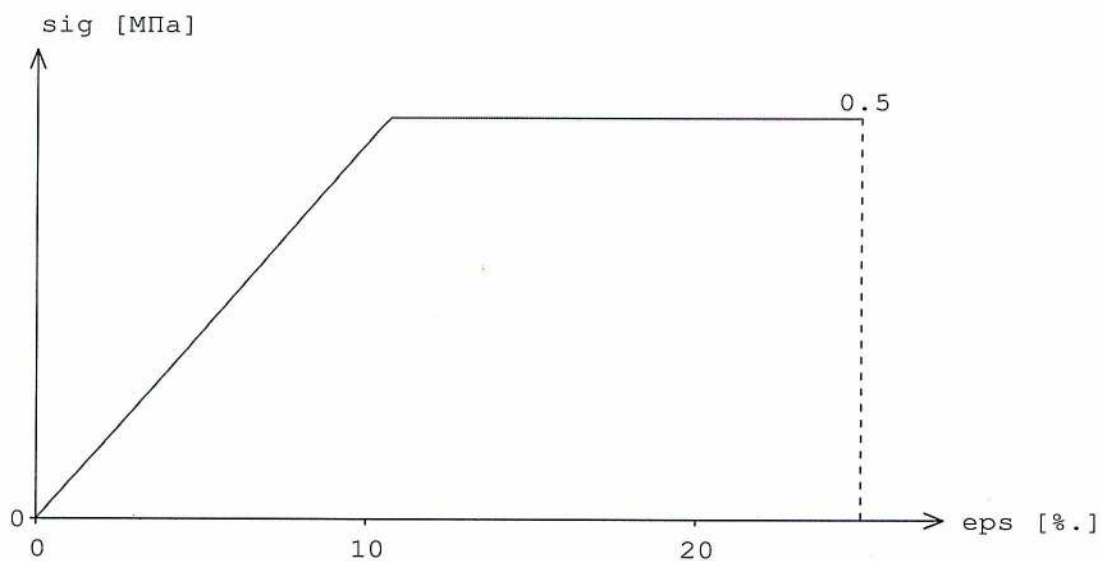


Рис. 8. Диаграмма деформирования s-е бетона при температуре 1000 °С.

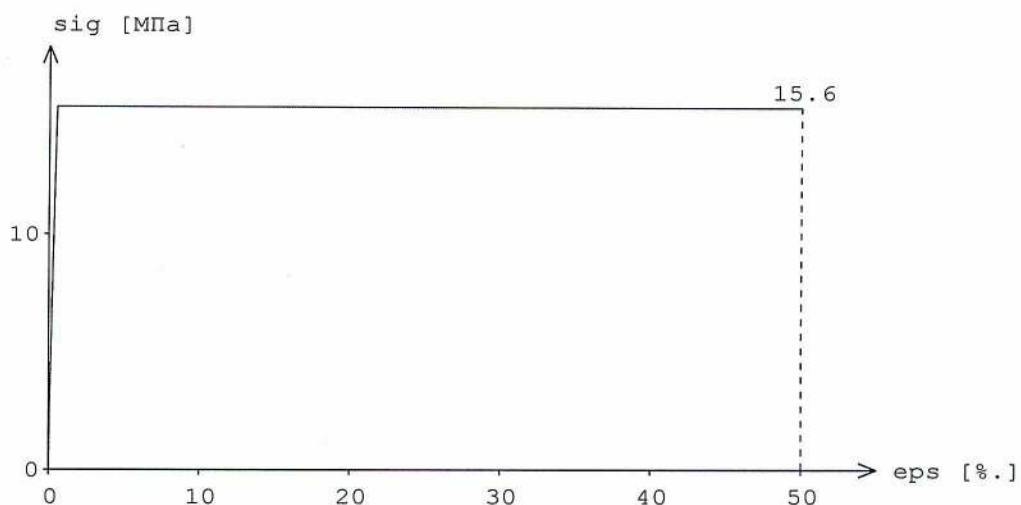




Рис. 9. Диаграмма деформирования s-е стали при температуре 1000 °С.

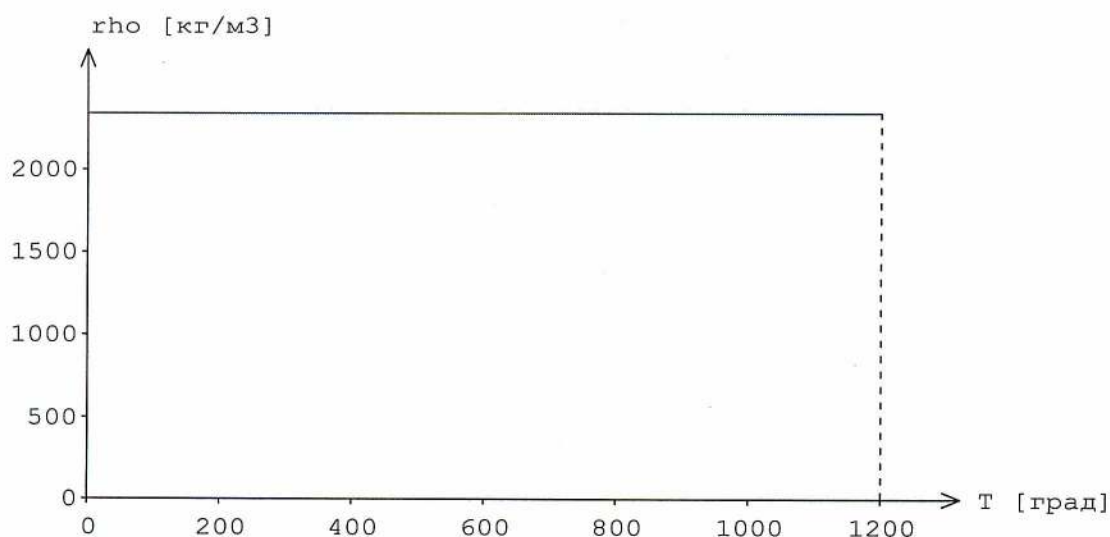


Рис. 10. Зависимость плотности бетона  $\rho$  от температуры

## 1.2. Железобетонная сплошная плита покрытия

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

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

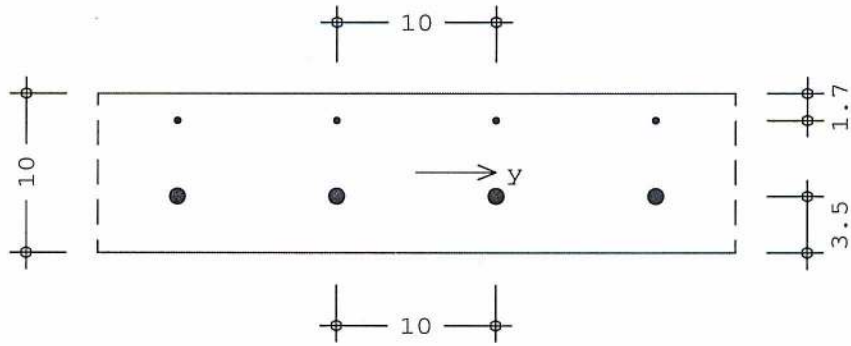
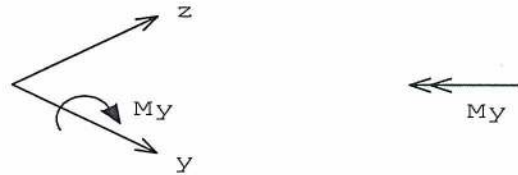


Рис.11. Расчетное сечение плиты перекрытия

Усилия

Относительно центральной оси бетонного сечения  
Положительное направление момента



К	N [кН/м]	M <sub>y</sub> [кНм/м]
1		12.0

Материал

Бетон тяжелый на силикатном заполнителе			<i>B25</i>
Плотность бетона	□	= 2350	кг/м <sup>3</sup>
Влажность бетона %	W	= 1.5	
Арматурная сталь			<i>A400</i>
Нормативные сопротивления			
		R <sub>bn</sub>	= 18.50
		МПа	
		R <sub>sn</sub>	= 400
		МПа	

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



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

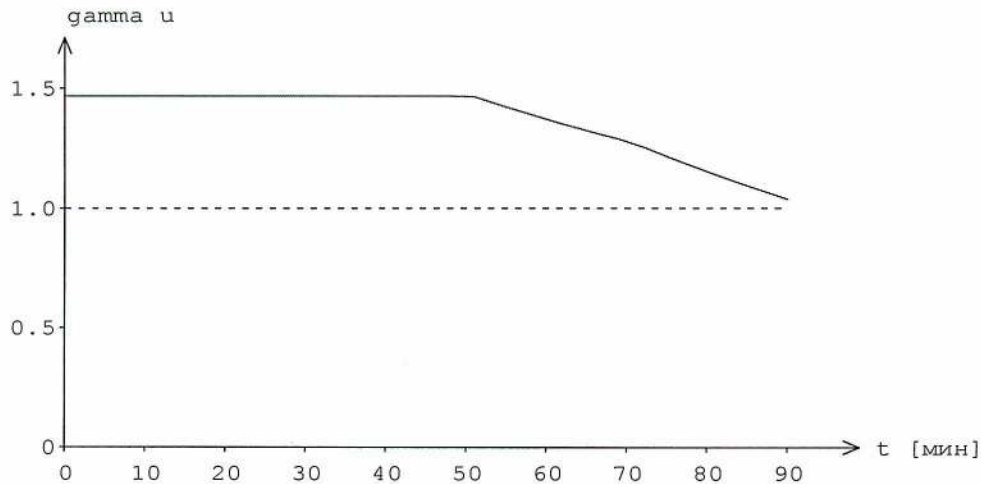


Рис. 12. Изменение коэффициента запаса прочности  $\gamma_u$  от времени, в сечении плиты перекрытия при воздействии "стандартного пожара"

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

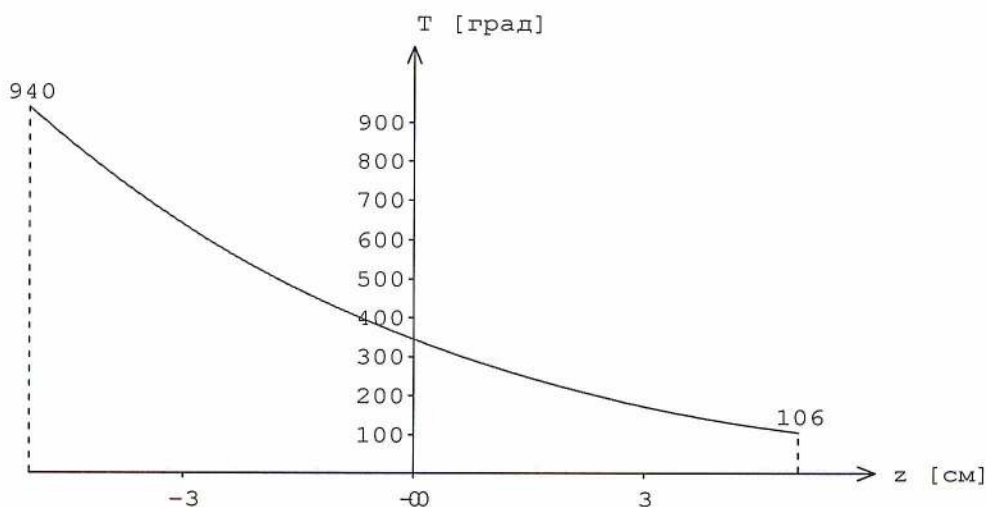


Рис. 13. Температура  $T$  по оси  $z$  (по толщине сечения)

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



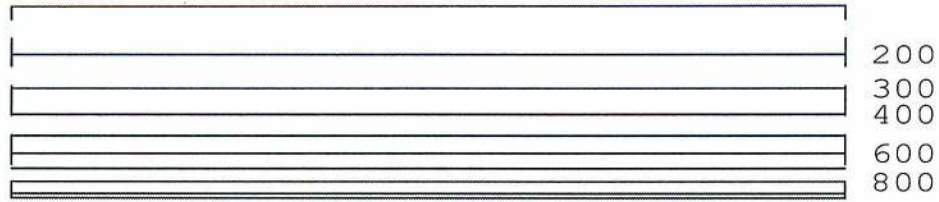


Рис. 14. Изотермы в расчетном сечении

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

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)	

Таблица 2

Несущая способность при  $t=90$  мин

Пределные усилия	$N_u$ [кН/м]	$M_{yu}$ [кНм/м]	$\square_u$
	0.0	12.46	<b>1.038</b>

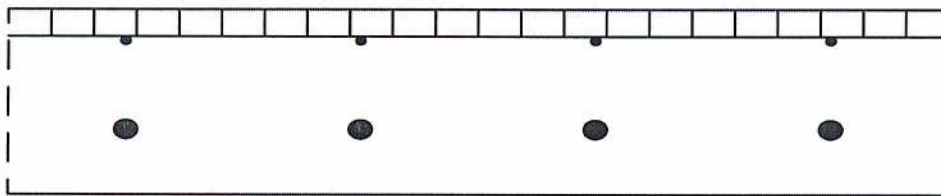


Рис. 15. Высота сжатой зоны в расчетном сечении плиты

Кривизна  $\square_y = -0.42265$  1/м

Деформации бетона	Максимальная деформация			Минимальная деформация		
	$\square$ [%.]	$\square$ [МПа]	$T$ [град]	$\square$ [%.]	$\square$ [МПа]	$T$ [град]
	36.05	0.00	940	-6.22	-11.41	106

Деформации стали	Максимальная деформация			Минимальная деформация		
	$\square$ [%.]	$\square$ [МПа]	$T$ [град]	$\square$ [%.]	$\square$ [МПа]	$T$ [град]
	21.25	267.2	473	0.97	181.2	160

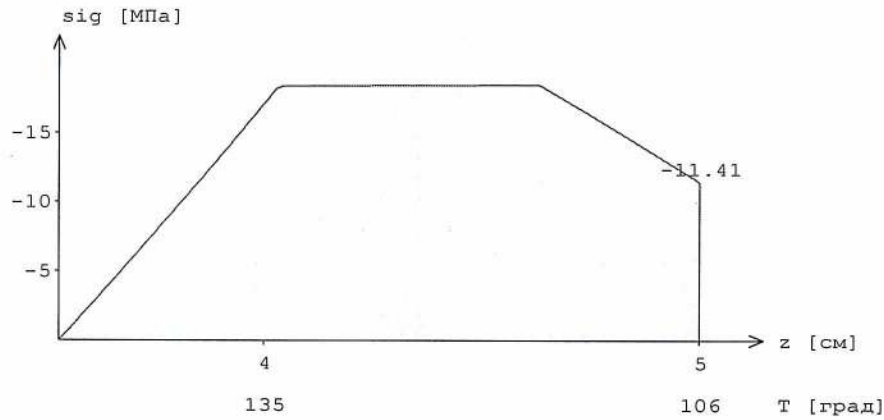


Рис. 16. Напряжения в сжатом бетоне плиты

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

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

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

Расчетная схема          Длина балки           $l = 3.00$  м

Закрепление краев балки          шарнирное

Сечение          Ширина           $b = 15$  см  
Высота           $h = 40$  см

Нижняя арматура          Диаметр крайних стержней           $d_{s,kr} = 12$  мм

Защитный слой:

снизу           $a_{zn} = 35$  мм

сбоку           $a_{zb} = 35$  мм



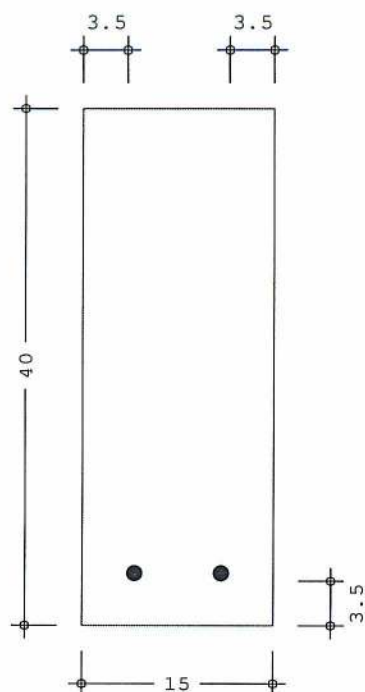
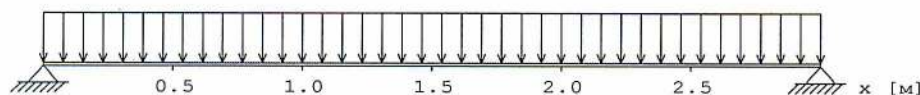


Рис. 17. Расчетное сечение балки

Нагрузки

Распределенная нагрузка  $q = 5.00$  кН/м



Материал

Бетон тяжелый

B25

на силикатном заполнителе

Плотность бетона  $\rho = 2350$  г/м<sup>3</sup>

Влажность бетона  $W = 1.5$  %

Продольная арматура A400

Поперечная арматура A240

Норматив. сопротивления при нормальной температуре

$$R_{bn} = 18.50 \text{ МПа}$$

$$R_{btn} = 1.55 \text{ МПа}$$

$$R_{sn} = 400 \text{ МПа}$$

$$R_{swn} = 192 \text{ МПа}$$

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

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

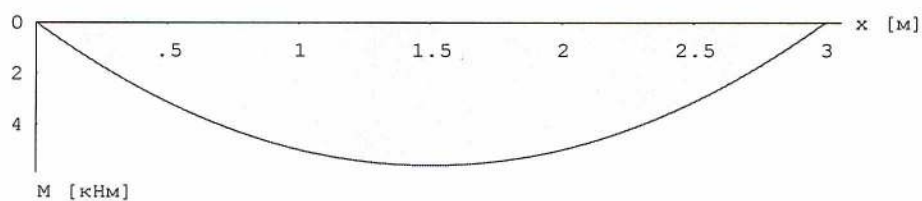


Рис. 18. Эпюра изгибающего момента

### Проверка прочности при действии изгибающего момента

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

Изменение коэффициента запаса прочности балки  $\varphi_u$  от температуры представлено в табл. 4 и рис. 19 настоящего приложения.

Таблица 4

Коэффициент запаса прочности	t [мин]	T среды [град]	$\varphi_u$
	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

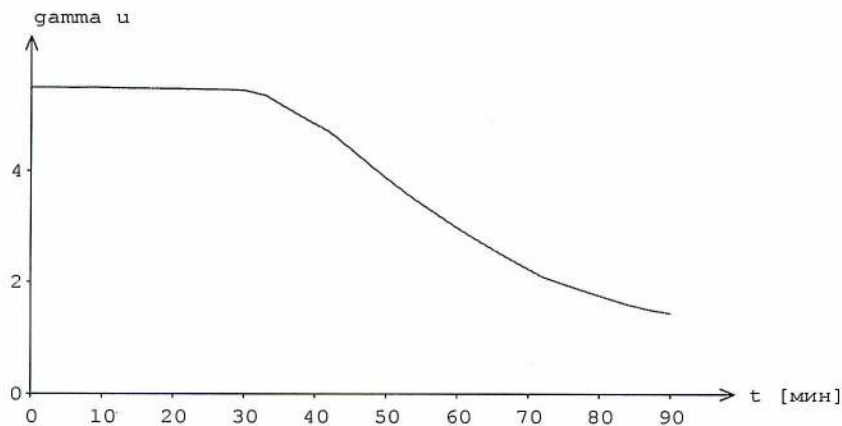


Рис. 19. Изменение коэффициента запаса прочности  $\gamma_u$  от времени балки при воздействии "стандартного пожара"

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  
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. 5.

**Таблица 5**

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

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(обязательное)

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



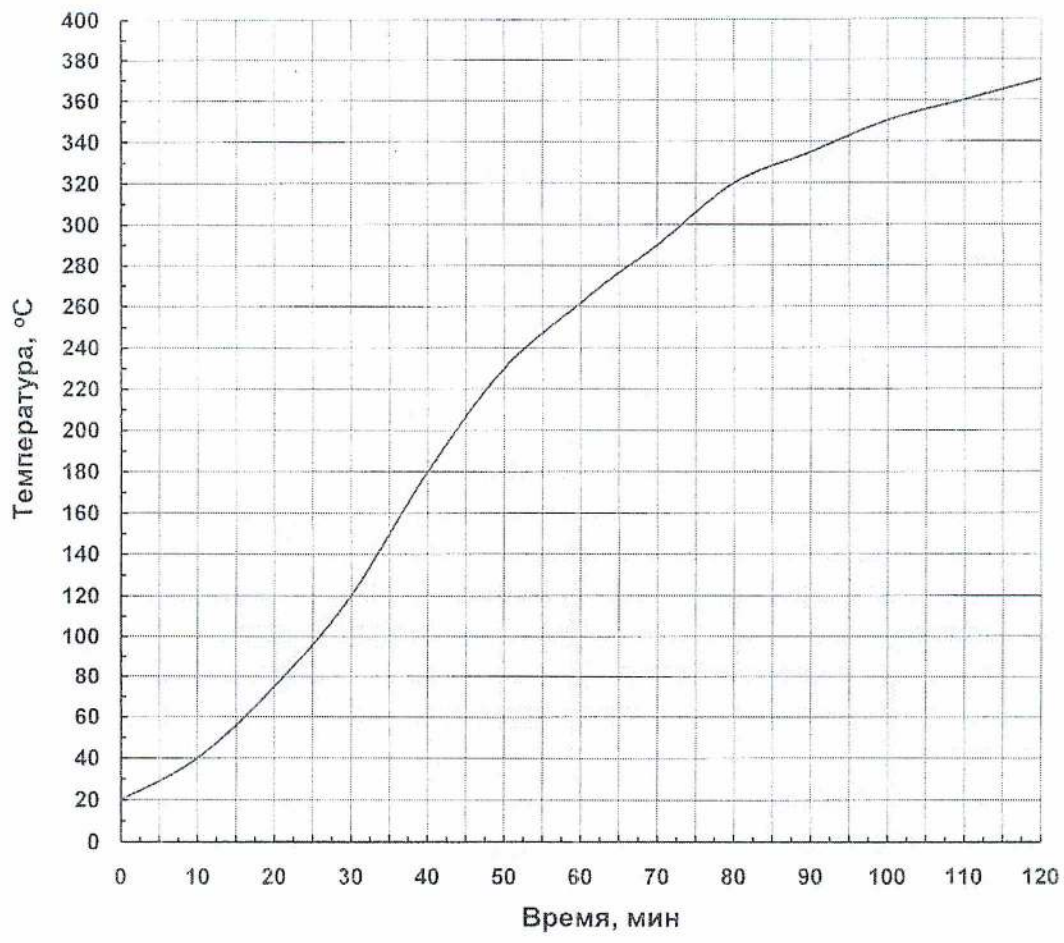


Рисунок 1. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной плиты толщиной 50 мм из тяжелого бетона (плотность - 2330 кг/м<sup>3</sup>, влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе

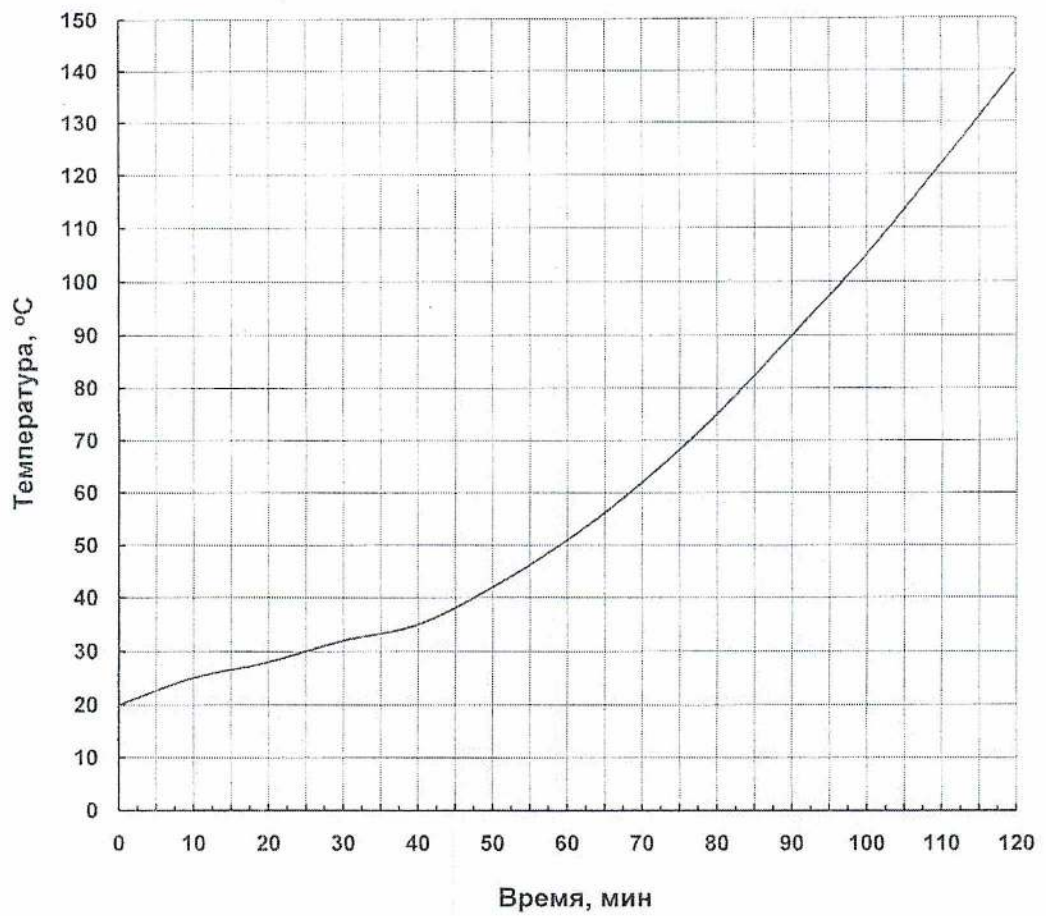


Рисунок 2. Прогрев необогреваемой поверхности сплошной и  
многопустотной плиты толщиной соответственно 120  
и 160 мм из тяжелого бетона (плотность -  $2330 \text{ кг/м}^3$ ,  
влажность - 2,0 %) на гранитном заполнителе