ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58875— 2020

«Зеленые» стандарты

ОЗЕЛЕНЯЕМЫЕ И ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ КРЫШИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Технические и экологические требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-образовательным центром «Экологическая безопасность, зеленые стандарты и технологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НОЦ «НИУ МГСУ»), Обществом с ограниченной ответственностью «Илья Мочалов и Партнеры» (ООО «Илья Мочалов и Партнеры»), Национальным кровельным союзом (НКС)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 366 «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности и «зеленая» инновационная продукция»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 мая 2020 г. № 245-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 В настоящем стандарте реализована статья 2 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Общие положения 6
4.1 Типология озелененных и эксплуатируемых крыш 6
4.2 Эксплуатируемые крыши 11
5 Экологические требования к проектированию озеленяемых крыш 11
5.1 Климатические, экологические и погодные условия. Особенности проектирования озелененной крыши в различных климатических регионах 11
5.2 Совместимость материалов и растений 12
5.3 Защита растений от воздействия выброса вредных веществ 12
5.4 Требования к субстратам 12
5.5 Требования к посадочному материалу 15
5.6 Системы водно-ирригационного контроля 16
6 Технические требования при проектировании озеленяемых и эксплуатируемых крыш 18
6.1 Общие требования при проектировании озеленяемых и эксплуатируемых крыш 18
6.2 Проектные весовые нагрузки 18
6.3 Требования к конструктивным слоям озеленяемых и эксплуатируемых крыш 22
6.4 Требования безопасности 39
7 Дополнительные требования 39
7.1 Малые архитектурные формы, возводимые на крыше 39
7.2 Ветровые нагрузки 41
7.3 Эксплуатация и обслуживание объектов озеленения, гарантийные сроки 42
7.4 Требования к производству и сдаче работ по озеленению 43
8 Контроль качества строительства озеленяемых крыш 43
8.1 Требования к строительству озеленяемых крыш и качеству производимых работ 43
Приложение А (справочное) Определение плотности субстрата 45
Приложение Б (справочное) Определение значения предельной влагоемкости субстрата 47
Библиография 48

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью применения и развития «зеленых» технологий в строительстве. Положения настоящего стандарта направлены на обеспечение выполнения технических и экологических требований при проектировании, строительстве озеленяемых и эксплуатации озелененных и эксплуатируемых крыш, на создание безопасной и здоровой среды жизнедеятельности человека, использование высокотехнологичных материалов, применение энергоэффективных технологий и конструктивных инженерных решений и снижение негативных воздействий на окружающую среду.

В настоящем стандарте определены основные положения и общие требования в области строительства озеленяемых и эксплуатируемых крыш зданий и сооружений, представлена типология «зеленых» крыш, указаны технические и экологические требования при их проектировании, строительстве и эксплуатации.

Для увеличения практики использования озеленяемых и эксплуатируемых крыш зданий и сооружений в строительстве необходимо руководствоваться требованиями настоящего стандарта в качестве действенного механизма технического регулирования.

При проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений площадь крыши, озелененной по стационарному экстенсивному, полуинтенсивному и интенсивному типам, должна включаться в состав зеленых насаждений (озеленения) при подсчете баланса территории объекта капитального строительства и являться составной частью системы компенсационного озеленения города вне зависимости от вертикальной отметки крыши и этажности озелененных таким образом зданий и сооружений.

Озелененные крыши оказывают положительное влияние с точки зрения экологии и защиты окружающей среды в урбанизированной городской среде.

Вид, степень и способ воздействия озелененной крыши на окружающую среду может быть различен в каждом конкретном проекте. В любом случае создание ландшафтно-архитектурного, озеленяемого объекта на крыше должно оказать следующее благоприятное экологическое воздействие на окружающую среду, вне зависимости от типологии и классификации озелененных крыш:

- озеленение крыш придает территории новые функции зеленой зоны и часто одновременно служит местом отдыха и рекреации;
- озелененные крыши смягчают урбанистический характер городской среды и выполняют функции компенсационного озеленения на территориях с плотной и тесной застройкой;
- за счет структурирования частных и общественных территорий города озеленение крыш улучшает экологическую среду обитания человека как в жилой, так и в офисной и промышленной застройке;
- при строительстве объектов озеленения на крышах создаются дополнительные места обитания для объектов флоры и фауны (в том числе находящихся под угрозой исчезновения) и повышается биоразнообразие;
- создаются благоприятные условия для сохранения водных ресурсов, регулируются стоки дождевой воды, сохраняется баланс естественного круговорота воды в природе за счет испарения и транспирации. Уменьшаются сток воды в период дождей, удерживание осадков в форме, доступной для растений, замедление процесса стока излишней воды, идет сокращение нагрузки на городскую систему ливневой канализации за счет удерживания воды в системе озеленения крыши;
- озелененные крыши способствуют улучшению микроклимата, снижают интенсивность отражения солнечных лучей на соседние зоны, смягчают экстремальную температуру воздуха в летний и зимний периоды, повышают уровень влажности в атмосфере, собирают на себя частички пыли;
- улучшают звукоизоляцию;
- улучшают теплоизоляцию как в зимний, так и в летний периоды;
- снижают энергопотребление на обогрев зданий в зимнее время и на кондиционирование в летнее;
- повышают имидж собственника как экологически грамотного специалиста.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«Зеленые» стандарты

ОЗЕЛЕНЯЕМЫЕ И ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ КРЫШИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Технические и экологические требования

«Green» standards. Green and operated roots of buildings and structures.
Technical and environmental requirements

Дата введения — 2020—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на проектирование, строительство озеленяемых крыш, ремонт, реконструкцию и эксплуатацию озелененных и эксплуатируемых конструкций на крышах зданий и сооружений различного функционального назначения во всех климатических зонах Российской Федерации.

Положения настоящего стандарта необходимо соблюдать при проектировании, строительстве и эксплуатации озеленяемых и эксплуатируемых конструкций на крышах зданий и сооружений различного назначения с учетом требований безопасности зданий и сооружений [1], требований пожарной безопасности [2] и повышения энергетической эффективности [3].

При проектировании и устройстве озеленяемых и эксплуатируемых конструкций на крышах зданий и сооружений кроме требований настоящего стандарта должны быть соблюдены правила действующих норм проектирования зданий и сооружений, техники безопасности и правил по охране труда.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 14.205 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения

ГОСТ 1811 Трапы для систем канализации зданий. Технические условия

ГОСТ 2678 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний

ГОСТ 9561 Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технические условия

ГОСТ 11305 Торф и продукты его переработки. Методы определения влаги

ГОСТ 12767 Плиты перекрытий железобетонные сплошные для крупнопанельных зданий. Общие технические условия

ГОСТ 21506 Плиты перекрытий железобетонные ребристые высотой 300 мм для зданий и сооружений. Технические условия

ГОСТ 24045 Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия

ГОСТ 26204 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО

ГОСТ 26487 Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО

Издание официальное

ГОСТ 26488 Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО

ГОСТ 26489 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО

ГОСТ 26930 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка

ГОСТ 27215 Плиты перекрытий железобетонные ребристые высотой 400 мм для промышленных зданий и сооружений. Технические условия

ГОСТ 30178 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов

ГОСТ 31897 (EN 12691:2006) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения сопротивления динамическому продавливанию

ГОСТ 31898-1 (EN 12310-1:1999) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения сопротивления раздиру стержнем гвоздя

ГОСТ 31899-1 (EN 12311-1:1999) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения деформативно-прочностных свойств

ГОСТ 31899-2 (EN 12311-2:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения деформативно-прочностных свойств

ГОСТ 32310 (EN 13164:2008) Изделия из экструзионного пенополистирола XPS теплоизоляционные промышленного производства, применяемые в строительстве. Технические условия

ГОСТ 32317 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод испытания на старение под воздействием искусственных климатических факторов: УФ-излучения, повышенной температуры и воды

ГОСТ 32318 (EN 1931:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения паропроницаемости

ГОСТ 32319 (EN 13948:2007) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения стойкости к прониканию корней

ГОСТ 32315.1 (EN 12316-1:1999) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения сопротивления раздиру клеевого соединения

ГОСТ 32316.1 (EN 12317-1:1999) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения прочности на сдвиг клеевого соединения

ГОСТ EN 495-5 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные и эластомерные). Метод определения гибкости при пониженных температурах

ГОСТ EN 826 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Методы определения характеристик сжатия

ГОСТ EN 1107-2 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения изменения линейных размеров

ГОСТ EN 1109 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения гибкости при пониженных температурах

ГОСТ EN 1110 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения теплостойкости

ГОСТ EN 1604 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения стабильности размеров при заданной температуре и влажности

ГОСТ EN 1607 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения прочности при растяжении перпендикулярно к лицевым поверхностям

ГОСТ EN 1609 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Методы определения водопоглощения при кратковременном частичном погружении

ГОСТ EN 1849-1 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Методы определения толщины и массы на единицу площади

ГОСТ EN 1849-2 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Методы определения толщины и массы на единицу площади

ГОСТ EN 1850-2 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения видимых дефектов

ГОСТ EN 1928 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения водонепроницаемости

ГОСТ EN 12089 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения характеристик изгиба

ГОСТ EN 12430 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения прочности при действии сосредоточенной нагрузки

ГОСТ EN 12730 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения сопротивления статическому продавливанию

ГОСТ Р 56582/EN 1848-2:2001 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные и эластомерные). Методы определения длины, ширины, прямолинейности и плоскостности

ГОСТ Р 56590 (EN 13165:2012) Плиты на основе пенополиизоцианурата теплозвукоизоляционные. Технические условия

ГОСТ Р 54560 Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, для водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации. Технические условия

ГОСТ Р 56911/EN 2317-2:2010 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные и эластомерные). Метод определения прочности на сдвиг сварного и клеевого соединений

ГОСТ Р 57415/EN 1548:2007 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные и эластомерные). Метод определения стойкости к воздействию битума

ГОСТ Р 57416/EN 1844:2013 Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные и эластомерные). Метод определения стойкости к воздействию озона

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 17.13330.2017 «СНиП II-26-76 Кровли»

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

СП 30.13330.2012 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий»

СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения»

СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания»

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»

СП 54.13330.2016 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»

СП 55.13330.2016 «СНиП 31-02-2001 Дома жилые одноквартирные»

СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания»

СП 64.13330.2017 «СНиП II-25-80 Деревянные конструкции»

СП 95.13330.2016 «СНиП 2.03.02-86 Бетонные и железобетонные конструкции из плотного силикатного бетона»

СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»

СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **антифрикционный слой:** Слой для предотвращения передачи движения между верхними слоями и водоизоляционным слоем.

3.2 **влагонакопительный (водонакопительный) слой:** Один или несколько слоев синтетических материалов для накопления влаги в дождливый период и для отдачи влаги корням растений в засушливый период.

3.3 **водоизоляционный слой:** Один или несколько слоев рулонных кровельных материалов или мастик, в том числе армированных, последовательно укладываемых на специальное основание.

3.4 **водоотвод:** Система устройств для отвода воды самотеком с поверхности крыши.

3.5 **водопроницаемость:** Это свойство материала впитывать и пропускать через свой профиль поступающую с поверхности воду.

3.6 **водопроницаемый слой:** Часть дренажного слоя, воспринимающая воду, проникающую из верхних слоев дорожной одежды, и пропускающая ее к месту водоотведения без создания давления.

3.7 **водосточная воронка:** Конструктивная деталь, устанавливаемая на поверхности крыши при внутреннем водоотводе или на верхнем конце подвесной водосточной трубы, в том числе в водосборном лотке, при наружном водоотводе.

3.8 **воздухообменный слой:** Слой, служащий для циркуляции воздуха и доставки к корням растений кислорода и препятствующий в дождливый сезон загниванию корней.

3.9 **выравнивающий слой:** Слой, заменяющий несущий и подстилающий слои специально для создания уклона в тонкослойной дорожной одежде, если в отдельных случаях невозможно обеспечить минимальную толщину несущего слоя.

3.10 **гумус:** Часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов.

3.11 **дренажно-водонакопительный слой:** Слой, выполненный из полимерных профилированных мембран, дренажно-водонакопительных матов и других подобных материалов, предназначенный одновременно для отвода воды с эксплуатируемых и озеленяемых крыш, а также для накопления воды для питания растений на озеленяемой крыше.

3.12 **дренажный слой:** Слой, выполненный из полимерных профилированных мембран, щебня, дренажных матов и других подобных материалов для отвода воды с эксплуатируемых и озеленяемых крыш.

3.13 **ендова:** Место пересечения сходящихся скатов покрытия, по которому стекает вода.

3.14 **защитный слой:** Рулонный материал, предохраняющий основной водоизоляционный ковер от механических повреждений, атмосферных воздействий и распространения огня по поверхности крыши.

3.15 **инвазивное (чужеродное) растение:** Живое растение, обитающее за пределами его естественного ареала, распространение и численность которого создают угрозу жизни или здоровью граждан, сохранению биологического разнообразия и причиняют вред отдельным отраслям экономики.

3.16 **инверсионная крыша:** Крыша с теплоизоляционным слоем поверх водоизоляционного слоя.

3.17 **конек:** Верхнее горизонтальное ребро крыши, образующее водораздел.

3.18 **корнезащитный слой (корнезащита):** Слой, укладываемый поверх водоизоляционного слоя для его защиты от повреждения корнями растений.

3.19 **крыша:** Верхняя ограждающая конструкция здания или сооружения для защиты помещений от внешних климатических и других воздействий.

3.20 **модульная система озеленения:** Система озеленения крыши с применением модульных, нестационарных конструкций: лотков, горшков, вазонов, контейнеров и других емкостей различной формы и конфигурации.

3.21 **несущий слой:** Слой, обеспечивающий несущую способность, и перераспределяющий напряжения с покрытия, переводя их в нижележащие слои.

3.22 **нетканый геотекстиль (материал):** Рулонный синтетический материал, состоящий из ориентированных и (или) неориентированных (хаотично расположенных) волокон, нитей, филаментов и других элементов, скрепленных механическим, термическим, физико-химическим способами и их комбинацией в различных сочетаниях.

3.23 **неэксплуатируемая крыша:** Верхняя ограждающая конструкция здания, не предназначенная для пребывания на ней людей, не связанных с ее эксплуатацией и периодическим обслуживанием озеленения и инженерных систем здания.

3.24 **озелененная («зеленая») крыша:** Крыша, верхняя поверхность которой частично или полностью представлена живым растительным слоем, субстратом, а также специальными слоями, такими как дренажный слой, дренажно-водонакопительный слой, водоизоляционный слой и др.

3.25 **озелененная интенсивная крыша:** Крыша, созданная с применением слоя субстрата и посадочного материала: трав, кустарников и деревьев, различных типов почвопокровных растений, с постоянным уходом за растительностью (удобрение, полив, прополка, кошение и т. д.) и с возможностью доступа посетителей помимо обслуживающего персонала.

3.26 **озелененная полуинтенсивная крыша:** Крыша, созданная с применением слоя субстрата и посадочного материала: трав, многолетних, почвопокровных растений, кустарников, с ограниченным, но с постоянным уходом за растительностью и с возможностью доступа посетителей помимо обслуживающего персонала.

3.27 **озелененная экстенсивная крыша:** Крыша, созданная с применением слоя субстрата и посадочного материала, обладающего признаками природных растительных сообществ, т. е. способностью к самоподдержанию, самовозобновлению и долголетнему устойчивому развитию, как правило, без возможности доступа посетителей, помимо обслуживающего персонала.

3.28 **основание под водоизоляционный слой:** Поверхность теплоизоляции, несущих плит крыши (настилов), стяжек, штукатурки, стен и т. п., на которую укладывают водоизоляционный слой (рулонный или мастичный) либо стропильные конструкции, обрешетка, контробрешетка, сплошной настил, на которые укладывают и закрепляют водоизоляционный слой из штучных, волнистых или листовых кровельных материалов.

3.29 **пароизоляционный слой:** Слой из рулонных или мастичных материалов, расположенный в ограждающей конструкции для ее предохранения от воздействия водяных паров, содержащихся в воздухе ограждаемого помещения.

3.30 **подкладочный слой (подкладочный ковер):** Слой кровельного рулонного материала, укладываемого на сплошной настил для его защиты от увлажнения и повышения водонепроницаемости крыши.

3.31 **подстилающий слой:** Слой дорожных одежд, находящийся под покрытием, предназначенный для компенсации допусков, например мостовых камней, плитки, бетонных плит и несущего слоя, и передающий нагрузку в нижележащий несущий слой.

3.32 **покрытие:** Верхняя часть пешеходных дорожек и автомобильных дорог, выполненная, например, из плитки, брусчатки, клинкерного кирпича, экобрусчатки, асфальта, бетона, резиново-каучукового состава и других искусственных и природных материалов.

3.33 **почва:** Самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства и соответствующие условия развития растений.

3.34 **предельная влагоемкость:** Наибольшее количество влаги, которую материал способен удерживать капиллярными силами после прекращения свободного стекания гравитационной воды.

3.35 **предохранительный слой:** Слой, располагаемый между основным водоизоляционным слоем или теплоизоляцией и защитным слоем или пригрузом для предохранения ковра от механических повреждений.

3.36 **разделительный слой:** Слой из рулонного материала между теплоизоляцией и монолитной стяжкой на цементном вяжущем для исключения увлажнения теплоизоляции или между слоями из несовместимых материалов для исключения их контакта.

3.37 **растительный слой (растительность):** Специально подобранные живые растения с высокой степенью жизнестойкости, многолетние и однолетние растения, деревья, кустарники и лианы.

3.38 **сорное растение (сорняк):** Нежелательное для человека и определенное конкретным проектом живое растение, обитающее в растительном слое озелененной крыши.

3.39 **стяжка:** Монолитный или сборный слой для выравнивания нижерасположенной поверхности или для создания уклонообразующего слоя.

3.40 **субстрат:** Искусственная смесь, состоящая из неорганических и органических веществ, содержащая оптимальное количество основных элементов питания, необходимых для роста и развития растений, и обладающая влагоемкостью, дренирующей способностью, а также прочими физическими свойствами, благоприятными для роста и устойчивого развития растений.

3.41 **термоскрепленный геотекстиль из штапельных волокон:** Рулонный материал, полученный из штапельных волокон с термическим скреплением.

3.42 **уклон крыши:** Отношение перепада высот участка крыши к его горизонтальной проекции, выраженное относительной величиной в процентах, %, либо угол между линией ската крыши и ее проекцией на горизонтальную плоскость, выраженный в градусах, °.

3.43 **фильтрующий слой:** Водопропускающий материал, препятствующий засорению и заиливанию дренирующего, водонакопительного и воздухообменного слоев, а также попаданию в них мелких фракций субстрата.

3.44 **эксплуатируемая крыша:** Специально оборудованная крыша здания или сооружения, предназначенная для использования, например, в качестве зоны для отдыха, размещения спортивных площадок, озеленения, автостоянок, автомобильной дороги, транспорта над подземными паркингами, на стилобатах и т. п. и предусмотренная для пребывания людей, не связанных с периодическим обслуживанием инженерных систем здания.

4 Общие положения

4.1 Типология озелененных и эксплуатируемых крыш

Выбор конструкции озеленяемых и эксплуатируемых крыш производят с учетом функционального назначения зданий и сооружений, их несущих и конструктивных возможностей, а также на основе анализа предъявляемых к конструкциям требований: интенсивности эксплуатации крыши, экологических требований, типологии озеленения, экономической целесообразности и др.

Материалы, применяемые для монтажа крыш, должны отвечать требованиям действующих документов в области стандартизации.

Строительные материалы, применяемые в конструкции эксплуатируемых и озелененных крыш, должны быть совместимы с материалами смежных слоев. При несовместимости материалов необходимо предусмотреть устройство между ними разделительного слоя, обеспечивающего сохранение их физико-механических характеристик на протяжении всего срока эксплуатации строительных конструкций.

Несущие конструкции крыш могут быть деревянными, стальными или железобетонными. Они должны соответствовать требованиям СП 16.13330, СП 64.13330 и СП 95.13330.

В качестве железобетонного основания могут быть использованы сплошные, пустотные или ребристые плиты по ГОСТ 12767, ГОСТ 9561, ГОСТ 21506 и ГОСТ 27215.

Профилированный лист, используемый для устройства крыш, должен соответствовать требованиям ГОСТ 24045.

Несущие конструкции эксплуатируемых и озелененных крыш должны быть рассчитаны на действие дополнительных нагрузок от нахождения на крыше людей, оборудования, систем озеленения, транспорта и т. п. Расчет нагрузок осуществляют в соответствии с требованиями СП 20.13330.

Озелененные крыши подразделяют на крыши с мобильным (контейнерным) и стационарным типом озеленения.

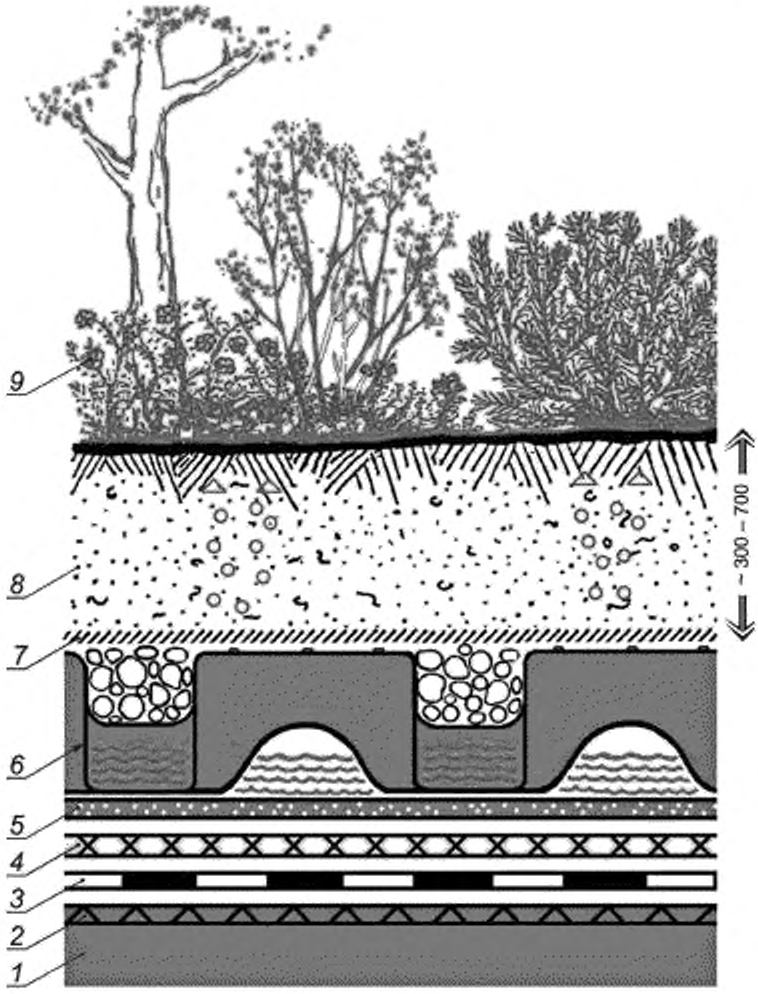
Мобильное (или контейнерное) озеленение крыш реализуют посадкой растений в кадки (модули, контейнеры) с дальнейшей установкой на эксплуатируемую крышу. Мобильное озеленение крыш может быть предусмотрено при проектировании новых, реконструкции и капитальном ремонте существующих зданий и сооружений любого назначения. Механические свойства материалов элементов модульных систем должны обеспечивать возможность их применения на крышах с учетом условий эксплуатационных и других нагрузок на крыше. Мобильные системы «зеленой» крыши оснащены приспособлениями для установки и скрепления модулей между собой — соединительными элементами, которые являются составляющими частями модулей или могут быть отдельными компонентами системы.

В случае применения стационарного типа озеленения на крыше создают постоянный (не перемещаемый в течение всего срока жизни крыши) слой субстрата, а все посадки растений выполняют в субстрат аналогично объектам традиционного озеленения. Стационарное озеленение крыш может быть предусмотрено при проектировании новых, реконструкции и капитальном ремонте существующих зданий и сооружений, а также при реализации проектов благоустройства и озеленения.

Озелененные крыши со стационарным озеленением в зависимости от преобладающего типа применяемых растений подразделяют на три типа:

- с озеленением интенсивного типа;
- с озеленением полуинтенсивного типа;
- с озеленением экстенсивного типа.

Озеленение крыши интенсивного типа должно включать в себя посадку кустарников и многолетних травянистых растений, в отдельных случаях деревьев, а также создание различных типов газонов. Насаждения можно располагать как на одном уровне, так и на разных уровнях участка крыши с использованием геопластики рельефа (см. рисунок 1).



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой, *3* — защитный слой; *4* — корнезащитный слой; *5* — влагонакопительный слой, *6* — дренажный слой, *7* — фильтрующий слой; *8* — субстрат; *9* — растительный слой

Рисунок 1 — Озеленение интенсивного типа

Посадка деревьев и крупных кустарников на интенсивной озелененной крыше зависит от ограничений по весовым нагрузкам, размерам крыши и от других индивидуальных особенностей проекта, при этом максимальные значения весовых нагрузок не нормированы и определены проектными решениями.

Озеленение крыш интенсивного типа должно соответствовать типу крыш с толщиной (высотой) слоя субстрата не менее 300 мм. Толщина субстрата более 700 мм может быть применена в исключительных случаях и требует обоснования проектного решения.

Озеленение интенсивного типа охватывает следующие растительные группировки:

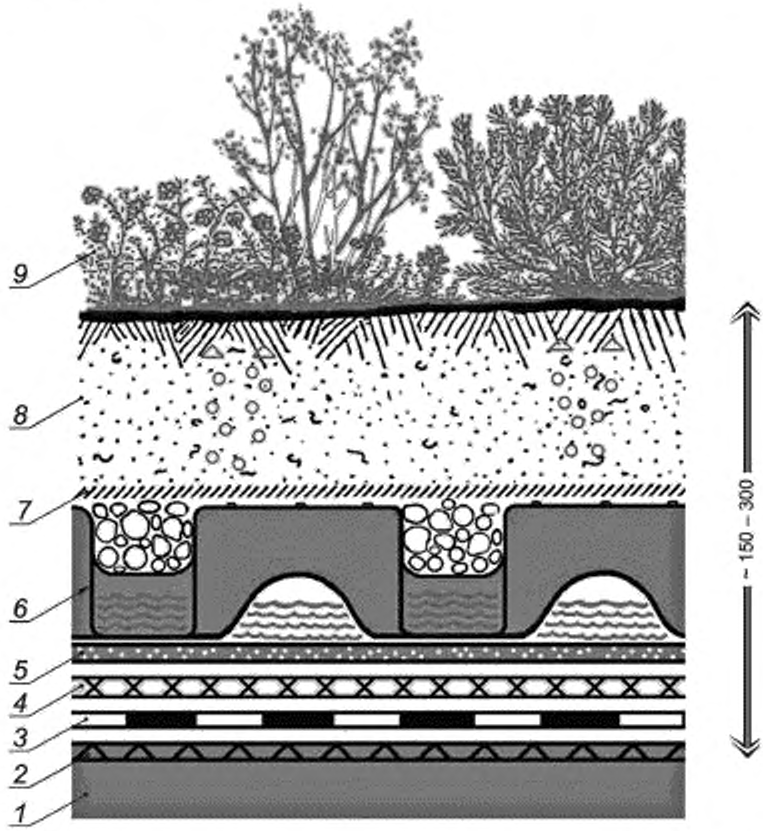
- злаковые и травянистые растения;
- многолетники и кустарники;
- почвопокровные и кустарники;
- травянистые растения, кустарники и деревья;
- деревья.

Для поддержания озеленения интенсивного типа на крышах в надлежащем состоянии требуются постоянный уход и эксплуатация, регулярный полив, прополка и подкормка растений.

При озеленении интенсивного типа нужно учитывать следующие экологические факторы:

- необходимость обеспечения ветроустойчивости деревьев, кустарников и многолетних травянистых растений на открытых участках крыши;
- чувствительность некоторых видов растений к тепловому излучению субстрата и застою теплого воздуха;
- чувствительность всех растений к химическим веществам, загрязняющим воздух, и к выбросам теплого и холодного воздуха (например, из труб вентиляции, кондиционеров и дымоходов).

Озеленение крыши полуинтенсивного типа должно включать в себя посадку различных типов газона, травянистых и в отдельных случаях древесных растений. При этом спектр применения и возможностей для ландшафтного проектирования несколько ограничен по сравнению с озеленением интенсивного типа (см. рисунок 2).



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слой; *4* — корнезащитный слой, *5* — влагонакопительный слой; *6* — дренажный слой; *7* — фильтрующий слой, *8* — субстрат; *9* — растительный слой

Рисунок 2 — Озеленение полуинтенсивного типа

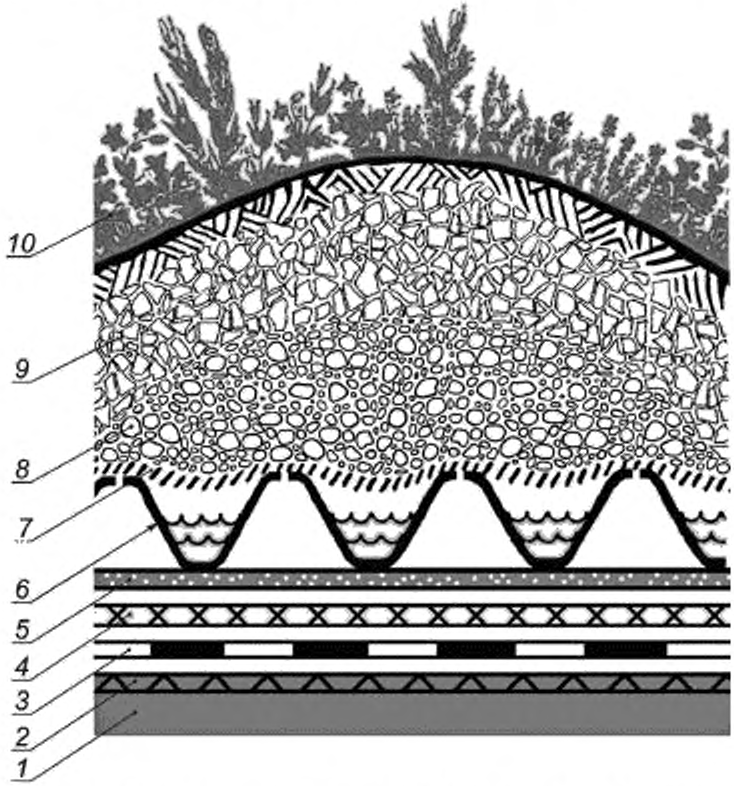
Озеленение полуинтенсивного типа является промежуточным типом между озеленением интенсивного и экстенсивного типов и охватывает следующие растительные группировки:

- злаковые и травянистые растения;
- многолетники и кустарники;
- почвопокровные и кустарники;
- кустарники.

Насаждаемые растения не нуждаются в тщательном уходе и не требуют интенсивного полива и подкормки в отличие от озеленения интенсивного типа.

Все насаждения могут быть расположены как на одном, так и на разных уровнях участка крыши с использованием геопластики рельефа (см. рисунок 3).

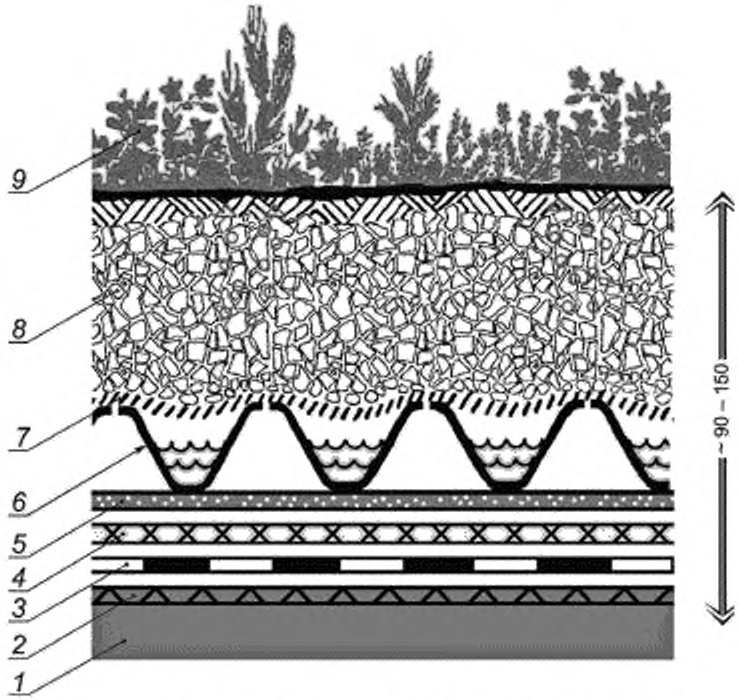
Тип крыш полуинтенсивного озеленения должен соответствовать типу крыш с толщиной (высотой) слоя субстрата не менее 150 мм и не более 300 мм.



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слой, *4* — корнезащитный слой. *5* — влагонакопительный слой; *6* — дренажный слой; *7* — фильтрующий слой; *8* — керамзитовый гравий; *9* — субстрат; *10* — растительный слой

Рисунок 3 — Устройство холма с геопластикой рельефа

Под озеленением крыш экстенсивного типа понимается создание «природоподобных» участков, т. е. обладающих признаками природных растительных сообществ — способностью к самоподдержанию, самовозобновлению и устойчивому развитию (см. рисунок 4). Для озеленения экстенсивного типа требуется производить подбор растений, приспособленных к экстремальным условиям крыш и обладающих высокой регенерационной способностью. Одним из главных условий подбора является принадлежность растений к местной флоре и/или быстрая адаптация видов растений в местном климате.



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слой; *4* — корнезащитный слой; *5* — влагонакопительный слой; *6* — дренажный слой; *7* — фильтрующий слой; *8* — субстрат; *9* — растительный слой

Рисунок 4 — Озеленение экстенсивного типа

Растительный материал на таких крышах должен быть представлен мхами, лишайниками, суккулентами, травянистыми растениями и злаковыми травами. При озеленении данного типа допускается естественное изменение характера насаждения со временем, исчезновение одних видов растений и появление новых, которые могут в значительной степени увеличить общий объем растительности на участке.

При озеленении экстенсивного типа необходимо создать сомкнутый покров растительности за короткий период времени, заданный проектным решением, опережая процесс спонтанного заселения крыши, и с помощью естественной динамики роста посаженных растений создать экологическое сообщество длительного срока жизни.

Озеленение экстенсивного типа включает следующие растительные группировки:

- мхи, лишайники и растения рода «Очитки»;
- мхи, лишайники и травянистые двудольные растения;
- злаковые и травянистые двудольные;
- злаковые и травянистые двудольные.

Как правило, озеленение экстенсивного типа не требует проведения специальных мероприятий по эксплуатации и уходу через два года после его создания. Исключением являются работы по периодическому мониторингу насаждений и удалению сорных и инвазивных растений.

При озеленении экстенсивного типа учитывают следующие экологические факторы:

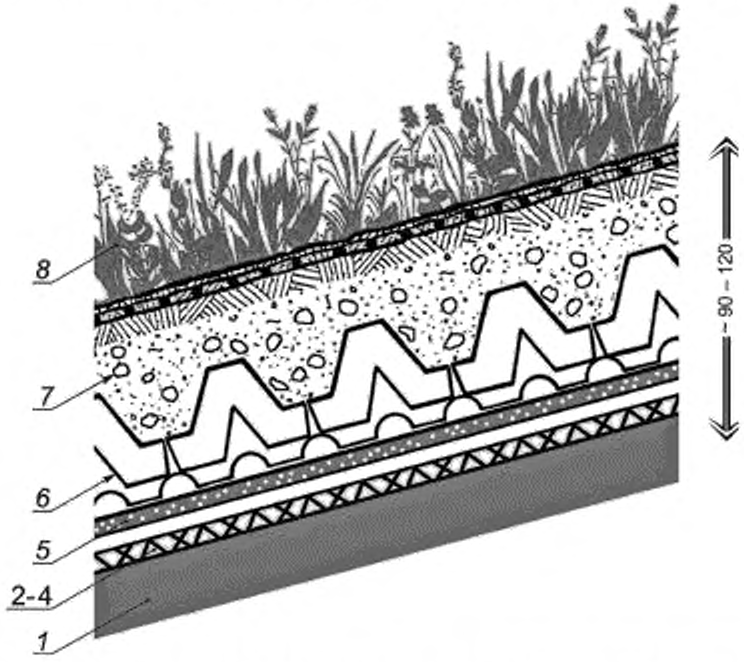
- влияние ветра и интенсивности солнечного излучения на водный обмен в слое субстрата;
- соблюдение требования к воздушному обмену для растений сухих местообитаний;
- чувствительность растений к химическим веществам, содержащимся в воздухе, к холодным и теплым воздушным массам;
- изменение растительного покрова в затененных местах и на крышах без уклона.

Тип крыш с экстенсивным озеленением должен соответствовать типу крыш с толщиной (высотой) слоя субстрата, как правило, не менее 90 мм и не более 150 мм. Толщину (высоту) слоя субстрата при

экстенсивном озеленении менее 90 мм можно применять в исключительных случаях, что требует обоснования проектного решения.

Крыши, озеленяемые по экстенсивному типу, могут являться неэксплуатируемыми, не предусматривающими нахождение на них людей, не связанных с периодическим обслуживанием озеленения и инженерных систем здания.

Озеленение экстенсивного типа можно применять для скатных крыш (см. рисунок 5).



1 — несущая конструкция крыши; 2—*4* — водоизоляционный, корнезащитный слой «два в одном»; *5* — влагонакопительный слой; *6* — дренажный слой; *7* — субстрат; *8* — растительный слой

Рисунок 5 — Озеленение экстенсивного типа на скатной крыше

4.2 Эксплуатируемые крыши

Эксплуатируемые крыши в зависимости от функционального назначения подразделяют:

- на предназначенные под пешеходную нагрузку;
- под транспортную нагрузку.

Эксплуатируемые крыши под пешеходную нагрузку применяются как отдельно, так и совместно с другими видами крыш, например с озеленяемыми крышами с целью эффективного и эстетического использования площади крыши, такого как дополнительное место для отдыха.

Эксплуатируемые крыши под транспортную нагрузку применяются на таких зданиях и сооружениях, в которых крыша является эксплуатируемой зоной, подразумевающей регулярное движение автомобильного транспорта, а также устройство парковочных мест. Такая крыша также может быть озелененной.

5 Экологические требования к проектированию озеленяемых крыш

5.1 Климатические, экологические и погодные условия. Особенности проектирования озелененной крыши в различных климатических регионах

При проектировании озеленяемых крыш для подбора ассортимента растений и выбора системы полива необходимо учитывать следующие климатические, экологические и погодные условия:

- климатические условия региона;
- условия микроклимата (режим инсоляции, ориентация по сторонам света, отражение света и т. п.);
- объем и годовой режим выпадения осадков в данном регионе;
- среднегодовую продолжительность освещения солнцем;
- продолжительность засушливых периодов;
- продолжительность заморозков со снежным покровом или без снежного покрова;
- направление господствующих ветров и локальных воздушных потоков;
- распределение водостоков и дополнительную гидродинамическую нагрузку от соседних элементов конструкции;
- эффект загрязнения атмосферного воздуха.

5.2 Совместимость материалов и растений

При выборе материалов для озеленения крыши (субстратов, растительного и прочих слоев) следует учитывать совместимость их физико-химических свойств, возможную несовместимость и ограничения в применении материалов. Следует исключить любой риск изменения или порчи систем озеленения под воздействием микроорганизмов и субстанций, присутствующих в воде.

5.3 Защита растений от воздействия выброса вредных веществ

Если на крыше здания установлено вентиляционное, кондиционерное и воздухоочистительное оборудование, то при выбросе из этих систем теплого и холодного воздуха существует риск пересушивания или подмерзания растений. Вредные газы (например, SO_2) из дымоходов оказывают прямое негативное воздействие на растения, особенно на хвойные и другие вечнозеленые виды. При проектировании необходимо обращать внимание на те зоны, на которые воздействуют теплый воздух, воздушные потоки и выхлопные газы, а также следует определять их пригодность для посадки растений и проводить соответствующий подбор ассортимента растений.

5.4 Требования к субстратам

5.4.1 Классификация субстратов и их компонентов

В зависимости от состава и способа изготовления, от типа озеленения и используемых групп растений выделяют три группы субстратов и их компонентов.

Сыпучие вещества:
- минеральные смеси с высоким содержанием органического вещества;
- минеральные смеси с низким содержанием органического вещества;
- минеральные смеси с пористыми гранулами без органического вещества.

Субстратные плиты:
- из модифицированных пеноматериалов;
- минеральных волокон.

Растительные (вегетационные) маты:
- с гранулированными минеральными смесями;
- органическим веществом.

Почва, гумусовые горизонты, растительные грунты, изымаемые при строительстве различных сооружений, рыхлые горные породы (суглинки, глины), добываемые в карьерах и изымаемые при строительстве различных сооружений, а также различные виды торфа не могут быть использованы в качестве субстрата (или компонента субстрата) для озеленения крыш. Не допускается также применение отработанных тепличных грунтов и осадков сточных вод в качестве субстрата (или компонента субстрата) для озеленения крыш.

В качестве компонента субстратов для их обеспечения органическим веществом следует использовать биокомпосты, созданные различными методами (твердофазная аэробная ферментация, анаэробное сбраживание, вермикомпостирование и др.) на основе различных видов навоза, птичьего помета, древесных опилок, растительных остатков и др.

В зависимости от величины плотности субстраты подразделяют на субстраты плотностью:
- ≤0,8 кг/м^3 (абсолютно сухого вещества);
- >0,8 кг/м^3 (абсолютно сухого вещества).

Методика определения плотности субстратов описана в приложении А.

5.4.2 Выбор компонентов субстрата необходимо осуществлять в соответствии с целями и типами озеленения крыш.

При озеленении крыш экстенсивного типа при толщине субстрата 30 мм и менее растительные маты могут становиться слоем субстрата.

Субстраты для изготовления растительных матов для озеленения крыш экстенсивного типа должны быть с низким содержанием органического вещества.

Определение значения предельной влагоемкости субстрата представлено в приложении Б.

5.4.3 Гранулометрический состав

Общее содержание в субстрате физической глины и илистых частиц, образующих осадок (d < 0,063 мм), не должно превышать следующих значений:

- на участках с озеленением интенсивного типа — 20 % по отношению к их общей массе;
- участках с озеленением полуинтенсивного типа — 15 % по отношению к их общей массе;
- участках с озеленением экстенсивного типа — 7 % по отношению к их общей массе.

В зависимости от глубины субстратного слоя максимальный размер частиц ограничен при глубине:

- не более 15 см d = 12 мм;
- более 15 см d = 16 мм.

Процент содержания органического вещества в субстрате должен являться важным критерием при оценке его плодородности.

Если глубина субстратного слоя составляет 35 см и более, для предотвращения неравномерного проседания, вымокания и гниения необходимо уменьшить содержание органического вещества либо при формировании субстратного слоя разделить слой субстрата на верхний слой субстрата (обычный) и нижний слой субстрата с низким содержанием органического вещества или без органического вещества.

При озеленении интенсивного и полуинтенсивного типов процент содержания органического вещества в субстрате должен составлять для субстратов плотностью:

- ≤0,8 кг/м^3 — ≤12 % по отношению к их общей массе;
- >0,8 кг/м^3 — ≤6 % по отношению к их общей массе.

При озеленении экстенсивного типа процент содержания органического вещества в субстрате должен составлять для субстратов плотностью:

- ≤0,8 кг/ м^3 — ≤8 % по отношению к их общей массе;
- >0,8 кг/м^3 — ≤6 % по отношению к их общей массе.

Для отдельных видов растений, которым для развития требуется другое соотношение питательных веществ, например для болотных трав, содержание органического вещества может быть увеличено или уменьшено согласно проектному решению.

Субстраты, в состав которых входят органическое вещество и материалы гранулированного типа (например, дробленый керамзит), должны обладать достаточным ресурсом прочности, в основном зависящим от соотношения гранулометрических фракций и формы гранул. Поэтому субстраты из материалов гранулированного типа должны состоять из дробленых гранул.

Усадка субстрата, т. е. уменьшение его объема, может произойти в результате послепосадочного ухода из-за более плотной упаковки частиц, возникающей под действием силы собственного веса субстрата и воды. Допускаются следующие значения усадки:

- при глубине слоя 50 см и менее — не более 10 % проектной глубины;
- при средней глубине слоя свыше 50 см — в среднем не более 5 см.

5.4.4 Усадка субстратных плит

Усадка (сжатие) субстратных плит после их укладки допускается в следующих пределах:

- не более 20 % проектной глубины при толщине плит от 30 до 50 мм;
- не более 10 мм при толщине плит более 50 мм.

Водопроницаемость субстрата должна быть не более фильтрующей способности, предусмотренной конструкцией дренажной системы.

Показатели скорости фильтрации воды K_f для сыпучих материалов (в том числе гранулированного типа) в уплотненном состоянии должны быть в следующих пределах:

- ≥0,0005 см/с (≥0,3 мм/мин или 0,432 м/сут) при озеленении интенсивного и полуинтенсивного типов;
- ≥0,001 см/с (≥0,6 мм/мин или 0,864 м/сут) при озеленении экстенсивного типа.

Предельная влагоемкость характеризует способность субстрата удерживать воду. Для только что уложенных на крышу субстратов рекомендуются следующие значения предельной влагоемкости:

- ≥45 % объема при озеленении интенсивного типа;
- ≥35 % объема при озеленении экстенсивного типа.

Во избежание переувлажнения максимальное значение предельной влагоемкости любого субстрата не должно превышать 65 % от общего объема.

При предельной влагоемкости объем воздушных пор субстрата должен составлять не менее 10 % от общего объема.

Актуальная (водная) кислотность субстрата должна соответствовать требованиям согласно физиологии растений. Кислотность субстратов должна составлять:

- при озеленении интенсивного и полуинтенсивного типов — pH воды от 5,5 до 8,0;
- озеленении экстенсивного типа — pH воды от 6,5 до 8,0.

Кислотность субстрата для растений, типичных для богатых гумусом болотных экотопов, может быть 5,5 и ниже.

В субстратах содержание солей (по плотному остатку) не должно превышать следующих значений:

- 2,5 г/л для озеленения интенсивного и полуинтенсивного типов;
- 3,5 г/л для озеленения экстенсивного типа.

В отдельных случаях при озеленении интенсивного и полуинтенсивного типов с применением растений, чувствительных к солевым накоплениям, например болотных растений, содержание солей (преимущественно хлоридов) не должно превышать 1 г на 1 л.

Содержание питательных веществ должно быть достаточно низким (см. таблицу 1).

Высокая концентрация питательных веществ приводит к их вымыванию в силу низкой поглощающей способности субстратов, что имеет негативные последствия для окружающей среды.

Таблица 1 — Содержание питательных веществ в субстратах

Питательное вещество	Названия метода исследования	Метод испытания	Количество питательного вещества
N	$CaCl_2$	По ГОСТ 11305	80
	CAT		
P_2O_5	CAL	По ГОСТ 26488, ГОСТ 26489	200
	CAT		50
K_2O	CAL	По ГОСТ 26207, ГОСТ 26204	700
	CAT		500
Mg	$CaCl_2$	По ГОСТ 26487	200
	CAT		

Внесение удобрений должно быть выполнено после озеленения или в период подготовки к сдаче объекта согласно принятым проектным решениям. При необходимости удобрения также можно дополнительно вносить в период развития растений и во время последующего ухода.

Субстраты должны соответствовать показателям уровня содержания тяжелых металлов и другим экологическим параметрам, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 — Допустимый уровень содержания тяжелых металлов, пестицидов, радионуклеидов и патогенных микроорганизмов

Валовое содержание тяжелых металлов	Единица измерения	Метод испытаний
Тяжелые металлы		
Медь	Не более 117 мг/кг	По ГОСТ 30178
Цинк	Не более 198 мг/кг	
Свинец	Не более 65 мг/кг	
Ртуть	Не более 2 мг/кг	По [4]

Окончание таблицы 2

Валовое содержание тяжелых металлов	Единица измерения	Метод испытаний
Свинец + ртуть	Не более 60 + 1 мг/кг	По ГОСТ 30178
Кадмий	Не более 2 мг/кг	
Никель	Не более 70 мг/кг	По ГОСТ 26930
Мышьяк	Не более 10 мг/кг	
Селен	Не более 3 мг/кг	
Бензапирен	Не более 0,02 мг/кг	По [5]
Пестициды		
Пестициды (остатки)	Не более 0,2 мг/кг	По [6]
Радионуклеиды		
Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Не более 370 Бк/кг	По [7], [8]
Удельная эффективная активность техногенных радионуклидов	Не допускается	
Патогенные микроорганизмы, в том числе:		
Сальмонеллы в 25 г почвы	Не допускается	ГОСТ 14.205
Яйца гельминтов (жизнеспособных)	Не допускается	По [9], [10]

Субстрат и его компоненты не должны содержать живые растения или их части, способные к регенерации (особенно это касается сорняков со стрежневой корневой системой), а также семена растений.

Соотношение инородных частиц, диаметр которых превышает 2 мм (например, кусочки нетканого материала, стекла, керамики, пластика, дерева), не должно превосходить 0,5 % от общей массы субстрата.

5.5 Требования к посадочному материалу

Требования к качеству посадочного материала (семенам, саженцам и другим растениям) могут быть различными в зависимости от того, к какой группе они относятся:

- семена;
- бескорневые участки побегов многолетников (черенки);
- многолетние травянистые растения;
- луковичные растения;
- древесные растения;
- рулонный газон;
- растительные маты.

Подбор семян зависит от типа озеленения. Только на участках с озеленением интенсивного типа для создания злакового стриженого газона можно использовать стандартные газонные смеси. Для других типов озеленения в проекте необходимо разработать специальные составы травосмеси.

Побеги растений из рода «Очитки» должны быть свежими, не старше 2 нед с момента их заготовки.

Размер сформированной корневой системы рассады должен соответствовать глубине слоя субстрата. Для «зеленых» крыш не подходит рассада многолетников, выращенная на богатых гумусом почвах.

Растения, предназначенные для озеленения экстенсивного типа, должны быть хорошо развиты, выращены на субстратах с низкими дозами азота и тщательно закалены. Не допустимо использование растений, выращенных в защищенном грунте (теплицах).

На крышах с озеленением любого типа следует использовать растения исключительно из питомника. Недопустимо пересаживание растений из дикой природы.

Если проектом предусмотрена посадка луковичных растений при озеленении экстенсивного типа, обязательным требованием является их поставка из питомника.

Предпочтительно выбирать растения маленького размера. Растения должны быть выращены на субстратах, состоящих преимущественно из минеральных компонентов.

При озеленении крыш рекомендуется использовать только корнесобственные (непривитые) растения. Если субстратный слой не слишком глубокий, для посадки необходимо использовать растения с поверхностной корневой системой. Субстрат, в котором выращены горшечные, контейнерные и древесные растения, должен состоять преимущественно из минеральных компонентов. Исключение составляют субстраты для тех растений, которым требуется перегной. Древесные растения, выращенные на богатом плодородном грунте, как правило, не используют в садах на крыше.

В массе субстрата вокруг корней (корневого кома) растения, поставляемого на озеленяемую крышу, не должно быть лишней растительности, особенно сорняков, способных размножаться корневищами, столонами, корневыми отпрысками и т. д.

При озеленении крыш необходимо включать в проектные решения особенности подготовки растений в специализированных питомниках с учетом состава субстрата, объема и глубины корневой системы, а также других технологических особенностей возделывания культуры.

При создании готового рулонного газона на озеленяемой крыше необходимо учитывать, что данный вид озеленения относится к интенсивному типу при соответствующей глубине слоя (не менее 30 см), при обязательном наличии системы полива, регулярного кошения и подкормки. Дополнительно к стандартным смесям можно добавлять семена двудольных растений. Рулонный газон на озеленяемой крыше следует укладывать на рыхлый субстрат с небольшим количеством гумуса.

Растительные маты должны быть предварительно засеяны, а в дальнейшем их необходимо транспортировать к месту озеленения и размещать на крыше в соответствии с их назначением. В тех местах, где предполагается воздействие сил растяжения—сжатия на растительные маты, лучше использовать маты на основе нетканых материалов, соответствующих требованиям к геотекстилю. Нетканые материалы должны допускать проникновение корней растений. Растительные маты должны быть одинаковой толщины и не иметь пустот. Растения матов должны быть закаленными в процессе предварительного культивирования (до укладки на крышу). Не допускается незамедлительно укладывать те растительные маты, которые возделывались в закрытом грунте (теплице или оранжерее). Такие растения необходимо подвергнуть закаливанию в естественных условиях в течение не менее 4 нед. У закаленных растений развиваются побеги, типичные для растений этого вида (по размерам, облиственню) с короткими междоузлиями.

Виды растений, из которых изготавливают растительные маты, подразделяют на следующие группы: мхи, суккуленты, злаки, травянистые несуккулентные двудольные, луковичные растения.

5.6 Системы водно-ирригационного контроля

Расчетные расходы дождевых вод определяют согласно СП 32.13330. При озеленении крыш применяют коэффициенты стока С (Ψ) в зависимости от глубины слоя и угла наклона крыши (см. таблицу 3).

Таблица 3 — Исходные значения коэффициентов стока С (Ψ) в зависимости от глубины слоя и угла наклона крыши

Глубина слоя, см	Наклон крыши не более 15°	Наклон крыши более 15
>50	С = 0,1	—
>25—50	С = 0,2	—
>15—25	С = 0,3	—
>10—15	С = 0,4	С = 0,5
>6—10	С = 0,5	С = 0,6
>4—6	С = 0,6	С = 0,7
>2—4	С = 0,7	С = 0,8

Указанные значения стока рассчитаны для слоя материала (например, субстрата для растений) при его полном насыщении дождевой влагой $r_{(15)}$ = 300 л/(с га) и последующем 24-часовом периоде высушивания материала, который сопровождается выделением избыточной воды.

Водоудерживающую способность, выраженную в процентах, определяют подсчетом среднегодовой разности между замеренным объемом осадков и объемом стока согласно СП 32.13330. Затем исхо-

дя из полученного результата рассчитывают годовой коэффициент расхода Ψ как соотношение между годовым объемом стока и годовым объемом осадков.

Годовой объем влагозадержания в меньшей степени зависит от типа конструкции крыши и функциональных слоев, чем от глубины системы. Однако во внимание следует принимать способность материалов удерживать влагу и степень водопроницаемости. Отличие между слоями различной глубины особенно отчетливо видно летом, в прохладное время года разница становится не так заметна, а зимой слои реагируют одинаково. Несмотря на то что летом выпадает больше осадков, субстрат удерживает значительное количество влаги; зимой выпадает меньше осадков, но и меньше испарение субстрата и растений, поэтому зимой с крыши стекает больше воды, чем летом.

В таблице 4 представлены примеры значений годового объема удерживаемой влаги в процентном выражении и годовой коэффициент расхода при различных типах озеленения крыш в зависимости от глубины системы.

Таблица 4 — Значения, отображающие годовой объем удерживаемой влаги, %, в зависимости от глубины слоя

Тип озеленения	Глубина слоя, см	Форма организации насаждений	Среднегодовая норма влагоудержания, %	Годовой коэффициент расхода $\Psi_д/К$ «запечатывания»
Экстенсивный	2—4	Мхи, лишайники, очитки	40	0,60
		Очитки, мхи	45	0,55
	> 4—6	Несуккулентные двудольные очитки, мхи	50	0,50
	>6—10			
	>10—15	Несуккулентные очитки, двудольные злаки	55	0,45
	>15—20	Несуккулентные двудольные злаки	60	0,40
Интенсивный и полуинтенсивный	15—25	Лужайка, кусты, группы	60	0,40
	>25—50	Лужайка, кусты, группы	70	0,30
	>50	Лужайка, кусты, группы, отдельные деревья	>90	0,10

На крыше с озеленением любого типа наиболее важным фактором, который определит дальнейшее развитие и рост насаждений, является источник воды. Вода в слоях может сохраняться по-разному. Сохранение воды можно классифицировать следующим образом:

- за счет веществ, способных удерживать влагу в субстрате или субстратных плитах;
- дополнительно в дренажно-водонакопительном слое за счет применения пористых материалов в гранулах различных размеров или готовых субстратных плитах, выполняющих функцию дренажно-накопительного элемента;
- в слое субстрата и дренажном слое за счет поверхностного накопления в сыпучем материале или с применением специальных дренажных профильных плит, способных задерживать сток воды.

Для озелененных крыш воду необходимо сохранить одновременно и в растительном слое, и в слое субстрата, и в дренажно-накопительном слое независимо от типа озеленения. В многослойной структуре, каждый слой которой способен удерживать влагу, корневая система растений получает возможность хорошо развиваться.

Для озеленения крыш экстенсивного типа необходимое количество воды растения получают из выпадающих осадков, и дополнительный полив не требуется, но при этом следует также предусмотреть возможность полива растений непосредственно после посадки и в случае длительных периодов засухи. Для этого можно:

- установить на крыше специальные емкости, имеющие пополняемый запас воды, например собирающие дождевую воду;
- предусмотреть установку на крыше водопроводного крана — клапана быстрого доступа (гидранта).

Регулярный дополнительный полив необходим на участках с озеленением интенсивного типа. Необходимость полива на крышах с озеленением полуинтенсивного типа определена проектным решением.

Дополнительный полив осуществляют посредством:

- шланга, подключенного к системе водоснабжения;

- шланга, подключенного к системе полива;
- автоматической системы полива.

Управление системами полива с использованием шлангов с разбрызгивателями или оросительными устройствами может быть выполнено как вручную, так и в автоматическом режиме по таймеру.

Управление различными ирригационными системами, установленными над или под растительным слоем, осуществлено вручную или автоматически. Трубопровод должен быть защищен от коррозии и должен иметь специальное устройство, контролирующее полное спускание воды из системы во избежание замораживания воды внутри системы.

Если на участке предусмотрен сбор дождевой воды, управление подачей воды можно сделать как автоматическим, так и полуавтоматическим. В этом случае дренажный слой выполняет функцию резервуара, который накапливает дождевую воду. Емкость резервуара зависит от типа и глубины дренажного слоя. Для того чтобы защитить растительный слой от переувлажнения, между верхним уровнем резервуара и фильтрующим слоем необходимо предусмотреть небольшой зазор. В осенне-зимний период, когда растения находятся в состоянии покоя, искусственный полив должен быть сокращен или полностью прекращен в зависимости от климатических условий и проектного решения.

6 Технические требования при проектировании озеленяемых и эксплуатируемых крыш

6.1 Общие требования при проектировании озеленяемых и эксплуатируемых крыш

При проектировании и строительстве озеленяемых и эксплуатируемых крыш необходимо предусмотреть следующие общие требования:

- мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;
- защиту от падения с высоты;
- защиту от проникновения корней в конструктивные элементы здания или сооружения;
- защиту от механических повреждений;
- защиту от эрозии и смещения;
- дорожно-тропиночную сеть для передвижения людей;
- системы крепления деревьев;
- точки подключения шлангов для полива;
- организацию водоотводящих систем;
- устройство ограждений и парапетов;
- оснащение малыми архитектурными формами (МАФ) и их крепеж;
- правила и регламенты эксплуатации (кроме крыши с озеленением экстенсивного типа);
- точки сброса снега при очистке зимой эксплуатируемых крыш (при необходимости);
- места хранения садового инвентаря (при необходимости).

6.2 Проектные весовые нагрузки

Постоянные и временные допустимые нагрузки на эксплуатируемую и озелененную крышу должны быть основным критерием при выборе типа озеленения крыши, которые рассчитывают по СП 20.13330. Максимальные весовые нагрузки, возникающие при эксплуатации от озелененных крыш, не нормированы и должны быть рассчитаны согласно требованиям проекта.

Необходимо различать следующие типы нагрузок:

- собственная;
- эксплуатационная;
- тормозная;
- снеговая;
- ветровая.

К собственной нагрузке относится вес несущих или опорных элементов и постоянных воздействий на эти элементы (например, конструкции всех слоев озелененной крыши, дорожной зоны с ее слоями при максимальной влагоемкости, насыпи и т. д.).

Значения собственной нагрузки несущей конструкции и ненесущих элементов здания определяют на основе весовых и/или поверхностных нагрузок строительных материалов (удельные веса и поверхностные нагрузки строительных материалов, элементов и складируемых материалов).

Собственная нагрузка от грунтовых, щебеночных и гравийных засыпок и т. п. может меняться, если, например, в ходе строительных работ эти засыпки временно удаляют или перемещают. Это может оказывать влияние на устойчивость всего здания или частей несущей конструкции и относиться в том числе к временному хранению материалов.

Все слои озелененной или эксплуатируемой крыши следует рассматривать с точки зрения максимальной нагрузки при полном насыщении влагой, включая нагрузку от растительного слоя. К параметрам нагрузки следует добавить нагрузку воды в специальном влагонакопительном слое, если он предусмотрен проектом. Нагрузки от крупных кустарников, деревьев и элементов благоустройства в виде пергол, водоемов, бортового камня, скульптуры и других элементов подсчитывают отдельно и суммируют. При точечных нагрузках (например, от кашпо с деревьями, тяжелого или вибрирующего оборудования) и сильных нагрузках (например, от трактора или погрузчика, специальной пожарной машины, вертолета) общие нагрузки следует определять для каждого конкретного случая проектным решением.

Проектные нагрузки для субстратов, сыпучих материалов, матов и плат и вегетационных матов при полной влагоемкости приведены в таблицах 5, 6. В таблице 7 перечислены проектные нагрузки в зависимости от типа озеленения.

Таблица 5 — Проектные нагрузки для сыпучих материалов, матов и плит при полной влагоемкости

Группа/вид материала	Размер фракций, мм	Расчетная нагрузка на 1 см толщины слоя		Среднее накопление влаги на 1 см толщины слоя, л/м^2
		кН/м^2	кг/м^2	
Минеральные сыпучие материалы				
Лава	2/8—2/12	0,12—0,14	12,0—14,0	2,6
	4/8—4/12	0,11—0,12	11,0—12,0	2,0
	8/12—8/16	0,10—0,14	10,0—14,0	1,5
Пемза	2/8—2/12	0,08—0,10	8,0—10,0	3,8
	8/16—8/20	0,11—0,12	11,0—12,0	2,7
Дробленый керамзит	2/8—2/10	0,05—0,07	5,0—7,0	2,4
	4/8—4/10	0,06—0,08	6,0—8,0	2,5
Недробленый керамзит	4/8	0,06—0,08	6,0—8,0	1,4
	8/16	0,05—0,07	5,0—7,0	1,0
Дробленый вспученный сланец	2/8—2/10	0,08—0,10	8,0—10,0	2,3
	4/8—4/10	0,07—0,08	7,0—8,0	1,3
Щебень из утилизированного кирпича	4/8	0,12—0,14	12,0—14,0	2,3
	4/8	0,13—0,15	13,0—15,0	2,3
Щебень из кровельной черепицы	4/8	0,13—0,15	13,0—15,0	1,1
Базальтовый щебень	2/8	0,15—0,17	15,0—17,0	0,7
Доломитовый щебень	5/8	0,15—0,16	15,0—16,0	
Гранитный щебень		0,14—0,15	14,0—15,0	2,0
Туфовый щебень	2/8—2/12	0,11—0,12	11,0—12,0	2,6
Гравий	2/8	0,16—0,17	16,0—17,0	0,9
	8/16	0,16—0,18	16,0—18,0	0,8
	16/32			0,6

Таблица 6 — Проектные нагрузки для субстратов и вегетационных матов при полной влагоемкости

Группа/вид материала	Толщина слоя, см	Расчетная нагрузка на 1 см толщины слоя		Среднее накопление влаги во всем слое, л/м^2
		кН/м^2	кг/м^2	
Дренажные маты				
Структурные волокнистые маты	1,0	0,050–0,070	5,0–7,0	5,0
Пластиковые профильные маты с бобышками	1,2	0,019–0,021	1,9–2,1	0,4
Маты с неориентированным расположением волокон	1,5	0,008–0,019	0,8–1,9	
	2,2	0,022–0,023	2,2–2,3	1,2
Дренажные плиты				
Профилированные плиты из жесткого пластика	2,5	0,040–0,050	4,0–5,0	3,1
	4,0	0,060–0,070	6,0–7,0	4,4
	6,0	0,025–0,260	2,5–26,0	24,5
Профилированные плиты из пенопласта	5,0	0,020–0,030	2,0–3,0	2,1
	7,5	0,030–0,040	3,0–4,0	2,0
Профилированные плиты из изоляционного материала	6,5	0,040–0,050	4,0–5,0	3,0
	12,0	0,050–0,060	5,0–6,0	
Плиты для дренажа и субстрата				
Модифицированный пенопласт	3,6	0,050–0,060	5,0–6,0	18,6
Защитные слои				
Защитный волокнистый мат 300 г/м^2	0,3	0,025–0,035	2,5–3,5	2,7
Защитный волокнистый мат 500 г/м^2	0,5	0,050–0,060	5,0–6,0	4,5
Защитный волокнистый мат 800 г/м^2	0,8	0,065–0,075	6,5–7,5	5,9
Защитные плиты с порами	1,0	0,180–0,190	18,0–19,0	1,1
Защитные плиты с бобышками	2,0	0,110–0,130	11,0–13,0	0,5

Таблица 7 — Зависимость нагрузки на поверхность от форм насаждений

Форма растительности	Расчетная нагрузка	
	кН/м^2	кг/м^2
Экстенсивное озеленение		
Мох, очиток, лишайник	0,10	10
Очиток, мох, лишайник, травянистые растения	0,10	10
Очиток, травянистые растения, трава	0,10	10
Трава, травянистые растения (суходольный луг)	0,10	10
Полуинтенсивное озеленение		
Трава, травянистые растения (травяная крыша, луг со скудной почвой)	0,15	15
Дикие многолетники, древесные растения	0,10	10

Окончание таблицы 7

Форма растительности	Расчетная нагрузка	
	кН/м^2	кг/м^2
Древесные растения, многолетники	0,15	15
Древесные растения (высотой не более 150 см)	0,20	20
Интенсивное озеленение		
Газоны	0,05	5
Низкорослые многолетники и древесные растения	0,10	10
Многолетники и кустарники высотой не более 150 см	0,20	20
Кустарники высотой не более 3 м	0,30	30
Высокие кустарники* высотой не более 6 м	0,40	40
Маленькие деревья* высотой не более 10 м	0,60	60
Деревья* высотой не более 15 м	1,50	150
* Данные относятся к площади периферии кроны.		

Эксплуатационными считаются нагрузки, возникающие в результате постоянной или временной эксплуатации и способные воздействовать на несущую конструкцию. При наличии пешеходной и транспортной нагрузки на озелененных и эксплуатируемых крышах необходимо различать следующие классы нагрузки на крыши зданий и сооружений в зависимости от их назначения:

- класс нагрузки 1: озелененные крыши, террасы, пешеходные дорожки и рекреационные зоны;
- класс нагрузки 2: дорожные и парковочные зоны для легких транспортных средств с допустимым максимальным весом не более 4,5 т (45 кН);
- класс нагрузки 3: дорожные и парковочные зоны для транспортных средств с допустимым максимальным весом не более 16 т (160 кН);
- класс нагрузки 4: проезды и площадки для пожарного транспорта.

Эксплуатационная нагрузка включает требования к транспортной нагрузке. Виды нормативных транспортных нагрузок должны быть при необходимости учтены и определены по таблице 8.

Таблица 8 — Классы эксплуатационных нагрузок

Класс нагрузки	Определение	Эксплуатационная нагрузка в виде равномерно распределенной поверхностной нагрузки[1], кН/м^2
1	Озелененные крыши, террасы, пешеходные дорожки, рекреационные зоны только для пешего передвижения[2]	40
2	Дорожные и парковочные зоны для легких транспортных средств с допустимой общей массой не более 2,5 т (25 кН)	25
2а	Гаражи, многоэтажные парковки, парковочные площадки вместе с подъездными путями с шириной опоры перекрытия ≥3 м	35
2б	Гаражи, многоэтажные парковки, парковочные площадки вместе с подъездными путями с шириной опоры перекрытия <3 м	50
2в	Подъездные и соединительные эстакады для проезда в другие ярусы	90
3	Дорожные и парковочные зоны для транспортных средств с допустимой общей массой не более 16 т = 160 кН	160
4	Проезды и площадки для пожарного транспорта не более 32 т = 320 кН	320

Окончание таблицы 8

Класс нагрузки	Определение	Эксплуатационная нагрузка в виде равномерно распределенной поверхностной нагрузки[1], кН/м^2
[1] Расчет точечных нагрузок от пожарной техники и оборудования выполняется отдельно согласно применяемым конструкциям. [2] В отдельных случаях следует принять более высокое значение нагрузки класса 1: при нахождении группы людей на ограниченном пространстве и точечная нагрузка может оказаться больше, чем для транспорта нагрузки класса 2, где она распределена по большей площади.		

Наряду с постоянными нагрузками также необходимо учитывать временные нагрузки, возникающие при торможении и разгоне. Для них следует дополнительно учитывать 25 % нагрузки на основную полосу движения, состоящей из нагрузки нормативного транспортного средства и распределенной нагрузки, причем не менее 1/3 нагрузки нормативного транспортного средства на основной и дополнительной полосах движения, но не более 900 кН. Тормозные нагрузки следует особенно учитывать при устройстве эстакад, зон поворота и изгибов дороги. Если скорость ограничена, указанные значения могут быть уменьшены.

Несущие слои (слои перераспределения нагрузки) необходимы для долговременной устойчивости конструкции, для того чтобы не допустить деформаций подстилающего слоя и связанного с этим нарушения структуры покрытия, которое, в частности, происходит при регулярном торможении и разгоне.

Величину снеговых и ветровых нагрузок следует определять по СП 20.13330.

6.3 Требования к конструктивным слоям озеленяемых и эксплуатируемых крыш

Для устройства пароизоляционного слоя на традиционных крышах применяются рулонные битумосодержащие материалы. Расчет пароизоляции производят с учетом температурно-влажностного режима в ограждаемых помещениях и климатических условий в районе строительства в соответствии с требованиями СП 50.13330.

Для утепления крыш применяют однослойную, многослойную или комбинированную теплоизоляцию. Выбор вида теплоизоляционных материалов и состава теплоизоляционного слоя определяется с учетом технического задания и зависит от следующих факторов:

- требований пожарной безопасности;
- конструктивного решения крыши;
- величины, характера и интенсивности нагрузок, возникающих при эксплуатации крыши в соответствии с СП 20.13330;
- технической и экономической целесообразности;
- требований энергоэффективности.

Толщину теплоизоляционного слоя принимают на основании теплотехнического расчета в соответствии с требованиями СП 50.13330. Расчетные параметры для окружающей среды для различных регионов принимаются по СП 131.13330. Расчетные параметры внутреннего воздуха принимаются по ГОСТ 12.1.005 с учетом требований СП 44.13330, СП 54.13330, СП 55.13330, СП 56.13330, СП 118.13330.

Применение теплоизоляционных материалов в конструкциях крыш должно обеспечивать соблюдение требований пожарной безопасности, указанных в Федеральном законе [2] и других действующих нормативных документах.

Для устройства теплоизоляционного слоя традиционных крыш применяют теплоизоляционные плиты из каменной ваты, пенополиизоцианурата, пенополистирола, экструзионного пенополистирола или пеностекла либо их сочетание, укладываемые в один или несколько слоев.

При устройстве теплоизоляционного слоя инверсионных крыш применяют теплоизоляционные плиты из экструзионного пенополистирола. Теплоизоляцию предусматривают однослойной, так как блокирование тонких слоев воды в многослойном утеплителе снижает его теплозащитные свойства и исключает испарение влаги. Теплоизоляционные плиты должны иметь ступенчатые кромки или кромки в виде паза и гребня; расчетную толщину плит увеличивают на 10 % из-за потери тепла за счет попадания воды в стыки и быстрого съема тепла при стекании воды с поверхности плит.

В инверсионной крыше механическое крепление теплоизоляционных плит и водоизоляционного ковра не допускается.

Требования к теплоизоляционным материалам крыш приведены в таблице 9, для инверсионных — в таблице 10.

Таблица 9 — Требования к теплоизоляционным материалам

Наименование показателя	Метод испытания	Теплоизоляционные материалы								
		из минеральной ваты	из EPS		из XPS				из PIR и PUR	
		для крыш с классом эксплуатационной нагрузки*								
		1	1		1	2	3	4	1	
Отклонение по длине	ГОСТ EN 822	±2 %	±0,6 % или ±3 мм[1)]		—[2)]				—[3)]	
Отклонение по ширине	ГОСТ EN 822	±1,5 %	±0,6 % или ±3 мм[1)]		—[2)]				—[3)]	
Отклонение по толщине, класс изделий, не ниже	ГОСТ EN 823	T4	T1		T1				T2	
Отклонение от прямоугольности, мм/м, не более	ГОСТ EN 824	5	5		5				5	
Отклонение от плоскостности, мм, не более	ГОСТ EN 825	6	10		—[2)]				—[3)]	
Стабильность размеров при заданной температуре	ГОСТ EN 1604	DS(T+)	—[4)]		—[4)]				—[4)]	
Стабильность размеров при заданных температуре и влажности	ГОСТ EN 1604	DS(TH)	DS(N)5		DS(TH)				DS(TH)2	
Предел прочности при изгибе, кПа, не менее	ГОСТ EN 12089	—[4)]	50		—[4)]				—[4)]	
Прочность на сжатие при 10 %-ной деформации, кПа, не менее	ГОСТ EN 826	100	100	150	200	300	500	700	100	150
Прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям, кПа, не менее	ГОСТ EN 1607	7,5	—[4)]		—[4)]				40	
Сосредоточенная нагрузка, Н, не менее	ГОСТ EN 12430	500	—[4)]		—[4)]				—[4)]	
Кратковременное водопоглощение	ГОСТ EN 1609	WS	—[4)]		—[4)]				—[4)]	

[1)] Выбирают наибольшее полученное значение предельного отклонения.
[2)] В соответствии с ГОСТ 32310.
[3)] В соответствии с ГОСТ Р 56590.
[4)] Требование к данному типу теплоизоляционных материалов отсутствует.

* Примечание — Классы эксплуатационной нагрузки приведены в таблице 8.

Таблица 10 — Требования к теплоизоляционным материалам для инверсионных крыш

Наименование показателя	Метод испытания	Теплоизоляционные материалы					
		из минеральной ваты	из EPS	из XPS			из PIR и PUR
		для крыш с классом эксплуатационной нагрузки*					
		1	1	1	2	3	1
Отклонение по толщине, класс изделий, не ниже	ГОСТ EN 823	Не применяются	Не применяются	T1			Не применяются
Прочность на сжатие при 10 %-ной деформации, кПа, не менее	ГОСТ EN 826			300	500	700	

* Примечание — Классы эксплуатационной нагрузки приведены в таблице 8.

Для обеспечения эффективного отвода воды с поверхности эксплуатируемых крыш необходимо предусмотреть уклоны основания под водоизоляционный слой. Уклоны для эксплуатируемых типов крыш должны быть не менее 0,25 % в ендовах, уклон крыши принимают в зависимости от расстояния между воронками, но не менее 0,5 %. Для обеспечения эффективного сбережения воды на поверхности озелененных крыш необходимо обеспечить гарантированный запас воды, в связи с этим допускается проектирование озеленяемых крыш нулевым уклоном.

Уклон основания под крышу может быть задан несущими конструкциями крыши или уклонообразующим слоем. Если уклон основания под крышу задан несущими конструкциями, то контруклоны могут быть сформированы уклонообразующим слоем.

Для устройства уклонообразующего слоя могут применять клиновидные теплоизоляционные изделия; для формирования уклона — сыпучие материалы (керамзит) и легкие бетоны.

Уклонообразующий слой из сыпучих материалов (керамзит, вермикулит) и клиновидной теплоизоляции применяют в конструкции крыш, рассчитанных на пешеходную нагрузку, его устраивают на крышах с несущим основанием из сборного или монолитного железобетона.

Уклонообразующий слой из легких бетонов выполняют на крышах с высокими эксплуатационными нагрузками, например эксплуатируемых крышах под автомобильную нагрузку.

Прочность уклонообразующего слоя зависит от величины нагрузок, действующих на крыше. Расчет нагрузок осуществляют на основании СП 20.13330.

При увеличении угла наклона скатной крыши проектом требуется разработать специальные меры для защиты конструкции от сползания и смещения.

Основанием водоизоляционного слоя служат ровные поверхности:

- несущих железобетонных плит, швы между которыми заделаны цементно-песчаным раствором марки не ниже М150;
- монолитных стяжек из цементно-песчаного раствора;
- монолитных стяжек из асфальтобетонной смеси.

Толщину и армирование цементно-песчаной стяжки, используемой в качестве площадки под оборудование, стоянку для автомобилей и т. п. и укладываемой на теплоизоляционные плиты из каменной ваты или экструзионного пенополистирола, устанавливают расчетом с учетом упругих характеристик теплоизоляционных плит.

Не допускается устройство стяжки из асфальтобетона по сжимаемым (минераловатный и т. п.) и засыпным (керамзитовый гравий, перлитовый песок и т. п.) утеплителям, а также при наклейке рулонных материалов на холодные кровельные мастики.

Между цементно-песчаной стяжкой и теплоизоляционным слоем из каменной ваты должен быть предусмотрен разделительный слой из рулонного материала, исключающий увлажнение утеплителя во время устройства стяжки.

Не допускается устройство стяжек из цементно-песчаного раствора и песчаного асфальтобетона в конструкциях крыш с несущим основанием из профилированного листа.

В монолитных стяжках должны быть предусмотрены температурные швы шириной не более 10 мм, разделяющие стяжку из цементно-песчаного раствора на участки размерами не более 6 × 6 м,

а из песчаного асфальтобетона — на участки размерами не более 4×4 м. В холодных покрытиях с несущими плитами длиной 6 м эти участки должны быть размерами 3 × 3 м. В случае устройства участков больших размеров рекомендуется устраивать температурные швы по местам водоразделов (коньков). Величину температурных швов Δl рассчитывают по следующей формуле:

$$\Delta l = l_0 \quad \alpha \quad (t_2 - t_1),$$

где Δl — минимальная ширина температурного шва, мм;

α — коэффициент температурного расширения материала основания крыши (цементно-песчаный раствор, песчаный асфальтобетон), 1/°С;

t_1 — температура воздуха во время устройства основания, °С;

t_2 — максимальная температура, воздействию которой может быть подвергнуто основание как в зимний, так и в летний период, °С.

В случае приклеивания кровельного ковра из рулонных битумно-полимерных материалов к основанию по температурным швам должна быть предусмотрена укладка полосок-компенсаторов шириной от 150 до 200 мм из рулонных материалов с приклейкой по обеим кромкам на ширину около 50 мм.

Для устройства водоизоляционного слоя эксплуатируемых и озелененных крыш применяют рулонные битумосодержащие и полимерные материалы.

Водоизоляционный слой из рулонных битумно-полимерных и полимерных материалов, применяемых для устройства эксплуатируемых и озелененных крыш, предусматривают однослойным или двухслойным в зависимости от типа кровельной системы.

Требования к кровельным рулонным битумосодержащим материалам приведены в таблице 11.

Таблица 11

Наименование показателя	Метод испытания	Единица измерений	Битумосодержащий материал для устройства однослойного водоизоляционного слоя	Битумосодержащий материал для устройства многослойного водоизоляционного слоя
Толщина	ГОСТ EN 1849-1	мм	Не менее 4,5	—
Гибкость при пониженных температурах на брусе радиусом	ГОСТ 2678, ГОСТ EN 1109	°С	Не выше –25	
Теплостойкость	ГОСТ EN 1110	°С	Не ниже +100	
Максимальная сила растяжения, вдоль/поперек	ГОСТ 31899-1	Н/50	Не менее 900/900	Не менее 600/400
Удлинение при максимальной силе растяжения, вдоль/поперек	ГОСТ 31899-1	%	Не менее 30	
Водонепроницаемость при давлении 0,2 МПа в течение 2 ч	ГОСТ 2678	—	Выдержал испытание	
Водопоглощение в течение 24 ч	ГОСТ 2678	%	Не более 1	
Масса вяжущего с наплавляемой стороны[1)]	ГОСТ 2678	г/м^2	Не менее 2000	
Сопротивление раздиру клеевого соединения, вдоль/поперек	ГОСТ 32315.1	Н/50	Не менее 150	
Прочность на сдвиг клеевого соединения, вдоль/поперек	ГОСТ 32316.1	Н/50	Не менее 500	

Окончание таблицы 11

Наименование показателя	Метод испытания	Единица измерений	Битумосодержащий материал для устройства однослойного водоизоляционного слоя	Битумосодержащий материал для устройства многослойного водоизоляционного слоя
Сопротивление динамическому продавливанию	ГОСТ 31897	мм	Не менее 2000	
Сопротивление статическому продавливанию	ГОСТ EN 12730	кг	Не менее 20	
Сопротивление раздиру стержнем гвоздя, вдоль/поперек	ГОСТ 31898-1	Н	Не менее 240[1)]	Не менее 200[2)]
Стойкость к прониканию корней	ГОСТ 32319	—	Выдержал испытание [3)]	

[1)] Для наплавляемых битумосодержащих материалов.
[2)] Определяют для материалов с механической фиксацией в основание.
[3)] Определяют для материалов, обеспечивающих защиту от проникновения корней.

Требования к кровельным рулонным полимерным материалам приведены в таблице 12.

Таблица 12

Наименование показателя	Метод испытания	Единица измерений	Представление результатов	Требования
Видимые дефекты	ГОСТ EN 1850-2	—	Видимые дефекты*	Отсутствие видимых дефектов
Длина	ГОСТ Р 56582	м	ДЗП	От 0 % до 5 %
Ширина	ГОСТ Р 56582	м	ДЗП	От 0,5 % до 1 %
Прямолинейность	ГОСТ Р 56582	мм	ПЗП	Не более 30
Плоскостность	ГОСТ Р 56582	мм	ПЗП	Не более 10
Масса на единицу площади	ГОСТ EN 1849-2	кг/м^2	ДЗП	От 5 % до 10 %
Эффективная толщина	ГОСТ EN 1849-2	мм	ДЗП	От 5 % до 10 %
			ПЗП	Не менее 1,5 — для термопластичных и эластомерных материалов
Водонепроницаемость	ГОСТ EN 1928, Метод В при давлении не менее 10 кПа	—	Выдержал испытание	Выдержал испытание
Прочность на сдвиг сварного и клеевого соединения	ГОСТ Р 56911	Н/50	ПЗП	Не менее 500
Прочность в продольном/поперечном направлении	ГОСТ 31899-2	Н/50 или Н/мм^2	ПЗП	Не менее 800/600
Относительное удлинение	ГОСТ 31899-2	%	ПЗП	Не менее 180
Сопротивление динамическому продавливанию при температуре 23 °С	ГОСТ 31897	мм	ПЗП	Не менее 400
Сопротивление статическому продавливанию	ГОСТ EN 12730	кг	ПЗП	Не менее 20
Изменение линейных размеров	ГОСТ EN 1107-2	%	ПЗП	Не более 0,5

Окончание таблицы 12

Наименование показателя	Метод испытания	Единица измерений	Представление результатов	Требования
Гибкость (фальцовка) при пониженных температурах	ГОСТ EN 495-5	°С	ПЗП	Не выше –30
УФ-излучение (1000 ч)	ГОСТ 32317	Визуально	Выдержал испытание	Выдержал испытание
Паропроницаемость	ГОСТ 32318	—	ДЗП	±30 %
Стойкость к воздействию озона	ГОСТ Р 57416	—	Выдержал испытание	Выдержал испытание
Стойкость к воздействию битума	ГОСТ Р 57415	—	Выдержал испытание	Выдержал испытание
Водопоглощение	ГОСТ 2678	%	ПЗП	Не более 1
*Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения: ДЗП — декларированное производителем значение; ПЗП — предельное значение, установленное производителем.				

Полимерные рулонные материалы укладываются в один слой.

При укладке рулонных полимерных материалов из поливинилхлорида (ПВХ) или термопластичной полиолефиновой армированной мембраны (ТПО) по твердым шероховатым основаниям (железобетон, цементно-песчаная стяжка) требуется предусматривать разделительный слой из термообработанного геотекстиля развесом не менее 300 г/м^2.

Нахлест полотен разделительных слоев должен составлять не менее 100 мм.

Водоизоляционный слой из рулонных битумно-полимерных материалов и полимерных материалов может быть полностью или частично (площадь приклейки не менее 30 %) приклеен к основанию, уложен свободно с механической фиксацией специальными крепежными элементами или без крепления (необходимость крепления должна быть установлена в проекте или указана в рекомендациях производителя).

При устройстве крыш со свободной укладкой водоизоляционного слоя он удерживается весом балласта, укладываемого сверху, при этом в местах примыканий к парапетам, воронкам, трубам, вентиляционным шахтам и другим выступающим элементам водоизоляционный слой крепят к основанию с помощью крепежных элементов с шагом не более 330 мм. Вокруг труб малого сечения должно быть установлено не менее четырех крепежных элементов.

Необходимый вес балласта, а также количество дополнительных крепежных элементов рассчитывают в зависимости от величины ветровых нагрузок согласно СП 20.13330.

В качестве подкладочного слоя под балласт необходимо укладывать слой термоскрепленного геотекстиля развесом не менее 300 г/м^2. Нахлесты полотнищ должны составлять не менее 100 мм и свариваться между собой горячим воздухом.

Для обеспечения защиты водоизоляционного слоя от прорастания корней растений на эксплуатируемых крышах применяют специальные корнестойкие кровельные материалы, которые должны быть испытаны в соответствии с требованиями ГОСТ 32319, либо специальные материалы для защиты от прорастания корней.

Для обеспечения защиты водоизоляционного слоя от прорастания корней растений на озеленяемых крышах, особенно при посадке газонных трав или растений с сильно развитыми и агрессивными корневищами, применяют специальные материалы для защиты от прорастания корней и корневищ, которые должны быть испытаны в соответствии с требованиями ГОСТ 32319. Кроме того, в проекте для таких растений необходимо предусмотреть особые меры по уходу. Корнезащитное покрытие укладывают единым слоем на всю поверхность крыши, независимо от зонирования крыши. Меры защиты от распространения корней должны касаться и тех зон, на которых отсутствует растительный покров (зоны благоустройства, дорожки, малые архитектурные формы, водоемы и т. п.).

Для предотвращения проникновения корневой системы растений сквозь покрытия все места стыковок элементов конструкции, бортиков, а также другие участки, по которым проложены системы или соединительные узлы, должны быть закрыты корнезащитным слоем.

Если поверхность водоизоляционного слоя имеет неровности, рекомендуется проложить промежуточный защитный слой из геотекстиля, защищающий поверхность от механических повреждений. Все водоизоляционные и корнезащитные покрытия, не имеющие защиты от ультрафиолетового излучения, должны быть дополнительно защищены.

Для защиты водоизоляционного и корнезащитного слоя от механических повреждений используют:

- плотный защитный нетканый материал;
- защитные покрытия.

Выбор метода для защиты от механических повреждений зависит от нагрузки на использованные на крыше водоизоляционные покрытия или корнезащитные слои. Допускается проложить слой бетона или цементную стяжку для защиты крыши от механических повреждений.

Защитные слои должны обеспечивать защиту водоизоляционных покрытий от вредного воздействия статического, динамического и термического напряжения.

Образование известкового налета в дренажных системах может иметь неблагоприятное воздействие на кровельные покрытия, но это влияние не связано с многослойной структурой озелененной крыши. Причиной является выделение карбонатов из защитных бетонных и цементных стяжек, а в некоторых случаях и из цементного раствора, который используют в строительстве дорожек и бордюров.

При создании малых архитектурных форм, дорожек для прогулок, элементов благоустройства с использованием строительного раствора или мелкого щебня необходимо, чтобы количество карбонатов в растворе было минимальным.

Следует учитывать воздействие силы ветра и воды в процессе строительства. Отдельные слои в многослойной структуре должны быть защищены от эрозии и вздутия. Для того чтобы сократить период возможного негативного воздействия на структуру крыши, для озеленительных работ необходимо выбрать самое благоприятное для растений время года.

До тех пор пока корни растений не разветвятся в субстратном слое, стабилизируя его, существует риск негативного воздействия ветра и воды на субстратный слой, а также на растения и семена. Для того чтобы противостоять этому, следует предусмотреть следующее:

- особые требования к укладке слоев;
- временные эффективные меры;
- специальные меры для мест с экстремальными условиями.

При выполнении озеленительных работ указанные выше меры можно объединять.

Специальные требования, упомянутые выше, должны включать:

- использование стабильных субстратов, обладающих достаточным весом, в том числе и в сухом состоянии;
- добавление щебня тяжелых горных пород в качестве мульчирующего слоя на тонкозернистом субстрате;
- подбор быстрорастущих почвопокровных растений, укрепляющих субстрат.

Временные эффективные меры носят следующий характер:

- в течение этапа заключительного ухода за растениями субстрат следует поддерживать во влажном состоянии;
- нужно закреплять побеги растений, семена и поверхность субстрата с помощью связывающих веществ (так называемого биологического клея), при необходимости вносить связывающее вещество несколько раз.

Необходимо принимать специальные меры на участках, подверженных ветровой эрозии, и на скатных крышах, такие как:

- использование способа влажного посева (гидропосева);
- озеленение с помощью вегетационных (растительных матов).

Степень подверженности ветровой эрозии следует учитывать по скорости сноса для различных материалов, а не по скорости ветра.

Если существует риск ветровой эрозии, озеленение на краях крыш и в местах, особенно подверженных ветровой эрозии, должно проводиться с использованием растительных матов или укрепляющих материалов сотовой структуры, с применением камней.

Дренажный слой необходимо проектировать на озеленяемых и эксплуатируемых крышах для обеспечения дренирования субстрата и удаления излишков воды из растительного слоя (эффективного водоотведения) во время ливневых дождей, таяния снега и т. д.

Избыточная влага должна быть выведена как из слоя субстрата, так и с самой поверхности крыши. Вода с поверхности должна быть выведена таким образом, чтобы не повредить ни растительный

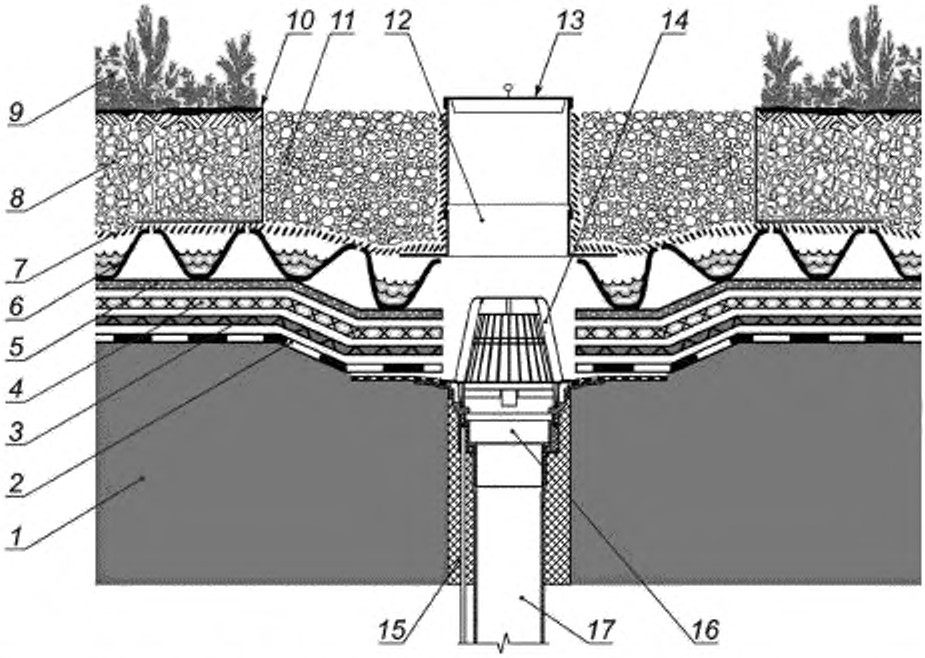
слой, ни саму конструкцию озеленения. При разделении поверхностей (например, с помощью деформационных швов, бортиков, подпорных стенок и других элементов благоустройства) необходимо отдельное водоотведение с каждой из них.

Также для накопления воды для обеспечения ее доступа для питания растений влагой дренажный слой может быть совмещен с водонакопительным в дренажно-водонакопительный слой, предназначенный одновременно для отвода воды с эксплуатируемых и озелененных крыш, а также для накопления воды для питания растений на озелененной крыше.

Рекомендуется не закрывать внешние водостоки растительностью, доступ к ним должен быть всегда свободным. Для эффективной работы водостоков необходимо следить за тем, чтобы они не зарастали травой или другой растительностью. В местах примыкания дренажного слоя к внутренним водосливным воронкам необходимо применение смотровых колодцев.

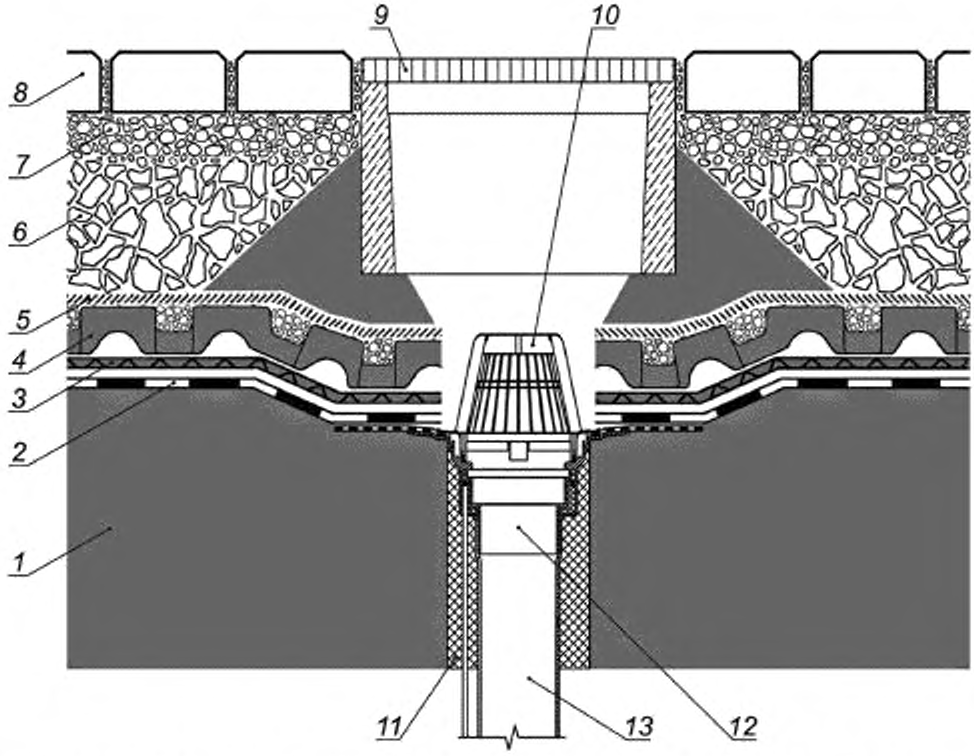
Расчет ливневой канализации должен обеспечивать отведение осадков по кратчайшему пути. Водоотведение воды может быть как внутренним, посредством внутренних сливных воронок внутрь здания, так и внешним, с помощью внешних или парапетных воронок с трубами водоотведения или сбросом в естественный ландшафт.

Участки крыши с водоотведением вовнутрь здания должны независимо от размера крыши иметь по крайней мере одну водосливную воронку для слива излишков воды и одну установку для перелива в аварийных условиях. Устройство водоприемной воронки на озелененной крыше приведено на рисунке 6; устройство водоприемной воронки на эксплуатируемой крыше — рисунке 7. В сложных случаях проектом необходимо предусмотреть дополнительные места и системы водоотведения. Сливные воронки должны быть расположены в низших точках поверхностей. Сливные воронки необходимо проектировать с учетом обеспечения герметичного примыкания водоизоляционного слоя. Количество воронок рассчитывают согласно СП 17.13330, СП 30.13330 и СП 32.13330.



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слой, *4* — корнезащитный слой; *5* — влагонакопительный слой; *6* — дренажный слой; *7* - фильтрующий слой, *8* - субстрат: *9* — растительный слой: *10* — разделительный уголок. *11* — гравий; *12* — инспекционный колодец, *13* — надставной элемент; *14* — листоуловитель воронки; *15* — монтажная пена; *16* — корпус водоприемной воронки, *17* — водосточная труба

Рисунок 6 — Устройство водоприемной воронки на озелененной крыше



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слой; *4* — дренажный слой; *5* — фильтрующий слой; *6* — гранитный щебень; *7* — гранитный отсев, *8* — плитка, брусчатка: *9* — бетонный дождеприемный колодец с решеткой; *10* — листвоуловитель воронки; *11* — монтажная пена. *12* — корпус водоприемной воронки; *13* — водосточная труба

Рисунок 7 — Устройство водоприемной воронки в твердом покрытии эксплуатируемой крыши

Дренажный слой рекомендуется формировать следующими дренажными материалами:

- сыпучие материалы:
  - гравий и щебень мелкой фракции,
  - лава и пемза,
  - перлит и вулканическая крошка, недробленая,
  - перлит и вулканическая крошка, дробленая;
- сыпучие материалы вторичной переработки:
  - битый кирпич,
  - шлак,
  - пеностекло;
- дренажные маты:
  - текстурированный нетканый материал,
  - профилированные мембраны,
  - тканый пористый материал,
  - покрытие из вспененного материала;
- дренажные плиты:
  - из вспененных гранул,
  - профилированная мембрана,
  - жесткого сформированного пластика,
  - сформированного фасонного пенобетона,
  - модифицированного пенопласта.

При создании дренажного слоя во внимание следует принимать следующие свойства материалов:

- стабильность структуры;

- совместимость с окружающей средой (нетоксичность);
- совместимость с растениями (отсутствие риска фитотоксичности);
- гранулометрический состав;
- морозостойкость;
- устойчивость структуры и слоев;
- характеристика при нагрузках сжатия;
- водопроницаемость, предельная влагоемкость;
- значение pH;
- содержание соли (хлоридов).

Требования к гранулированным материалам и смесям, которые применяют для дренажа, даются при стандартном уплотненном состоянии (см. таблицу 13). Не более 7 % от массы сыпучих материалов должны иметь диаметр <0,063 мм.

Таблица 13 — Требования к характеристикам сыпучих материалов (в том числе гранулированных), используемых для дренажных слоев (все значения определены в состоянии стандартного уплотнения)

Свойство	Требование	
	Единица измерения	Эталонное значение
Гранулометрический состав: - доля глинистых и иловых частиц $d \leq 0{,}063$ мм	% массы	≤7
Водные свойства (коэффициент фильтрации Kf): - в сухом состоянии - при предельной влагоемкости	 см/с, мм/мин	 ≥0,3 ≥180
Кислотность: - pH (в KCl) при интенсивном озеленении - pH (в KCl) при экстенсивном озеленении	 – –	 5,5—8,0 6,5—8,0
Содержание хлоридов (водная вытяжка): - при озеленении экстенсивного типа - озеленении интенсивного типа	 г/л г/л	 ≤3,5 ≤2,5

Гранулометрический состав определяется в зависимости от глубины слоя; ограничения по размерам частиц даны в таблице 14.

Таблица 14 — Ограничения по минимально допустимым размерам частиц в зависимости от глубины дренажного слоя

Глубина дренажного слоя, см	Размеры частиц, мм
При глубине слоя менее 10	Между 2/8 и 2/12
При глубине слоя от 10 до 20	Между 4/8 и 8/16
При глубине слоя >20	Между 4/8 и 16/32

Материалы должны иметь достаточно стабильную структуру и способность сохранять форму. Кроме того, они должны быть в стабильном состоянии в период строительных работ и после их завершения и не должны слеживаться, менять свои свойства под воздействием воды, в процессе ухода за крышей или при проведении технических мероприятий.

В гранулированных материалах решающую роль играет форма гранул. Для дренажных слоев мощностью дна более 10 см применение дробленых гранул обязательно, при мощности свыше 10 см — рекомендуется.

Формованные полимерные изделия (в виде матов/плит) в сжатом состоянии должны удовлетворять минимальным требованиям к водопроницаемости. Для снятия точечных нагрузок на водоизоляционный слой следует предусмотреть защитные слои, перераспределяющие нагрузку. Воздействие сжимающих сил на дренажные плиты и маты, сделанные из пластика, после того, как они были уложены на место, не должно препятствовать выполнению ими их дренирующих функций. Минимальные прочности для дренажных пластиковых плит указаны в таблице 15.

Таблица 15 — Необходимая минимально допустимая прочность дренажной плиты для проезда пожарной машины (при линейных деформациях не более 10 %), кН/м²

Толщина пирога над дренажным элементом, мм	Нагрузка на ось пожарной машины, кН (т)		
	155 (15,5)	240 (24)	360 (36)
100	345,00	535,00	800,00
150	270,00	420,00	630,00
200	220,00	340,00	500,00
250	185,00	280,00	435,00
300	155,00	240,00	350,00
350	135,00	205,00	300,00
400	120,00	180,00	265,00
450	105,00	160,00	230,00
500	95,00	140,00	205,00
550	85,00	125,00	185,00
600	80,00	115,00	165,00
650	70,00	105,00	150,00
700	65,00	96,00	140,00
750	60,00	90,00	130,00
800	58,00	83,00	120,00
850	55,00	78,00	110,00
900	52,00	74,00	105,00
950	50,00	70,00	97,00
1000	48,00	67,00	92,00

Материалы должны иметь хорошую дренажную способность, для того чтобы избыток воды мог быстро проходить к водостокам.

Для стока воды с крыши уклоном менее 2 % достаточно использование дренажных матов, плит и минеральных сыпучих материалов для зон площадью не более 400 м^2 и длиной стока до водоотводящей трубы 15 м.

Для «зеленых» крыш с неглубоким слоем субстрата не более 300 мм следует учитывать, что часть осадков, особенно при редких, но обильных дождях, может также стекать с поверхности крыши. Необходимо предусматривать соответствующие проектные решения.

При использовании деформирующихся дренажных слоев объем сточной воды рассчитывают по глубине и коэффициенту водопроницаемости сроком на 50 лет эксплуатации. Эти показатели приводятся в зависимости от значений оказываемого на материал давления.

При использовании минеральных сыпучих материалов необходимо учитывать, что различные физические, химические и механические факторы могут вызвать дробление и растирание гранул с образованием более мелких.

Используя дренажные покрытия из материалов гранулированного типа, следует учитывать кислотность слоя субстрата. Значение pH для дренажного слоя должно быть идентичным значению кислотности субстрата и составлять при озеленении интенсивного и полуинтенсивного типов — pH 5,5—8,0; при озеленении экстенсивного типа — pH 6,5—8,0. Для отдельных видов растений, особенно таких, которые любят кислую среду (растения торфяников), значение pH должно быть ниже. Данные значения обязательно указывают при разработке проектной документации.

Запрещается применять бетон вторичного использования в качестве материала для дренирующего слоя.

Формованные полимерные изделия, в зависимости от их формы, следует укладывать вплотную или с нахлестом. Проектом необходимо также обеспечить отвод воды со всех вертикальных и боковых стенок.

Поверхностный водоотвод с озелененных и эксплуатируемых крыш должен быть осуществлен непосредственно по проектируемым лоткам в соответствии с ГОСТ 1811 и по дренажным элементам. К воронкам должен быть обеспечен доступ через смотровые колодцы с поверхности покрытия. Укладку линейного водоотвода вдоль внешней границы крыши следует производить таким образом, чтобы был обеспечен беспрепятственный отвод воды с дренажного слоя.

Минимальный уклон поверхности покрытия для классов нагрузки 1—3 должен составлять:

- для бетонной плитки и плитки из 2 % природного камня;
- покрытий из 2,5 % клинкерного кирпича;
- мостовых из 3,0 % природного камня;
- покрытий из 2,5 % асфальта;
- покрытий от 0,5 % водопроницаемых;
- покрытий из 2,5 % бетона;
- покрытий из 2,0 % щебеночных.

При расчете системы водоотведения необходимо учитывать дополнительный слив воды с примыкающих поверхностей.

Когда водослив с прилегающих поверхностей и фасадов осуществляется непосредственно на покрытие, рекомендуется в месте примыкания фасада встроить в покрытие водоотводный лоток, решетчатый деревянный настил или устроить гравийную отсыпку размером минимум 200 мм. Слив воды с них можно производить через отдельные водостоки или непосредственно в водопроницаемый дренажный слой. Также должны быть устроены и водостоки с примыкающих поверхностей крыш, для того чтобы не допускать попадания воды с них на покрытие.

В качестве фильтрующего слоя применяют специальный геотекстиль в виде тканых и нетканых материалов. Фильтрующий слой при этом может являться компонентом дренажных матов, изготавливаемых в заводских условиях, или укладываться на водопроницаемый слой в виде отдельного слоя. Водопроницаемость фильтрующего слоя должна быть не ниже водопроницаемости покрытия и несущего слоя, чтобы не допускать возникновения подпора (особенно для водопроницаемых покрытий). Для того чтобы тканые или нетканые материалы могли без ущерба длительное время подвергаться атмосферным воздействиям (например, ультрафиолетовому излучению), они должны обладать атмосферостойкостью или надлежащей защитой. Это относится и ко времени их складирования. Требуется, чтобы фильтрующие полимерные материалы были достаточно устойчивы к воздействию химических веществ, содержащихся в слоях покрытия и воде и обитающих в них микроорганизмов. Тканые/нетканые материалы для фильтрующих слоев следует укладывать с нахлесткой не менее 10 см. Уложенные тканые/нетканые материалы должны быть закрыты сверху другими слоями не позже чем через 1 нед. В течение этого времени их следует обезопасить от вихревых воздействий ветра.

Несущий слой обеспечивает несущую способность покрытия, перераспределяет напряжения с покрытия и переводит их в нижележащие слои. Несущий слой бывает из связанных и несвязанных материалов.

К несущим слоям из несвязанных материалов относятся, например, несущие слои из гравия, щебня или изверженных пород, представляющие собой смесь минеральных материалов с заданными кривыми просеивания.

Несущие слои из несвязанных материалов должны состоять из уплотненных морозостойких смесей минеральных материалов, обладающих достаточной водопроницаемостью. Укладку материалов производят только после их перемешивания для достижения однородной консистенции и равномерного увлажнения.

Песчано-гравийные смеси должны иметь гранулометрический состав фракций 0—22, 0—32, 0—45 мм (при необходимости с добавлением дробленых каменных материалов); смеси из песка и мелкого щебня — гранулометрический состав фракций 0—32 мм; смеси из песка и крупного и мелкого щебня — гранулометрический состав фракций 0—45 мм.

Минимальная толщина укладки в уплотненном состоянии в зависимости от наибольшего размера зерна должна составлять для зерен:

- не более 22 мм — 10 см;
- не более 32 мм — 12 см;
- не более 45 мм — 15 см.

Несущий слой должен быть выполнен таким образом, чтобы обеспечить максимальную однородность его несущей способности и деформационных свойств:

- отклонение поверхности несущего слоя от расчетной высоты должно составлять не более 2,0 см;
- неровности поверхности несущего слоя в пределах измеряемого участка длиной 4 м не должны превышать 2 см.

Несущие слои из связных материалов состоят из смесей строительных материалов, связанных битумным или другим вяжущим. К ним относятся несущие слои:

- из бетона;
- с битумным или другим вяжущим (несущие слои из асфальтобетона);
- со связующим компонентом из смеси крупнопористых заполнителей (слои из дренажного бетона).

Для несущих слоев следует использовать минеральные материалы естественного или искусственного происхождения: недробленые в виде гравия и природного песка и дробленые в виде мелкого щебня, дробленого песка и минерального отсева.

При определении состава несущего слоя следует учитывать специфику нагрузки, тип строительной смеси, толщину слоя или прослойки, а также местные, климатические и топографические условия.

Для устройства подстилающих слоев следует использовать:

- природные минеральные материалы;
- минеральные материалы промышленного производства;
- вторичные минеральные материалы.

Следует применять подстилающий материал, который, с одной стороны, обладает достаточной прочностью и водопроницаемостью, а с другой, не вымывается в нижележащий слой. Поэтому зерновой состав подстилающего материала для несущего слоя, устроенного без применения вяжущего, должен быть подобран в соответствии с зерновым составом несущего слоя, для того чтобы была обеспечена долговременная фильтрующая способность материалов.

Для этого подходят смеси из дробленых и недробленых минеральных материалов фракций 0—4, 0—5 и 0—8 мм. При размере толщины брусчатки для мостовой свыше 120 мм и толщине подстилающего слоя более 40 мм следует использовать смеси минеральных материалов фракций 0—11 мм.

Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии должна составлять от 30 до 50 мм. При водопроницаемом покрытии следует применять мелкий щебень (например, фракции 1—3 или 2—5 мм).

Подстилающий слой должен быть уложен непосредственно на дренирующий слой, рассчитанный в зависимости от способа строительства и типа нагрузки.

В местах примыканий водоизоляционный слой и слой для защиты от прорастания корней растений поднимают на вертикальную поверхность (стена, бордюр, вертикальный элемент) на высоту не менее 100 мм выше отметки растительного слоя для озеленения экстенсивного типа и не менее 150 мм выше отметки растительного слоя для озеленения интенсивного и полуинтенсивного типа и крепят специальными крепежными элементами. Проектом можно предусмотреть декорирование данных слоев.

Эти требования особенно важны для крыш с разными отметками высоты (при слоях разной толщины, наклонных крышах и др.), поэтому в таблице 16 приведено соответствие высоты и наклона крыши.

Таблица 16

Для примыканий к вертикальным конструкциям водоизоляционный слой и слой для защиты от прорастания корней растений должен быть заведен на высоту над растительным слоем	Не менее 150 мм при угле наклона не более 5°
	Не менее 100 мм при угле наклона более 5°
Для областей примыкания к краям (вертикальным конструкциям) крыши край гидроизолирующего и корнезащитного слоя должен быть заведен на высоту над уровнем растительного слоя	Не менее 100 мм при угле наклона не более 5°
	Не менее 50 мм при угле наклона более 5°

При проектировании и выполнении работ следует учитывать требования СП 17.13330.

Растительная зона и элементы конструкции разделяются отсыпкой из гравия (щебня) или тротуарной плиткой шириной не менее 150 мм.

Примыкания к местам сопряжений и проходным элементам должны быть выполнены с помощью манжет, конструкций с клеящимися и прижимными фланцами или жидкой изоляцией в зависимости от сооружения.

Закладные детали для крепления строительных элементов и аксессуаров, таких как перголы, трельяжи, светильники и скамейки, должны быть предусмотрены на этапе проектирования. В случае последующей установки эти элементы должны быть закреплены на армированных бетонных основаниях высотой не менее 200 мм, залитых на дренажный элемент.

Примыкания подразделяют на следующие типы примыкания:

- к фасадным поверхностям и другим вертикальным структурным элементам;
- элементам конструкции, проходящим через крышу;
- краям и парапетам крыши.

В местах примыкания к фасадным поверхностям необходимо проектировать полосу из тротуарной плитки или гравия шириной не менее 300 мм, которая выполняет функцию полосы безопасности и барьера и в то же время обеспечивает беспрепятственный доступ к местам примыкания для осмотра и технического обслуживания. Полоса безопасности оберегает зеленые насаждения от потоков стекающей воды, которая препятствует их росту. Если предполагается, что данная полоса будет использована для эксплуатации фасада, ее ширину необходимо увеличить до 700 мм.

Края водоизоляционных и корнезащитных слоев на крыше должны быть выведены наверх и примыкать к элементам над уровнем гравийных дорожек, растительных зон и мощеных дорожек. Аналогичные требования предъявляются и ко всем элементам конструкции вертикального плана, а также к таким компонентам, как вентиляционные отверстия и каналы, воздуховоды и элементы освещения. Если в многослойную структуру входит фильтрующий слой, то края нетканого материала, который использовался для этой цели, должны быть выведены наверх до уровня поверхности субстратного слоя.

Если растительные зоны проектируют на крыше с дорожкой, отделяющей их от фасадов, то необходимо соблюдать следующие моменты:

- расположение непрерывного дренажного слоя под растительной зоной и дорожками;
- разделение растительного слоя и гравийных дорожек полосой нетканого материала.

Требования, которые предъявляются в отношении примыкания к элементам конструкции, проходящим через крышу, фактически такие же, как и требования в отношении примыкания покрытия к фасадным поверхностям. После завершения работ по укладке водоизоляционного и корнезащитного слоев создание дополнительных элементов крепления, проходящих через крышу, из соображений герметичности не разрешается. Если фундаменты для крепления элементов к основанию крыши не запланированы заранее, то все проектируемые конструкции, такие как перголы, шпалеры, скамейки и осветительная арматура, необходимо укрепить к специально уложенным плитам или решетчатому основанию и позаботиться о том, чтобы нагрузка на крышу распределялась равномерно.

В местах примыкания по краям крыши необходимо укладывать плитку или полосу из гравия шириной не менее 300 мм. Такая полоса будет служить барьером безопасности, с одной стороны, и с другой — обеспечит доступ к элементам конструкции для обслуживания и ремонта.

Материалы водоизоляционного слоя заводят на вертикальные поверхности с креплением концевым профилем или прижимной планкой. Если водоизоляционный материал спускается за край крыши и достигает земли, следует обеспечить его надежное водонепроницаемое соединение с водоизоляционным материалом стены или фундамента, причем обязательно с корнезащитным слоем.

Меры по предотвращению смещения или сползания слоев или покрытий подразделяют на связанные:

- с конструктивными элементами крыши;
- растительностью.

Если на крыше, угол наклона которой составляет 20° (градиент 36 %) или менее, растительный материал высажен таким образом, что представляет собой устойчивый стабильный слой, то необходимость принимать меры по защите конструкции от сползания и нарушать структуру слоев отсутствует.

Если наклон крыши выше 20° (градиент 36 %), необходимы, как правило, меры защиты конструкции от смещения и сползания. Если угол наклона превышает 30° (градиент 58 %), риск смещения вегетативного слоя увеличивается. В этом случае требуется провести расчеты статики. При этом меры защиты не должны создавать напряжения в точке соприкосновения вышележащих слоев с водоизоляционным и корнезащитным слоями.

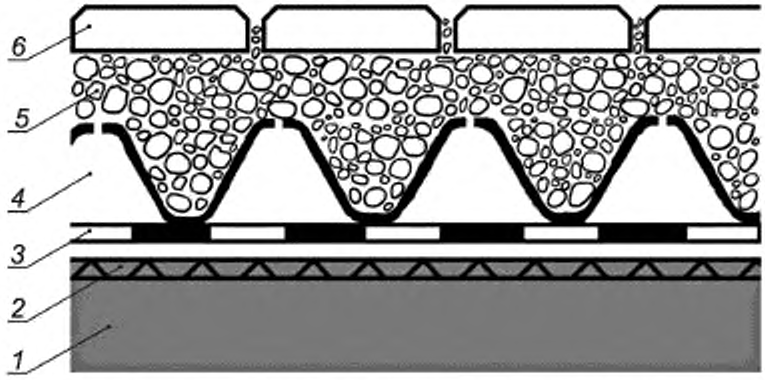
Для предотвращения сползания и смещения слоев могут применять специальные геотекстили с прикрепленными с нижней стороны полимерными плетеными матами, противоскользящие пластины и профили, которые укладывают вместе с геотекстильным материалом снизу, предотвращая тем самым сползание.

При использовании геотекстильных материалов следует учитывать их предел прочности, для того чтобы противостоять статическим нагрузкам. Если сад создают на крыше с уклоном в одну сторону, конструкция крыши должна быть надежно закреплена по верхнему краю.

Одной из мер предотвращения сползания растительного слоя является способ обработки слоя субстрата таким образом, чтобы структуру не размыло водой. Для этого применяют гравийную крошку мелкого или среднего размера, которую смешивают и разравнивают сверху. Еще один способ — ограниченное использование материала, который легко вымывается водой (мелкие частицы). Кроме того, создание условий для скорейшего укрепления корневой системы растений повышает стабильность системы.

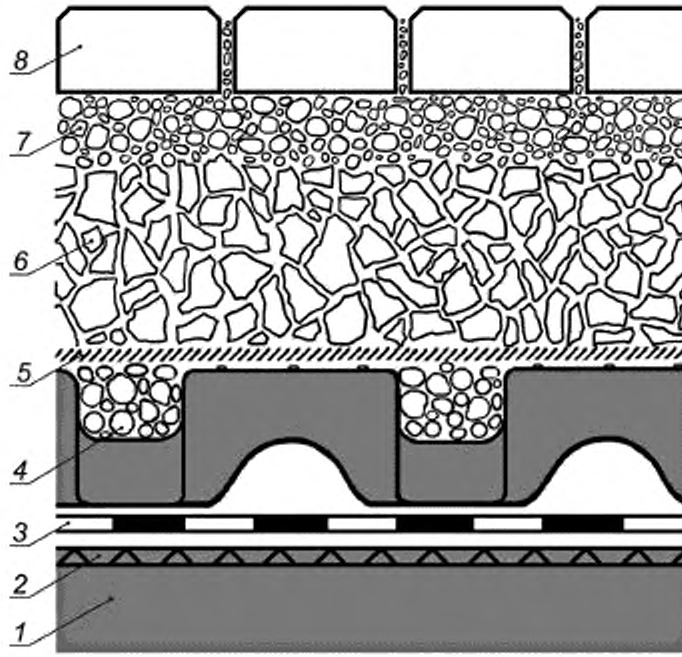
Определяя размеры и положение водоотводящей (дренажной) системы, необходимо учесть увеличение объемов излишней воды, которая будет накапливаться в нижних ярусах и которую обязательно надо выводить.

Данные технические требования распространяются на проектирование и строительство пешеходных дорожек (см. рисунок 8) и автомобильных дорог для транспортных средств (в том числе пожарной техники) (см. рисунок 9) с резиновыми шинами и общим весом не более 320 кН на озеленяемых и эксплуатируемых крышах и перекрытиях (например, крышах стилобатов, подземных паркингов, террасах, атриумах, зимних садах и т. д.) с покрытием из камня или плитки, щебня или гравия, асфальта или бетона, а также резиново-каучуковых и других возможных покрытиях.



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слой, *4* — дренажный слой; *5* — гранитный отсев; *6* — тротуарная плитка

Рисунок 8 — Покрытие под пешеходную нагрузку



1 — несущая конструкция крыши; *2* — водоизоляционный слой; *3* — защитный слои, *4* — дренажный слой, *5* — фильтрующий слои; *6* — гранитный щебень; *7* — гранитный отсев; *8* — плитка, брусчатка

Рисунок 9 — Покрытие под проезд пожарной машины

Водоотвод с пешеходных дорожек и автомобильных дорог должен соответствовать конструкционным, изоляционным и эксплуатационным требованиям. Накопление воды под пешеходными дорожками и дорогами недопустимо. Устройства для отвода воды должны быть сконструированы таким образом, чтобы поверхностная и просачивающаяся вода с первого и второго водоотводящего уровней (гидроизоляция и покрытие), а для инверсионных крыш также с третьего уровня (поверхность водоизоляционного слоя) в нормальном режиме отводилась без создания подпора.

Для уменьшения передачи движения из вышележащих слоев на гидроизоляцию/кровельную конструкцию необходим антифрикционный слой, состоящий не менее чем из двух прослоек. В зависимости от материалов и толщины он одновременно может выполнять защитную и разделительную функции или служить защитным слоем. Необходимо предусмотреть антифрикционную прослойку из полимерной пленки с минимальной толщиной 0,2 мм. При укладке прослойки без закрепления нахлестка должна составлять не менее 10 см, а при устройстве композиционной структуры остальные слои должны быть полностью перекрыты разделительной прослойкой.

Защитный слой эксплуатируемых неозелененных крыш под транспортную нагрузку устраивается по монолитной железобетонной плите. Толщину плиты и ее армирование устанавливают по результатам расчета на растяжение при изгибе. Расчет выполняют в соответствии со следующей расчетной схемой: железобетонная плита уложена на основание, представляющее собой упругое полупространство, эквивалентный модуль упругости которого ниже модуля упругости плиты.

Перед устройством распределительной железобетонной плиты необходимо предусмотреть укладку разделительного слоя из пергамина или кровельного картона. Разделительный слой не позволяет забиться дренажному слою цементным молочком. Не рекомендуется применять в качестве разделительного слоя полиэтиленовую пленку.

Для устройства защитного слоя эксплуатируемых крыш под автомобильную нагрузку могут быть применены:

- двухслойное асфальтобетонное покрытие;
- железобетонные плиты толщиной не менее 80 мм из бетона класса по прочности на сжатие не менее В15 и морозостойкостью не менее F150;

- дорожная брусчатка толщиной не менее 80 мм и морозостойкостью не менее F150.

Выбор защитного слоя эксплуатируемых неозелененных крыш под пешеходную нагрузку зависит от условий и интенсивности эксплуатации крыши.

Для устройства защитного слоя эксплуатируемых крыш под пешеходную нагрузку могут быть применены:

- плиточный пол морозостойкостью не менее F150 на клеящем растворе с шириной швов от 5 до 10 мм и с заделкой швов таким же раствором;
- покрытие из мелкоразмерных бетонных или каменных плит толщиной не менее 40 мм и морозостойкостью не менее F150, с шириной швов от 5 до 20 мм и с заделкой швов герметиком или водоизоляционным раствором;
- покрытие из мелкоразмерных тротуарных плит фигурного очертания толщиной не менее 60 мм и морозостойкостью не менее F150 с шириной швов от 5 до 20 мм и заделкой цементно-песчаным раствором.

Для устройства защитного слоя эксплуатируемых крыш можно использовать винтовые опоры. Их применение позволяет обеспечить горизонтальность верхней поверхности эксплуатируемой крыши, уменьшить нагрузки на несущие конструкции зданий и сооружений. В качестве защитного слоя эксплуатируемых крыш с применением винтовых опор можно использовать любые модификации тротуарных плит морозостойкостью не менее F150, прошедшие расчет на воздействие имеющихся нагрузок.

Для пешеходных зон возможно устройство выравнивающего слоя для выравнивания уклона в качестве замены несущего слоя и при условии его пригодности в качестве подстилающего слоя покрытия. Толщина выравнивающего слоя, в зависимости от характеристик дренажного слоя, должна составлять не менее 5 см, но не более 15 см. Он должен состоять из гранитного щебня материала с фракциями 2—5 и 3—8 мм. В случае водопроницаемого покрытия заполнитель швов должен соответствовать фракциям выравнивающего слоя.

Покрытия дорожек, площадок и дорог на эксплуатируемых и озелененных крышах должны обеспечивать высокую безопасность движения за счет ровности, высоких характеристик сцепления и шероховатости поверхности, а в качестве слоя износа защищать конструкцию пешеходных дорожек и автомобильных дорог, в том числе от проникновения поверхностных вод.

Толщину покрытия следует устанавливать в зависимости от класса нагрузки.

Кроме того, необходимо учитывать следующее:

- для пешеходных зон с особенно низкой нагрузкой (например, террас жилых домов) допустимо устраивать плиточные покрытия с минимальной толщиной 40 мм;
- дорожных зон с высокой горизонтальной нагрузкой (например, эстакад, полос торможения и разгона, а также зон маневрового передвижения) дополнительно следует оценить возможность использования брусчатки или плиточного покрытия большего размера или для отдельных участков следует применять другие типы покрытия с высокой прочностью, например из бетона или асфальтобетона;
- пешеходных участков с интенсивной нагрузкой и возможностью проезда легковых машин следует использовать материал толщиной от 50 до 60 мм;
- проезжих частей с проездом грузового автомобильного транспорта следует использовать материал толщиной 80 мм;
- участков с интенсивным движением и возможностью проезда пожарных машин следует использовать материал толщиной 100 мм;
- слои покрытия из асфальтобетона должны состоять из фракций 0—16 мм и иметь толщину не менее 5 см, но не более 10 см.

Шовный материал должен соответствовать ширине шва и препятствовать вымыванию мелких частиц. Пригодными являются смеси из дробленых и недробленых минеральных материалов фракций 0—4, 0—5 и 0—8 мм. Для швов шириной более 10 мм пригодны также смеси фракций 0—11 мм. Для заделки швов можно использовать минеральный материал фракции 0—2 мм. Если запланирована регулярная очистка дорожных зон механическим способом, допустимо применять только дробленые каменные материалы. Для водопроницаемых покрытий или паропроницаемых материалов следует использовать мелкий щебень, соответствующий ширине швов и материалу подстилающего слоя (например, фракции 1—3 или 2—5 мм).

С целью защиты конструкции, парапетов и вертикальных элементов, а также сохранения рабочих свойств для покрытий должны быть предусмотрены бордюры. Кроме того, допустимо применять профили из металла или пластика. На эстакадах, въездах и выездах, а также виражах бордюры должны воспринимать и компенсировать возникающие силы сдвига.

Бортовой камень следует укладывать на основание из бетона, расположенного на дренирующем слое. Бордюры не должны препятствовать водоотведению с дренирующего слоя или в него с прилегающих участков.

Дорожные зоны и их бордюры не должны непосредственно примыкать к парапетам или вертикальным элементам без устройства защитного слоя. Толщина защитного слоя и выбор материала определены силами сдвига и используемой гидроизоляцией. Перед теплоизолированными фасадами необходимо обеспечить пространство, не испытывающее воздействия сил сжатия и давления.

6.4 Требования безопасности

При проектировании озеленяемых и эксплуатируемых крыш должны быть соблюдены требования действующих норм проектирования зданий и сооружений, техники безопасности и правил по охране труда, а также учтены огнестойкость и пожарная опасность конструкций крыши.

На озелененных эксплуатируемых крышах по их периметру необходимо устанавливать контурное ограждение. Роль контурного ограждения указанных объектов должен выполнять стационарный парапет, выполненный из металла, металлической сетки, стекла и другого прочного материала, высотой не менее 1 м. На озелененных, но не эксплуатируемых крышах контурное ограждение не устанавливается.

Материалы покрытий «зеленых» крыш должны отвечать требованиям действующих документов в области стандартизации. Производство работ по устройству кровельных покрытий с водоизоляционным слоем из битумных и битумно-полимерных материалов должны проводить в соответствии с требованиями СП 54.13330.2016, СП 55.13330.2016.

К работам по устройству и ремонту покрытий «зеленых» крыш допускаются специалисты не моложе 21 года, прошедшие предварительный и периодический медицинские осмотры в соответствии с требованиями Минздрава России, профессиональную подготовку, вводный инструктаж по безопасности труда, пожарной и электробезопасности, а также имеющие наряд-допуск.

Работы по укладке всех слоев покрытия следует проводить только при использовании средств индивидуальной защиты, рабочая и домашняя одежда должна храниться в отдельных шкафах. Допуск рабочих к выполнению кровельных работ разрешается после осмотра прорабом или мастером совместно с бригадиром основания, парапета и после определения при необходимости мест и способов надежного закрепления страховочных приспособлений кровельщиков.

Рабочие места должны быть свободными от посторонних предметов, строительного мусора и лишних строительных материалов. Размещать на крыше материалы допускается только в местах, предусмотренных проектом производства работ, с принятием мер против их падения, в том числе от воздействия ветра. На рабочих местах запас материалов не должен превышать сменной потребности. Материалы, относительно применения которых указания отсутствуют, так же как и инструкции по технике безопасности и пожарной безопасности, не допускаются к использованию. Инструменты следует убирать с крыши по окончании каждой смены. По окончании работ с электрооборудованием переносные точки питания отключают от источников.

Работы, выполняемые на расстоянии менее 2 м от границы перепада высот, равного или более 3 м, следует производить после установки временных или постоянных защитных ограждений. При отсутствии этих ограждений работы следует выполнять с применением предохранительного пояса, при этом места закрепления карабина предохранительного пояса должны быть указаны в проекте производства работ.

Зона возможного падения сверху материалов, инструментов и мусора со здания, на котором проводят кровельные работы, должна быть ограждена. На ограждении опасной зоны вывешивают предупредительные надписи.

7 Дополнительные требования

7.1 Малые архитектурные формы, возводимые на крыше

К малым архитектурным формам, возводимым на крыше, относят:

- вертикальные элементы на основной конструкции крыши здания или сооружения;
- различные элементы конструкции, выполненные из бетона, кирпича дерева, пластика, металла, стекла и т. д.;

- сборные элементы, выполненные из цемента, дерева, бетона, камня или облегченного бетона.

Все возводимые на крыше малые архитектурные формы должны быть устойчивыми, иметь прочную конструкцию, их канты не должны создавать давления на водоизоляционный и корнезащитный слои. При наличии дополнительных точечных нагрузок необходимо обратить внимание на то, каким образом распределена нагрузка, каким является предел прочности теплоизоляционных материалов при сжатии.

Элементы или сооружения, дополнительно возводимые на крыше, должны быть закреплены либо на защитном слое, который уложен поверх корнезащитного слоя, либо на фильтрующем слое, расположенном поверх сплошного дренажного слоя. В случае несовместимости химических свойств материалов необходимо прокладывать дополнительный слой, если защитный/связующий слой не может отвечать этим требованиям.

В целях предупреждения промоин малые архитектурные формы, устанавливаемые на крыше, следует крепить на гравийной или цементной основе, в состав которой входят полимеры. С учетом расположения стоков на крыше и функциональности водоотводящей системы водостоки организуют в основании форм, если только водоотводящая система не спроектирована особым образом.

Дорожки или площадки для прогулок могут быть выполнены:

- из уложенных на мелкий гравий или специализированных опор плит из клинкерного кирпича, природного камня или бетонных плит;
- деревянных щитов, деков или плит;
- мощением из природного камня, клинкерного кирпича или специальными бетонными плитами на цементном растворе или специальном клее.

Водоотведение на площадках организуют следующим образом:

- мощение площадки под наклоном в направлении стока с крыши;
- через стыки мощения в дренажный слой;
- водоотводящими лотками.

Мощение должно быть прочным, но с минимальной весовой нагрузкой. Точечные нагрузки при мощении с использованием опор выравниваются в соответствии с нагрузкой на основание крыши.

При мощении на цементной основе, клее или на основе тонкого щебня, насыпанного узкими полосами, следует обеспечить достаточный уклон поверхности. Для того чтобы предотвратить вздутие, появление трещин, повреждение от мороза и образование известкового налета и высолов, мощение на цементной основе следует применять в исключительных случаях.

Мелкий щебень для дорожек или площадок укладывают на фильтрующий слой, который положен поверх непрерывного дренажного слоя, или непосредственно на дренажный слой.

При мощении с использованием опор для распределения давления может потребоваться дополнительный слой. Излишки воды из дренажного слоя в растительной зоне можно выводить в зоны между опорами или через них.

Под дорожку на цементной основе требуется выравнивающий слой. Для правильного распределения нагрузки необходимо предусмотреть температурные швы в соответствии с используемыми материалами.

Благоустройство может включать следующие малые архитектурные формы:

- шпалеры;
- перголы;
- беседки;
- освещение;
- водные сооружения;
- спортивные площадки;
- детские площадки;
- скульптура.

Расположение всех элементов и способ их установки проектируют с учетом технических параметров конструкций и статической нагрузки индивидуально для каждого объекта.

Строящиеся на объекте элементы должны быть прочно закреплены и установлены таким образом, чтобы их вес распределялся равномерно.

Архитектурные элементы устанавливают с помощью:

- схемы креплений к крыше с учетом распределения нагрузки (крепления должны соответствовать дизайну крыши);
- основания плоского или ферменного типа (фахверка).

Установка заранее запланированных элементов возможна на выступающие над поверхностью крыши основания. Кроме требований в отношении статики следует учитывать запланированные места установления конструкций на озеленяемой и эксплуатируемой крыше.

При применении оснований плоского или ферменного типа требуется укладка защитного и промежуточного слоев на поверхность крыши. Размеры слоев зависят от типов архитектурных элементов и их назначения.

7.2 Ветровые нагрузки

Воздействие ветра на объект создает нагрузку, связанную с действием сил различной природы. Их проявление напрямую зависит от силы и направления ветра, а также от формы и высоты здания.

Рекомендуется выделять на поверхности крыши следующие зоны:

- углы с очень высокой нагрузкой;
- края с высокой нагрузкой;
- срединные части с низкой нагрузкой.

Для каждой зоны следует разработать соответствующие меры по защите от разрушения.

Водоизоляционный и корнезащитный слои должны быть закреплены жестко, для дополнительной фиксации этих слоев следует по краям и углам крыши насыпать гравий полосой шириной 300 мм в качестве пригрузки. При более сильной нагрузке необходимо использовать тротуарную плитку. Во время строительных работ необходимо принять временные меры безопасности.

При озеленении крыш должны принимать все необходимы меры, для того чтобы добиться минимальной нагрузки и минимальной глубины многослойной структуры. Однако в отдельных случаях следует увеличивать глубину слоя или использовать более тяжелые материалы для укрепления бордюров или углов, которые в большей степени подвержены вероятности разрушения. Важным фактором является нагрузка, которую создает многослойная структура в сухом состоянии. В некоторых случаях для укрепления бордюров и углов можно использовать и плиты, и гравий.

Для расчета вертикальной нагрузки, создаваемой для предотвращения повреждения крыши ветром, рекомендуется согласно требованиям умножить величину ветровой нагрузки в полтора раза.

Это требование касается бетонных или гравийных плит и не учитывает следующих факторов при эксплуатации озелененной крыши:

- шероховатость поверхности растений;
- нагрузку от остаточной влаги в субстрате;
- нагрузку от растительного массива, которую следует учитывать, даже если она невелика;
- распределение корней растений в слое субстрата и связывание ими всего слоя в отличие от гравия, состоящего из не связанных друг с другом частиц;
- продуваемость растительности ветром, за счет которой перепады давления в растительном слое выравниваются и нагрузка сокращается.

Перечисленные критерии уменьшают нагрузку, поэтому их следует учитывать при расчете ветровой нагрузки.

Устойчивость довольно крупных саженцев растений можно обеспечить следующими мерами:

- использованием укрепляющих опор;
- установкой анкеровочных элементов.

Эти меры помогут поддерживать растения в устойчивом состоянии при условии соблюдения допустимых норм глубины слоя и требуемого объема субстрата для проникновения корней растений.

В качестве крепежного средства необходимо использовать защищенный от коррозии провод или кабель, прикрепленный к зданию. Оправку и укрепление посаженных растений выполняют с помощью резьбовых анкерных креплений из высококлассной стали, фиксированных над водоизоляционным слоем. Используемый для этих целей трос или кабель необходимо крепить с помощью специальных растяжек с регуляторами. Скобы следует крепить к элементам конструкции, например к опоясывающему бордюру, стенам и к крупным тротуарным плитам. В некоторых случаях скобы крепят к плитам-основаниям, при этом нужно обязательно уточнить диапазон силовой нагрузки компонентов конструкции и термоизоляционных и влагоустойчивых покрытий. Угол между скобами, прикрепленными к изолированным плитам-основаниям, и поверхностью крыши не должен быть более 60°.

Для укрепления деревьев необходимо использовать прямоугольные или треугольные опоры из стальных труб, поверхность которых должна быть обработана с целью защиты металла от коррозии. Некоторые опоры могут иметь широкие пластины в основании.

7.3 Эксплуатация и обслуживание объектов озеленения, гарантийные сроки

Перечень необходимых мероприятий по уходу за объектами озеленения экстенсивного, интенсивного и полуинтенсивного типов зависит от конкретных условий объекта и связан с погодными условиями и состоянием растений. В данный перечень включены следующие работы:

- первичный полив;
- полив во время посадки и посева растений;
- промежуточный полив до передачи озеленяемого участка крыши;
- подкормка удобрениями;
- прополка сорняков и инвазивных растений;
- стрижка газона;
- дополнительное прикатывание при выпревании;
- обрезка и прореживание;
- засевание оголенных участков;
- дополнительная подсадка растений на тех участках, на которых растения не взошли или не прижились;
- заделка просветов на участках с вегетационными матами;
- обрезка кустарников;
- подсев;
- подсадка;
- борьба с вредителями и болезнями;
- заполнение субстратом в местах, поврежденных эрозией;
- прочистка стоков и других технических конструкций от зарастания растениями, забивания листвой и т. д.,
- уборка опавшей листвы и нежелательной растительности в противопожарных зонах, с дорожек и т. д.

Удобрения вносят дополнительно в зависимости от количества питательных веществ в субстрате и от цели озеленения. В период первичного и последующего внесения удобрений рекомендуется вносить следующие дозы гранулированных NPK-удобрений с замедленным высвобождением питательных веществ (чистый азот):

- 8 г N/м^2 при озеленении интенсивного и полуинтенсивного типов;
- 5 г N/м^2 при озеленении экстенсивного типа.

Использовать гербициды на крышах запрещается.

При озеленении экстенсивного типа цели и задачи ухода определены регламентом в соответствии с индивидуальными особенностями объекта, целями и формой озеленения, состоянием растений. Необходимый контроль за состоянием водоизоляционного слоя проводят независимо от мероприятий по уходу.

Для объектов с озеленением интенсивного, полуинтенсивного типов необходимо разрабатывать регламенты по уходу и эксплуатации, включая гарантийный период, с привлечением ландшафтных архитекторов и квалифицированных специалистов по благоустройству, которые должны проектировать и осуществлять контроль за выполнением этих работ.

При работах по чистке фасадов следует принять защитные меры, предотвращающие возможное попадание вредных веществ на зеленые насаждения и в слой субстрата.

После завершения плановых мероприятий по уходу и после подписания акта сдачи-приемки на участке с озеленением экстенсивного типа наступает стадия естественного развития и формирования растений.

Период ухода за развивающимися растениями после подписания акта сдачи-приемки ограничен по времени: он необходим до тех пор, пока проектное покрытие растительности не составит не менее 90 %. В зависимости от способа озеленения и состояния растений этот период при озеленении экстенсивного типа может продолжаться до двух лет. Подкормка растений является частью плана работ, которые выполняют в этот период.

Для выбора мероприятий по уходу, как правило, достаточно одной или двух проверок в год.

При озеленении экстенсивного типа внесение удобрений в некоторых случаях, в зависимости от состояния растений, может продолжаться не менее трех лет. Рекомендуется внесение удобрений длительного действия, гранулы которых медленно рассасываются. Доза удобрений должна соответствовать 5 г общего азота на 1 м^2 в год.

Техническое обслуживание оборудования, установленного на территории, необходимо совмещать с уходом за растениями, обращая особое внимание на следующие моменты:

- проверка сливных стоков, дренажного и поливочного оборудования;
- удаление грязи и отложений из смотровых люков, разбрызгивателей и стоков;
- проверка крепежей и исправности элементов конструкции малых архитектурных форм.

Для обеспечения бесперебойной работы оборудования весь мусор, листва и другие возможные отходы, которые образуются у бордюров, узлов соединения технических устройств, в гравийных дорожках, должны регулярно удаляться.

7.4 Требования к производству и сдаче работ по озеленению

7.4.1 Критерии приемки объекта при озеленении экстенсивного типа

7.4.1.1 При озеленении побегами или укорененной рассадой очитков (род «Седум») должен образоваться по возможности равномерный растительный покров с проектным покрытием (ПП) очитков не ниже 60 % в нескошенном состоянии. Как минимум 60 % ПП должно быть образовано представителями целевой растительности. При оценке ПП следует обратить внимание на сезонные изменения в развитии растений (опадение листьев у растений некоторых видов или повышение проектного покрытия при цветении). При оценке состояния за основу берется ПП целевой растительности. Если на участке 20 % ПП составляют сорные растения (сорняки), объект не считается готовым для передачи.

Не менее 75 % от количества побегов очитков, которые распределены по поверхности субстрата, должны присутствовать на объекте в укоренившемся состоянии.

7.4.1.2 Растения рулонного газона и вегетационных растительных матов должны плотно врасти в субстрат так, чтобы маты невозможно было отделить от поверхности субстрата. В состав матов и газона должны входить заявленные в проекте растения в предусмотренной пропорции. ПП растений рулонного газона должно составлять не менее 95 %, а растительных матов — не менее 80 %. При оценке ПП следует обратить внимание на сезонные изменения в развитии растений. Площадь видимых швов между матами не должна превышать 10 % от общей площади швов.

7.4.1.3 Растения, посаженные с комом, должны присутствовать в заявленном проектом количестве и быть жизнеспособными. Допускается выпадение (отмирание) не более 5 % растений.

7.4.1.4 Если озеленение произведено с использованием растений в мелких горшочках или контейнерах (диаметром не более 100 мм), а критерием оценки готовности объекта является величина ПП, то при ПП 60 % объект также считается готовым к сдаче-приемке.

Рост растений должен происходить в вертикальном направлении, корневая система должна укорениться в субстрате.

8 Контроль качества строительства озеленяемых крыш

8.1 Требования к строительству озеленяемых крыш и качеству производимых работ

Контроль качества используемых строительных материалов возлагается на техническую лабораторию и центры добровольной сертификации. В процессе производства работ устанавливают пооперационный контроль над соблюдением технологии выполнения отдельных этапов работ.

На объекте ведут журнал производства работ и авторского надзора, в котором ежедневно фиксируют:

- дату выполнения работы;
- условия производства работ на отдельных участках;
- результаты систематического контроля качества работ;
- фото пооперационного контроля.

В процессе подготовки и выполнения кровельных работ проверяют:

- качество материалов, которое должно соответствовать требованиям национальных стандартов;
- готовность отдельных конструктивных элементов покрытия для выполнения кровельных работ;
- правильность выполнения всех примыканий к выступающим конструкциям;
- соответствие числа слоев кровельного ковра указаниям проекта.

Обнаруженные при осмотре дефекты или отклонения от проекта должны быть исправлены до начала работ по укладке вышележащих слоев крыши.

Приемка законченной крыши сопровождается осмотром ее поверхности, особенно у воронок, в лотках и местах примыканий к выступающим конструкциям.

При приемке выполненных работ подлежит освидетельствованию актами скрытых работ:

- примыкание крыши к водоприемным воронкам;
- примыкание крыши к выступающим частям вентиляционных шахт, антенн, растяжек, стоек, парапетов;
- устройство послойно всех слоев крыши;
- устройство водоизоляционного слоя с помощью водного теста.

В ходе окончательной приемки крыши предъявляют следующие документы:

- паспорта на примененные материалы;
- данные о результатах лабораторных испытаний материалов;
- журналы производства работ по устройству крыши;
- исполнительные чертежи покрытия и крыши;
- акты промежуточной приемки выполненных работ.

Приложение А
(справочное)

Определение плотности субстрата

А.1 Воздушно-сухой или увлажненный материал субстрата объемом от 2100 до 2500 мл уплотняется в цилиндрические контейнеры. Определяется плотность влажного материала при полной влагоемкости и в сухом состоянии после его высушивании при температуре 105 °С.

А.2 Приборы и оборудование

Контейнеры пластиковые цилиндрической формы внутренним диаметром 150 мм и высотой 165 мм с перфорациями в основании:

- расстояние между радиусами перфораций — 15°;
- интервал между перфорацией по периметру — 10 мм;
- диаметр перфорации — 5 мм;
- число перфораций:
- центр 1 × 1 = 1,
- интервалы по 90° 4 × 7 = 28,
- интервалы 30°/60° 8 × 6 = 48,
- интервалы 15°/45°/75° 12 × 4 = 48,

итого: 125;

- область просеивания сита: сетка проволочная толщиной 0,6 мм, диаметром 148 мм;
- пластина стальная толщиной 7 мм, диаметром 148 мм;
- молот весом 4,5 кг, высота падения 450 мм;
- подносы пластиковые жаропрочные, температура не выше 150 °С, с диаметром не более 30 см;
- шкаф сушильный;
- весы с точностью до 0,1 г.

А.3 Процедура определения

Определяют визуальное и мануальное состояния материала (влажный, воздушно-сухой) и указывают его в бланке анализа. Материал не должен быть мокрым (слишком влажным). Если в субстрат добавлена вода, то до выполнения следующих операций образец с субстратом должен быть выдержан в условиях без доступа воздуха не менее 3 ч для равномерного увлажнения субстрата.

А.4 Взвешивают цилиндрический контейнер без субстрата вместе с наложенным на него ситом. Исследуемое вещество в воздушно-сухом или влажном состоянии укладывают слоем от 120 до 140 мм в цилиндр. При этом на перфорированное дно цилиндра должно быть уложено сито. Высота слоя вещества определена необходимостью наполнения цилиндра высотой приблизительно 100 мм уплотненным веществом. Субстрат в цилиндре утрамбовывают шестью ударами свободно падающего молота известной массы через уложенную стальную пластину. Высота уплотненной пробы определена четырьмя замерами начиная от верхнего края цилиндра до поверхности субстрата, затем полученный результат вычитают из значения внутренней глубины цилиндра. Объем субстрата можно рассчитать по формуле $\pi \cdot r^2 \cdot h$. Вычисляют вес контейнера с субстратом, вычитают вес контейнера с уложенным на него ситом и получают вес субстрата.

А.5 Приблизительную плотность при полной влагоемкости определяют непосредственно после определения полной влагоемкости. Проверяют высоту субстрата в связи с его возможным разбуханием. Затем определяют объем и вес субстрата, как описывалось выше. Для определения приблизительной плотности сухого субстрата, если определены плотность при полной влагоемкости и водопроницаемость, помещают субстрат в контейнер для высушивания, вес которого известен, и сушат в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы. Взвешивают субстрат с контейнером, затем вычитают вес контейнера и получают вес субстрата.

А.6 Расчеты

Рассчитывают плотность субстрата во влажном состоянии S_f, г/см^3, по формуле

$$S_f = \frac{m_{vf}}{V},$$

где m_{vf} — масса (вес), г, во влажном состоянии;

V — объем, см^3, в утрамбованном виде.

Рассчитывают плотность субстрата при полной влагоемкости S_{wk}, г/см^3, по формуле

$$S_{wk} = \frac{m_{wk}}{V},$$

$$S_{wk} = \frac{m_{wk}}{V_{wk}},$$

где m_{wk} — масса (вес), г, при полной влагоемкости;

V_{wk} — скорректированный объем, см^3, при разбухании субстрата.

Рассчитывают плотность сухого субстрата S_t, г/см^3, по формуле

$$S_t = \frac{m_t}{V},$$

где m_t — масса (вес), г, сухого субстрата.

Испытание проходит в три параллельных этапа на одном образце субтрата в указанной выше последовательности. Результатом становится среднее значение после проведенных испытаний.

Приложение Б
(справочное)

Определение значения предельной влагоемкости субстрата

Б.1 Определяют значения предельной влагоемкости по объему воды, который вобрал в себя субстрат, в цилиндрическом контейнере после его полного погружения в воду на 24 ч, затем субстрат оставляют на 2 ч, для того чтобы стекла вода.

Б.2 Приборы и оборудование:

- ванночки пластиковые для насыщения водой, минимальная глубина 200 мм;
- подложка высотой 10 мм для фиксирования контейнера над дном ванночки, для того чтобы вода свободно поступала через перфорированное дно;
- фильтры из нетканого материала диаметром 148 мм для покрытия поверхности субстрата;
- сетка диаметром 148 мм, размер отверстий 0,6 мм, для покрытия поверхности субстрата;
- груз бетонный размерами 100 × 100 мм для утяжеления и утопления субстрата ниже поверхности воды;
- ванночки пластиковые для собирания стекающей воды с уложенными в них дренажными платами из проклеенных шариков вспененного материала, минимальная толщина дренажа 50 мм.

Б.3 Процедура выполнения

Взвешивают цилиндры (контейнеры) без субстрата. Уплотняют субстрат в цилиндры. На поверхность субстрата в цилиндре кладут нетканый фильтр, затем сетку, а на нее — бетонный груз, для того чтобы избежать всплывания субстрата. Помещают цилиндры в пластиковые ванночки и медленно наполняют ванночки водой, не доходя до верхнего слоя субстрата на 10 мм. Дают воде впитаться, затем добавляют еще воды, чтобы ее уровень был выше уровня поверхности субстрата на 10 см. Спустя 24 ч переставляют сосуды на дренажные платы, установленные в пластиковые ванночки для стекания воды. Вода должна стекать в течение 2 ч. Затем сушат сосуды с субстратом, снимают груз, сетку и фильтр с субстрата, взвешивают сосуд с субстратом и вычитают известный вес цилиндра. Проверяют объем субстрата, определяют водопроницаемость, следуя описанию, затем высушивают субстрат при температуре 105 °С и определяют сухой вес.

Содержание воды, г/см^3, в уплотненной пробе определяют по разнице между массой субстрата при полной влагоемкости и массой в сухом состоянии.

Б.4 Расчеты

Рассчитывают полную влагоемкость WK_{max}, % от объема, по формулам:

$$WK_{max} = \frac{(M_{wk} - M_f) \cdot 100}{V},$$

$$WK_{max} = \frac{(M_{wk} - M_f) \cdot 100}{V_{wk}},$$

где M_{wk} — масса (вес), г/см^3, при полной влагоемкости;

M_f — масса (вес), г, в сухом состоянии.

За результат принимают среднее значение трех тестов, выполняемых параллельно.

Библиография

[1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[2] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

[3] Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

[4] МУ 5178—90 Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции

[5] РД 52.18.595—96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды

[6] СанПиН 42-128-4275—87 «Дополнение № 1 к санитарно-гигиеническим нормам предельно допустимых количеств (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) пестицидов в почве» (утвержден Минздравом СССР 13 февраля 1991 г. № 5315-91)

[7] СанПиН 2.3.2.1078—01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов

[8] МУ 2.6.1.2398-08 Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности

[9] МУ 1446—76 Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы

[10] МУ 2.1.7.730—99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест

УДК 698:006.354 ОКС 91.040.01

Ключевые слова: «зеленые» стандарты, озеленяемая и эксплуатируемая крыша, зеленая крыша, технические и экологические требования

БЗ 2—2020/24

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 05.06.2020. Подписано в печать 17.06.2020. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,14.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru