Система региональных документов регулирования
градостроительной деятельности в Санкт-Петербурге

РЕГИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОЩЕНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПОКРЫТИЙ ТЕРРИТОРИЙ ЖИЛОЙ И ОБЩЕСТВЕННО - ДЕЛОВОЙ ЗАСТРОЙКИ

РМД 32-18-2012 Санкт-Петербург

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Правительство Санкт-Петербурга
Санкт-Петербург
2013

Предисловие

1 **Разработаны** открытым акционерным обществом «Ленстройдеталь»

2 **Внесены** отделом мониторинга и стандартизации Управления перспективного развития Комитета по строительству

3 **Одобрены и рекомендованы к применению** в строительстве на территории Санкт-Петербурга распоряжением Комитета по строительству от 24.12.2012 № 151

4 **Согласованы** Комитетом по благоустройству Санкт-Петербурга, Комитетом по градостроительству и архитектуре, Жилищным комитетом, Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга, Службой государственного строительного надзора и экспертизы Санкт-Петербурга

5 **Подготовлены к изданию** ЗАО «Инженерная ассоциация «Ленстройинжсервис»

Вводятся впервые

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Правительства Санкт-Петербурга

© *Правительство Санкт-Петербурга, 2013*

Содержание

Введение ... V

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 3
4 Общие положения ... 6
4.1 Правила мощения городских территорий ... 6
4.2 Основные характеристики дорожных покрытий из плит/камней мощения ... 7
4.3 Изделия для мощения ... 9
4.3.1 Бетонные (искусственные) плиты и камни мощения ... 9
4.3.2 Естественные каменные материалы ... 13
4.3.3 Резиновая тротуарная плитка и брусчатка ... 17
5 Проектирование дорожных покрытий из плит/камней мощения ... 17
5.1 Проектная подготовка ... 17
5.2 Оформление поверхности земли средствами мощения ... 18
5.2.1 Основные аспекты дизайна поверхности земли ... 18
5.2.2 Соблюдение баланса между природными и искусственными материалами 18
5.2.3 Создание и поддержание архитектурной индивидуальности городского пространства ... 20
5.2.4 Разграничение пространства по функциональным зонам ... 24
5.2.5 Формирование доступной среды для маломобильных групп населения средствами мощения ... 25
5.3 Дорожные покрытия из искусственных плит/камней ... 31
5.3.1 Назначение размеров плит/камней ... 31
5.3.2 Форма плит/камней ... 31
5.3.3. Раскладка камней мощения ... 32
5.3.4. Заполнение швов ... 35
5.4 Дорожные покрытия из естественных каменных материалов ... 36
5.4.1 Особенности связанных и несвязанных дорожных покрытий ... 36
5.4.2 Монтажный (выравнивающий) слой связанной конструкции ... 37
5.4.3 Заполнение швов при связанной конструкции покрытия ... 38
5.4.4 Деформационные швы в дорожных покрытиях связанной конструкции ... 39
5.5 Закрепление краевых участков мощения ... 40
5.6 Уклоны, водоотвод и гидроизоляция ... 42
6 Конструирование дорожных одежд и эксплуатируемых кровель с покрытием из плит/ камней мощения ... 47
6.1 Общий вид конструкции дорожной одежды ... 47
6.2 Тротуары, пешеходные дорожки, площадки и площади, на которых не предусматривается систематическое движение автотранспорта ... 49
6.3 Транспортные проезды ... 52
6.4 Дорожные одежды с системой снеготаяния ... 53
6.5 Эксплуатируемые кровли ... 54
6.6 Конструкции лестниц ... 56
7 Особенности расчета дорожных одежд с покрытием из плит/ камней мощения ... 57
7.1 Расчетные нагрузки ... 57
7.2 Автоматизированное проектирование ... 57
7.3 Модели дорожного покрытия из плит/камней мощения ... 59
7.3.1 Моделирование покрытия сплошным слоем ... 59
7.3.2 Приведение нагрузки, действующей на покрытие с учетом реакции слоя блоков ... 61

7.4 Расчетные характеристики материалов ... 62
8 Строительство и контроль качества дорожных покрытий из плит/камней мощения ... 62
8.1 Подготовка земляного полотна и основания ... 62
8.2 Устройство покрытия ... 63
8.2.1 Мощение искусственными плитами/камнями ... 63
8.2.2 Мощение естественными каменными материалами с применением растворов на основе вяжущих ... 69
8.2.3 Мощение естественной брусчаткой ... 71
8.2.4 Мощение мозаиковой шашкой ... 72
8.2.5 Мощение булыжником ... 73
8.3 Особенности работ по мощению в зимнее время ... 76
8.4 Контроль качества и приемка работ ... 77
9 Эксплуатация дорожных покрытий из плит/камней мощения ... 83
9.1 Разрешение движения. Начало эксплуатации ... 83
9.2 Устранение высолов и белых налетов ... 84
9.3 Ремонт и содержание покрытий ... 85
Библиография ... 89
Приложение А (справочное) Примеры выполнения раскладок ... 91
Приложение Б (справочное) Примеры архитектурно-планировочных решений с применением мощения ... 92

Введение

Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественной застройки (далее Рекомендации) разработаны в связи со значительным ростом в последние годы в Санкт-Петербурге объемов использования камней мощения для благоустройства жилой и общественной застройки, появлением на строительном рынке новых видов строительных материалов и изделий для мощения, изменениями в нормативном правовом регулировании строительной деятельности, а также в связи с отсутствием отвечающих современным требованиям нормативно-технических и методических документов по использованию камней мощения в строительной практике.

Настоящие Рекомендации разработаны с целью создания руководства по вопросам проектирования и строительства покрытий из камней мощения на территориях жилой и общественной застройки.

Обеспечение современного системного подхода к устройству покрытий из камней мощения основано на разработке и применении, с учетом природно-климатических и социально-экономических особенностей Санкт-Петербурга, архитектурных решений, направленных на формирование функционального и эстетического облика территорий, инженерных и строительных решений, обеспечивающих безопасную и эффективную эксплуатацию покрытий.

Рекомендации предназначены для специалистов, связанных с вопросами благоустройства: техническим заказчикам, архитекторам, проектировщикам, строителям и эксплуатационникам.

Настоящий документ содержит положения по применению, проектированию, монтажу и эксплуатации мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественной застройки с учетом требований технических регламентов, нормативных и методических документов по строительству.

Рекомендации разработаны с использованием Руководства по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге, разработанного Санкт-Петербургским филиалом СоюздорНИИ и утвержденного департаментом по благоустройству и дорожному хозяйству Мэрии Санкт-Петербурга 28.12.1995 года.

Ответственный исполнитель работы канд. техн. наук Ю. Б. Костиков, (812)953-89-35, kostikovspb@mail.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОЩЕНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ТЕРРИТОРИЙ ЖИЛОЙ И ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ ЗАСТРОЙКИ

1 Область применения

Рекомендации по применению мощения при устройстве дорожных покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки (далее Рекомендации) распространяются на проектирование, монтаж и эксплуатацию существующих, вновь строящихся, реконструируемых и подлежащих капитальному ремонту покрытий из натуральных и искусственных камней, включая мощение:

– пешеходных коммуникаций (тротуары, аллеи, дорожки, тропинки);

– общественных пространств (свободных от транспорта территорий общего пользования, в том числе пешеходные зоны, площади, улицы, скверы, бульвары, а также наземные, подземные, надземные части зданий и сооружений);

– транспортных проездов (элементы системы транспортных коммуникаций, не выделяемые красными линиями улично-дорожной сети города).

Применение настоящего документа становится обязательным для всех участников градостроительной деятельности, при включении требований о применении этого документа в задание на проектирование объекта, утвержденное в установленном порядке.

2 Нормативные ссылки

В настоящем документе приведены ссылки на следующие нормативные документы:

СП 34.1330.2012	СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция
СП 78.13330.2012	СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция
СП 42.13330.2011	СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция
СП 37.13330.2012	СНиП 2.05.07-91 Промышленный транспорт. Актуализированная редакция
ГОСТ Р 1.4-2004	Стандарты организаций. Общие положения
ГОСТ 3344-83	Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия (Взамен ГОСТ 8269.0-97 в части методов физико-механических испытаний) (с изм. 1)
ГОСТ 5180-84	Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
ГОСТ 6665-91	Камни бетонные и железобетонные бортовые. Технические условия

ГОСТ 6666-81	Камни бортовые из горных пород. Технические условия. (с изм. 1)
ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия (с изм. 1-4)
ГОСТ 8735-88	Песок для строительных работ. Методы испытаний (с изм. 1-2)
ГОСТ 8736-93	Песок для строительных работ. Технические условия (с изм. 1-3)
ГОСТ 9128-2009	Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
ГОСТ 10060.0-95	Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие положения
ГОСТ 10060.1-95	Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости
ГОСТ 10060.2-95	Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном переменном замораживании, оттаивании
ГОСТ 10060.3-95	Бетоны. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости (с изм. 1)
ГОСТ 10060.4-95	Бетоны. Структурно-механический метод ускоренного определения морозостойкости
ГОСТ 10178-85	Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. (с изм. 1-2)
ГОСТ 10180-90	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 10181-2000	Смеси бетонные. Методы испытаний
ГОСТ 12730.3-78	Бетоны. Метод определения водопоглощения
ГОСТ 13015-2003	Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения
ГОСТ 13087-81	Бетоны. Методы определения истираемости
ГОСТ 17608-91	Плиты бетонные тротуарные. Технические условия (с изм. 1)
ГОСТ 17624-87	Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности
ГОСТ 22690-88	Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля
ГОСТ 22733-2002	Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности
ГОСТ 23668-79	Камень брусчатый для дорожных покрытий. Технические условия (с изм. 1)
ГОСТ 25100-2011	Грунты. классификация
ГОСТ 25584-90	Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации (с изм. 1)
ГОСТ 25607-2009	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов

ГОСТ 26134-84	Бетоны. Ультразвуковой метод определения морозостойкости (с изм. 1)
ГОСТ 26433.0-85	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения
ГОСТ 26433.1-89	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления. (Поправка ИУС 12-90)
ГОСТ 28570-90	Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций
ГОСТ 30108-94	Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов (с изм. 1-2)
ГОСТ 31424-2010	Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня
Отраслевые дорожные нормы ОДН 218.046-01	Проектирование нежестких дорожных одежд (утв. распоряжением Минтранса РФ от 20 декабря 2000 г. № ОС-35-Р). Взамен ВСН 46-83 Минтрансстроя СССР «Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа»

П р и м е ч а н и е - При пользовании Рекомендациями необходимо проверять действие ссылочных документов по ежегодному Указателю «Нормативные документы по строительству, действующие на территории Российской Федерации» и руководствоваться измененными документами или документами, введенными взамен отмененных.

3 Термины и определения

В целях настоящих Рекомендаций приняты следующие термины и их определения:

Мощение – обязательная составная часть внешнего благоустройства городских территорий.

Согласно архитектурно–художественного регламента «Мощение городских территорий в Санкт-Петербурге» (документ разработан Комитетом по градостроительству и архитектуре на основании положений «Регламента внешнего благоустройства Санкт-Петербурга» утвержденного распоряжением Администрации Санкт-Петербурга от 23.09.2002 № 1784-ра) в понятие мощения городских территорий входит:

- устройство твердого покрытия проезжей части, пешеходных тротуаров, дорожек, площадок, автостоянок и мест парковки и т. п.;
- устройство отмостки, водостоков, поребриков, подпорных и ограждающих стенок, защитных ограждений деревьев;
- устройство ступеней и пандусов для пешеходного движения.

Мощение городских территорий осуществляется комплексно, включая все необходимые элементы благоустройства, с использованием современных материалов и технологий, на высоком эстетическом уровне.

Камень мощения – строительное изделие, изготовленное из бетона или из изверженных, осадочных и литых горных пород, и предназначенное для устройства дорожных покрытий.

Размеры камней мощения должны быть: высота сечения (толщина) - не менее 40 мм, площадь опорной поверхности - не более 0,05 $м^2$ и длина не более 28 и 30 см соответственно для прямоугольных в плане и фигурных камней.

Плита мощения - строительное изделие, изготовленное из бетона или из изверженных, осадочных и литых горных пород, и предназначенное для устройства дорожных покрытий.

Размеры плит для мощения должны быть: высота сечения (толщина) - не менее 60 мм, площадь опорной поверхности не более - 0,36 $м^2$, длина грани - не более 60 см.

Лицевая поверхность – поверхность камня мощения или плиты, предназначенная для образования поверхности дорожного покрытия.

Дорожная одежда с покрытием из плит/камней мощения – многослойная конструкция, воспринимающая внешнюю нагрузку и передающая ее на подстилающий грунт. Дорожная одежда состоит из покрытия, выполненного из камней мощения (плит), несущего и (при необходимости) дополнительного слоя основания, а также грунта земляного полотна.

Основание - часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои или грунт земляного полотна (СП 34.1330.2012).

Основание может быть выполнено из различных материалов: щебня; песчаноцементной смеси; щебня, укрепленного цементом, или расклинцованного песчаноцементной смесью. Дополнительные слои основания (морозозащитные, теплоизоляционные, дренирующие и др.) - слои между основанием и верхом рабочего слоя земляного полотна, обеспечивающие морозоустойчивость и дренирование дорожной одежды и верхней части земляного полотна (СП 34.1330.2012). Дополнительные слои основания выполняются из дренирующих и не подверженных пучению материалов (песок, шлак и др.).

Покрытие из плит/камней мощения – верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая воздействие от автомобильного и/или пешеходного движения (истирающие, ударные и сдвигающие нагрузки), и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов.

Покрытие включает собственно покрытие из камней мощения или плит высотой сечения 40-100 мм, заполнение швов между искусственными камнями, монтажный (выравнивающий) слой толщиной 3…5 см в уплотненном состоянии.

Мостовая – дорожное покрытие капитального типа из штучных плит/камней мощения из естественных или искусственных материалов.

Мостовая булыжная – дорожное основание или покрытие переходного типа из штучных материалов – булыжного камня или грубоколотой каменной шашки.

Бортовой камень– строительное изделие, изготовленное из бетона или из изверженных, осадочных и литых горных пород, и предназначенное для отделения проезжей части улиц и дорог от тротуаров, газонов, площадок и т.п.

Малые архитектурные формы - элементы монументально-декоративного оформления, устройства для оформления мобильного и вертикального озеленения, городская мебель, коммунально-бытовое и техническое оборудование на территории города, а также - игровое, спортивное, осветительное оборудование, средства наружной рекламы и информации. Малые архитектурные формы являются частью архитектурно-художественной и ландшафтной организации, комплексного благоустройства территории. Общими требованиями к малым архитектурным формам являются: единое архитектурно-художественное решение, корректное по отношению к архитектурному окружению и историческим традициям; высокое качество материалов и технологий; единое

цветовое решение, гармонирующее с колористикой фасадов зданий и сооружений, элементов благоустройства и мощением.

Архитектурно-строительное проектирование – подготовка проектной документации применительно к объектам капитального строительства и их частям, строящимся, реконструируемым в границах принадлежащего застройщику земельного участка, а также в случаях проведения капитального ремонта объектов капитального строительства, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов (часть 1 статьи 48 ГрК РФ [1][1]).

Архитектурный проект – архитектурная часть документации для строительства и градостроительной документации, содержащая архитектурные решения, которые комплексно учитывают социальные, экономические, функциональные, инженерные, технические, противопожарные, санитарно-гигиенические, экологические, архитектурно-художественные и иные требования в объеме, необходимом для разработки документации для строительства объектов, в проектировании которых необходимо участие архитектора (статья 2 Федерального закона «Об архитектурной деятельности в Российской Федерации») [2].

Пешеходные коммуникации - тротуары, аллеи, дорожки, тропинки, обеспечивающие пешеходные связи и передвижения на территории города. При проектировании пешеходных коммуникаций на территории города следует обеспечивать: минимальное количество пересечений с транспортными коммуникациями, непрерывность системы пешеходных коммуникаций, возможность безопасного, беспрепятственного и удобного передвижения людей, включая инвалидов и маломобильные группы населения. В системе пешеходных коммуникаций следует выделять основные и второстепенные пешеходные связи [18].

Основные пешеходные связи обеспечивают связь жилых, общественных, производственных и иных зданий с остановками общественного транспорта, учреждениями культурно-бытового обслуживания, рекреационными территориями, а также связь между основными пунктами тяготения в составе общественных зон и объектов рекреации [18].

Второстепенные пешеходные связи обеспечивают связь между застройкой и элементами благоустройства (площадками) в пределах участка территории, а также передвижения на территории объектов рекреации (сквер, бульвар, парк, лесопарк). Ширина второстепенных пешеходных коммуникаций принимается порядка 1,0-1,5 м [18].

Транспортные проезды – элементы системы транспортных коммуникаций, не выделяемые красными линиями улично-дорожной сети (УДС) города, обеспечивают транспортную связь между зданиями и участками внутри территорий кварталов, крупных объектов рекреации, производственных и общественных зон, а также связь с улично-дорожной сетью города.

Общественные пространства – свободные от транспорта территории общего пользования, в том числе пешеходные зоны, площади, улицы, скверы, бульвары, а также наземные, подземные, надземные части зданий и сооружений (галереи, пассажи, атриумы и другие), специально предназначенные для использования неограниченным кругом лиц в целях досуга, проведения массовых мероприятий, организации пешеходных потоков на территориях массового посещения общественного, делового назначения, объектов пассажирского транспорта.

---

[1] Здесь и далее квадратными скобками обозначены ссылки на раздел «Библиография»

Доступность - свойство элемента обустройства территории обеспечивающее беспрепятственное движение по ней инвалидов и других маломобильных групп населения с учетом обеспечения их безопасности.

Маломобильные группы населения - люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве (инвалиды, люди с временным нарушением здоровья. пожилые люди, беременные женщины, люди с детскими колясками, с малолетними детьми, тележками, багажом).

Тактильная информация - информация, которая предназначена для тактильного восприятия и может быть воспринята (опознана) человеком путем прикосновения к источнику этой информации (тактильному объекту).

Тактильный наземный (дорожный) указатель - средство отображения информации, представляющее собой полосу из различных материалов определенного цвета и рисунка рифления, позволяющих инвалидам по зрению распознавать типы дорожного покрытия путем осязания стопами ног, тростью или используя остаточное зрение.

4 Общие положения

4.1 Правила мощения городских территорий

Правила мощения городских территорий оговариваются в архитектурно–художественном регламенте «Мощение городских территорий в Санкт-Петербурге» (документ разработан Комитетом по градостроительству и архитектуре на основании положений «Регламента внешнего благоустройства Санкт-Петербурга» утвержденного распоряжением Администрации Санкт-Петербурга от 23.09.2002 № 1784-ра). В соответствии с принятой системой зонирования настоящий регламент устанавливает требования к мощению для следующих территорий: ядро исторического центра; внешний пояс исторического центра; районы застройки 1930-х – 1950-х годов; районы современной массовой застройки.

Основные положения регламента:

– Мощение должно отвечать техническим требованиям к содержанию и эксплуатации городских территорий, обеспечивать удобство и безопасность пешеходного и транспортного движения, высокое эстетическое качество городской среды;

– В границах ядра исторического центра Санкт-Петербурга основным материалом мощения тротуаров, пешеходных зон, территорий памятников истории и культуры является природный камень. Для мощения внутриквартальных территорий используется также бетонные плиты/камни;

– На территориях внешнего пояса исторического центра и в районах застройки 1930-1950-х годов рекомендуется сочетание природного камня и бетонных плит/камней;

– В районах современной массовой застройки основным материалом мощения пешеходных пространств является бетонные плиты/камни;

– Для главных магистралей города, проходящих через различные зоны застройки, рекомендуется единый характер мощения, определяемый наиболее значимым в градостроительном отношении участком магистрали;

– Мощение набережных должно выполняться преимущественно природным камнем в едином ансамбле с гранитными парапетами, спусками и т. п.;

– Для территорий, прилегающих к памятникам архитектуры, истории и культуры, обязательно использование природного камня;

– Характер мощения должен отвечать планировочному и функциональному зонированию территорий, вертикальной планировке, архитектурным особенностям среды;

– Колористика и рисунок мощения должны гармонировать с архитектурно-пространственным окружением, элементами благоустройства и оборудования, объектами монументально-декоративного искусства;

– В целях сохранения и развития исторического своеобразия городской среды рекомендуется использование, наряду с современными, традиционных для Санкт-Петербурга материалов мощения (диабаза, булыжника и т. п.).

На дорожках крупных рекреационных объектов (парков, лесопарков) следует предусматривать различные виды «мягкого» или комбинированных покрытий, пешеходные тропы с естественным грунтовым покрытием. «Мягкие» виды покрытия – из песка из отсевов дробления щебня, мягкое резиновое или мягкое синтетическое [18].

Покрытие площадок для отдыха рекомендуется проектировать в виде мощения. При совмещении площадок отдыха и детских площадок не допускается устройство твердых видов покрытия в зоне детских игр[18].

На транспортных проездах следует использовать асфальтобетонные покрытия или покрытия из камней/плит мощения [18].

На территории пешеходных коммуникаций и общественных пространств не допускается применение в качестве покрытия кафельной, метлахской плитки, гладких или отполированных плит из искусственного и естественного камня, в наземных и подземных переходах, на ступенях лестниц, площадках крылец входных групп зданий [18].

4.2 Основные характеристики дорожных покрытий из плит/камней мощения

Покрытие из плит и камней мощения, по сравнению с асфальтобетонным покрытием, обладает рядом преимуществ в части ремонтопригодности, экологичности и декоративным свойствам (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Основные характеристики дорожных покрытий

Характеристики	Дорожные покрытия	
	из плит/ камней мощения	асфальтобетонные
Несущая способность (восприятие внешних нагрузок)	Несущая способность дорожных покрытий из плит/камней мощения не зависит от температуры окружающего воздуха.	Несущая способность асфальтобетонных покрытий зависит от температуры окружающего воздуха. При охлаждении (в зимний период) становятся хрупкими, подверженными трещинообразованию, а при нагревании (в жаркие летние дни) – пластичными, легко деформирующимися под воздействием нагрузок.
Технологичность строительства	Имеется возможность механизированной укладки. Производительность укладчика до 800 м^2 в смену.	Для устройства покрытия требуется целый комплект машин: асфальтоукладчик, дорожные катки.

Окончание таблицы 4.1

Характеристики	Дорожные покрытия	
	из плит/ камней мощения	асфальтобетонные
Ремонтопригодность	Камни мощения многократно используются. Покрытие разбирается и восстанавливается обратно при прокладке и ремонте подземных коммуникаций. При ремонте не требуются специальные машины.	Требуют прочных и устойчивых оснований. При неравномерной осадке оснований происходит быстрое разрушение покрытий. Покрытие после вскрытия повторно не используется. Для ремонта требуется специальная техника и оборудование (асфальтоукладчик, дорожные катки, фрезы). Ямочный ремонт недолговечен.
Экологичность	Бетон, горные породы не выделяет в атмосферу вредных веществ.	Асфальтобетон – строительный материал, содержащий битум. Основные компоненты нефтяного битума – асфальтены, смолы и нефтяные масла, вредные пары которых испаряются особенно интенсивно в процессе укладки смеси, а также в течение всего срока эксплуатации дорожного покрытия.
Эстетический вид	Применение плит и камней мощения разнообразных цветов, форм и различной обработкой лицевой поверхности позволяет производить визуальное зонирование пространства, сформировать определенный зрительный образ городского пространства.	Имеют черный (а при загрязнении – серый) цвет, что придает им однообразный вид. Отремонтированные участки покрытий по цвету обычно отличаются от соседних. Цветные асфальтобетоны не получили широкого распространения.

Срок службы дорожных покрытий из плит/камней мощения зависит от используемых материалов, эксплуатационных нагрузок, качества строительства, условий содержания и ремонта.

Данные по периодичности ремонта дорожных покрытий из плит/камней мощения в нормативно-методической литературе отсутствуют.

Термины «Ремонт» и «Капитальный ремонт» согласно «Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них», утвержденной приказом Минтранса РФ 12.11.2007 г. № 160 (с изменениями от 6 августа 2008 г.) [3], относятся к автомобильным дорогам, включая тротуары. При ремонте производится перемощение отдельных участков мостовых с частичной заменой песчаного основания. При капитальном ре-

монте перемощение отдельных участков мостовых с полной заменой песчаного основания.

4. 3 Изделия для мощения

Для мощения покрытий территорий жилой и общественной застройки могут использоваться:

– бетонные камни мощения и плиты, изготовляемые по ГОСТ 17608 и стандартам организаций, разработанных применительно к условиям Санкт-Петербурга;

– камни мощения (брусчатка, шашка) и плиты из естественных каменных материалов, изготовляемых по ГОСТ 23668 и булыжный камень;

– резиновая тротуарная плитка и брусчатка, изготовляемая по стандартам организаций, разработанных применительно к условиям Санкт-Петербурга.

4.3.1 Бетонные (искусственные) плиты/камни мощения

4.3.1.1 Бетонные плиты и камни мощения, используемые при устройстве покрытий территорий жилой и общественной застройки Санкт-Петербурга, должны соответствовать требованиям стандартов организаций, разработанных применительно к условиям Санкт-Петербурга, ГОСТ 17608 в части требований к элементам мощения, а также настоящим Рекомендациям.

4.3.1.2 Бетонные плиты и камни мощения различаются:

а) По технологии производства: изготовленные методом вибропрессования и вибролитья. Вибропрессование является наиболее прогрессивным методом изготовления плит/камей мощения. Для мощения основных пешеходных связей, общественных пространств и транспортных проездов следует применять плиты/камни мощения, изготовленные методом вибропрессования.

Вибропрессованные плиты/камни могут выпускаться однослойными или двухслойными.

В двухслойных изделиях (см. рисунок 4.1) нижний слой изготавливается из тяжелого бетона, а верхний слой (лицевая поверхность) – из мелкозернистого износостойкого обычного (серого) или цветного бетона (белого, красного, желтого, коричневого, зеленого и других цветов).

Толщина лицевого (верхнего) слоя двухслойных изделий:

– для плит/камней мощения - от 5 до 15 мм;

– для бортовых камней – от 4 до 15 мм.

Однослойные изделия изготовляются целиком из цветного или неокрашенного (серого) бетона.

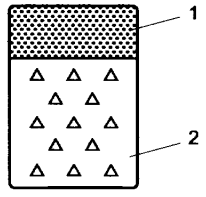


Рисунок 4.1 – Поперечный разрез двухслойного камня мощения: 1- лицевой слой; 2 – основной слой.

б) По виду лицевой поверхности: с гладкой, текстурной или механически обработанной (см. рисунок 4.2). Виды механической обработки лицевой поверхности: дробеструйная обработка, шлифование, фрезерование, размыв. Камни мощения с поверхностной механической обработкой лицевой поверхности обладают эксплуатационными и декоративными преимуществами.

При дробеструйной обработке поверхность бетонных изделий подвергается воздействию небольшими стальными шариками и приобретает шероховатую текстуру.

а) *б)* *в)*

Рисунок 4.2 – Примеры плит/камней мощения
с различной лицевой поверхностью: *а)* плита мощения с текстурной поверхностью; *б)* камень мощения с гладкой поверхностью; *в)* камень мощения с фактурной лицевой поверхностью

В результате фрезерования в бетонных поверхностях камней мощения получаются канавки, препятствующие скольжению обуви.

Фактурная (размытая) лицевая поверхность формируется путем воздействия факела воды под высоким давлением для обнажения декоративного заполнителя лицевого слоя, с целью освобождения его от цементной оболочки на заключительной стадии производства плит/камней мощения (см. рисунок 4.2, в). В качестве заполнителя могут быть использованы: гранитная крошка, габбро-норит, кварцит и другие износостойкие материалы, наибольший размер которых не превышает 5 мм. За счет включения в лицевой слой фактурных камней мощения различных твердых природных заполнителей, они обладают лучшими прочностными и декоративными свойствами по сравнению с камнями с гладкой лицевой поверхностью. Варианты фактурной лицевой поверхности представлены на рисунке 4.3.

Рисунок 4.3 - Варианты фактурной лицевой поверхности

в) по классу прочности: класса *А* и *В*. Технические характеристики бетонных плит/камней мощения должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 4.2. Для мощения основных пешеходных коммуникаций и транспортных проездов следует применять изделия изготовленные методом вибропрессования (камни и плиты мощения, бортовые камни) класса А. Для мощения второстепенных пешеходных связей применяются изделия класса В.

Таблица 4.2 - Технические характеристики бетонных камней

Наименование физико-механических свойств	Значение физико-механических свойств	
	Класс А	Класс В
Класс бетона по прочности на сжатие	В30, В35	В22,5
Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	$В_{btв}$ 4,4	$В_{btв}$ 3,2
Водопоглощение	не более 5 %	не более 6 %
Истираемость	не более 0,5 г/см^2	не более 0,7 г/см^2
Морозостойкость	F200*	F200
Примечание - Марку бетона по морозостойкости принимают не ниже F200, при этом морозостойкость бетона определяют в соответствии с 4.2 ГОСТ 10060.0 с насыщением образцов бетона плит перед испытанием 5 % водным раствором хлорида натрия.		

г) по форме в плане: квадратные; прямоугольные; шестиугольные; сложной формы.

д) по цвету: бесцветные (серые из обычного бетона); цветные.

К договору на поставку цветных плит/камней по согласованию между заказчиком и производителем могут быть приложены образцы цветов. При производстве возможны отклонения по тону цвета, поэтому при укладке рекомендуется комбинировать изделия из разных транспортных поддонов или партий.

4.3.1.3 Бетонные плиты/камни могут изготавливаться с выступами на боковых гранях. Размер выступов, как правило, не должен превышать 2 мм. Исключение составляют покрытия с «зелеными» и дренирующими швами, где размер выступов должен быть, по крайней мере, на 2 мм меньше расчетной ширины шва.

Термином «зеленый» шов принято называть шов увеличенной ширины, предназначенный для заполнения смесью, содержащей растительный грунт.

Дренирующий шов заполняется песком из отсевов дробления, мелким гранитным щебнем, галькой или специальными водопроницаемыми растворами.

4.3.1.4 К лицевой поверхности плиты/камня мощения предъявляются следующие требования:

1) по категории лицевой поверхности, что соответствует предельным значениям диаметра или размера раковин, высоте местного наплыва (выступа) или глубине впадины, глубине околов ребер.

Категория лицевой поверхности плит/камней мощения – А6.

Качество текстурной и механически обработанной лицевой поверхности должно соответствовать эталону (в виде поверхности целого изделия или его фрагмента), утвержденному предприятием в соответствии с ГОСТ 13015. В таблице 4.3 приведены основные требования к допускам и лицевой поверхности бетонных камней мощения;

Таблица 4.3 - Основные требования к допускам и лицевой поверхности плит/камней

Наименование показателя	Предельные значения, величина отклонения
Допуски размеров камней мощения (длина, ширина, толщина) при толщине камня:	
- до 80 мм	± 3 мм , ± 3 мм, ± 3 мм
- 80 мм и более	± 3 мм , ± 3 мм, ± 5 мм
Допуск по толщине для камней, предназначенных для механизированной укладки	± 2 мм
Разница между результатами измерений одного и того же номинального размера в различных местах при измерении:	
- длины	< 4 мм
- ширины	< 4 мм
- толщины (при толщине камня мощения менее 80 мм)	< 4 мм
- толщины (при толщине камня мощения более 80 мм)	< 6 мм
Отклонение от перпендикуляра опорной и лицевой поверхности для камней мощения толщиной:	
-до 80 мм включительно	± 2 мм
-более 80 мм	± 3мм
Глубина околов:	
-ребер лицевой поверхности на длине не более 3 %	< 3 мм
-других ребер на длине не более 5 % длины ребра	< 5 мм
Размеры раковин на лицевой поверхности:	
-диаметр	< 6 мм
-глубина	< 3 мм
Количество раковин на поверхностях	
- лицевой	<5 шт
- опорной и прочих	<8 шт
Глубина проникновения красителя внутрь камня в камнях с окрашенной лицевой поверхностью	≥5 мм

2) по сцепным свойствам – поверхность камня не должна быть скользкой и травмоопасной. Методы оценки сцепных свойств дорожного покрытия из плит/камней мощения с пневматической шиной автомобиля или подошвой обуви пешехода отсутствуют. По предварительным исследованиям, коэффициент сцепления пневматической шины (или подошвы обуви пешехода) с поверхностью дорожного покрытия из плит/камней мощения в сухом состоянии, измеренный портативными приборами контроля, должен быть не менее 0,4 [19]. Методика измерения коэффициента сцепления на дорожных покрытиях из бетонных плит/камней мощения согласовывается и принимается совместно заинтересованными сторонами.

4.3.1.5 Методы контроля бетонных камней:

1) Прочность бетона на сжатие и растяжение при изгибе следует определять по ГОСТ 10180 или по ГОСТ 28570, или по ГОСТ 17624, или по ГОСТ 22690. При изготовлении камней, по способу или режиму уплотнения бетона, приводящих к изменению его состава, следует применять поправочный коэффициент к прочности бетона контрольных образцов, устанавливаемый экспериментально в соответствии с ГОСТ 10180.

Для вибропрессованных изделий главная трудность заключается в изготовлении стандартных образцов-кубов в тех же условиях, что и элементы мощения. Поэтому часто испытания на прочность разрушающим методом производятся на целых плитках, или на

их половинках, или на образцах, выпиленных из элементов мощения, или «методом штампа». В любом случае все методики с отклонениями от требований ГОСТ должны быть аттестованы и утверждены.

Прочность бетона в изделиях может быть определена методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690. Прочность бетона определяют при помощи приборов, предназначенных для определения косвенных характеристик, прошедших метрологическую аттестацию по ГОСТ 8.326. Единичные показания прибора экспресс-контроля, а также определение прочности прибором без предварительно установленной градуировочной зависимости по 3.3 ГОСТ 22690, не являются обоснованными и не принимаются производителями изделий при претензиях по их качеству. Контроль прочности косвенными неразрушающими методами проводят с обязательным использованием градуировочных зависимостей, предварительно установленных в соответствии с требованиями ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624.

2) Морозостойкость бетона определяют по ГОСТ 10060.0 - ГОСТ 10060.4 или ГОСТ 26134 с насыщением образцов бетона камней, изготовленных по ГОСТ 10180, перед испытанием 5 % водным раствором хлорида натрия.

При этом допускается снижение прочности бетона образцов на сжатие не более чем на 5 % и потеря их массы не более чем на 3 %.

3) Водопоглощение бетона камней определяют по ГОСТ 12730.3.

4) Истираемость бетона камней определяют по ГОСТ 13087.

5) Удобоукладываемость бетонной смеси (подвижность, жесткость) определяют по ГОСТ 10181.

6) Размеры, отклонения от прямолинейности и перпендикулярности камней, ширину раскрытия технологических трещин, размеры раковин, наплывов и околов бетона следует проверять методами, установленными ГОСТ 26433.0 и ГОСТ 26433.1.

4.3.1.6 Изготовление бетонных камней мощения должно осуществляться в соответствии с требованиями стандартов организаций, разработанных на основании закона «О техническом регулировании» [8] в соответствии с ГОСТ Р 1.4 применительно к условиям Санкт-Петербурга, ГОСТ 17608 в части требований к элементам мощения и по технологической документации производителя.

4.3.1.7 Маркировка должна соответствовать ГОСТ 13015. Маркировочные надписи и знаки указываются на этикетке, закрепленной на поддоне с изделиями.

Маркировочная надпись должна содержать следующие маркировочные знаки:

- торговый знак предприятия-изготовителя или его краткое наименование;
- условное обозначение изделия;
- обозначение стандарта;
- штамп ОТК;
- дату изготовления продукции;
- количество изделий на транспортном поддоне.

В маркировочной надписи могут быть приведены сведения о составе бетона, который используется для изготовления изделий данной партии.

4.3.2 Естественные каменные материалы*

Для мощения могут использоваться булыжный камень, шашка, брусчатка и плиты из естественных каменных материалов (см. рисунок 4.4).

**Примечание* - Раздел написан с использованием следующей литературы:

1) Иванов А. М. Моя профессия мостовщик. Л.,1970 г;

2) Некрасов В. К. Мостовые и тротуары из естественного камня, 1933 г.

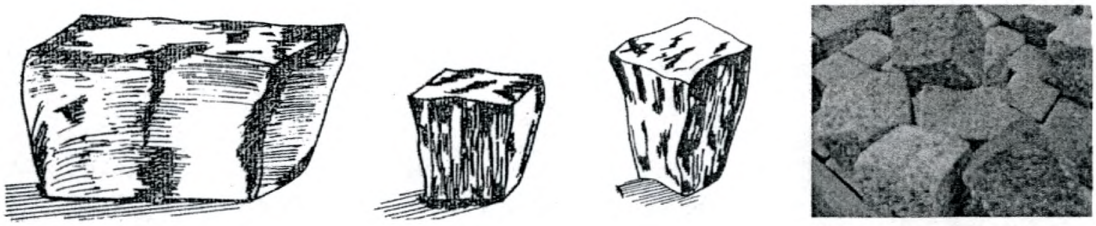


Рисунок 4.4 – Брусчатка и шашка для мощения

4.3.2.1 *Булыжный камень* представляет собой окатанные водой или ледниками обломки горных пород и имеет овальную форму. Сбор булыжного камня производят главным образом в полосе валунных отложений.

Площадь верхней поверхности камня должна быть больше нижней, а высота камня – не более его двойной толщины – 12-18 см.

Булыжный камень делят на четыре сорта А, Б, В и Г, для каждого из них камень должен иметь средние размеры по высоте соответственно 18, 16, 14 и 12 см. Для каждого сорта должно быть камней по высоте меньше средней не более 30 %. Булыжный камень должен быть из однородной по структуре горной породы. Считается негодным булыжный камень из выветрившихся пород, с трещинами, прослойками, раковинами.

При слабом и среднем движении транспорта применяется камень высотой от 12 до 18 см. При интенсивном движении следует использовать камень высотой 11-15 см.

4.3.2.2 *Шашка* изготовляется из карьерного рваного или колотого камня. Предел прочности при сжатии в сухом состоянии должен быть не менее 120 МПа. Шашка – это камень, который по форме приближается к призме или пирамиде. Ее нижняя и верхняя плоскости по возможности должны быть параллельными. Нижняя плоскость шашки, которой она устанавливается на монтажный (выравнивающий) слой называется постелью, а верхняя - лицом. Шашка считается пригодной для мощения, если контур постели ее не будет выходить за пределы контура лица. Если эти условия не будут соблюдены, то установленная шашка не будет иметь требуемой устойчивости.

На боковых гранях шашки не должно быть резких выступов, препятствующих плотному прилеганию камней друг к другу.

Грубоколотая шашка для мощения должна иметь более выдержанную форму, чем булыжный камень. Она должна обеспечить при мощении более правильные ряды и более ровную поверхность, чем из булыжного камня.

Размеры шашки по лицу в любом направлении должны быть от 10 до 20 см, однако они не должны быть больше высоты.

По своим размерам шашка разделяется так же, как и булыжный камень, на четыре сорта (табл.4.4)

Прочность мостовой зависит не только от свойства материала, но и от размеров шашки по высоте и от площади лица по постели. Чем крупнее шашка, тем прочнее мостовая. Шашка сортов А и Б наиболее крупная, применяется для замощения дорог с большим и тяжелым движением, шашка сорта В используется на дорогах со средним и нетяжелым движением, шашкой сорта Г замащивают дворовые проезды, малогрузонапряженные дороги.

Т а б л и ц а 4.4 - Шашка для мощения (историческая классификация)

Размер шашки	Сорт шашки			
	А	Б	В	Г
Высота в см.:				
– средняя	18	16	14	12
– предельная (т. е. допускаются отклонения от среднего размера)	16-20	14-18	13-14	10-14
Размеры по лицу, см	10-20	10-18	10-15	8-14
Площадь не менее, см^2				
– лица	100	100	100	80
– постели	60	50	40	30

Мозаиковая шашка представляет собой тщательно околотый, кубовидной формы камень. Лицевая плоскость и постель камня должны быть параллельны. Площадь постели должна составлять не менее ¾ лицевой площади и вписываться в нее. Параметры мозаиковой шашки приведены в таблице 4.5.

Т а б л и ц а 4.5 - Шашка мозаиковая

Наименование шашки	Ширина, мм	Длина, мм	Высота, мм
Низкая	70-100	70-100	80-90
Высокая	80-100	80-100	90-100

Мозаиковая шашка изготовляется из базальта и диабаза. Эти породы имеют хорошую раскалываемость и обладают прочностью на сжатие более 100 МПа.

Качество обработки камней имеет большое значение для качества мостовой, поэтому при сортировке материала надо следить за тем, чтобы при прикладывании двух кубиков зазор между их лицевыми поверхностями не превышал 5 мм.

В современной практике строительства применяются колотые (КШК) или колотые из пиленной заготовки (КШП) шашки, размеры которых указаны в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Шашка для мощения (современная классификация)

Мелкоразмерные камни	Способ изготовления	Номинальные размеры, мм		
		длина	ширина	толщина
МКПЗ	Мелкоразмерные камни колотые из пиленной заготовки	120-240	80-120	60-100
КШП	То же	60-150	60-150	60-150
КШК	Колотые (из колотой заготовки)	50-100	50-100	50-100

4.3.2.3 *Брусчатка* – это колотый камень, по своей форме приближается к бруску. Верхняя плоскость (лицо) брусчатки и нижняя плоскость (постель) должны быть параллельны. Боковые грани должны суживаться к низу так, чтобы величина скоса у подошвы низкой брусчатки была с каждой стороны не более 5 мм, а у средней и высокой – не более 10 мм.

Для изготовления брусчатки могут применяться горные породы с однородной структурой, мелкозернистые и среднезернистые, без следов выветривания (гранит, базальт и др.). Прочность на сжатие должна быть не менее 1000 Кг/см. кв.

Брусчатку применяют для мощения автомобильных дорог, дорог промышленных предприятий, городских улиц и площадей.

По размерам брусчатка разделяется на низкую, среднюю и высокую (табл.4.7). Брусчатку по качеству делят на два сорта. Сорт определяют прикладыванием друг к другу кромок боковых поверхностей двух камней и кромок их лицевой части.

Таблица 4.7 – Брусчатка для мощения

Наименование брусчатки	Ширина, мм	Длина, мм	Высота,мм
Низкая	120-150	150-250	100
Средняя	120-150	150-250	110-130
Высокая	120-150	150-250	140-160

Если зазор не превышает 5 мм, то брусчатку относят к первому сорту. При зазоре 8 мм брусчатку относят к первому сорту. При зазоре 8 мм брусчатку относят ко второму сорту. При прикладывании двух брусков лицевыми плоскостями друг к другу зазор между ними не должен превышать 10 мм.

4.3.2.4 *Плиты мощения.* Номинальные размеры гранитных плит мощения представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Номинальные размеры плит мощения

Номинальные размеры, мм		
длина	ширина	толщина
100-3000	100-3000	80-200

По согласованию с потребителем и изготовителем возможно изготовление изделий с другими номинальными размерами.

Фактура лицевой поверхности – пиленная, термообработанная, точечная.

Предельные отклонения от номинальных размеров пиленых изделий не должны превышать:

по длине и ширине:

для размеров до 600 мм..... ± 1 мм

для размеров свыше 600 мм..... ± 2 мм

по толщине..... ± 3 мм.

Отклонение от прямого угла пиленных изделий на 1 м длины граней не должно превышать ± 1 мм.

4.3.2.5 Дорожные покрытия из естественных каменных материалов не должны быть скользкими. Наиболее скользкими из мостовых являются мозаиковые из твердого камня (базальта и диабаза), некоторые типы брусчатых мостовых из камня твердых мелкозернистых пород (гранит, базальт и др.) шлифующегося под влиянием движения.

Лицевая поверхность плит мощения должна иметь шероховатость поверхности с выступами и впадинами высотой и глубиной не менее 2-3 мм, обеспечивающую коэффициент сцепления не менее 0,3.

Методика измерения коэффициента сцепления на дорожных покрытиях из бетонных плит/камней мощения согласовывается и принимается совместно заинтересованными сторонами.

4.3.2.6 Предприятие-поставщик изделий для мощения из естественных каменных материалов должно сопровождать каждую партию поставляемых изделий документом установленной формы, в котором должно быть указано:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- номер партии;
- количество изделий в партии и их размеры;
- фактура лицевой поверхности;
- порода камня, наименование месторождения;
- показатели физико-механических свойств породы, нормируемые по ГОСТ 9479-98;
- радиационная оценка горной породы;
- обозначение стандарта.

4.3.3 Резиновая тротуарная плитка и брусчатка

Резиновая плитка – эластичное, упругое, ударопоглощающее покрытие, обладающее амортизирующими и ортопедическими свойствами. Поверхность резиновой плитки представляет собой шероховатую, приятную на ощупь, нескользящую поверхность, обладает отличным сцеплением с подошвой, предохраняет суставы от чрезмерных нагрузок.

Резиновую тротуарную плитку и брусчатку рекомендуется применять для покрытий площадок с повышенным риском получения травм: детские площадки, игровые зоны, аттракционы.

Травмобезопасное покрытие выполняется в форме резиновых плит 500x500 мм, толщиной 40 мм. Плитка способна защитить детей от получения травм при падении с высоты до 1,3 м.

Плитка может быть уложена на любую поверхность: песок, песчаную смесь, отсев, бетон асфальт. Плитки между собой соединяются специальными пластиковыми втулками. Покрытие можно собрать в прямом порядке или со смещением.

5 Проектирование дорожных покрытий из камней мощения

5.1 Проектная подготовка

Проектная подготовка капитального строительства в Санкт-Петербурге регулируется положениями Градостроительного кодекса РФ [1] (с учетом статьи 7 Федерального закона «О введении в действие Градостроительного кодекса Российской Федерации»), законами и другими нормативными правовыми актами Российской Федерации и Санкт-Петербурга.

Проектная и рабочая документация и результаты инженерных изысканий должны соответствовать требованиям технических регламентов, а до их вступления в силу – дей-

ствующим нормативным документам, применяемым в области строительства, в части, не противоречащей Федеральному закону «О техническом регулировании» [8] и Градостроительного кодекса РФ [1] .

Проектирование дорожных покрытий территорий жилой и общественной застройки должно осуществляться в соответствии с требованиями Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [13], Отраслевых дорожных норм ОДН 218.046-01 [6], других нормативных правовых и нормативных документов, а также в соответствии с положениями настоящих Рекомендаций.

Проектирование дорожных покрытий должно осуществляться лицом, имеющим допуск к этим работам, выданный саморегулируемой организацией в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ [1].

Организационно-технический порядок осуществления градостроительной деятельности на территории Санкт-Петербурга в части архитектурно-строительного проектирования объектов капитального строительства регламентируется РМД 11-08-2009 Санкт-Петербург [9].

5.2 Оформление поверхности земли средствами мощения

5.2.1 Основные аспекты дизайна поверхности земли

Обработка поверхности земли с применением разнообразного по форме, цвету и текстуре декоративного мощения позволяет повысить эстетические качества среды и внести дополнительную знаковую информацию, облегчая ориентацию в транзитных пешеходных пространствах города [11].

Выбор характера покрытия в пешеходном пространстве определяется рядом факторов, среди которых соображения функционального использования (организация движения пешеходов, эксплуатационные особенности, организация водостока и др.) сочетаются с эстетическими требованиями (цветовое и графическое разнообразие, согласованность с архитектурным окружением, индивидуальность образа места) [11].

Основные аспекты оформления поверхности земли:

– соблюдение баланса между природными и искусственными материалами;

– создание и поддержание архитектурной индивидуальности городского пространства (варьирование рисунка, фактуры и цвета материалов, геопластика);

– разграничение пространства по функциональным зонам (стоянки, пешеходные переходы, велодорожки, символы и знаки, ориентация для людей с ослабленным зрением и т.д.).

Внешний вид покрытия, определяется: размерами, формой, цветом и видом лицевой поверхности плит/камней, а также видом материала заполнения швов.

5.2.2 Соблюдение баланса между природными и искусственными материалами

Для организации пешеходного движения и реализации большинства функций открытых пространств, требуется заметно меньше площадей с твердым покрытием, чем это зачастую бывает в современном городе. Как показывает мировая практика, одним из условий сохранения экологической комфортности на застроенных территориях является наличие не менее 10 % площади в виде озелененных поверхностей [8].

Для достижения баланса между природными и искусственными материалами при устройстве дорожных покрытий территорий жилой и общественной застройки возможны следующие приемы ландшафтного дизайна:

– «размывание» границ поверхности с твердым покрытием;

– применение комбинированных покрытий;

– устройство “зеленых” швов.

Примеры «размывания» границ поверхности с твердым покрытием показаны на рисунке 5.1.

Рисунок 5.1 – Приемы «размывания» границ поверхности с твердым покрытием средствами ландшафтного дизайна

Комбинированные покрытия представляют собой сочетание плит/камней мощения с газонным покрытием или с природными сыпучими материалами (песок, щебень, песок из отсевов дробления щебня и др.). Для устройства комбинированных покрытий применяются специальные плиты/камни или комплекты камней, приведенные на рисунке 5.2. Помимо изделий из бетона для устройства комбинированных покрытий могут применяться пластиковые газонные решетки.

596x396x80 мм | 500x500x80 мм | 300 x150x80 мм | 197x197x80 мм; 97x97x80 мм

а) б) в)

Рисунок 5.2 - Плиты/камни для устройства комбинированных покрытий: а) – плиты; б) газонный камень; в) комплект камней

На площадках с пешеходным движением малой интенсивности или как элемент укрепления допускается устройство покрытий из камней мощения с «зелеными» швами. Эти швы увеличенной ширины предназначены для заполнения смесью, содержащей растительный грунт. При использовании покрытия с «зелеными» швами их ширина назначается проектировщиком. Рекомендуемая ширина таких швов – не менее 50 мм. Для устройства «зеленых» швов могут использоваться специальные фиксаторы (из дерева, пластмассы), которые позволяют соблюдать одинаковую ширину швов при укладке.

Для устройства комбинированных покрытий и «зеленых» швов подойдут травы: устойчивые к неблагоприятным условиям, устойчивые к вытаптыванию, образующие плотную дернину, хорошо переносящие стрижку, образующие качественный зеленый

покров (например, овсяница красная с добавлением райграса однолетнего, горец птичий (спорыш), лапчатка травенистая (гусиный лук).

Примеры комбинированных покрытий представлены на рисунке 5.3.

Площадка для стоянки автомобилей перед ТРК "Родео Драйв" (Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 1)

Автопарковка перед офисным зданием (Санкт-Петербург, ул. Кузнецовская, д. 52, корп. 1)

Стоянка автобусов на территории Петропавловской крепости (Санкт-Петербург, о. Заячий)

Стоянка для автомобилей во дворе жилого дома (Прага)

Рисунок 5.3 – Примеры комбинированных покрытий

5.2.3 Создание и поддержание архитектурной индивидуальности городского пространства (варьирование рисунка, фактуры и цвета материалов, геопластика)

Максимальное наполнение поверхности земли разными цветовыми линиями и фигурами из современной палитры материалов мощения не является главным смыслом ее ландшафтного оформления [11].

Функционально и композиционно продуманная трактовка дизайна поверхности земли позволяет оценить существенное значение каждой линии, формы, цвета, фактуры материала покрытия. Особенно это применительно к открытым коммуникационным пространствам города, в которых при зрительном восприятии и перемещении по поверхности для человека формируется не только ощущение комфортности среды, но и может создаваться ее определенный зрительный образ, благодаря использованию современных приемов мощения [11].

Рисунок 5.4 - Цветовые различия между искусственными камнями серого и черного цвета в сухую погоду слаборазличимы

В литературе по ландшафтному дизайну, для дорожных покрытий предлагается использовать естественные пастельные цвета (кремовые, коричневые, сероватые). Рекомендуется избегать дорожных покрытий кричащих расцветок, если только они, конечно, не вписываются в общий дизайн территории.

При определении цветового решения поверхности земли следует учитывать архитектурную колористку фасадов зданий и сооружений, архитектурно-пространственное единство среды.

Следует учесть, что на однотонном мощении особенно четко выделяется любое загрязнение. Поэтому, для объектов, где есть необходимость замаскировать незначительные пятна и следы, которые могут возникнуть от машинных масел, топлива, еды, напитков и т. д. - больше подходит разноцветное мощение.

В сухую погоду цветовые различия между камнями близких цветов могут быть слаборазличимы (см. рисунок 5.4). Для обеспечения контрастных эффектов при любой погоде, рекомендуется использовать чередование камней, особенно цветных, с различной лицевой поверхностью (гладкой, текстурной, с различными видами механической обработки); чередование камней различной геометрической формы, как приведено на рисунке 5.5.

Для улучшения сочности цвета (создание эффекта мокрой поверхности) могут применяться специальные составы – гидрофобизаторы, очистители поверхности и грязеотталкивающие жидкости (см. раздел 9).

Мощение центральной аллеи парка в г. Зеленогорск. Аллея ведет к заливу. На поверхности земли создан образ волн

Мощение тротуара. Выделение цветными полосами из черного камня входных групп в здание (3-я Краноармейская ул., Санкт-Петербург)

Рисунок 5.5 – Примеры комбинации в дорожном покрытии камней/плит различных видов

Выделение цветом направления движения. Благоустройство двора по мотивам сказки “Волшебник изумрудного города” (Санкт-Петербург, двор на ул. Правды)

Центральная дорожка на детской площадке (Прага)

Сочетание гладкой и фактурной лицевой поверхности (Санкт-Петербург, бизнес-центр “Атлантик-Сити”)

Комбинация камней мощения и плит (Санкт-Петербург, дворовая территория на наб. канала Грибоедова)

Рисунок 5.5 (окончание) – Примеры комбинации в дорожном покрытии камней/плит различных видов

При оформлении дорожек и площадок искусственный плиты/камень мощения часто сочетают с булыжниками, гранитной брусчаткой и другими естественными каменными материалами. Комбинация этих материалов в дорожном покрытии разрушает привычное однообразие, однако, к выбору компонентов следует подходить со вкусом, учитывая эстетический эффект их взаимодействия (см. рисунок 5.6).

Мощение может быть использовано для целей архитектурного и художественного преобразования рельефа местности (геопластики) как показано на рисунке 5.7.

Санкт-Петербург, Конюшенная пл.

Санкт-Петербург, о. Заячий, Петропавловская крепость

Сочетание искусственных и натуральных материалов в дорожном покрытии (Санкт-Петербург, Московский пр.)

Комбинация искусственных и натральных камней контрастных цветов (Латвия, Юрмала Фото из архива В. А.Нефедова)

Сочетание асфальтового покрытия с мощением натуральными камнями (Финляндия)

Сочетание искусственных и натуральных камней (Латвия, Юрмала)

Рисунок 5.6 – Комбинация натуральных и искусственных камней/плит

Двор художников
(Дрезден, Германия)

Мощение площади
(Фото из архива С. В.Стерина)

Рисунок 5.7. – Геопластика средствами мощения

5.2.4 Разграничение пространства по функциональным зонам

Задачей дизайна поверхности земли в наиболее общем случае становится «форматирование» поверхности в соответствии с выбранной функцией, при котором за счет фактурной и графической обработки земли с помощью различных материалов ее утилитарное назначение обретает определенный смысл [11].

С помощью мощения можно выделять места стоянки и остановки автотранспорта, пешеходные переходы, велодорожки, участки с тактильным покрытием и т. д. Некоторые приемы рассмотрены ниже (рисунок 5.8).

Пешеходные переходы являются одними из наиболее опасных участков на автомобильных дорогах и улицах населенных пунктов. Одним из способов дополнительной визуализации пешеходных переходов является их выделение на проезжей части, например, с помощью мощения как показано на рисунке 5.8.

Мощение пешеходного перехода
из плит/камней
(Санкт-Петербург, ул. Фурштадская)

Мощение пешеходного перехода
(Финляндия, Тампере)

Рисунок 5.8 – Зонирование пространства средствами мощения

Обозначение места стоянки транспортного средства инвалида
(Фото из архива В. А. Нефедова)

Выделение мест стоянок автотранспорта
(Финляндия)

Выделение велосипедной дорожки
(Латвия, Юрмала)

Выделение велосипедной дорожки
(Фото из архива В. А. Нефедова)

Рисунок 5.8 (окончание) – Зонирование пространства средствами мощения

5.2.5 Формирование доступной среды для маломобильных групп населения средствами мощения

5.2.5.1 Мощение, за счет возможности комбинации различных цветов и фактур изделий, наиболее оптимальный вид дорожного покрытия для формирования доступной среды для маломобильных групп населения. Дизайн поверхности земли с применением мощения позволяет выполнить зонирование пространства - обозначать пешеходную зону, разделить транспортные и пешеходные потоки.

Следует отметить, что к маломобильным группам населения помимо инвалидов относятся еще большое количество социальных групп: люди пожилые люди, беременные женщины, люди с детскими колясками, с малолетними детьми, тележками, багажом, поэтому, все что делается удобным для инвалидов, будет удобным и для всех остальных граждан, даже если они не имеют физических ограничений.

Из плит/камней мощения могут быть выполнены и обозначены:

- тактильные наземные (дорожные) указатели;
- автомобильные стоянки для инвалидов;
- зоны отдыха инвалидов;
- приподнятые наземные пешеходные переходы;
- входные зоны в здания.

Очень важно, чтобы все плиты/камни дорожного покрытия должны быть плотно подогнаны друг к другу (расстояние между ними не должно превышать 5 мм), а при невозможности – стыки между элементами покрытия должны быть заполнены твердым материалом, как показано на рисунке 5.9.

Рисунок 5.9 – Неверная и правильная структуры поверхности элементов обустройства дорог, предназначенных для движения по ним инвалидов и других маломобильных групп населения

Поверхность мощения не должна быть скользкой. Материал поверхности покрытия и его структура должны обеспечивать необходимые сцепные свойства при любых погодных условиях.

Продольный уклон пути движения, по которому возможен проезд инвалидов на креслах-колясках или проход других маломобильных групп населения не должен превышать 5 %. Поперечный уклон пути движения следует принимать в пределах 1-2 %. Съезды с тротуаров должны иметь уклон не более 1:10.

Поверхностный сток воды на пешеходных путях должен устраиваться так, чтобы водоприемники и решетки не выходили на пешеходные пути.

5.2.5.2 На существующих или предполагаемых маршрутах движения инвалидов по зрению следует предусматривать тактильные наземные указатели (направляющие и предупреждающие), технические требования к которым установлены ГОСТ Р 51671 и ГОСТ Р 52875.

Тактильные наземные направляющие указатели представляют собой набор модульных тактильных элементов, с продольными рифами, выполненных в виде непрерывной полосы, составляющей часть поверхности тротуара, пешеходной дорожки или пешеходного перехода, располагаемой вдоль маршрута движения инвалидов и информирующей их о рекомендуемых вариантах направления движения или о наличии наземного пешеходного перехода.

Тактильные наземные предупреждающие указатели представляют собой набор модульных тактильных элементов с конусообразными или квадратными рифами, располагаемых перед подземными и надземными пешеходными переходами и другими препятствиями. Предупреждающие указатели следует размещать не менее чем за 0,8 м до объекта информации, начала опасного участка, изменения направления движения, входа и т. п.

Пример плит/камней мощения с тактильными указателями в виде конусообразных и продольных рифов показаны на рисунок 5.10. Глубина рифов должна быть 7 мм.

Дорожные указатели из модульных плит, установленные на тротуаре, должны выступать над его поверхностью не более, чем на 10 мм с плавным переходом, скосом.

Цвет тактильных наземных указателей должен контрастировать с окружающей их поверхностью тротуара.

Срок службы указателей должен быть равен сроку службы прилегающего покрытия.

При проектировании тактильных наземных указателей следует предварительно уточнить у предприятий-изготовителей наличие в их ассортименте модульных тактильных элементов и возможности по их производству.

Пример расположения тактильных наземных указателей показан на рисунке 5.11.

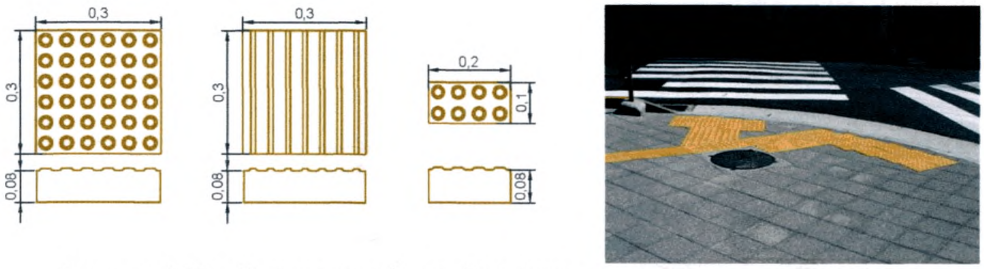


Рисунок 5.10 – Пример плит/камней мощения с тактильными указателями

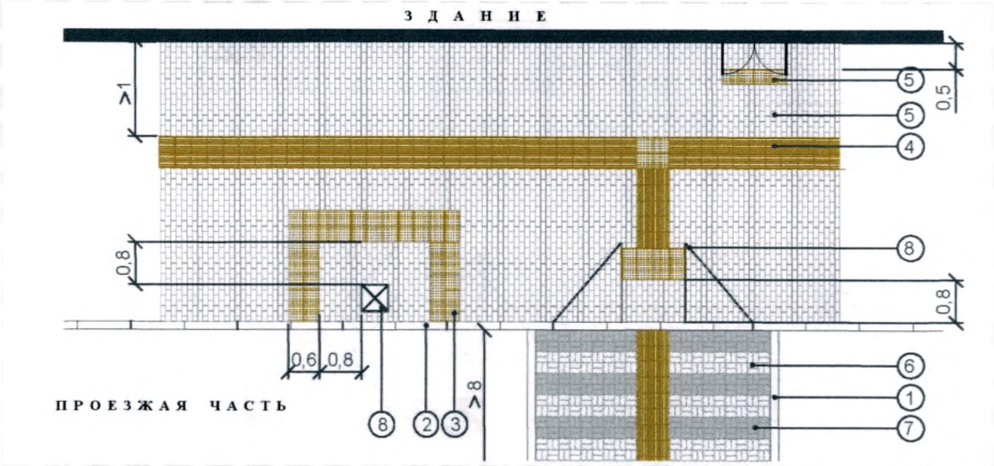


Рисунок 5.11 – Пример расположения тактильных наземных указателей

1 – бортовой камень гранитный; 2 – бортовой камень бетонный; 3 –тактильные плиты с конусообразными рифами (предупреждающий указатель); 4 – тактильные плиты с продольными рифами (направляющий указатель); 5 – мощение тротуара; 6 – мощение пешеходного перехода (камень мощения белого цвета); 7 - мощение пешеходного перехода (камень мощения черного цвета); 8 – препятствие (например, светофор, указатель и т. п.); 8 – линия перелома плоскости мощения; 9 – площадка для обозначения входа в здание.

5.2.5.3 Размещение автомобильных стоянок (в том числе парковок), оборудованных местами для личных автомобилей инвалидов и определение планировки этих мест, осуществляется по СНиП 35-01-2001 “Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения”, СП 35-105-2002 “Реконструкция городской застройки с учетом доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения”. При

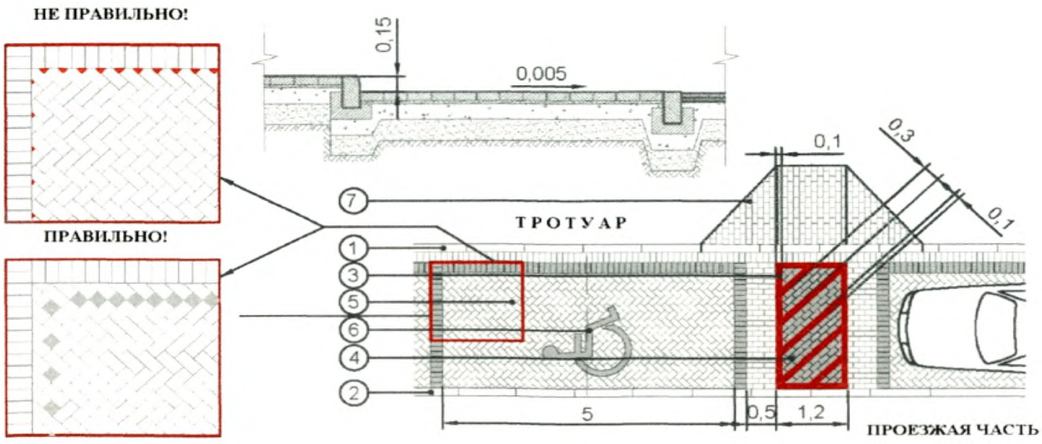
выборе вариантов мощения автомобильных стоянок следует руководствоваться требованиями 5.3.3 настоящего документа, а также следующими положениями:

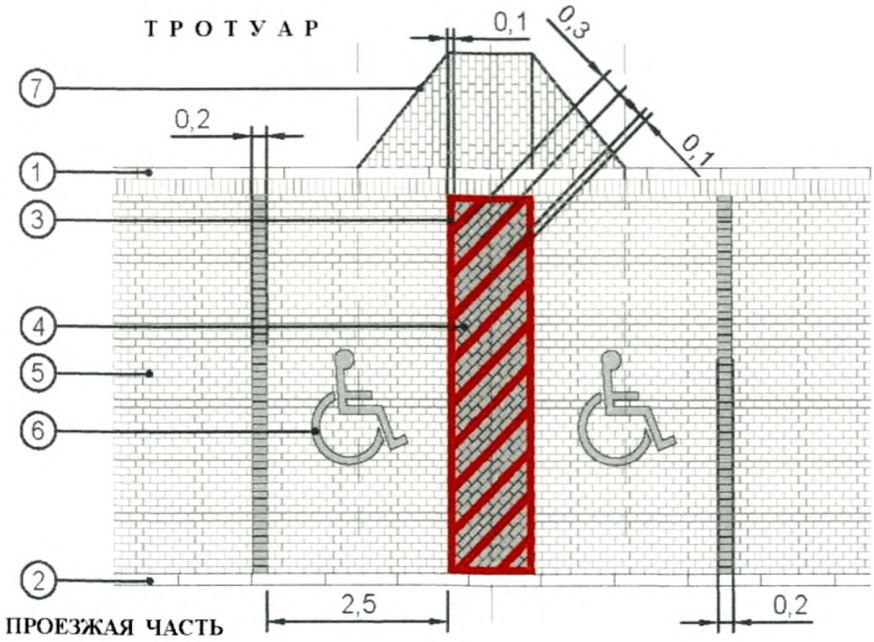
– наиболее предпочтительная раскладка камней мощения - «елочка 45» вдоль оси парковки;

– высота камней мощения должна быть не менее 80 мм;

– разметка может выполняться с применением контрастных камней мощения красного и белого цвета.

Варианты мощения автомобильных стоянок показаны на рисунке 5.12.





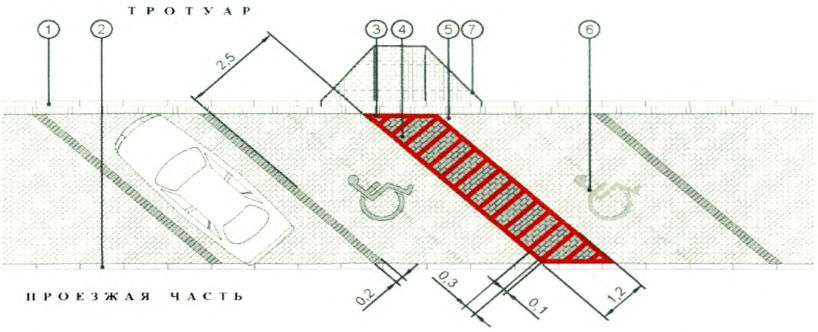


Рисунок 5.12 – Варианты мощения автомобильных стоянок (парковок)
1,2 – бортовой камень; 3 – разметка (камень мощения красного цвета); 4 – разметка (камень мощения белого цвета); 5 – мощение; 6 – разметка; 7 – понижение уровня тротуара.

5.2.5.4 Наземные нерегулируемые пешеходные переходы, согласно ГОСТ Р 52289, должны быть обозначены разметкой по ГОСТ Р51256 и дорожными знаками по ГОСТ Р 52290, а также, обозначены техническими средствами визуальной и/или тактильной информации по ГОСТ Р 51671, ГОСТ Р 51261 и ГОСТ Р 52131.

Приподнятый пешеходный переход — специально устроенное возвышение на проезжей части дороги для принудительного снижения скорости движения, расположенное перпендикулярно оси дороги. Приподнятый пешеходный переход и приподнятую зону перекрестка рекомендуется выполнять на автомобильных дорогах, расположенных вблизи детских и юношеских учебно-воспитательных учреждений, детских площадок, на улицах местного значения, в жилых кварталов городов.

Для мощения следует применять камни толщиной 100 мм. Могут быть использованы камни с зацеплением (криволинейной в плане формы) или прямоугольной формы. В случае применения камней прямоугольной формы — предпочтительная раскладка «елочка 45». При выборе варианта раскладки камней следует руководствоваться требованиями п. 5.3.3 “Раскладка камней мощения” настоящего документа.

Пример мощения показан на рисунках 5.13 и 5.14.

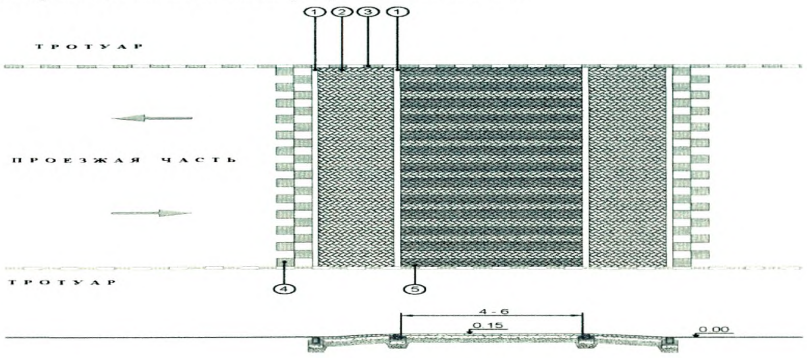


Рисунок 5.13 – Приподнятый пешеходный переход
1– бортовой камень гранитный; 2 – мощение; 3 – бортовой камень бетонный или гранитный; 4 – разметка “искусственная неровность”, 5 – мощение “зебра” с применением камней белого и черного цвета.

5.2.5.5 В пределах тротуаров, пешеходных дорожек и лестниц могут быть предусмотрены доступные для инвалидов зоны отдыха. Зоны отдыха должны быть выделены с использованием тактильных поверхностей и применением контрастных цветов.

Рисунок 5.14 – Приподнятый пешеходный переход на въезде в жилую зону

Для устройства дорожных покрытий площадок для отдыха следует применять плиты/камни мощения высотой не менее 60 мм. Примеры мощения зон отдыха для инвалидов представлены на рисунке 5.15.

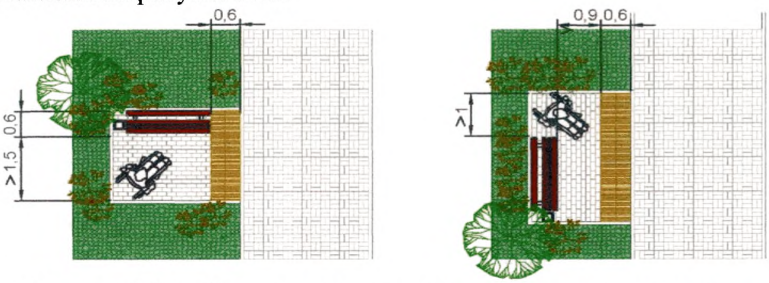


Рисунок 5.15 – Примеры мощения зон отдыха для инвалидов

5.2.5.6 Перед входными дверями зданий и сооружений на расстоянии 500 мм на подступающих к ним дорожках оборудуют площадки с покрытием, резко отличающимся от покрытия основной дорожки (ГОСТ Р 52875).

Входная площадка при входах, доступных маломобильным группам населения, должна иметь подогрев.

5.2.5.7 Незрячие, помимо тактильных наземных указателей направляющего назначения могут использовать для ориентации бортовые камни. Помимо помощи в ориентации бортовой камень предотвращает выход незрячего с тротуара, поэтому, тротуар следует ограждать бортовым камнем.

Высоту бортовых камней по краям пешеходных путей на участке рекомендуется принимать не менее 0,05 м.

В местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц и дорог высота бортовых камней тротуара должна быть не менее 2,5 см и не превышать 4 см.

На пешеходных переходах рекомендуется применять пониженный бортовой камень ярко-желтого или белого цвета. Контрастная окраска помогает ориентироваться инвалидам с дефектами зрения и одновременно указывает инвалидам опорно-двигательного аппарата, передвигающимся на костылях, в инвалидных колясках, места возможного схода-захода на тротуар. Для сохранения долговечности разметки следует использовать бортовые камни, лицевой слой которых выполнен из цветного бетона ярко-желтого или белого цвета.

5.3 Дорожные покрытия из искусственных плит/камней

5.3.1 Назначение размеров плит/камней

5.3.1.1 Размеры бетонных камней и плит мощения определяются проектом строительства или ремонта покрытия. Они должны назначаться в соответствии с нормативными документами, применительно к условиям Санкт-Петербурга, с учетом следующих ограничений:

1) минимальная высота плит/камней мощения дорожных покрытий основных пешеходных коммуникаций и общественных пространств – 80 мм;

2) минимальная высота плит/камней мощения дорожных покрытий второстепенных пешеходных коммуникаций – 60 мм;

3) минимальная высота плит/камней мощения на транспортных проездах, рассчитанных на движение автомобилей с нагрузкой на ось не более 6 тонн (нормативная нагрузка А6 по ГОСТ Р 52748) – 80 мм;

4) минимальная высота плит/камней мощения на транспортных проездах, рассчитанных на движение автомобилей с нагрузкой на ось более 6 тонн (нормативная нагрузка - А10; А11,5 по ГОСТ Р 52748 или А1, А2, А3 по ОДН 218.046-01) – 100 мм.

5.3.1.2 При проектировании покрытий, составленных из камней различной конфигурации и размеров, во избежание риска поломок, следует избегать применения камней более чем в 2 раза различающимися размерами в плане.

5.3.1.3 Для дорожных покрытий транспортных проездов предпочтительно применять камни мощения, так как возникающие в них изгибающие моменты от действия внешних нагрузок значительно меньше, чем в плитах.

5.3.1.4 При проектировании тротуара, с целью уменьшения пиленых стыков, необходимо стремиться к тому, чтобы ширина покрытия была равна расчетному, с учетом ширины швов, размеру в плане камня мощения. С другой стороны, проектная ширина покрытия должна приниматься во внимании при выборе изготовителя и выдаче заказа на изготовление камней мощения. Всегда следует предпочитать ширину покрытия кратной 1 м [16].

5.3.1.5 Важное практическое значение имеет использование для дорожных покрытий плит и блоков одного вида, что в наибольшей степени отвечает условиям индустриализации строительства с применением наименьшего количества типоразмеров. В этом случае значительно облегчается последующий ремонт покрытия, связанный с заменой поврежденных плит/камней на новые.

5.3.2 Форма плит/камней

Форма, размеры и раскладка камней/плит мощения оказывают влияние на такие эксплуатационные показатели дорожной одежды как прочность и ровность покрытия.

При выборе формы плит/камней мощения следует учесть следующее:

1) Восьмиугольные, шестиугольные и квадратные камни (элементы мощения без горизонтальной связи) обладают максимальным сопротивлением внешним воздействиям от автомобильного движения. Камни таких форм наиболее целесообразны с точки зрения минимальной протяженности швов в покрытии [5];

2) Фигурные элементы мощения (с горизонтальной, в плане, связью) лучше перераспределяют силы скольжения и качения по поверхности дорожного покрытия, чем значительно снижают нагрузку на основание. Дорожное покрытие из них обладает максимальной устойчивостью к сдвигу, поэтому рекомендуется применение фигурных камней мощения на участках дорог с уклоном местности и на участках дорог с автомобильным движением.

Форма бетонных камней регламентируется ГОСТ 17608 и стандартами организаций.

Следует учитывать, что конструкция (форма) камня может защищаться патентным правом, поэтому при выборе конструкции камня необходимо избегать нарушения патентного законодательства.

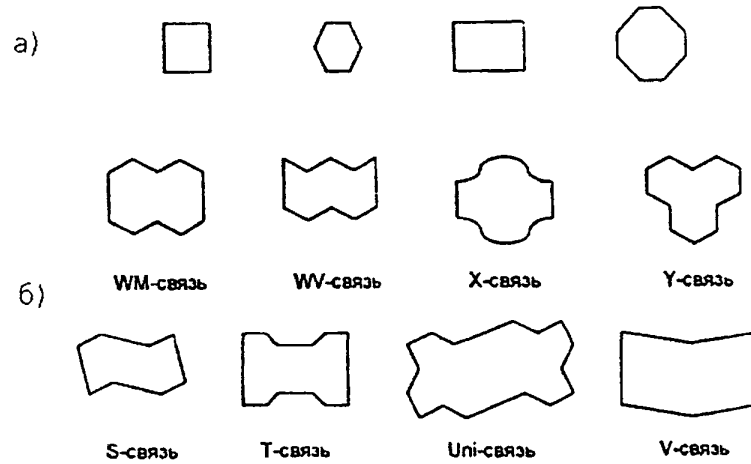


Рисунок 5.16 – Виды искусственных камней мощения
а) без горизонтальной связи, б) с горизонтальной связью

5.3.3 Раскладка камней мощения

5.3.3.1 Раскладка камней мощения имеет большое значение в дорожном покрытии, особенно при автомобильном движении, когда важно обеспечить прочность, ровность и равномерный износ дорожного покрытия. С этой точки зрения, рекомендуется вести укладку камней мощения под углом 45° к оси движения автотранспорта, чтобы все места стыков камней подвергались примерно одинаковому износу, а в контакте с колесом находилось максимальное количество элементов мощения (см. рисунок 5.17). В местах, где нагрузки от транспорта незначительны, возможно использование разнообразных вариантов рисунков мощения.

Рисунок 5.17 – Неправильная раскладка камней/плит в дорожном покрытии
Продольная ось мощения совпадает с направлением движения автомобиля.
В контакте с колесом автомобиля находится строго определенное количество рядов камней. Вероятно образование колеи и износа, например, по направлению въезда в арку, на стоянку и т. п.

П Р А В И Л Ь Н О!

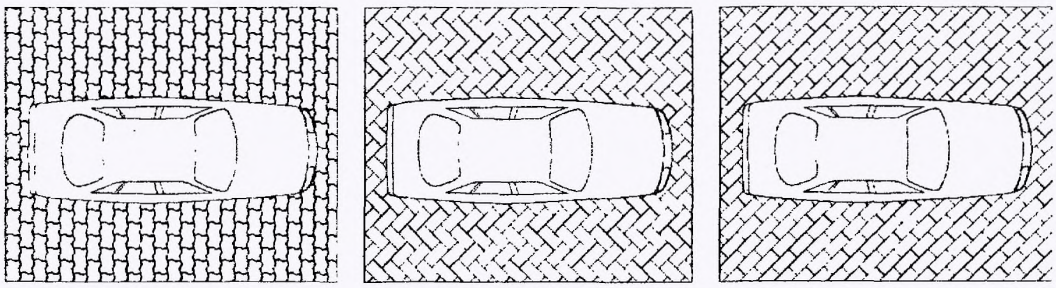


Рисунок 5.17 – Правильная раскладка камней мощения в дорожном покрытии
В контакте с колесом автомобиля находится большое количество камней мощения. Нагрузка распределяется на более широкую площадь. Вероятность образования колеи уменьшается

5.3.3.2 В проектной документации следует обязательно обозначать раскладку камней мощения в покрытии. Варианты раскладок камней мощения представлены на рис. 5.18. Примеры выполнения раскладок в зависимости от конфигурации площади мощения приведены в Приложении А.

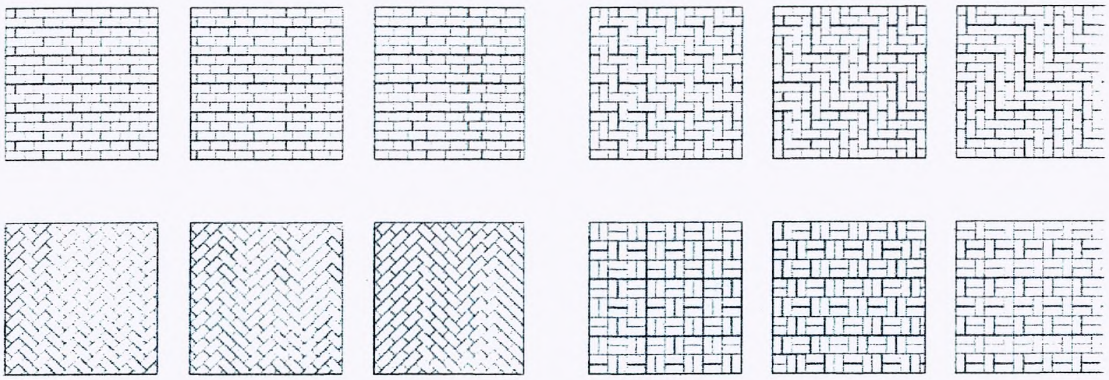


Рисунок 5.18 – Варианты раскладок камней мощения (слева-направо, сверху-вниз)
"ложковая" укладка, "ложковая" укладка со смещением на одну треть, "ложковая кладка" со смещением на одну четверть, "ёлочка 90^0" , "двойная ёлочка 90^0", "тройная ёлочка 90^0", "ёлочка 45^0", "двойная ёлочка 45^0", "тройная ёлочка 45^0", укладка в шахматном порядке, укладка в шахматном порядке со смещением

Из всех вариантов раскладок - «ёлочка» обладает самой высокой степенью заклинки камней относительно друг друга. Поэтому, именно ее можно рекомендовать, главным образом, для подъездных дорог и площадок, где есть автомобильное движение. В случае применения камней мощения различного цвета, эта раскладка дает самый насыщенный по цвету рисунок. Следует отметить, что «ёлочка» один из самых сложных рисунков для мощения.

Мощение «ёлочка 45^0» выглядит более профессиональным и является предпочтительным для большинства объектов. Для достижения лучшего результата надо, чтобы орнамент рисунка относительно входа в объект недвижимости или въезда на территорию располагался продольно (в длину), нежели в поперечном направлении, в противном случае рисунок может оказаться плохо различимым.

«Ложковая» укладка — выглядит слишком просто в случае применения «брусчатки» одного цвета и имеет меньшую степень заклинки камней в дорожном покрытии. Такое мощение оптимально подходит для комбинации камней с гладкой и фактурной лицевой поверхностью.

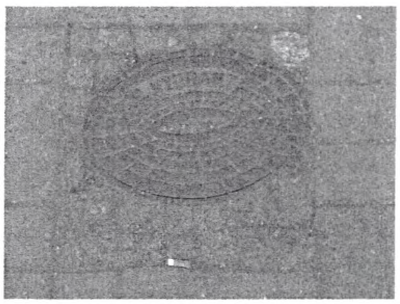
Ряды мощения при «ложковой» укладки должны проходить в поперечном направлении относительно движения автотранспорта. При мощении входных зон в объекты недвижимости, лучше располагать ряды параллельно входу.

Мощение «в шахматном порядке» – самый «бледный» рисунок из всех трех. Он лучше всего подходит для внутренних дворов, дорожек, и других участков без движения автомобильного транспорта.

5.3.3.3 Необходимо заблаговременно увязывать форму, размеры и раскладку камней с конкретным участком для мощения с целью уменьшения пиленых стыков. Переломы плоскостей в тротуаре в зоне въездов, перекрестков и т. д., следует совмещать со швами в покрытии.

5.3.3.4 Различные типы камней/плит часто не согласуются между собой габаритами и формой. На границе их стыков можно использовать бортовой камень, натуральные колотые или пиленые камни, булыжник.

5.3.3.5 Примыкания могут быть выполнены гранитными мелкоштучными камнями (рис.5.19). Такое решение позволяет отказаться от подрезки бетонных камней при строительстве и упростить последующее восстановление покрытия при ремонте или замене встраиваемых в мощение элементов (крышек колодцев, столбов и т. д.). Следует отметить, что гранитные камни намного прочнее и долговечнее бетонных, поэтому могут быть многократно использованы.



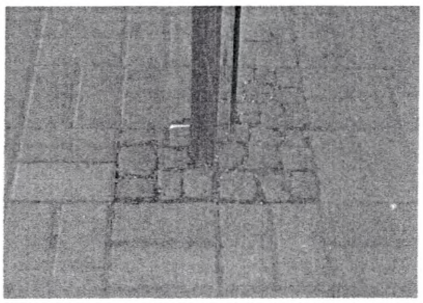


Рисунок 5.19 – Выполнение примыканий гранитными мелкоштучными камнями

5.3.3.6 На стадии проектирования должен быть определен способ укладки покрытия – ручной или механизированный. Не все формы плит/камней могут использоваться для механизированной укладки. В последнем случае должны применяться повышенные требования к конструкции и точности изготовления камней мощения. В частности, разброс по толщине камней не должен превышать 2,0 мм; рекомендуется применять камни с выступами. Следует учитывать, что при механизированной укладке не удается точное соблюдение шага укладки [16].

5.3.4 Заполнение швов

5.3.4.1 Плиты/камни в дорожном покрытии не имеют между собой жестких связей. Плиты/камни удерживаются в покрытии посредством трения между боковыми гранями, которое передается песком, находящимся в швах между ними, и позволяет им замкнуться и распределить вертикальные нагрузки на более широкую зону, чем зона приложения нагрузки. Масса каждого элемента (плиты, камня) в отдельности по отношению к нагрузке даже от самого легкого автомобиля настолько мала, что они могут быть устойчивыми в покрытии только благодаря взаимному влиянию друг на друга. Поэтому, особенно большое влияние на совместность работы блоков в покрытии имеют величина, характер и полнота заполнения швов.

5.3.4.2 В качестве материала заполнителя швов в дорожных покрытиях из искусственных плит/камней могут применяться:

– мелкий песок;

– мелкий песок, с последующей обработкой составами на основе полиуретана (стабилизаторами песка).

Песок со временем вымывается из швов, засасывается уличными пылесосами при уборке территорий, выносится из швов под действием пешеходного или автомобильного движения. Стабилизаторы песка предотвращают эрозию песка из швов.

Не следует применять для заполнения швов сухую песчано-цементную смесь. Никаких преимуществ перед засыпкой швов одним песком этот способ не дает.

При проектировании покрытия площадок, на которое возможно попадание горючесмазочных материалов в значительных количествах и эксплуатируемых кровель следует предусматривать заполнение швов песком, с последующей обработкой полимерными составами (стабилизаторами), которые снижают проницаемость песка.

5.3.4.3 Как правило, искусственные камни изготовляются с выступами на боковых гранях для обеспечения минимальной ширины шва. Расчетную ширину швов между искусственными камнями/плитами следует применять равной 4 мм. Ширина дренирующих и «зеленых» швов устанавливается проектом. Рекомендуемая ширина дренирующих швов 15 мм, «зеленых» – не менее 50 мм.

5.3.4.4 Следует помнить, что увеличение количества швов вызывает ухудшение условий эксплуатации дорожных покрытий. Поэтому следует стремиться к уменьшению количества и протяженности швов. Это может достигаться выбором форм камней мощения (см. 5.3.2).

5.3.4.5 Протяженность швов L в покрытии, состоящем из большого количества одинаковых штучных элементов, приближенно может быть выражена формулой [5]:

$$L = m\,P/2,$$

где m – количество элементов, P – периметр одного элемента,

или формулой в несколько преобразованном виде с учетом конфигурации и площади отдельных элементов:

$$L = kF/2\sqrt{f},$$

где k – коэффициент, характеризующий конфигурацию элемента (k_4=2; k_6=1,86);

F – площадь всего покрытия, f – площадь отдельного элемента.

Объем заполнения швов в покрытии $V_{шв}$ можно определить по формуле:

$$V_{шв} = k\,F\,\delta\,h/2\sqrt{f},$$

где k – коэффициент, зависящий от конфигурации элемента; F – площадь всего покрытия; f – площадь отдельного элемента; δ – средняя величина ширины шва; h – высота плиты/камня.

5. 4. Дорожные покрытия из естественных каменных материалов

5.4.1. Особенности связанных и несвязанных дорожных покрытий

Дорожные покрытия из естественных каменных материалов (булыжного камня, брусчатки, мозаики, шашки) рекомендуется выполнять с использованием специальных растворов на основе трассово-цементных, полимерных вяжущих или вяжущих из синтетических смол (см. рисунок 5.20).

Растворы обеспечивают надежную фиксацию камней/плит в покрытии и долговечное твердое заполнение швов различных размеров. Материал заполнения швов не выносится с покрытия под действием внешних воздействий: нагрузок, воды под высоким давлением, уборки уличными пылесосами.

Рисунок 5.20 – Общий вид дорожного покрытия выполненного с использованием растворов на основе трассово-цементных вяжущих

Предпочтительно использовать растворы в комплексе – для устройства монтажного (выравнивающего) слоя и заполнения швов. Однако, в некоторых случаях (по согласованию с производителем растворов и проектной организацией) возможно применение растворов в отдельных элементах конструкции дорожного покрытия, например, только для заполнения швов или монтажного (выравнивающего) слоя. Так как достаточный опыт применения таких растворов в отечественной и зарубежной практике пока в достаточном объеме не накоплен, при проектировании и строительстве необходимо обязательно консультироваться с производителями растворов.

Дорожные покрытия из камней/плит мощения выполненные с использованием растворов на основе трассово-цементных, полимерных вяжущих или вяжущих из синтетических смол являются связанными. Несвязанные дорожные покрытия выполняются с применением традиционных сыпучих материалов: песка из отсевов дробления, мелкого песка или пескоцементной смеси в сухом состоянии. Заполнение швов при несвязанной конструкции – не долговечное: песок, расклинивающий щебень выносится из швов под действием эксплуатационных нагрузок, засасывается уличными пылесосами.

В результате в открытых швах между камнями/плитами скапливается грязь, основание может размываться, элементы покрытия теряют устойчивое положение.

В отличие от несвязанной конструкции покрытия, связанная ведет себя как жесткая плита подобно конструкции с бетонным покрытием (также обозначаемой в нормативных документах как «жесткое дорожное покрытие»). Это необходимо учитывать при проектировании обрамления, встроенных элементов. Дорожные покрытия связанной конструкции должны быть выполнены с использованием деформационных швов, задачей которых является уменьшение термических напряжений, возникающих в покрытиях.

Для дорожных покрытий связанной конструкции выбор определенной формы брусчатых камней и плит, а также определенная перевязка имеют второстепенное значение с точки зрения несущей способности. При связанной конструкции толщина плит мощения может быть уменьшена.

Дорожные покрытия из плит/камней мощения связанной конструкции должны быть выполнены между бортовыми камнями или другими жесткими ограничителями

Обрамление должно быть предусмотрено также в местах перехода к другим конструкциям, например к асфальтовому покрытию или к покрытию несвязанной конструкции.

Затраты при разборке покрытия и ремонте выше, чем для стандартной (несвязанной) конструкции. Повторное использование извлеченных элементов покрытия, как правило, невозможно.

Связанные дорожные покрытия рекомендуется применять на общественных пространствах и основных пешеходных коммуникациях. Применение связанных покрытий на транспортных проездах позволяют повысить их несущую способность и увеличить межремонтные сроки службы.

5. 4. 2 Монтажный (выравнивающий) слой связанной конструкции покрытия

Растворы для монтажного (выравнивающего) слоя могут быть водопроницаемыми или водонепроницаемыми. Для дорожного покрытия с транспортной нагрузкой рекомендуется использовать водонепроницаемый раствор по причине его уменьшенной пористости.

Растворы для монтажного (выравнивающего) слоя и заполнения швов должны иметь такой состав и быть изготовлены и уложены таким образом, чтобы в готовой конструкции они имели необходимые свойства. В частности при этом имеет большое значение достижение достаточной прочности сцепления между камнем/плитой и раствором для монтажного (выравнивающего) слоя. Поэтому, перед нанесением раствора, для повышения адгезии контактные поверхности брусчатого камня и плит должны быть чистыми. Перед укладкой камень и плиты необходимо очистить от пыли и загрязнений, а также при необходимости от шлама, возникающего при резке.

Для пиленных камней и плит из натурального камня, для достижения требуемой прочности сцепления с раствором подстилающего слоя, рекомендуется нанести насечки на поверхности основания укладываемых элементов или произвести ее шерохование, например, посредством пескоструйной или дробеструйной обработки.

Для максимального эффекта сцепления между поверхностью несущего слоя и монтажного (выравнивающего) слоя, выполненного с использованием вяжущих, а также с целью уменьшения деформируемости дорожного покрытия следует отказаться от геосинтетического полотна поверх несущего слоя.

Для нанесения раствора для монтажного (выравнивающего) слоя требуется достаточно высокая температура воздуха, основания, а также укладываемых материалов. Для

растворов для монтажного (выравнивающего) слоя на основе гидравлических вяжущих допустимая температура укладки составляет $+5^{o}C$, для растворов на основе вяжущих из синтетических смол $+10^{o}C$. При использовании специальных растворов для подстилающего слоя укладка возможна при более низких температурах окружающей среды.

5. 4. 3 Заполнение швов при связанной конструкции покрытия

Растворы для заполнения швов могут быть водопроницаемыми или водонепроницаемыми. Водопроницаемые растворы для заполнения швов отличаются пористой структурой, через которую осадки свободно проходят и впитываются в грунт. Для дорожного покрытия с транспортной нагрузкой рекомендуется использовать водонепроницаемый раствор по причине его уменьшенной пористости. Водонепроницаемые растворы пригодны для устройства водоотводного желоба на поверхности мощения.

Водонепроницаемые растворы для заполнения швов производятся на основе трассово-цементного вяжущего, а водопроницаемые – на основе полимерного вяжущего или вяжущего на основе синтетических смол.

Растворы для заполнения швов должны быть достаточно текучими, чтобы находящийся в области швов неуплотненный раствор для подстилающего слоя мог быть упрочен в ходе расшивки швов. Растворы для заполнения швов должны быть в значительной мере самоуплотняющимися. Уплотнение раствора для заполнения швов посредством механического воздействия может привести к повреждению структуры раствора для монтажного (выравнивающего) слоя. Данные растворы уплотняются за счет проливания поверхности водой после заполнения швов.

Для пиленных брусчатых камней и плит из натурального камня, для достижения требуемой прочности сцепления с раствором для заполнения швов, рекомендуется нанести насечки на боковых поверхностей укладываемых элементов или произвести их шерохование, например, посредством пескоструйной или дробеструйной обработки.

Растворы для заполнения швов могут быть цветными (песочный, каменно-серый, базальтовый и др.), что в сочетании с камнями/плитами позволяет получить определенный эстетический эффект (рисунки 5.19, 5.20).

Рисунок 5.19 – Заполнение швов контрастным раствором в дорожном покрытии из натуральных камней черного цвета

Рисунок 5.20 – Варианты растворов для заполнения швов:
водопроницаемые (сверху), водонепроницаемые (снизу)

5. 4. 4 Деформационные швы в дорожных покрытиях связанной конструкции

Деформационные швы в брусчатых или плиточных покрытиях связанной конструкции, а также в дренажных желобах должны быть выполнены на расстоянии от 4 до 6 м в продольном и поперечном направлении. Также должны быть предусмотрены деформационные швы в местах примыканий к зданиям и около жестких встроенных элементов (например, крышки колодцев, водостоки, крышки затворов).

Деформационные швы выполняют над имеющимися деформационными швами основания (например, бетонного покрытия), а также над имеющимися надрезами в дренирующем бетонном слое. Способ исполнения выбирают в зависимости от ожидаемой транспортной нагрузки.

Варианты конструкций деформационных швов имеются у производителей растворов. Пример выполнения деформационного шва для связанных дорожных покрытий при отсутствии автомобильного движения представлен на рисунке 5.21. Для предварительного заполнения швов можно использовать специальную уплотнительную ленту, которая поддается сжатию, но после снятия нагрузки восстанавливает свою форму (например, лента из полиуретанового каучука).

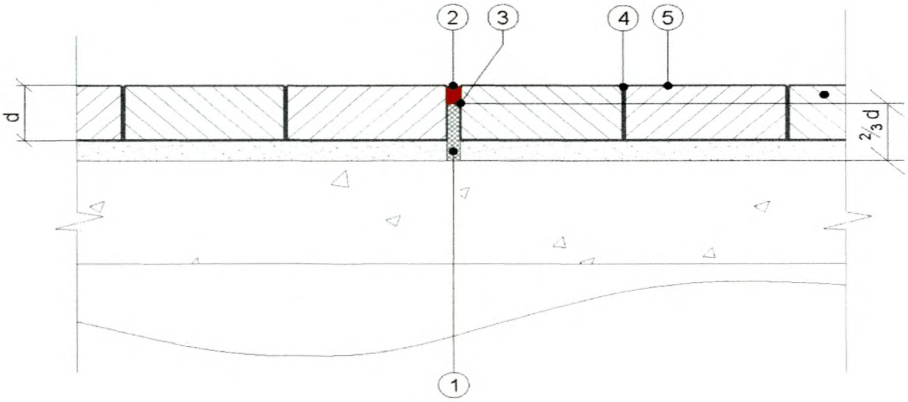


Рисунок 5.21 – Деформационные швы в брусчатых и плиточных покрытиях связанной конструкции при отсутствии автомобильного движения
1- лента для предварительного заполнения швов; 2-заполнение швов; 3-песок; 4-раствор для заполнения швов; 5 –камни/плиты мощения

5.5 Закрепление краевых участков мощения

Для предотвращения вымывания или выноса материала монтажного слоя и разрушения мощения, края покрытия из плит/камней мощения должны быть обязательно зафиксированы. Для этой цели могут использоваться натуральные камни (например: булыжник, брусчатка из горных пород), бортовые гранитные или бетонные камни, пластиковые или металлические полосы толщиной не менее 3 мм, антисептированные доски (рисунок 5.22).

Пластиковые или металлические полосы для закрепления краев используют, как правило, при устройстве дорожных покрытий на второстепенных пешеходных коммуникациях.

На транспортных проездах, для укрепления краевых участков городских дорог служат бетонные и гранитные бортовые камни различных размеров по ГОСТ 6665, ГОСТ 6666. Варианты закрепления краев мощения представлены на рисунках 5.23 – 5.25.

Рисунок 5.22 – Изделия для закрепления краев мощения

На пешеходных переходах рекомендуется применять пониженный бортовой камень ярко-желтого или белого цвета. Контрастная окраска помогает ориентироваться инвалидам с дефектами зрения и одновременно указывает инвалидам опорно-двигательного аппарата, передвигающимся на костылях, в инвалидных колясках, места возможного схода-захода на тротуар. Для сохранения долговечности разметки следует использовать бортовые камни, лицевой слой которых выполнен из цветного бетона ярко-желтого или белого цвета.

В местах примыкания мощения к асфальтовому покрытию следует устанавливать бортовой камень (рисунок 5.26). При такой конструкции ремонт или разрушение какого-либо одного дорожного покрытия не будет вызывать разрушение другого.

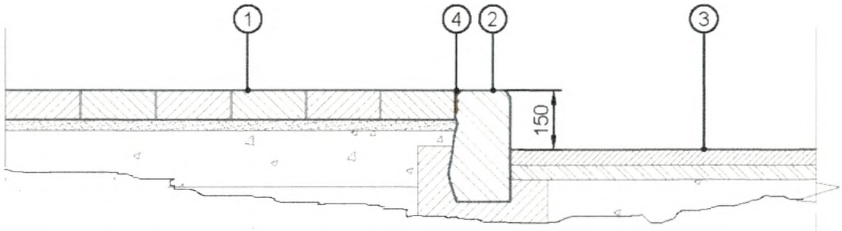


Рисунок 5.23 – Примыкание мощения к гранитному бортовому камню с необработанной частью

1- мощение; 2- бортовой камень гранитный, 3- покрытие дорожное из асфальтобетона, 4-шов, заполненный раствором на основе трассово-цементного, полимерного вяжущего или вяжущего на основе синтетических смол

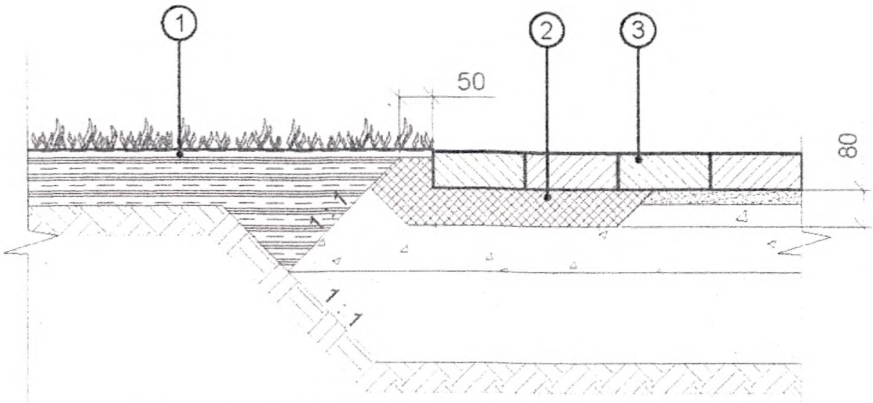


Рисунок 5.24 – Примыкание мощения к газону
1 - газон; 2- раствор на основе цементного, трассово-цементного или полимерного вяжущего; 3 – мощение

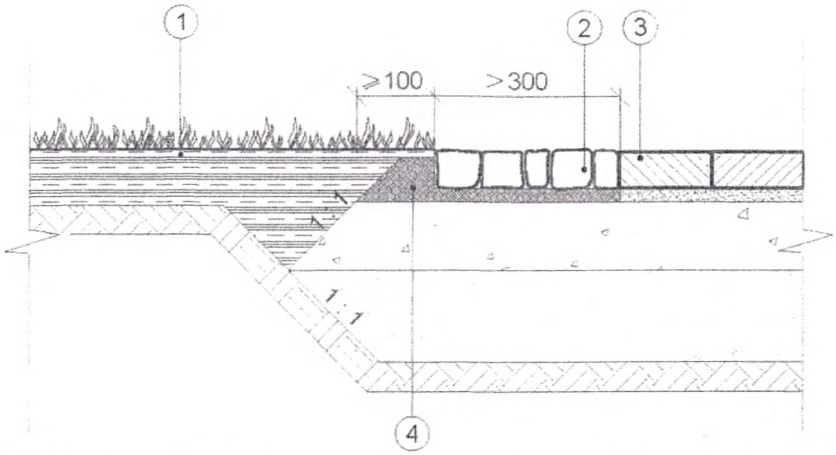


Рисунок 5.25 – Примыкание мощения к газону с применением природных камней
1- газон, 2 – природные камни с заполнением швов; 3 – мощение; 4 – монтажный (выравнивающий) слой из раствора на основе трассово-цементного, полимерного вяжущего или вяжущего на основе синтетических смол

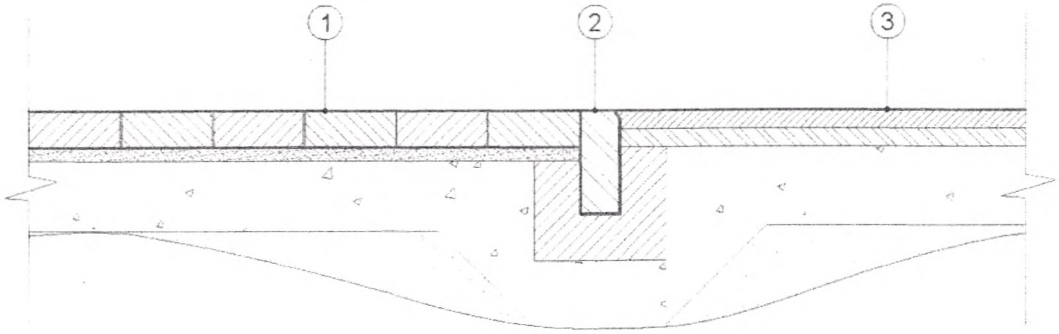


Рисунок 5.26 – Примыкание мощения к дорожному покрытию из асфальтобетона
1- мощение; 2 – бортовой камень, 3- дорожное покрытие из асфальтобетона

5.6 Уклоны, водоотвод и гидроизоляция

5.6.1 При проектировании поперечных уклонов следует учитывать, что водоотводящая способность дорожных покрытий из плит/камней мощения примерно на 20 % ниже, чем асфальтобетонных. В связи с этим результирующий уклон к лоткам или другим водоотводящим устройствам должен быть не менее 2,5 % [16].

Таблица 5.1 – Общие уклоны для различных дорожных покрытий*

Нагрузка**	Применяемый материал	Общий уклон
1	– Искусственные камни – Клинкер, кирпич – Натуральный камень тщательно обработанный (пиленный)	≥ 2,5%
1	– Натуральный камень грубо обработанный – Натуральный камень, необработанный, колотая поверхность, например мозаичная и мелкая брусчатка	≥ 3%
2 и 3	– Искусственные камни – Клинкер, кирпич – Натуральный камень тщательно обработанный	≥ 2,5%
2 и 3	– Натуральный камень грубо обработанный – Натуральный камень, необработанный, колотая поверхность, например мозаичная и мелкая брусчатка	≥ 3%
Комбинированные покрытия		≻ 1%

Примечания:

1) * - Таблица выполнена на основе немецкого стандарта "Дополнительные технические условия договора для строительства тротуаров, пешеходных дорожек и площадок за пределами проезжей части. Исследовательское общество ландшафтного проектирования и строительства (FLL).

2) ** - Нагрузка 1 – Покрытия, предназначенные для хождения пешеходов и не предназначенные для заезда грузового транспорта, за пределами проезжей части (например, дорожки на придомовых территориях, площадки в парках, садовые дорожки)

Нагрузка 2 – Покрытия, на которые допустим заезд транспортных средств с полной массой до 3,5 т, расположенные за пределами проезжей части (например, гаражные въезды, парковки для легковых автомобилей)

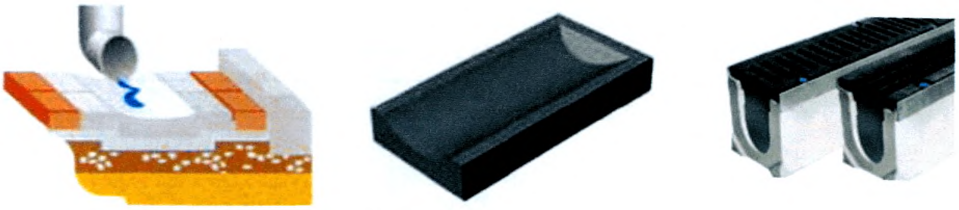
Нагрузка 3 – Покрытия, как для нагрузки 2, на которые при этом допустим заезд транспортных средств с полной массой до 20 т, расположенные за пределами проезжей части (например, проезды для технического обслуживания и ремонта, эвакуации, а также пожарные подъезды к гаражам и зданиям).

5.6.2 При проектировании тротуаров, примыкающих к зданиям, необходимо предусматривать специальные меры по водоотводу.

а) Для обеспечения отвода воды от водосточных труб необходимо предусматривать специальный желоб. Для устройства желоба применяются специальные водосборные лотки – открытые или закрытые (рисунок 5.27) или устраивается местное понижение поперечного ряда камней мощения (рисунок 5.28). Стыковые швы в желобах должны быть заполнены водонепроницаемым раствором на основе трассово-

цементного вяжущего. Поверхностный сток воды на пешеходных путях должен устраиваться так, чтобы водосборные лотки не выходили на пешеходные пути.

Элементы водосборной системы (лотки открытые и закрытые с чугунными, стальными и пластмассовыми решетками, дождеприемники (трапы)) могут быть выполнены из бетона, пластика или полимербетона в зависимости от назначения территории, где они будут установлены и действующих внешних нагрузок. Пример установки водосборного желоба в дорожное покрытие из плит/камней мощения показан на рисунке 5.29.



а) б)

Рисунок 5.27 – Элементы устройства водосборного желоба
а) лоток водосборный открытый б) лоток водосборный закрытый

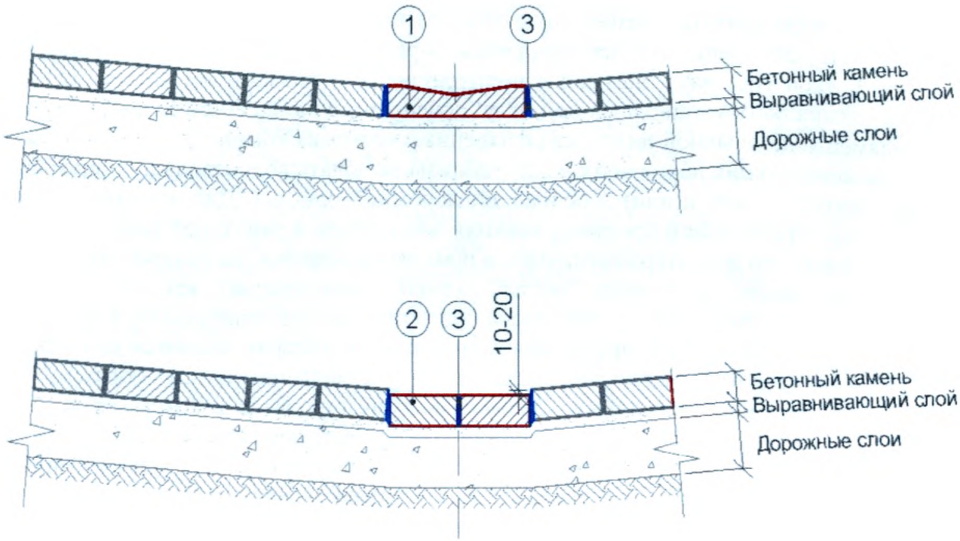


Рисунок 5.28 – Варианты устройства водосборных лотков
1- водосборный лоток модульный; 2 – камни мощения; 3-заполнение швов водонепроницаемыми растворами на основе трассово-цементного вяжущего

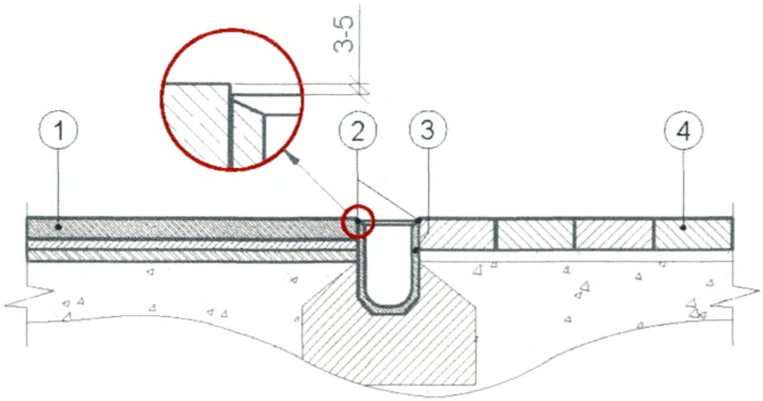


Рисунок 5.29 – Пример установки водосборного желоба
в дорожное покрытие из плит/камней мощения
1 – асфальтовое дорожное покрытие; 2 –деформационный шов; 3-
бетонное основание под лоток, 4- мощение

б) На тротуарах, примыкающим к зданиям, имеющих историческую ценность следует предусматривать специальную полосу вдоль фундамента, в которой швы должны быть заполнены водонепроницаемыми растворами или песком, с последующей обработкой составами на основе полиуретана (стабилизаторами песка). Ширина полосы должна быть установлена по месту: ориентировочно на 20 см шире расстояния от фундамента до обычной линии каплепадения с козырька крыши, но не менее 50 см. При этом конструкция дорожной одежды должна включать водоотводящую прослойку под монтажным слоем и(или) в основании дорожной одежды. Для одинакового зрительного восприятия всего тротуара, верхняя часть швов, в указанной полосе, должна быть заполнена тем же материалом, что и в швы на оставшейся части покрытия.

Гидроизоляция подземных частей зданий выполняется, как показано на рисунке 5.30. Уплотненному дну котлована придается уклон от стен здания, к фундаменту приклеивается рулонная вертикальная гидроизоляция, которая заводится на 1-1,5 м на дно котлована, а поверх устраивается основание под мощение. Таким образом, вода, дренирующая через подстилающие слои песка и щебня, отводится от фундамента.

в) При проектировании тротуара в районах существующей застройки на магистральных дорогах и улицах, на которых отсутствуют газоны в пределах красных линий и нет сопутствующего дренажа, следует устраивать дренаж мелкого заложения в тротуаре, если этому не мешают подземные коммуникации. В дренажную траншею должны быть выведены края прослоек из геотекстильных дренирующих материалов под монтажным слоем. При отсутствии дренажной траншеи края указанных прослоек должны быть выведены в песчаную подушку под бортовым камнем, как показано на рисунке 5.31.

5.6.3 Места сопряжения цоколя здания с отмосткой испытывают температурные и осадочные деформации. Для их герметизации могут использоваться эластичные гидроизоляционные мастики на битумной основе, армированные самоклеющиеся ленты и герметики.

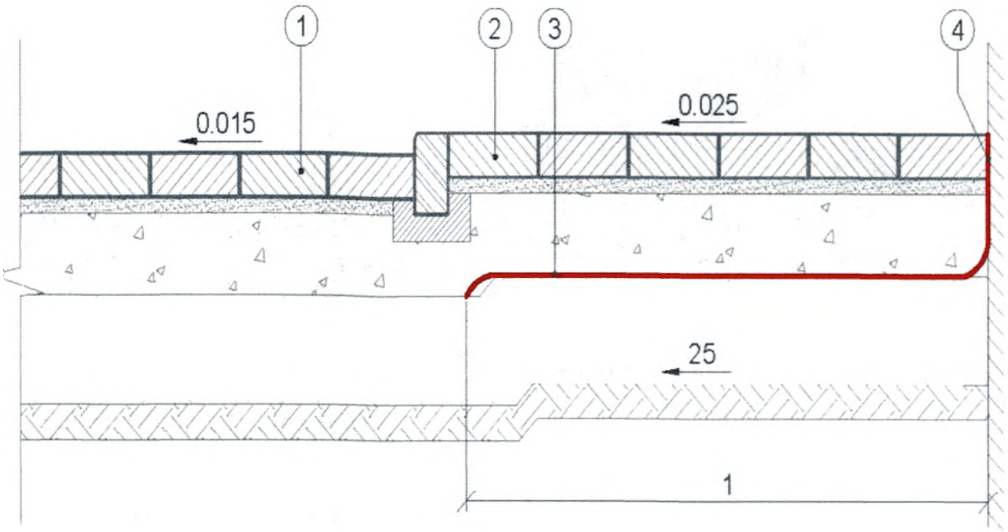


Рисунок 5.30 – Гидроизоляция подземных частей зданий,
к которым примыкает мощение
1- мощение тротуара; 2- мощение отмостки; 3-гидроизоляция; 4-цоколь здания

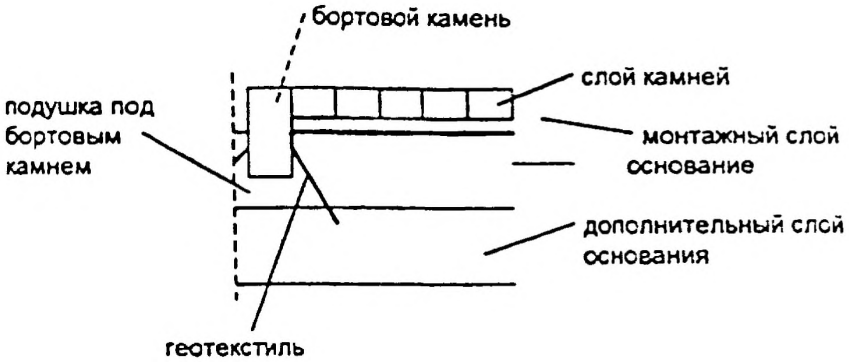


Рисунок 5.31 – Водоотвод из монтажного слоя

5.6.4 Для уменьшения нагрузки на канализационную систему, сбора и последующего использования дождевой воды применяют дренирующие покрытия.

Дренирующие дорожные покрытия могут быть выполнены:

1) из специальных решетчатых плит/камней мощения (рисунок 5.2) с заполнением пустот мелким гранитным щебнем, галькой или песком из отсевов дробления щебня, а также другими мелкозернистыми материалами.

2) из камней/плит с заполнением швов специальными пористыми водопроницаемыми растворами (по 5.4.3).

3) из специальных камней мощения с увеличенными выступами на ребрах (рисунок 5.32).

Рекомендуемая ширина дренирующих швов – 15 мм.

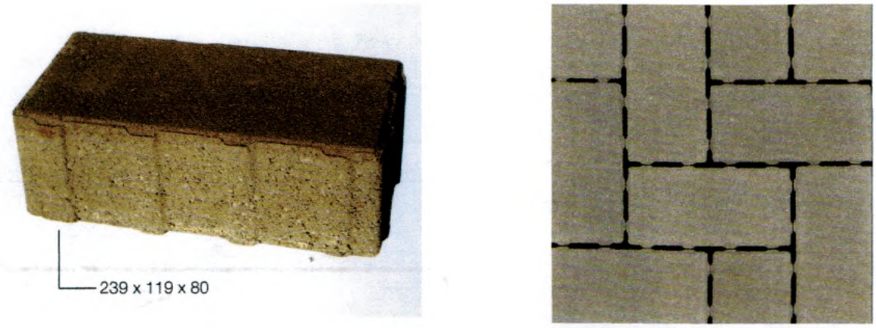


Рисунок 5.32 – Камень мощения для устройства дорожных покрытий С дренирующими швами: общий вид и раскладка в дорожном покрытии

Вода после прохождения слоев дорожной одежды с дренирующим покрытием из камней/плит может собираться в колодце и использоваться для хозяйственных нужд (рисунок 5.33).

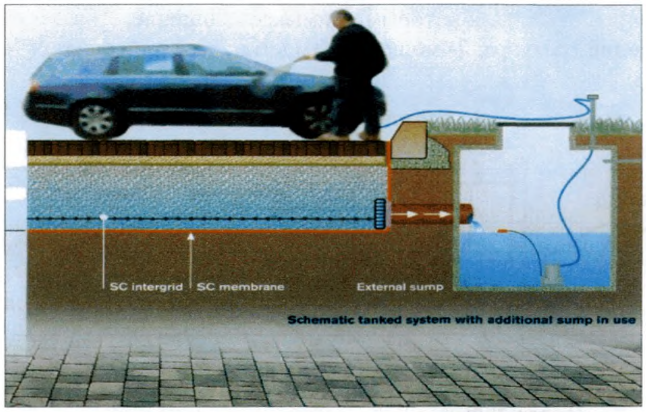


Рисунок 5.33 – Схема работы дренирующего покрытия

Дренирующие покрытия из плит/камней мощения или покрытия связанной конструкции могут использоваться для устройства фонтанов (рисунок 5.34).

Рисунок 5.34 – Использование мощения при устройстве фонтанов

6 Конструирование дорожных одежд и эксплуатируемых кровель с покрытием из плит/камней мощения

6.1 Общий вид конструкции дорожной одежды с покрытием из камней мощения

6.1.1 Общие указания по назначению конструкций дорожных одежд из искусственных камней мощения содержатся в ОДН 218.046 "Проектирование нежестких дорожных одежд". Принципиальная схема дорожной одежды представлена на рис.6.1.

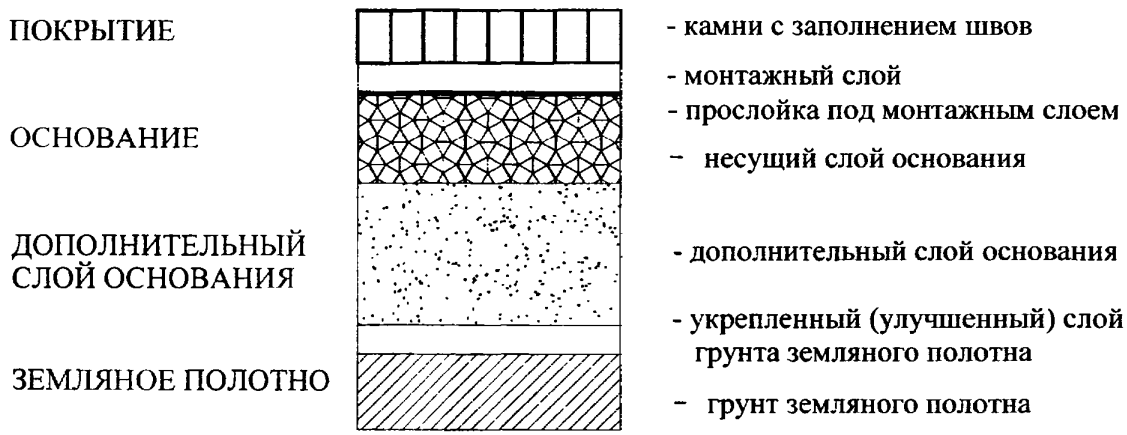


Рисунок 6.1 – Принципиальная схема дорожной одежды

6.1.2 Конструкции дорожных одежд состоят из покрытия, несущего и, при необходимости, дополнительного слоя основания, а также грунта земляного полотна.

Покрытие включает:

– собственно покрытие из камней мощения высотой сечения $h_{ик}$;

– заполнение швов между камнями/плитами мощения;

– выравнивающий (монтажный) слой толщиной 3-5 см в уплотненном состоянии (в расчетах на прочность и морозоустойчивость толщина слоя принимается 3 см, при определении расхода материала – 4 см).

Несущее основание устраивается из щебня методом (способом) заклинки; песчаноцементной смеси; щебня, укрепленного цементом или расклинцованного песчаноцементной смесью или других материалов, модуль упругости которых превышает 180 МПа. Дополнительный слой основания выполняется из песка с модулем крупности 2 и более и коэффициентом фильтрации $K_ф \succ 3{,}0$м/сут.

Конструктивные слои дорожной одежды назначаются в зависимости от грунта, типа местности (уровня грунтовых вод – УГВ), толщины искусственного камня и коэффициента прочности.

Слои основания не должны быть меньше величин, приведенных в таблице 6.1.

Под грунтом земляного полотна понимается подстилающий естественный грунт с ненарушенной структурой, на котором сооружается земляное полотно. Грунт земляного полотна может содержать поверхностный слой грунта, обработанного (или уплотненного) на месте с целью повышения его прочностных и деформационных характеристик, а также морозоустойчивости.

Таблица 6.1 - Минимальные толщины слоев основания

Наименование материала слоя	Минимальная толщина слоя, см, при укладке	
	специальным укладчиком	многопрофильными машинами
Каменные материалы и пески, обработанные неорганическим вяжущим	8...10	8...12
Грунт, обработанный вяжущим	8...12	8...12
Глубина пропитки щебня	--	4
Щебень и гравий, не обработанные вяжущим и уложенные: - на песчаное основание - на укрепленное каменное основание	 15 8...10	 15 8...10
Песок	20	20

Примечания:

1 Большие из значений толщины даны для тротуаров магистральных дорог и улиц.

2 Толщина слоя должна превышать размер наиболее крупных частиц каменных материалов не менее, чем в 1,5 раза (кроме щебня с пропиткой).

6.1.3 Дорожное покрытие из камней мощения, как наиболее ремонтопригодный вид покрытия, рекомендуется устраивать на основаниях, где прогнозируются различные деформации – слабые, пучинистые, просадочные грунты.

6.1.4 В связи с повышенной деформативностью покрытия из камней мощения в начальный период эксплуатации, при проектировании покрытий необходимо предусматривать меры, обеспечивающие коэффициент уплотнения грунта $K_у$ = 0,98 на глубину 1,3 м от поверхности покрытия. Если из-за высокого залегания грунтовых вод, наличия подземных коммуникаций и других причин это не представляется возможным, то расчетные характеристики грунтов принимаются как для особого типа влажности грунтов земляного полотна.

6.1.5 Дополнительно, к указанным выше слоям, могут применяться прослойки, предназначенные для перехвата и отвода поверхностных вод, проникающих в конструкцию через швы между камнями, а также для устранения возможности взаимного перемешивания материалов слоев и изменения характеристик конструкции во времени. Для таких прослоек используются геотекстили («дорнит» и аналоги, полимерные сетки и мембраны и т.п.), геосетки и георешетки, битумосодержащие материалы (плотные низкомарочные асфальтобетоны и смеси битума с минеральными материалами) и другие материалы. Геотекстильные прослойки располагаются как между монтажным слоем и основанием, так и между слоями основания и грунтом. В связанных дорожных покрытиях применять геотекстильные прослойки между основанием и выравнивающим (монтажным) слоем не рекомендуется.

6.1.6 Допустимая величина морозного пучения для дорожных покрытий из искусственных камней мощения не регламентируется. Поэтому, рекомендуется в расчетах, допустимое морозное пучение принимать по аналогии, как для капитальных дорожных одежд.

Под морозным пучением понимается увеличение объема влажного грунта при замерзании в нем воды, приводящее к неравномерному поднятию промерзающих толщ. В результате, морозного пучения может нарушится сплошность и ровность дорожного покрытия.

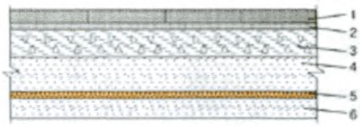
Морозоустойчивость дорожной одежды считается обеспеченной, если расчетная величина морозного пучения не превышает допустимую. Например, допустимая величина морозного пучения для капитальных дорожных одежд с покрытием из асфальтобетона составляет 4 см.

6.1.7 Иногда сети инженерных коммуникаций размещаются в проезжей части дороги на небольшой глубине. Это препятствует устройству дополнительных слоев основания дорожной одежды из песка, выполняющих морозозащитную функцию. В таких случаях, для уменьшения общей толщины дорожной одежды применяют экструдированный пенополистирол. Экструдированный пенополистирол выпускается в плитах различной толщины.

Применение теплоизоляционных плит из экструдированного пенополистирола в дорожной одежде (рисунок 6.2) позволяет сократить сроки и стоимость строительства за счет уменьшения толщины дорожной одежды, объема выемки и вывоза грунта. В последующем можно прогнозировать уменьшение эксплуатационных расходов на ремонт дорожного покрытия за счет уменьшения неравномерных деформаций морозного пучения и исключения влияния коммуникаций на температурный режим в несущих слоях основания дороги.

При применении плит экструдированного пенополистирола в дорожных одеждах с покрытием из камней мощения следует соблюдать указания их производителей.

Вариант дорожной конструкции с применением экструдированного пенополистирола



1. Плита гранитная – 10 см
2. Сухая пескоцементная смесь – 7 см
3. Щебень гранитный фр. 40-70 мм– 23 см
4. Песок– 25 см
5. Экструдированный пенополистирол - 5 см
6. Песок – 15 см

Рисунок 6.2 – Применение экструдированного пенополистирола при устройстве дорожной одежды

6.2 Тротуары, пешеходные дорожки, площадки и площади, на которых не предусматривается систематическое движение автотранспорта

Примеры конструкций дорожных одежд с покрытием из плит/камней, на которых не предусматривается систематическое движение автотранспорта, приведены в таблице 6.2 и на рисунке 6.3.

Т а б л и ц а 6.2 - Примеры конструкций дорожных одежд тротуаров из бетонных плит/камней мощения

№	Слои дорожной одежды	Назначение	Грунты	Примечание
1	– покрытие из плит/ камней высотой 8 см; – монтажный слой из песка толщиной 3-5 см; – геотекстиль; – щебень фракций св.20/40 мм, – св 40/70 мм) – песок;	Тротуары всех категорий городских улиц	Глинистые грунты, кроме супеси легкой крупной, а также супеси легкой при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	Применяется только при наличии сопутствующего дренажа мелкого заложения
2	– покрытие из плит/камней высотой 8 см; – монтажный слой из песка толщиной 3 - 5 см; – асфальтобетон плотный типа ГД марок II, Ш толщиной 3 см; – щебень фракций св.20/40 мм, – св 40/70 мм) – песок;	Тротуары всех категорий городских улиц	Глинистые грунты, кроме супеси легкой крупной, а также супеси легкой при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	Применяется только при наличии специальных устройств для отвода воды с поверхности промежуточной асфальтобетонной прослойки
3	– покрытие из плит/ камней высотой 8 см; – монтажный слой из песка толщиной 3-5 см; – геотекстиль; – щебеночное основание (фр. 20…40, 40…70); –	Тротуары всех категорий городских улиц	Песок, супесь легкая крупная, супесь легкая при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	
4	– покрытие из плит/ камней высотой 8 см; – монтажный слой из песка толщиной 3-5 см; – основание из песка, укрепленного 8-12 % цемента; – песок;	Тротуары магистральных дорог и улиц	Глинистые грунты, кроме супеси легкой крупной, а также супеси легкой при 1-ом типе местности по условиям увлажнения, чрезмерно пучинистые грунты	
5	– покрытие из камней/плит высотой 8 см; – монтажный слой из песка толщиной 3-5 см; – основание из песка, укрепленного 8-12 % цемента;	Тротуары магистральных дорог и улиц	Песок, супесь легкая крупная, супесь легкая при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	

Окончание таблицы 6.2

№	Слои дорожной одежды	Назначение	Грунты	Примечание
7	– покрытие из плит/ камней высотой 8 см; – монтажный слой из песка толщиной 3-5 см; – новый слой основания из щебня; – существующий слой основания из щебня; – существующий дополнительный слой основания из песка; – связный грунт земляного полотна;	Предназначена для ремонта тротуаров с использованием существующих слоев песка и щебня.		

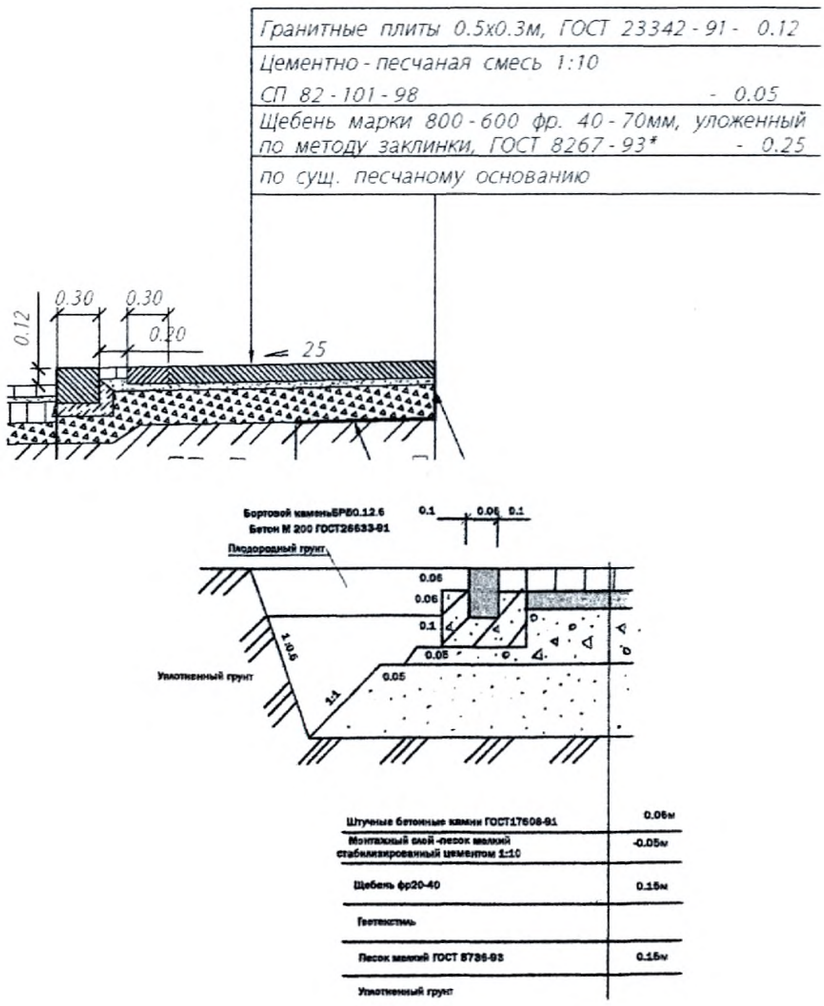


Рисунок 6.3 – Примеры конструкций дорожных одежд тротуаров

6.3 Дорожные одежды транспортных проездов

Примеры конструкции дорожных одежд транспортных проездов из бетонных плит/камней мощения приведены в таблице 6.3 и на рисунке 6.4.

Таблица 6.3 – Примеры конструкции дорожных одежд транспортных проездов из бетонных плит/камней мощения

№	Слои дорожной одежды	Назначение	Грунты	Примечание
1	– покрытие из плит/камней высотой 10 см; – монтажный (выравнивающий) слой толщиной 3-5 см; – геотекстиль – щебеночное основание (фр. 20…40, 40…70); – песок;	Въезды на магистральных улицах и улицах местного значения.	Глинистые грунты, кроме супеси легкой крупной, а также супеси легкой при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	Применяется только при наличии сопутствующего дренажа мелкого заложения
2	– покрытие из плит/камней высотой 10 см; – монтажный (выравнивающий) слой толщиной 3-5 см; – основание из песка, укрепленного 8-12 % цемента.	Въезды на магистральных улицах	Глинистые грунты, кроме супеси легкой крупной, а также супеси легкой при 1-ом типе местности по условиям увлажнения, чрезмерно пучинистые грунты	

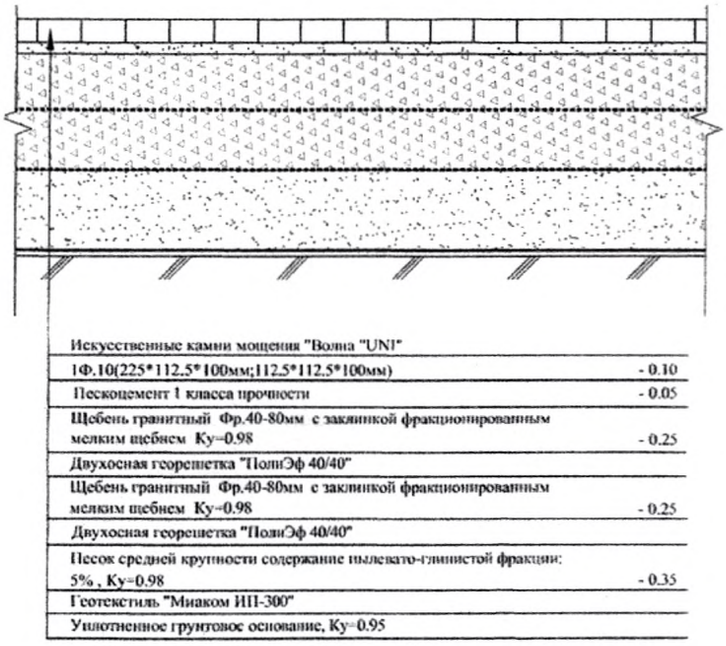


Рисунок 6.4 – Пример дорожной одежды с покрытием из камней мощения на транспортных проездах, рассчитанных на систематическое движение автомобилей полной массой до 50 тонн

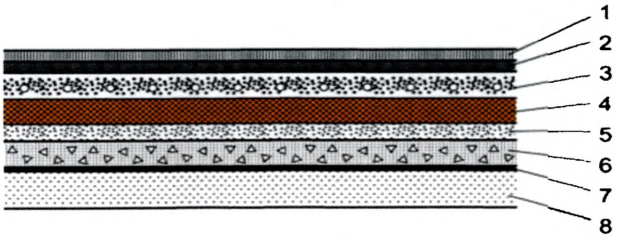
6.4 Дорожные одежды с покрытием из камней мощения с системой снеготаяния

Системы снеготаяния служат для растапливания снега и льда на открытых территориях в зимнее время. При работе системы снег и лед тают, а талая вода стекает в канализацию. Использование систем снеготаяния позволяет повысить безопасность движения пешеходов – уменьшить травматизм, отказаться от трудоемких работ по очистке территорий от снега и льда. Отсутствие механического воздействия средств уборки на дорожное покрытие из камней мощения способствует увеличению срока его службы.

Системы снеготаяния применяются при мощении территорий с повышенными требованиями к комфорту движения: пешеходных зон, пандусов, лестниц, а также на участках дорог с большим уклоном. Основой кабельной (электрической) системы является экранированный низкотемпературный нагревательный кабель. В водяных системах снеготаяния, по уложенным в дорожной конструкции трубам циркулирует вода или незамерзающая жидкость.

Для предотвращения потери мощности и увеличения скорости разогрева системы под трубы или электрокабели возможна укладка теплоизоляционных плит из экструдированного пенополистирола. Примеры конструкций дорожных покрытий из камней мощения с системами снеготаяния показаны на рисунке 6.5.

а)



б)

Рисунок 6.5 – Пешеходная зона на Малой Садовой улице (Санкт-Петербург) с водяной системой снеготаяния

(а – общий вид; б – поперечный разрез: 1 – естественные и искусственные камни мощения – 80 мм; 2 – пескоцементная смесь – 7 см; 3 – песок с трубами обогрева – 4 см; 4 – экструдированный пенополистирол – 5 см; 5 – выравнивающий слой из песка – 3 см; 6 – щебень гранитный фр. 40…70 с расклинцовкой – 22 см; 7 – геосинтетический материал; 8 – песок –18 см)

6. 5 Эксплуатируемые кровли с дорожным покрытием из плит/камней мощения

Плоские эксплуатируемые кровли дают возможность освоения дополнительных площадей зданий под автостоянки, пешеходные зоны и озеленение. В современных проектах часто встречается комбинация зеленой кровли и кровли-террасы, с возможностью движения по ней пешеходов и автомобилей (рисунок 6.5). Как правило, в качестве дорожных покрытий эксплуатируемых кровель применяются плиты/камни мощения.

Рисунок 6.5 – Пример эксплуатируемой кровли

Плоские эксплуатируемые кровли различают на традиционные и инверсионные. Инверсионная (перевернутая) кровля, отличается от традиционной плоской кровли тем, что теплоизоляционный слой находится не под гидроизоляционным слоем, а поверх его. Таким образом, гидроизоляционный слой предохраняется от воздействия внешних факторов, таких как температурные колебания, ультрафиолетовые лучи, механические повреждения и т. д., тем самым увеличивается срок службы кровли. В зеленых кровлях применяют специальные гидроизоляционные и дренирующие материалы (например, дренажные мембраны), которые стойки к повреждениям от корневых систем растений, обеспечивают поддержание влажности грунта и отвод излишков влаги.

Пример конструкции дорожной одежды с покрытием из камней мощения на эксплуатируемой кровле, рассчитанной на движение автомобилей с максимальной нагрузкой на ось 10 т (давление на покрытие 0,6 МПа) представлен в таблице 6.4.

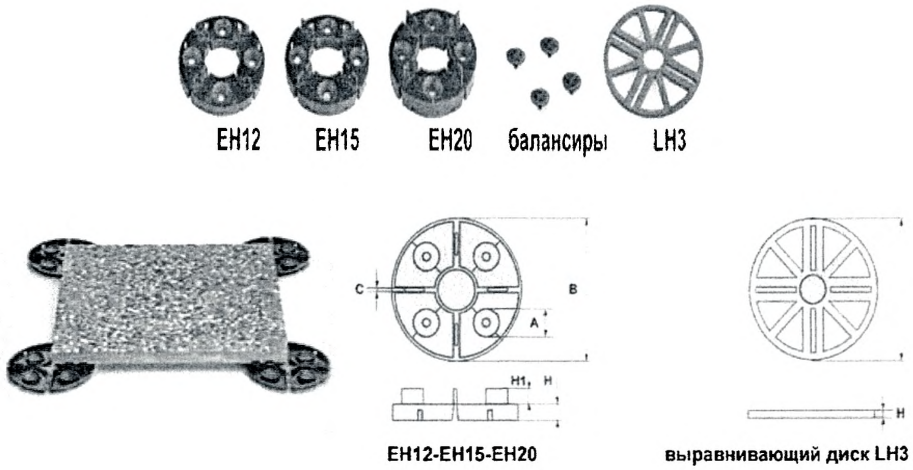
Т а б л и ц а 6.4 – Пример дорожной конструкции на эксплуатируемой кровле

Материал слоя	Толщина слоя, см
Искусственные камни мощения	8
Пескоцемент	5
Щебень гранитный фр. 40-80 мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем, $К_у$=0,98	20
Геотекстиль	-
Экструдированный пенополистирол	8
Гидроизоляционная прослойка	-
Существующее бетонное перекрытие	-

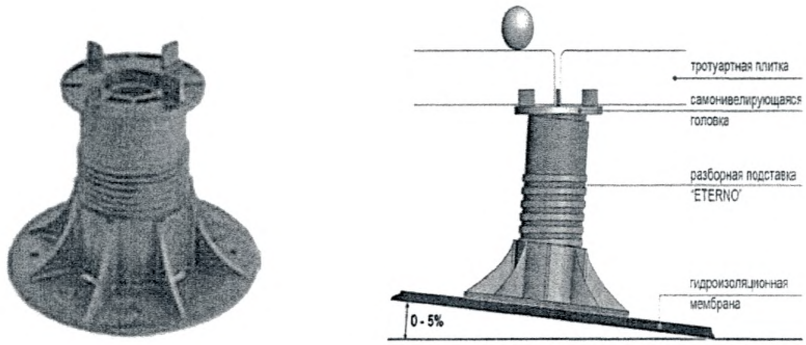
В эксплуатируемых кровлях, важно обеспечить водоотвод, как с поверхности покрытия, так и с имеющихся промежуточных гидроизоляционных прослоек в теле конструкции, для чего используются различные виды водосборных лотков и воронок.

Для заполнения швов в покрытии из плит/камней мощения рекомендуется применять водонепроницаемые растворы на основе трассово-цементного вяжущего (см. 5.4.3) или песок, с последующей обработкой составами на основе полиуретана (стабилизаторами песка (см. 5.3.4).

Плиты мощения в зависимости от назначения и конструктивных особенностей кровли могут укладываться на пластиковые подставки (рисунок 6.6).



а) нерегулируемые



б) регулируемые

Рисунок 6.6 – Пластиковые подставки под бетонные плиты при устройстве кровель (а – нерегулируемые; б – регулируемые)

Подставки применяются только при устройстве дорожных покрытий для пешеходного движения и позволяют не связывать жестко дорожное покрытие из камней

мощения с гидроизоляционным материалом или другими конструктивными слоями кровли. Такая система имеет ряд преимуществ:

– деформации покрытия, которые происходят вследствие колебания дневных и ночных температур не нарушают гидроизоляционный слой кровли;

– покрытие может быть уложено в любое время года;

– при ремонте или замены гидроизоляционного слоя, покрытие легко демонтируется и устанавливается обратно;

– технологичность выполнения строительных работ.

Подставки используются совместно с балансирами или дисками для выравнивания плиток мощения в случае разных уровней основания. Слой теплоизоляции, в случае установки на него подставок, должен обладать достаточным сопротивлением сжатию.

6.6 Конструкции лестниц

Вариант конструкции лестницы представлен на рисунке 6.7.

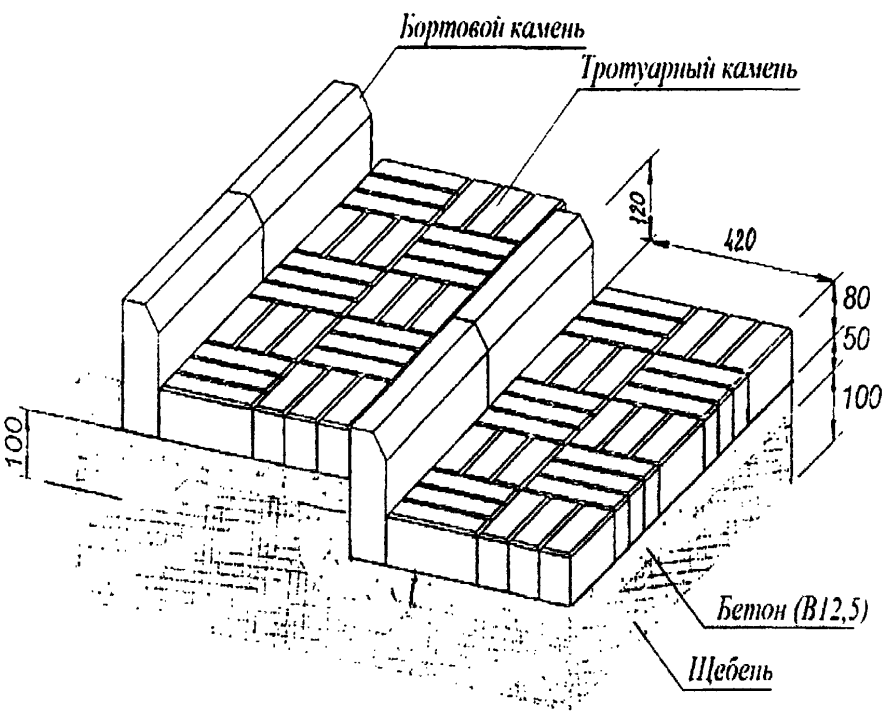


Рисунок 6.7 – Вариант устройства лестницы

7 Особенности расчета дорожных одежд с покрытием из плит/камней мощения

7. 1 Расчетные нагрузки

При проектировании дорожных одежд с покрытием из камней мощения в качестве расчетных принимают нагрузки по ГОСТ Р 52748-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения» и ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» (стандартные нагрузки А1 (АК10), А2, А3, АК11.5, АК 6).

По ГОСТ Р 52748 нормативная нагрузка АК включает в себя одну двуосную тележку с нагрузкой на ось, равной 10К (Кн) и равномерно распределенной вдоль дороги. Класс нагрузки К для нормативной нагрузки АК следует принимать равным для:

- автомобильных дорог категорий IA, IБ, IВ,II – 11,5;
- автомобильных дорог категорий III и IV – 10;
- автомобильных дорог категорий V – 6.

Категории автомобильных дорог по ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования».

Интенсивность нормативной нагрузки от пешеходов на тротуарах (служебных проходах) и пешеходных мостах составляет 4 $кН/м^2$ без учета нагрузки АК и 2 $кН/м^2$ при учете совместно с нагрузкой АК.

Для автомобильных дорог диаметр круга, равновеликий следу отпечатка колеса в статическом положении, должен быть равен 0,34 м, в движении – 0,39 м.

По ОДН 218.046-01 при проектировании дорожных одежд в качестве расчетных принимают нагрузки, соответствующие предельным нагрузкам на ось расчетного двухосного автомобиля. Если в задании на проектирование расчетная нагрузка не оговорена специально, за расчетную принимают нагрузку, соответствующую расчетному автомобилю группы А (таблица 7.1).

Т а б л и ц а 7.1 – Расчетные нагрузки по ОДН 218.046-01

Группа расчетной нагрузки	Нормативная статическая нагрузка на ось, кН	Нормативная статическая нагрузка на поверхность покрытия от колеса расчетного автомобиля, $Q_{расч.}$, кН	Расчетные параметры нагрузки	
			P, МПа	D, см
А1	100	50	0,60	37/33
А2	110	55	0,60	39/34
А3	130	65	0,60	42/37
Примечание - над чертой - для движущегося колеса, под чертой - для неподвижного.				

7.2 Автоматизированное проектирование

Дорожные одежды из мелкоштучных элементов мощения по сопротивлению нагрузкам и характеру деформирования занимают промежуточное положение между жесткими и нежесткими одеждами. Для характеристики таких одежд можно применять термин «полужесткие», который ранее использовался в литературе по дорожному строительству и относился к мостовым из колотого камня и пакеляжа. В полужестких

одеждах один или несколько слоев обладают сопротивлением изгибу, но значительно меньшим, чем у жестких одежд.

Расчет полужестких одежд выполняется по методике, разработанной для нежестких дорожных одежд. Поэтому, основным документом для расчета дорожных одежд с покрытием из камней мощения является ОДН 218.046-01.

В дорожных одеждах с покрытием из искусственных камней мощения используются геосинтетические материалы. Для проектирования дорожных одежд с применением геосинтетических материалов в 2010 году был введен в действие ОДМ 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог».

В указанных Рекомендациях приводятся методики контроля свойств геосинтетических материалов, общие конструктивные решения, особенности назначения и расчетного обоснования конструктивных решений, а также технологии производства работ, необходимый справочный материал.

Согласно ОДМ 218.5.003-2010, окончательно корректировку толщины слоев дорожной одежды выполняют на основе расчетов прочности по критериям ОДН 218.046-01 с введением в них за счет прослойки из коэффициентов усиления, назначенных в зависимости от прочности геосинтетического материала, общей толщины слоев дорожной одежды над прослойкой, значения их средневзвешенного модуля упругости и общего модуля упругости на уровне прослойки.

Проектирование дорожной одежды является очень трудоемким и весьма ответственным процессом, требующим от проектировщика не только значительных затрат времени на выполнение расчетов, но и высокой квалификации. Практическая реализация методик проектирования дорожных одежд становится возможной только благодаря применению современного программного обеспечения.

Автоматизированное проектирование нежестких дорожных одежд выполняться с применением сертифицированных программ, например Топоматик Robur «Дорожная одежда». В алгоритм расчета заложены рекомендации всех вышеперечисленных нормативных документов.

В программе реализованы следующие расчеты:

- На прочность (по упругому прогибу. по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев, на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению на растяжение при изгибе, на статическую нагрузку);
- На морозоустойчивость;
- Расчет дренирующего слоя.

Расчет выполняется на стандартные нагрузки А1 (АК10), А2, А3, А 11.5 (АК11.5), АК 6 или любую другую, составляющую не менее 10 % от состава грузового движения.

В качестве исходных данных задаются интенсивность движения по видам транспорта на любой год эксплуатации дороги и коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения.

Требуемый модуль упругости и допускаемое напряжение на изгиб определяются с учетом суммарного количества проходов транспорта по одному следу за срок службы дорожной одежды, либо суточной интенсивности в обоих направлениях.

Программа позволяет автоматически выполнять перебор толщин конструктивных слоев дорожной одежды в заданных пределах и с заданным шагом. Варианты конструкций, отвечающих условиям прочности, упорядочиваются по критерию стоимости.

Результаты расчета могут быть, как непосредственно распечатаны на принтере в текстовом виде, так и сохранены в документе в виде таблицы или чертежа.

В перечне вводимых в программу исходных данных используются расчетные модули упругости материала каждого слоя. Следует отметить, что дорожное покрытие из камней мощения состоит из отдельных связанных друг с другом посредством сил трения-заклинки элементов. Нормативных расчетных характеристик конструктивного слоя дорожной одежды из камней мощения не имеется. Поэтому, можно рекомендовать несколько проверенных на практике подходов к моделированию покрытия из камней мощения при расчетах дорожных одежд:

1) моделирование покрытия из камней мощения сплошным слоем;
2) приведение действующей на покрытие нагрузки к расчетной, с учетом реакции слоя камней (блоков).

Обе модели исходят из гипотезы, что передача давления от внешней нагрузки на нижележащие слои дорожной одежды покрытием из плит/камней мощения происходит под углом 45°.

7.3 Модели покрытия

7.3.1 Моделирование покрытия из камней мощения сплошным слоем

В Руководстве по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней мощения в Санкт-Петербурге верхний слой из камней мощения моделируется в виде сплошного и характеризуется некоторым значением модуля упругости сборного покрытия.

Документ разработан для Комитета по благоустройству и дорожному хозяйству Мэрии Санкт-Петербурга в 1996 году. Ответственный исполнитель документа канд. техн. наук Симановский А. М. (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра “Автомобильные дороги”).

Руководство распространяется на сборные покрытия из бетонных искусственных камней без арматуры, предназначенных для тротуаров, пешеходных дорожек, посадочных площадок на маршрутах общественного транспорта и других площадей и площадок, на которых не предусматривается систематическое движение, но возможен въезд транспортных средств с нормативной нагрузкой на ось до 6 т (уборочная техника и т. п.).

Расчет дорожной одежды как многослойного полупространства выполняется на сдвиговые напряжения в грунте и слоях из слабосвязных материалов, на сопротивление при изгибе монолитных слоев и по общему модулю упругости по ОДН 218.046-01. При этом в расчет вводится модуль упругости сборного покрытия (таблица 7.2, данные приняты на основании исследований, проведенных в Голландии и Южно-Африканской республике). Коэффициент вариации установлен $Ку = 0{,}28$.

Т а б л и ц а 7.2 - Расчетные модули упругости покрытия тротуаров (площадок) из искусственных камней мощения в зависимости от категории городской дороги и улицы

$K_{ПР}$	0,63	0,84	0,87	0,90	0,94	1,0	1,05
E_1	2790	2437	2290	2126	1920	1620	1350
E_2	3160	2762	2600	2410	2180	1840	1534

Примечания:

1Таблицы 7.2, 7.3 и 7.4 взяты из Руководства по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней мощения в Санкт-Петербурге [16].

1. E_1 - расчетный модуль упругости для искусственных камней простой формы с плоскими гранями; E_2 - то же для камней с горизонтальной связью.
2. Средние значения модулей упругости по результатам испытаний: E_1=3 000 МПа; E_2=3 400 МПа.

Принятые минимальные коэффициенты прочности $K_{пр}$ (см. таблицу 7.3) определяются в зависимости от категории дороги, установленной по СП 42.13330.2011.

Следует понимать, что расчетные модули упругости покрытия, принятые на основании зарубежных исследований определялись для конкретных конструкций дорожных одежд. Условия их эксплуатации и свойства материалов, применяемых для строительства, отличаются от местных. Кроме того, такой подход не учитывает влияние толщины (высоты) плит/камней мощения, которая в зависимости от назначения покрытия может быть в пределах от 60 до 100 мм. Это обстоятельство вносит некоторую погрешность в расчеты.

Таблица 7.3 – Коэффициенты прочности для городских улиц и дорог

Категория городских улиц и дорог	$K_{пр}$
Магистральные дороги федерального значения	1,05
Магистральные улицы общегородского значения	1,00
Магистральные улицы районного значения	0,94
Улицы в жилой застройке, дороги в промышленных и коммунально-складских зонах	0,90
Проезды и прочие улицы местного значения	0,84
Временные и объездные дороги	0,63

Для расчетов дорожных одежд площадок, не относящихся к городским дорогам, с другими известными нагрузками допускается пользоваться поверочной расчетной нагрузкой, которая определяется следующим образом:

- по паспортным данным или непосредственным измерением устанавливается нагрузка на колесо конкретного транспортного средства (например, уборочного) $Q_{ст}$;
- диаметр следа колеса определяется по формуле:

$$D = 0{,}874(Q_{ст} / p_к)^{1/2}.$$

- диаметр передачи нагрузки на основание определяется по формуле:

$$D_p = D + 2(h_{ик} + h_в),$$

где $h_{ик}$ - толщина искусственного камня;

$h_в$ - толщина монтажного слоя (но не более 3 см).

- давление на основание определяется по формуле:

$$p_P = p_к (D / D_p)^2.$$

По поверочной расчетной нагрузке расчет выполняется по сдвигу в грунте и слабосвязных слоях основания по упрощенным двухслойным схемам (например, по ОДН 218.046-01). При этом сборное покрытие и выравнивающий слой в расчет не принимаются. Полученные значения толщин слоев уменьшаются на 20 % , но при этом толщины не должны быть меньше минимальных установленных нормами.

При выполнении монтажного слоя из связных материалов проверка на прочность при изгибе для этого слоя не производится.

7.3.2 Приведение нагрузки, действующей на покрытие с учетом реакции слоя камней (блоков).

Данный метод расчета предложен А. В. Горенко в диссертации «Исследование прочностных и деформативных свойств покрытий из бетонных блоков при проектировании, строительстве и эксплуатации портовых территорий».

На основе экспериментальных данных было рассчитано, какая часть нагрузки воспринимается слоем блоков, а какая передается на подстилающее грунтовое основание. Предполагалось, что если осадка одиночного блока и блока, загружаемого в составе покрытия, равны, то разница между величинами нагрузок, действующих в этих двух случаях, дает значение реакции слоя блоков $R_{бп}$. В результате были получены графики зависимости величины реакции слоя блоков от нагрузки, действующей на покрытие, которые методом наименьших квадратов были аппроксимированы линейной зависимостью:

при $h_{бп} = 60\,мм - R_{бп} = 0{,}50\,P;$

$h_{бп} = 80\,мм - R_{бп} = 0{,}62\,P;$

$h_{бп} = 100\,мм - R_{бп} = 0{,}74\,P$.

Согласно данным исследований Ассоциации цемента и бетона Великобритании блоковое покрытие распределяет прикладываемую нагрузку Р на нижележащее грунтовое основание под углом в 45^0 по площади F_1 . Интенсивность нагрузки, действующей на грунтовое основание, учитывая реакцию слоя блоков $R_{бп}$ равна:

$$p = (P - R_{бп}) / F_1 . (*)$$

Блоковое покрытие рассматривается как многослойная конструкция на линейно – деформируемом полупространстве (см. рисунок 7.1). Для расчета требуемой толщины подстилающего слоя многослойная конструкция приводится к двухслойной системе, на поверхности которой действует нагрузка интенсивностью p (формула *), распределенная по кругу площадью F_1 .

Данный метод приведения нагрузки устанавливает связь между внешней нагрузкой и толщиной (высотой) покрытия из камней мощения.

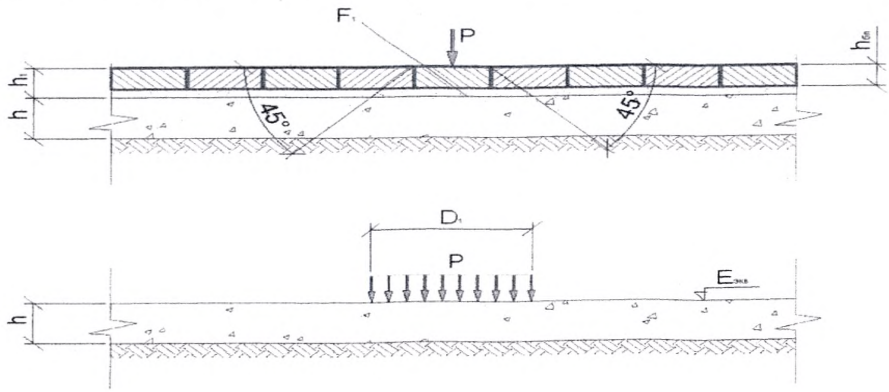


Рисунок 7.1 – Расчетная схема к определению толщины основания дорожной одежды

7.4 Расчетные характеристики материалов

Модули упругости материалов, принимаемые в расчетах, представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 - Модули упругости материалов

Наименование материала	Модуль упругости, Е, МПа
Щебень гранитный фракций 20-40	220
Щебень гранитный фракций 40-70	250
Песок, укрепленный 8-12 % цемента	450
Щебень с расклинкой пескоцементом	500
Песок $2 \prec M_{кр} \prec 2{,}5 (p_d \prec 1{,}8)$	100
Песок $2 \prec M_{кр} \prec 2{,}5 (p_d \succ 1{,}96)$	140
Песок $2 \prec M_{кр} \prec 2{,}5 (1{,}8 \prec p_d \prec 1{,}96)$	120
Песок $1{,}5 \prec M_{кр} \prec 2 (p_d \prec 1{,}8)$	80
Песок $1{,}5 \prec M_{кр} \prec 2 (p_d \succ 1{,}96)$	120
Песок $1{,}5 \prec M_{кр} \prec 2 (1{,}8 \prec p_d \prec 1{,}96)$	100
Примечание – $E_{кр}$ – модуль крупности песка по ГОСТ 8735, p_d – плотность скелета песка.	

8 Строительство и контроль качества

8.1 Подготовка земляного полотна и основания

8.1.1 Подготовка земляного полотна выполняется по тем же правилам, что и для других видов покрытия тротуаров и площадок. Необходимо обеспечивать коэффициент уплотнения грунта в соответствии с требованиями проекта (с учетом указаний 6.1.4).

При устройстве тротуаров из плит/камней мощения вдоль жилых и общественных зданий обязательно после подготовки земляного полотна провести гидроизоляционнные работы (см. 5.6).

8.1.2 Устройство упора из бортовых камней выполняется по обычной технологии. Бортовые камни должны быть установлены на бетонное основание по песчаной (щебеночной) подушке.

На песчаное основание допускается устанавливать «легкие» бортовые камни (БР.100.20.8, БР.50.20.8), когда они устанавливаются в один уровень с дорожным покрытием. Во всех остальных случаях бортовые камни должны устанавливаться на щебеночное основание.

Швы между бортовыми камнями заполняются в два этапа: сначала на боковые поверхности камня со всех сторон наносится цементный раствор сметанообразной консистенции не доходя до верха, а затем до верха заполняется более жидким цементным раствором.

Очень важно тщательное заполнение (герметизация) швов между бортовыми камнями или другими фиксирующими край мощения упорами (металлическими полосами, антисептированными досками, природными камнями и т. п.). В противном

случае через не заделанные швы может выноситься песок монтажного слоя, что приведет к потере устойчивости плит/камней и разрушению покрытия.

8.1.3 Устройство дополнительного слоя основания выполняется по тем же правилам, что и для других видов покрытия тротуаров и площадок. Требуемый коэффициент уплотнения песка Купл > 0.98.

8.1.4 Устройство основного (несущего) слоя основания выполняется по тем же правилам, что и для других видов покрытия тротуаров и площадок (см. СП 78.13330.2012).

8.1.5 Укладка геотекстильных прослоек под монтажным слоем осуществляется вручную. Прослойка укладывается на всю ширину тротуара или площадки с нахлестом не менее 10 см на полотнище. Полотнища укладываются начиная с низовой стороны с нахлестом в 10-20 см.

Для максимального эффекта сцепления между поверхностью несущего слоя и монтажного (выравнивающего) слоя, выполненного с использованием вяжущих, а также с целью уменьшения деформируемости дорожного покрытия следует отказаться от геосинтетического полотна поверх несущего слоя.

8.1.6 Укладка водонепроницаемых прослоек из битумосодержащих материалов выполняется по технологии устройства оснований дорожных одежд тротуаров из этих материалов. Коэффициент уплотнения в любом случае не должен быть ниже 0,98 от стандартной плотности.

8.2 Устройство покрытия

8.2.1 Мощение искусственными плитами/камнями

8.2.1.1 Технологический процесс устройства дорожных покрытий из камней мощения состоит из следующих этапов: устройство слоев основания с уплотнением; устройство монтажного (выравнивающего или подстилающего) слоя; укладка камней/плит; уплотнение; заполнение швов.

8.2.1.2 Материал монтажного слоя должен легко деформироваться под действием вибрации для обеспечения посадки камней, учитывая необходимость их неравномерной осадки из-за допусков по высоте. Кроме того, этот материал должен при вибрации проникать в швы снизу, частично обеспечивая их заполнение. В связи с этим для монтажного слоя непригоден материал с примесью гравия и щебня. Тем более, что при последующем заполнении швов в них попадают достаточно мелкие фракции, которые могут легко вымываться дождем в монтажный слой из крупнозернистого материала. Это приводит к потере устойчивости камней. Материал должен быть однородным и не содержать пылевидно-глинистых включений более 3 %. Следует предпочитать природные и дробленые пески. При технико-экономическом обосновании могут применяться пески из отсевов дробления I-го класса по ГОСТ 8736.

8.2.1.3 Монтажный слой устраивается с тем же поперечным уклоном, который предусмотрен для поверхности покрытия.

8.2.1.4 Материал монтажного слоя распределяется по поверхности основания вручную или механизированным способом.

Объем материала должен обеспечивать толщину монтажного слоя не менее 3 см и не более 5 см в уплотненном состоянии в любом месте по площади покрытия. Превышение толщины монтажного слоя может явиться причиной дополнительных пластических деформаций в ходе эксплуатации.

8.2.1.5 При устройстве монтажного слоя следует учитывать, что после строительной операции посадки камней поверхность покрытия должна возвышаться над верхом борта (бордюра) примерно на 0,5 см как запас на осадку покрытия в ходе эксплуатации.

8.2.1.6 При отсыпке монтажного слоя дополнительно следует иметь запас по толщине на вибропосадку камней. Величина этого запаса зависит от формы и размера камней и материала монтажного слоя. Она устанавливается по месту. Для песка запас составляет примерно 1,0-1,5 см.

8.2.1.7 Если основание и монтажный слой предусмотрены из цементно-песчаной смеси, то рекомендуется укладывать монтажный слой через 3-5 суток после устройства основания с укладкой камней непосредственно после устройства монтажного слоя. Если укладка камней сразу за устройством монтажного слоя невозможна, монтажный слой должен быть защищен от воздействия влаги водонепроницаемой пленкой.

8.2.1.8 Монтажный слой должен быть спрофилирован до укладки камней. При механизированной укладке камней монтажный слой следует прикатать ручным или легким тротуарным катком с гладкими вальцами за 1-2 прохода.

8.2.1.9 Камни мощения следует укладывать на подготовленный монтажный слой соблюдая ширину швов 3-5 мм согласно рисунку, установленному проектом и договором с поставщиком камней.

Ширина «зеленых» и дренирующих швов назначается проектом с учетом настоящих рекомендаций (см. 5.3.4).

После укладки первого ряда камней следует проверить соответствие укладки предварительной разметки, натянуть направляющий шнур в направлении наращивания рядов, а при сложном рисунке укладки – и в поперечном направлении.

Для выравнивания укладываемых камней на широких покрытиях направляющие шнуры следует натягивать на расстоянии примерно 3 м друг от друга. При укладке больших площадей целесообразно устанавливать направляющие шнуры в перпендикулярных направлениях.

Следует строго соблюдать прямой угол пересечения продольных и поперечных рядов, используя теодолит или простейшие инструменты (оптический зеркальный экер, длинный шнур-петлю с 12 узлами на равном расстоянии, треугольник со сторонами 3, 4 и 5 – и т.п.). Точность соблюдения угла следует проверять через каждые 1-3 м укладки покрытия.

8.2.1.10 При работах по мощению возникает необходимость выполнять примыкания к различным элементам – это могут быть канализационные и смотровые люки, столбы ограждений, остановочных павильонов, бортовые камни и т. д. От качества выполнения примыканий зависит долговечность всего покрытия. Примыкания выполняются путем подрезки камней до необходимых размеров. Неточно подогнанные или плохо закрепленные доборные элементы (части камня после подрезки) под действием внешних нагрузок могут потерять устойчивое положение и быть вынесены с дорожного покрытия. Это может нарушить заклинку соседних камней и способствовать разрушению всего покрытия.

Значительно уменьшить количество доборных камней и как следствие, сократить операции по резке камней можно на этапе проектирования, назначая оптимальный рисунок раскладки и ширину мощения (см. 5.3.3).

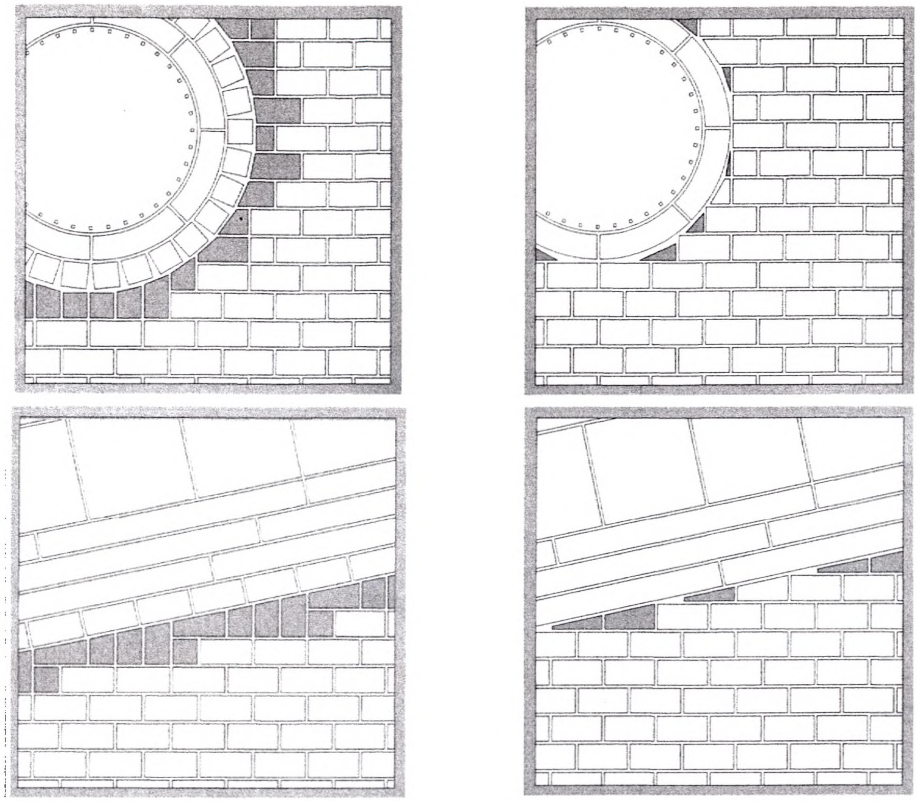
При устройстве примыканий следует руководствоваться следующими правилами:

1) ни один отрезанный кусок не должен быть меньше четверти полноразмерного камня;

2) нельзя использовать обрезанные камни (плиты), если оставшаяся их короткая сторона не соответствует минимум половине длины большей стороны необрезанного камня (плиты);

3) обрезанные камни и плиты не должны иметь острых углов (менее 45 градусов).

Выполнение выше указанных правил влечет изменения рисунка раскладки в зоне примыкания (рисунок 8.1).



ПРАВИЛЬНО НЕ ПРАВИЛЬНО

Рисунок 8.1 — Примеры выполнения примыканий

8.2.1.11 Для резки камней следует применять калиберные резаки (гильотины). В отличие от пил с алмазным диском резка камня таким инструментом происходит практически бесшумно и при этом не выделяется пыль, которая пачкает лицевую поверхность мощения. Калиберные резаки могут быть установлены непосредственно на участках мощения, где необходимо выполнять примыкания, что очень удобно для производства работ

8.2.1.12 После укладки камней в покрытие следует прочно посадить их на место либо вручную (ударами через деревянную, пластиковую или резиновую прокладку), либо с помощью кратковременной вибрации ручной виброплитой.

Предварительную посадку следует производить от краев покрытия к середине. Необходимо помнить, что вибропосадка должна быть произведена до занятия камнями прочного устойчивого положения.

8.2.1.13 Заполнение швов должно производиться параллельно с укладкой. Для заполнения могут использоваться:

1) Природный песок, дробленый песок или смеси различных видов песка по ГОСТ 8736 со степенью неоднородности не более 10 и содержащий не более 10 % зерен более 5 мм при отсутствии зерен крупнее 10 мм. Подрядчик может использовать песок и с большей степенью неоднородности, но заказчик вправе не оплачивать дополнительные работы по уборке непригодных фракций и дополнительным россыпям песка, кроме песков, предусмотренных настоящими Рекомендациями.

2) Песок, с последующей обработкой составами на основе полиуретана (стабилизаторами песка).

«Зеленые» швы следует заполнять песчано-гравийной смесью или смесью песка со щебнем фракций 0-10 мм, перемешанной с растительным грунтом в отношении примерно 1:1.

1. Песок в сухом состоянии следует равномерно распределить по поверхности уложенного и предварительно посаженного покрытия и с помощью сметок ввести в швы до полного их заполнения. Лишний материал заполнения следует удалить с покрытия перед окончательной посадкой камней.

2. Расход материала зависит от размеров и формы камней и вида самого материала. Приближенно его можно определить по формуле

$$P = N \times \Pi \times h_{ик} \times 0,3,$$

где P – расход материала $м^3$ на 100 $м^2$;

N – число камней на 1 $м^2$;

П – периметр в плане камня основного размера, м;

$h_{ик}$ – высота камня.

8.2.1.16 Окончательную посадку камней следует производить с помощью ручной виброплиты, по возможности в сухую погоду, до прекращения видимых осадок камней.

Для посадки камней используется ручная виброплита с возмущающей силой менее 20 кН.

Если используются камни с текстурированной или цветной поверхностью, а также камни сложной конфигурации в плане, то вибрационная техника, применяемая для вибропосадки покрытия, должна соответствовать рекомендациям производителей камней. Если рекомендуются виброплиты с пластиковыми подкладками, то нужно иметь в виду, что часть энергии будет гаситься.

Использование виброкатков для посадки запрещается. Также запрещается использование тяжелой виброплиты из-за светлых продольных полос на покрытии, образующихся на покрытии и соответствующих пути перемещения виброплиты. При образовании таких полос вибропосадку следует немедленно прекратить и сменить виброплиту на виброплиту меньшей массы.

Перед проведением вибропосадки покрытие и подошва виброплиты должны быть вычищены. Вибропосадку (особенно цветных и текстурированных камней) не следует производить при влажном покрытии. В этом случае возможно появление на камнях пылевых и грязевых пятен. Это происходит из-за образующейся под виброплитой массы, напоминающую по консистенции жевательную резинку, которая удаляется с поверхности покрытия с трудом.

Для выправления положения камня запрещается прилагать к нему усилия, неперпендикулярные к его поверхности.

Недопустимо подвергать вибропосадке покрытие, устанавливая виброплиту:

– на линию перелома в месте сопряжения плоскостей с разными уклонами;

– на зону стыка камней, уложенных на песок, с камнями, уложенными на раствор или бетон (в месте сопряжения с люками подземных коммуникаций и т.д.);

– на камни, имеющие частичные обнажения боковых граней (на съездах, примыканиях и т.п.).

В таких местах окончательную посадку покрытия следует производить, осторожно подводя к ним виброплиту с разных сторон, а также вручную.

8.2.1.17 При производстве работ по предварительной и окончательной посадке камней следует помнить, что плиты/камни с соотношением максимального размера в плане к высоте 4 и более подвергать вибрации недопустимо.

8.2.1.18 После окончательной посадки необходимо снова заделать швы.

8.2.1.19 Не следует оставлять излишний песок на покрытии, так он является источником пыли и загрязнения.

8.2.1.20 При применении стабилизатора песка следует (см. рисунок 8.2):

1) Убедиться, что покрытие должным образом очищено от грязи и пыли, на нем нет излишков песка, поверхность мощения и песок находятся в сухом состоянии;

2) Убедиться, что нет риска выпадения осадков в ближайшие 8 часов. Материал запрещается наносить на покрытие при температура ниже 3°С или выше 30°С;

3) Наносить материал на поверхность необходимо с помощью лейки (с разбрызгивателем). Все излишки материала удаляются с помощью резинового валика;

4) Необходимо точно соблюдать указанную производителем дозировку материала при нанесении – для обеспечения стабилизации соединения (обычно 1 литр/2 м^2);

5) Два слоя материала рекомендуется наносить для предотвращения инфильтрации топлива/воды в местах возможного попадания на покрытие горюче-смазочных материалов, где необходимо выполнить гидроизоляцию швов. Интервал между нанесением слоев — минимум 3 часа, максимум 24 часа;

6) Нельзя ходить по покрытию в течение 3 часов после нанесения материала. Въезд автомобильного транспорта на обработанную поверхность запрещен в течение 24 часов.

При применении стабилизаторов песка на мощении, которое уже эксплуатировалось, надо тщательно очистить его поверхность воздухом под высоким давлением. Необходимо удалить всю растительность из швов (сорняки, траву, мхи), все пятна от продуктов питания и напитков, а также любые другие загрязнения поверхности. Иногда, процесс чистки или обработки поверхности давлением может активировать процессы высолообразования и вызвать появление на поверхности мощения известкового налета. В таком случае после очистки необходимо выдержать 2 недели, прежде чем наносить стабилизатор, чтобы высушить поверхность и проверить, не образовался ли повторно известковый налет.

Старый песок из швов между плитами/камнями должен быть удален на максимальную возможную высоту шва и заменен на новый сухой песок. После этого на дорожное покрытие наносится слой стабилизатора в соответствии с указаниями по применению описанными выше.

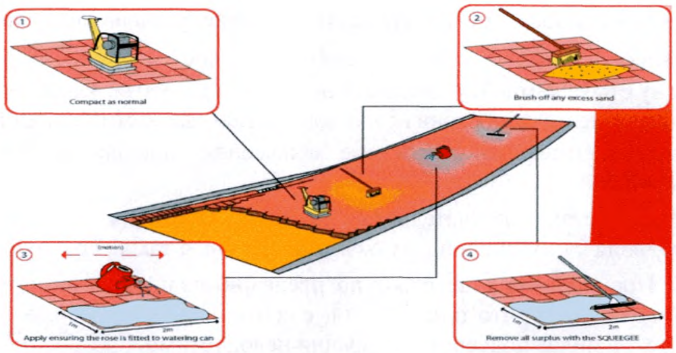


Рисунок 8.2 — Применение стабилизатора песка для швов
1 – выполнить просадку плит/камней; 2 – промести швы и удалить излишки песка;
3– лейкой с распылителем нанести стабилизатор на покрытие; 4 – распределить стабилизатор в швы с помощью резиновой швабры

8.2.1.21 Для работ по устройству покрытия рекомендуется применять профессиональный инструмент и средства механизации работ (рисунки 8.3, 8.4). Механизированные укладчики применяются для мощения больших территорий простых конфигураций, где не требуется создание художественных рисунков мощения. Такие машины, производительностью до 1 500 м^2 в смену, имеют сменное навесное оборудование для заполнения и затирки швов, установки бортового камня и планировки основания.

Машина “OPTIMAS” для укладки камней

Планировочный рубанок для устройства монтажного (выравнивающего) слоя

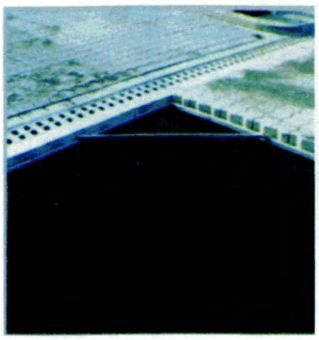
Навесные щетки к машине “OPTIMAS” для прометания швов

Планировщик для устройства монтажного (выравнивающего) слоя

Рисунок 8.3 – Оборудование для работ по устройству дорожного покрытия из плит/камней мощения

Захват для камней

Разметчик



Алюминиевый угол для контроля прямого угла

Резиновый молоток

Захват для выемки камня

Направляющий лом для выравнивания рядов

Рисунок 8.4 – Профессиональный инструмент для работ по мощению

8.2.2 Мощение естественными каменными материалами с применением растворов на основе вяжущих

8.2.2.1 Исторически изделия из естественных каменных материалов (брусчатка, шашка, плиты) укладывались в покрытие на слой песка или песчано-цементной смеси с последующим заполнением швов песком, сухой песчано-цементной смесью, цементным раствором или битумом. В современных условиях эксплуатации и строительства для устройства дорожных покрытий из естественных каменных материалов рекомендуется применять растворы на основе трассово-цементных, полимерных вяжущих или вяжущих из синтетических смол (см. 5.3). Растворы могут поставляться на объект в готовом виде — в силосах, бочках или в сухом виде в мешках, для последующего приготовления путем добавления воды.

8.2.2.2 При применении растворов для устройства монтажного (выравнивающего) слоя рекомендуется:

1) Очистить брусчатку от пыли и загрязнений;

2) Обработать нижнюю плоскость камней (постель) адгезионными растворами;

3) Равномерно распределить раствор по основанию. Толщина слоя в уплотненном основании должна быть не менее 4 см и не более 6 см.

4) Брусчатые камни выравниваются по высоте молотком. Этим обеспечивается конечное положение плит и камней. При этом раствор монтажного (выравнивающего) слоя должен подниматься максимум до одной трети толщины брусчатого камня. После укладки камни подправлять (придавливать) нельзя.

5) Во время работ по укладке следует тщательно очищать брусчатку от остатков раствора для подстилающего слоя и прочих загрязнений.

8.2.2.3 Уложенные в раствор для подстилающего слоя брусчатые камни нельзя встряхивать. К тому же до достижения достаточной прочности раствора для подстилающего слоя покрытие нельзя подвергать транспортной нагрузке. Пешеходная нагрузка, вызванная хождением строителей с целью расшивки швов допустима, но не ранее чем через, примерно, 24-48 часов. При неблагоприятных погодных условиях может потребоваться более длительное время.

8.2.2.4 Брусчатые покрытия с не расшитыми швами необходимо защищать от вредных погодных воздействий и загрязнений.

8.2.2.5 При применении растворов для заполнения швов следует руководствоваться следующими положениями.

1) Момент расшивки швов зависит от применяемых материалов, погодных условий и прочности раствора для подстилающего слоя.

2) Консистенция раствора должна быть такой, чтобы обеспечивалось полное заполнение швов.

3) Перед расшивкой швов требуется проверить брусчатый камень на прочность их посадки в подстилающем слое. Возможные незакрепленные камни необходимо приклеить с помощью подходящих растворов.

4) Свободная высота швов должна составлять минимум две трети толщины брусчатого камня. Перед заполнение швов их необходимо очистить от пыли. Затем следует полностью заполнить оставшееся пространство шва раствором. При использовании брусчатого камня с фаской или скругленными гранями необходимо следить за тем, чтобы пространство шва было заполнено только до нижнего края фаски/скругления.

5) После расшивки швов верхнюю строну камня необходимо тщательно очистить. Необходимо следить за тем, чтобы очистка не вызвала потерю прочности раствора для заполнения швов, а раствор из швов не вымывался.

6) До достижения достаточной прочности раствора для заполнения швов брусчатое покрытие по возможности следует оградить от движения на строительной площадке. пешеходного и транспортного движения.

Рисунок 8.5 – Применение растворов на основе трассово-цементных вяжущих при мощении естественными каменными материалами
1 – обработка основания камня адгезионным раствором; 2 – укладка камня в покрытие;
3 – общий вид дорожного покрытия после мощения (швы не заполнены);
4 – распределение по поверхности покрытия раствора для заполнения швов;
5 – очистка покрытия с помощью факела воды под давлением

8.2.3 Мощение брусчаткой

Брусчатая мостовая устраивается из брусков, изготовленных из прочных каменных пород (мелкозернистого гранита, диабаза и базальта). Брусчатка по размерам может быть низкая, средняя и высокая (см. 4.3.2). Высокую брусчатку применяют при устройстве мостовых на песчаном основании, среднюю — на щебеночном, низкую — на бетонном.

Исторически брусчатка укладывалась на монтажный (выравнивающий) слой из песка: при песчаном основании толщина слоя делалась 25 см, при щебеночном 18 см, а при бетонном 5 см. Для заполнения швов применялся битум или цементный раствор.

Мощение начинают с установки бортовых камней и устройства водосборных лотков. При наличии на участке мощения колодцев, для того чтобы избавится от околки брусчатки, вокруг колодца укладывают два ряда мозаиковой шашки.

Брусчатку перед укладкой обязательно сортируют непосредственно на объекте строительства — отбирают такую, которая по высоте имеет различие не более 1 см, а по ширине не более 0,5 см.

Укладка брусчатки ведется по всей ширине мостовой от основания, от борта к середине дороги, если имеется продольный уклон, - то снизу вверх. Первоначально укладываются отдельные бруски, по которым должна равняться вся мостовая. Эти камни называют «маяками». Маяки укладывают вдоль каждого третьего ряда на расстоянии 5 м друг от друга.

При мощении с использованием песка в качестве монтажного (выравнивающего) слоя запрещается производить выравнивание поверхности мостовой ударом молотка. Это достигается подсыпкой или выборкой песка из-под брусчатки, иначе от действия внешних нагрузок мостовая будет осаживаться неравномерно.

Бруски укладывают длинной стороной поперек дороги. В соседних рядах необходимо соблюдать перевязку швов не менее чем на 1/3 длины брусчатки. Камни должны плотно подгоняться друг к другу. При этом ширина шва не должна превышать 1 см. Ряды должны быть прямолинейные. Проверку прямолинейности рядов проверяют при помощи угольника, упирая его короткую сторону в бортовой камень. При этом длинная сторона угольника покажет требуемое направление ряда брусчатки.

Прямолинейность рядов можно проверить также с помощью шнура. Для этого через каждые 5 м по длине мостовой натягивают шнур перпендикулярно к борту. Отклонение рядов не должно превышать 1 см на 1 м.

На перекрестках дорог брусчатка укладывается под углом 45 градусов к осям, пересекающим проезжие части. Это делается для того, чтобы избежать прохода колес транспорта вдоль швов.

По окончании мощения мостовую засыпают сухим песком. Для лучшего заполнения швов засыпку производят в сухую погоду. После этого мостовую уплотняют с помощью трамбовок. Трамбование ведется с краев. Вначале осаживают так называемые маяки, а затем производят сплошное трамбование всей мостовой.

Брусчатку, просевшую более другой, вынимают, подсыпают песок, снова укладывают и тщательно трамбуют. Расколовшиеся камни заменяют новыми.

Окончательное уплотнение мостовой производится укаткой катками массой более 9-10 т. Укатка производится за четыре-пять проходов по одному и тому же месту. После окончательного уплотнения мостовой производится заделка швов битумом или цементным раствором. На песчаном основании рекомендуется заполнять швы битумом. Битум дает возможность перемещаться камням в вертикальной плоскости.

8.2.4 Мощение шашкой

Мозаиковая шашка имеет меньшие размеры по сравнению с брусчаткой. Мощение мозаиковой шашкой производится прямыми рядами и дугами. Мощение прямыми рядами применяют в основном на менее ответственных местах. Например, при устройстве въездов во дворы шашка укладывается таким же способом, что и брусчатка.

При устройстве покрытия проезжей части улицы применяется более эффективный способ — мощение по дугам круга с обеспечением перевяхки швов соседних рядов. При этом обязательным приспособлением служит деревянный шаблон. Размеры шаблона прменяют разные - в зависимости от сорта шашки (таблица 8.1).

Т а б л и ц а 8.1 – Размеры шаблонов для мощения по дугам

Сорт шашки	Размер шашки по лицу, см	Длина хорды, м	Стрела дуги, см	Радиус дуги, м
Низкая	8-10	1,1 -1,4	20-30	0,8-1
Высокая	9-60	1,1-1,6	25-35	0,9-1,5

К мощению по дугам приступают после устройства лотков, которые выполняют из брусчатки в два-три ряда. Если имеются колодцы, то вокруг них производят мощение шашкой. Одновременно с этим производят тщательную сортировку мозаиковой шашки, отбрасывая негодную. При укладке мозаиковой шашки мостовщик работает стоя на основании.

Мощение по дугам требует, чтобы каждые две смежные дуги опирались на одну так называемую пятовую шашку. Все пятовые шашки должны находиться на одной прямой параллельно дороге. Центры дуг также должны быть расположены по прямым, параллельным дороге.

Длина хорды должна быть принята такой, чтобы мостовая по ширине состояла из целого числа дуг. Например, ширина проезжей части составляет 7 м. Ее предстоит замостить низкой шашкой. Для низкой шашки, согласно таблице 8.1 длина хорды равна 1,1-1,4 м. Подбираем длину хорды или полосу мощению такой, чтобы ширина проезжей части в 7 м делилась без остатка. Такой длиной хорды или полосой мощения является 1,4 м. Делим ширину проезжей части улицу на длину хорды и получаем пять полос. Следовательно, мы будем мостить четыре полосы по полным длинам хорд - 1,4 м и две полосы по половинным хордам - 0,7 м, которые будут располагаться по краям проезжей части мостовой. Разбивку дуг делают так. В начале мостовой на подготовленном основании укладывают шаблон выпуклостью дуги по направлению движения транспорта. Впереди шаблона, метрах в десяти, укладывают поперек мостовую доску, на которой откладывают хорды в соответствии с шаблоном. В концах хорд на доске и шаблоне забивают гвозди, указывающие положение пятовых шашек. По гвоздям натягивают шнуры.

Затем начинают укладывать пятовые шашки. Эти шашки должны быть по лицу меньше других. Укладывают их по протянутому шнуру от шаблона и доски. Вслед за пятовыми камнями укладывают мозаиковую шашку вдоль шаблона с постепенным увеличением ее размеров. Последующие ряды укладывают впритык к первому, но с обязательным соблюдением перевязки швов, ширина которых не должна быть больше 0,5-1 см. Правильность укладки рядов надо все время проверять шаблоном.

Большое внимание должно быть обращено на закрепление краев мозаиковой мостовой, которая устроена из мелкого камня и может быть легко разрушена. Чтобы

этого не случилось, половинные дуги обеспечивают примыкание шашки с брусчаткой, уложенной по линии бортового камня или водосборного лотка под прямым углом. Таким образом, шашка примыкает к этим элементам всей боковой поверхностью и этим достигается надежное закрепление дуг.

При значительных продольных уклонах мостовой дуги должны быть обращены выпуклостями вверх. Поперечный уклон мозаиковой мостовой должен быть 1-2 %.

После того как произведена укладка мозаиковой шашки, ее тщательно трамбуют и швы заделывают цементным раствором.

8.2.5 Мощение булыжником

При благоустройстве территорий, совместно с искусственными камнями/плитами часто используется булыжник (рисунок 8.6).

Булыжными называют мостовые, устраиваемые из мелкого валунного камня – "кругляка" (или булыжника в его естественном виде) или крупного грубо колотого камня, называемого шашкою.

Рисунок 8.6 – Мощение булыжником

Мощение булыжником включает в себя следующие операции:

– подготовка основания;
– сортировка булыжника по высоте и ширине (в плане);
– укладка булыжника, расщебенка пустот, трамбование, засыпка песком и укатка.

Камни для мощения предварительно сортируют по размерам и укладывают на расстоянии 30-40 см от мостовщика. Сортировка камня производится по размерам для того, чтобы обеспечить одинаковую работу любых двух камней, рядом поставленных в проезжую часть дороги. При этом сортировку камня надо вести не только по высоте, но и по размерам в плане. Если же ограничиться сортировкой камня только по высоте, то камни, которые окажутся одинаковыми по высоте, а в плане будут иметь малую площадь, будут под действием колес осаживаться больше, чем камни имеющие большую площадь. Надо отбрасывать в сторону и такие камни, которые имеют слишком округлую форму. Камни такой формы, уложенные в дело, будут меньше поддаваться осадке по сравнению с соседними и стечением времени выступят из плоскости мостовой.

При слабом и среднем движении камень для мощения применяется высотой от 12 до 18 см, который укладывается на песчаное основание. При тяжелом движении транспорта устраивают щебеночное основание и применяют булыжник высотой 11-15 см. Промежуточный слой между покрытием и щебеночным основанием устраивают из песка толщиной 9 см.

По колышкам, выставленным у бортов или у версты, натягивают шнур, определяющий границы и высоту мостовой. Затем по шнуру и визиркам устанавливают маячные камни через каждые 2-3 м. После установки маячных камней между ними укладывают промежуточные камни так, чтобы наружные верхние ребра камней точно совпадали со шнуром.

Камень становится обязательно с перевязкой швов. Нельзя устанавливать камень цепочкой, без перевязки швов в продольном направлении. Поставленный таким образом камень под действием колес транспорта может быть легко выбит из мостовой, так как все давление будет передано лишь на один ряд камней.

Продольные швы можно допустить на длину не более двух камней. При устройстве мостовой из булыжного камня применяется укладка в «разномет», т. е. с соблюдением перевязки швов, как в продольном, так и в поперечном направлении.

Камень надо укладывать в песчаное основание «тычком» строго вертикально, как на горизонтальном участке, так и на уклоне.

После укладки камней производят трамбовку мостовой, затем расщебенку щебнем-клинцом размером от 15 до 25 см. Щебень-клинец в количестве 1-1,5 $м^3$ рассыпают по поверхности, равной 100 $м^2$ и разметают по покрытию. В современных условиях, вместо щебня можно использовать растворы для заполнения швов на основе вяжущих.

При приемке мостовой проверяют ее качество. Плотность мощения проверяют путем взламывания участка площадью 1,5 – 2 $м^2$ и повторного замощения мостовой тем же камнем. Если в зазор между камнями загнать лом и наклонить его в строну и при этом поднимется только два-три камня, то такая мостовая выполнена неудовлетворительно. Если при наклонении лома поднимается вся прилегающая к нему площадь диаметром около метра, то такую мостовую можно считать хорошей.

При пробном трамбовании булыжный камень не должен давать осадку под действием трамбовки весом 35 кг.

Отдельные высоты на поверхности мостовой не должны превышать 1 см при длине рейки 3 м.

По окончании приемки мостовую засыпают слоем песка, достаточным для полного заполнения швов. Толщина слоя должна быть 1-1,5 см. Если первый слой песка окажется недостаточным, надо засыпать мостовую вторым слоем.

Перед открытием движения излишек песка следует убрать, так как оставшийся песок на мостовой явится источником пыли. В сухую погоду мостовую следует поливать водой.

При мощении булыжником швы первоначально расклинивают щебнем-клинцом размером от 15 до 25 см, а затем размером 5-15 мм. После приемки мостовую засыпают слоем песка, достаточным для полного заполнения швов. Толщина слоя должна быть 1-1,5 см. Промежуточный слой между щебеночным основанием и покрытием устраивают из песка толщиной 9 см.

Основные правила булыжного мощения следующие (см. Технические условия на работы по замощению и ремонту проезжих частей улиц и устройству и ремонту тротуаров на 1932 год (дополнительное и исправленное на 1/II -1932 г) Ленинград. Издательство Леноблисполкома и Ленсовета, 1932) [10]:

1) Камень должен сажаться на место в песок насухо, с полным прижатием к ранее установленным камням, без прослойки песка между ними, препятствующей постановке следующих камней;

2) Промежутки между камнями заполняются мелкофракционным щебнем;

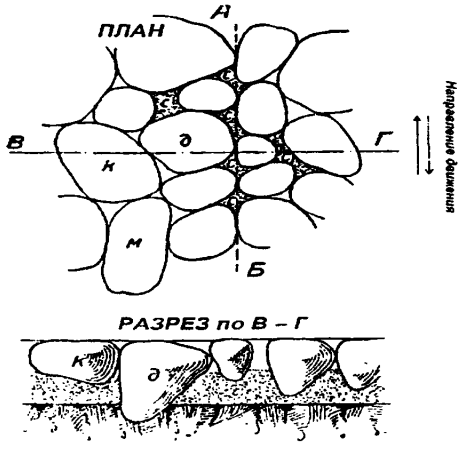
3) Камень (однообразный по высоте с соседним) должен сажаться суженным концом вниз (тычком), без навалки и укрепляться в устойчивое положение ударом молотка;

4) Камень должен ставиться так, чтобы он соприкасался с окружающими его камнями не менее, чем в трех точках, рассоложенных по его периметру, а не

сосредоточенных в какой-нибудь одной его части. Не допускается укладка камней с оставлением четырехугольных зазоров между ними; зазоры должны быть треугольными и иметь наименьший возможный по величине размер.

Правила проиллюстрированы на рисунке 8.7 (а,б). Порядок мощения при различных профилях дорожного покрытия показан на рисунке 8.8.

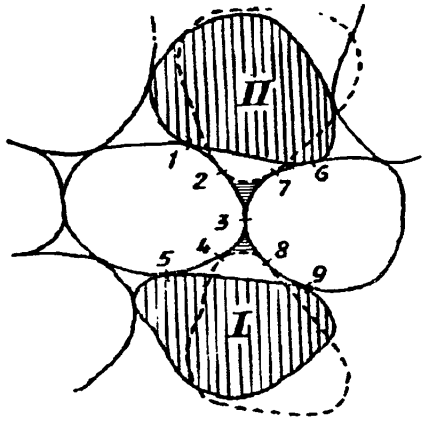
При несоблюдении вышеуказанных правил, возможна потеря устойчивости отдельных камней в дорожном покрытии, их выжимание под ударами колеса и, как следствие, разрушение целых участков мостовой.



Недочёты:

1) По линии А-Б сквозной шов по направлению движения;
2) Четырёхугольные зазоры “*с*”;
3) Плохая сортировка камней по величине в плане;
4) Плохая сортировка камней по высоте;
5) Камень “*д*” чрезмерной высоты по сравнению со средней высотой остальных камней (врезался в грунт) и кроме того установлен в неустойчивое положение;
6) Камень “*к*” уложен плашмя;
7) Имеющий в плане форму камень “*м*” уложен по направлению движения.

Рисунок 8.7, а – Пример неправильного мощения булыжником



Заштрихованные камни *I* и *II*, имеющие угловатую форму, уложены с недостаточной возможной плотностью: пунктиром показана более правильная укладка их в плане, чем достигнуто уменьшение пустот между одними и теми же камнями до минимума, а именно: вместо больших пустот 1-6-7-3-2-1 и 3-8-9-5-4-3 получены значительно меньшие зазоры 2-7-3-2 и 3-8-4-3, т.е. более плотное мощение.

Рисунок 8.8, б – Пример правильного мощения булыжником

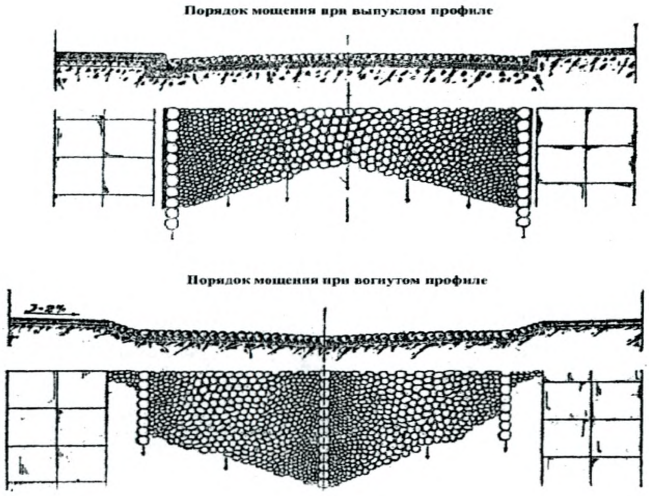


Рисунок 8.9 – Мощение булыжником при различных профилях дорожного покрытия

8.3 Особенности мощения в зимнее время

При устройстве покрытий в зимнее время следует заранее, до наступления заморозков, подготовить земляное полотно, подстилающий слой и основание под покрытие. Устройство покрытия из плит/камней мощения на замерзшем грунте земляного полотна не допускается. Для ускорения оттаивания основания необходимо избегать применения составов, которые могут дополнительно способствовать возникновению высолов на поверхности плит/камней мощения. Производить укладку плит/камней при температуре ниже минус 15 °С не разрешается.

На предварительно очищенное от снежного покрова основание устанавливается тепляк-укрытие высотой 1,5 м, внутри которого устанавливаются теплогенераторы для прогрева основания. Прогрев основания ведется в течение двух суток при температуре внутри тепляка не менее плюс 15 градусов. В ходе процесса слой основания должен быть полностью прогрет на глубину 0,4-0,5 м. Факт прогрева основания устанавливается путем устройства шурфов по всей площади прогрева с шагом 2х2 м. Материалы, необходимые для мощения на этой площади завозятся вовнутрь тепляка и также прогреваются до плюсовой температуры.

По окончании прогрева основания производится замена тепляка высотой 1,5 м на тепляк высотой 2,5 м с установкой теплогенератора для поддержания внутри тепляка температуры в пределах плюс 5 градусов. В этом укрытии выполняются работы по мощению. Укладка покрытия ведется на сухую пескоцементную смесь влажностью не более 1 %, песок или раствор. Для заполнения швов используется морской песок, который предварительно просушивается до приобретения влажности не более 1 % и просеивается на сите с ячейкой не более 3 мм. При использовании растворов для устройства монтажного (выравнивающего) слоя и заполнения швов следует соблюдать указания производителей.

По завершении работ тепляк переставляется на следующую (после прогрева основания) захватку для последующего мощения. Над замощенной площадью

устанавливается укрытие-тепляк высотой 1,5 м., внутри которого с помощью теплогенератора поддерживается температура плюс 5 градусов. Такой тепловой режим поддерживается с целью проведения операций по окончательному заполнению швов.

При укладке плит/камней на бетонное основание в зимнее время поверхность его должна быть тщательно очищена от грязи, снега и льда и затем прогрета. Очистку и прогрев бетонного основания можно производить при помощи газовых горелок, применяемых для устройства наплавляемых кровель, а также нагретым до температуры 180 - 200 °С горячим песком, который укладывают слоем толщиной 5 - 7 мм, с последующим его удалением.

По очищенному и подогретому бетонному основанию укладывают выравнивающий слой подогретой до 35 °С цементно-песчаной смеси толщиной до 20 мм.

Работы по мощению во время сильного снегопада прекращаются. Подготовленные участки выравнивающего слоя укрываются передвижными навесами, брезентом или соломенными матами.

При заполнении швов следует предварительно прогреть места сопряжений камней/плит и заполнить их подогретой до 35 °С цементно-песчаной смесью, песком или растворами с соблюдением указаний их производителей.

8.4 Контроль качества и приемка дорожных покрытий

При строительстве особое внимание следует уделять: контролю плотности грунта в пределах сжимаемого слоя; использованию отвечающих техническим требованиям материалов и изделий; выполнению правил производства работ и др.

Требования к основным материалам и изделиям дорожных покрытий, до принятия технического регламента «Строительные материалы и изделия», содержатся в следующих документах:

- Песок - ГОСТ 8736;
- Песок из отсевов дробления — ГОСТ 31424;
- Щебень - ГОСТ 8267;
- Смеси щебеночно-гравийно-песчаные — ГОСТ 25607;
- Цемент - ГОСТ 10178;
- Асфальтобетон - ГОСТ 9128;
- Геотекстильное полотно – ГОСТ 3811;
- Камни бортовые – ГОСТ 6665 и ГОСТ 6666;
- Камни (плиты) бетонные – ГОСТ 17608;
- Камни брусчатые - ГОСТ 23668.

Требования к камням мощения, производимым по стандартам организаций разработанных по ГОСТ Р 1.4 применительно к условиям Санкт-Петербурга, устанавливаются самими производителями в соответствии с Федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании», при этом технические требования к камням должны быть не ниже, чем установленные ГОСТ 17608. Дополнительные требования к материалам содержатся в настоящих Рекомендациях (см. 4.2.1).

В связи с отменой лицензирования производства строительных материалов и изделий при выборе поставщиков материалов и изделий предпочтение следует отдавать поставщикам продукции, прошедших в соответствии с Федеральным законом № 184 «О техническом регулировании» процедуру добровольной сертификации продукции для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, сводам правил, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Требования к проектированию и выполнению работ по устройству основания и мощению содержатся в следующих нормативных правовых, нормативных и методических документах:

– Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [13];

– Градостроительный кодекс Российской Федерации [1];

– Федеральный «Об архитектурной деятельности» [2];

– Закон Санкт-Петербурга «О градостроительной деятельности в Санкт-Петербурге [14];

– СП 42.13330.2011 СНиП 2.07.01-2010 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция;

– СП 34.13330.2012 СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги. Актуализированная редакция;

– СП 78.13330.2012 СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция;

– СП 48.13330.2011 СНиП 12-01-2004 Организация строительства. Актуализированная редакция;

– СНиП III-10-75 Благоустройство территорий;

– ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд (утв. распоряжением Минтранса РФ от 20 декабря 2000 г. № ОС-35-Р). Взамен ВСН 46-83 Минтрансстроя СССР «Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа» [6].

При проектировании, производстве работ по устройству основания и мощению дополнительно следует учитывать рекомендации настоящего документа.

К производству работ по мощению дорожных покрытий следует привлекать подрядные организации имеющие допуск к работам, выданным саморегулируемыми организациями в соответствии с требованием Градостроительного кодекса [1], имеющие систему качества и осуществляющие входной, операционный и приемо-сдаточный контроль.

Контроль и приемка работ по устройству земляного полотна и слоев основания должны осуществляться согласно СП 78.13330.2012 и дополнительно указаниям, приведенным в настоящих Рекомендациях. На контролируемые параметры каждого слоя для оценки их качества должны производится соответствующие замеры (например, толщин слоев, ровности, коэффициента уплотнения, модуля крупности песка и т.д.), результаты которых должны оформляться актами и протоколами. Для проверки качества устройства слоев основания применяются приборы экспресс-контроля, выполняются штамповые испытания.

Состав операций и средства контроля при устройстве дорожных покрытий тротуаров и дорожек из искусственных и естественных плит/камней приведены в таблице 8.2.

При приемке дорожного покрытия следует контролировать швы, высотное положение, ровность, поперечный уклон, а также внешний вид камней. Качество камней должно быть подтверждено документом о качестве и может быть проверено на соответствие нормативному документу на изделие лабораторией заказчика, либо сторонней лабораторией по договору с заказчиком в рамках входного контроля.

Качество покрытия тротуара (площадки) из искусственных камней при приемке должно соответствовать следующим требованиям:

1) Поверхность покрытия должна иметь результирующий общий уклон в сторону водоприемных устройств не менее 2,5 %. Результирующий уклон должен определяться на каждом проектном поперечнике, но не реже, чем через 10 м по длине тротуара. На поверхности покрытия не должно быть местных углублений, в которых может застаиваться вода. Поперечный уклон, измеренный на базе 0,5 м, в любом месте тротуара должен быть не менее 0,5 % (см. рисунок 8.10).

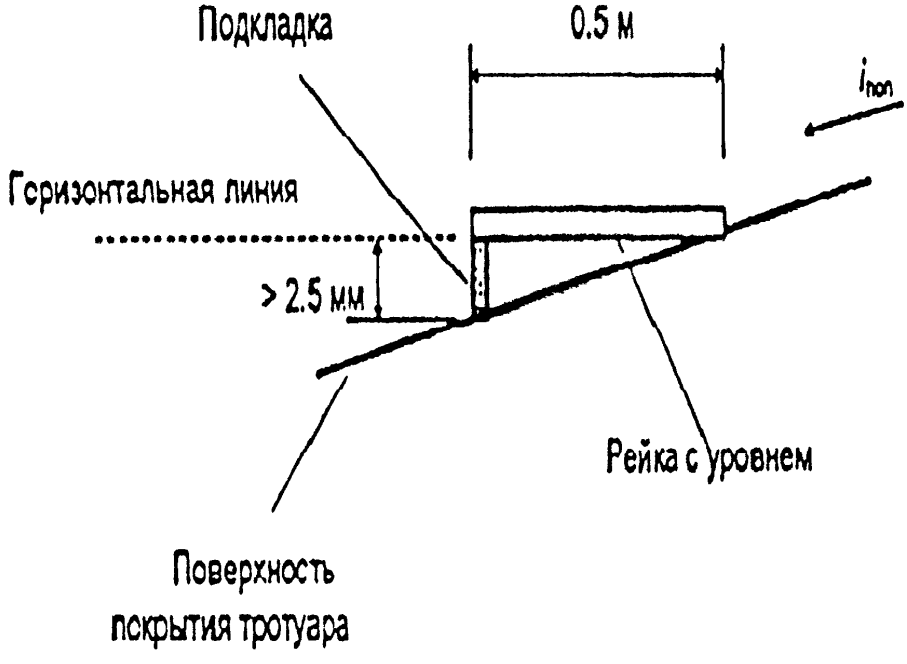


Рисунок 8.10 – Пример проверки поперечного уклона

Соответствие вертикальных отметок проектным должно проверяться на каждом проектном поперечнике и не реже 20 м. Отклонение не должно превышать ± 2 см. Установленные проектом примыкания к существующим вертикальным отметкам должны быть выдержаны с точностью ± 2 мм.

Ровность: максимальный просвет под четырехметровой рейкой не должен превышать 10 мм. При использовании трехметровой рейки не более 5 % измерений могут иметь значения просветов в пределах до 10 мм, остальные до 7 мм.

Величина вертикального уступа между двумя соседними камнями не должна превышать 2 мм.

Величина уступов между искусственными камнями и крышками люков колодцев подземных коммуникаций не должна превышать 2 мм.

Таблица 8.2 – Состав операций и средства контроля при устройстве дорожных покрытий тротуаров и дорожек из плит/камней*

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объем)	Документация
Подготовительные работы	Проверить: – наличие документа о качестве изделия; – внешний вид, соответствие геометрических размеров плит/камней; – соответствие уклонов и отметок основания проекту; – выноску разбивочных осей и надежность их крепления; – толщину монтажного (выравнивающего) слоя – ровность монтажного (выравнивающего) слоя	Визуальный Визуальный, измерительный Измерительный То же То же Визуальный	Документы о качестве по ГОСТ 13015, сертификаты, общий журнал работ
Устройство тротуаров и дорожек	Контролировать: – плотность прилегания плит/камней и бортовых камней к основанию; – вертикальные смещения в швах между плитами/камнями и бордюрами (бортовыми камнями); – ширину швов между плитами/камнями и бордюрами.	Визуальный Измерительный Визуальный, измерительный	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	Контролировать: – ровность поверхности покрытия; – заполнение швов.	Измерительный Визуальный	Акт приемки выполненных работ
Контрольно-измерительный инструмент: нивелир, рулетка, шаблон, рейка.			
Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб), геодезист – в процессе работ. Приемочный контроль осуществляют: мастер (прораб), работники службы качества, геодезист, представители технического надзора заказчика.			
**Примечание* – Таблица выполнена на основе данных из сборника «Схемы опрерационного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ». Общероссийский общественный фонд «Центр качества строительства» Санкт-Петербургское отделение, 2000 г (раздел «Устройство тротуаров и дорожек из плит»).			

Контролируемые параметры, их предельные значения и величины отклонений при устройстве покрытия из искусственных плит/камней представлены в таблице 8.3.

По согласованию между техническим заказчиком, лицом, осуществляющим строительные работы и поставщиком изделий для мощения могут быть произведены замеры сцепных свойств дорожного покрытия. При этом заинтересованными сторонами должна быть разработана и утверждена методика измерения коэффициента сцепления (выбран прибор, определено количество измерений, критерии качества и т. д.).

Таблица 8.3 – Контролируемые параметры, их предельные значения, величины отклонений при устройстве дорожных покрытий из искусственных плит/камней мощения

Обозначение	Контролируемые параметры	Предельные значения, величина отклонения
$h_{м.сл.}$	Толщина монтажного слоя с учетом запаса на вибропросадку камней (1…1.5 см)	4… 6,5 см.
$i_{поп.м.сл.}$, $i_{прод.м.сл}$	Поперечный и продольный уклон монтажного слоя	$i_{поп.м.сл.} = i_{поп.покр}$; $i_{прод.м.сл.} = i_{прод.покр}$
D	Швы: - расширения; - "зеленые"; - дренирующие; - покрытий из камней с криволинейными боковыми гранями в наиболее узком месте; - прочие.	8-10 мм от 50 мм* (± 2 мм) 15 мм *(± 2 мм) 2 мм 3-5 мм
Δ_1	Величина вертикального уступа между двумя соседними камнями	< 3 мм
Δ_2	Ровность: -максимальный просвет под четырехметровой рейкой -при использовании трехметровой рейки максимальный просвет	<10 мм <10 мм (не более 5 % измерений), остальные до 7 мм.
$i_{поп.покр}$	Поперечный уклон покрытия на базе 0,5 м ($i_{поп.покр}$). Рисунок 32	>0.5 % (>2.5 мм)
$i_{прод.покр}$	Продольный уклон покрытия ($i_{прод.покр}$): высотные отметки по оси	± 2 см
I	Результирующий общий уклон покрытия в сторону водосборных устройств $I = (i_{поп} + i_{прод})^2$	>2.5 %
Δ_3	Примыкания к существующим вертикальным отметкам	± 2 мм
Δ_4	Величина уступов между искусственными камнями и крышками люков колодцев подземных коммуникаций	<3 мм

Примечание - Таблица составлена с использованием материалов Руководства по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге [16].

Контроль ровности дорожных покрытий из естественных каменных материалов может производиться с использованием данных таблицы 8.4.

Перед определением ровности необходимо очистить покрытие от излишков песка, раствора и других загрязнений силами подрядной организации.

Для измерения ровности может быть использована методика, изложенная в Руководстве по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге [16].

При определении просветов под 4-х метровой рейкой в расчет не принимаются просветы под свисающим краем. После измерения максимального просвета рейка перемещается вдоль тротуара на 2 м, с перекрытием предыдущего положения рейки на 2 м.

Под 3-х метровой рейкой просветы определяются в 5 точках, расположенных на расстоянии 0,5 м между собой и от концов рейки. После измерения пяти просветов рейка перемещается вдоль тротуара на 3 м.

Ровность в поперечном направлении для односкатных тротуаров, ширина которых равна или превышает длину рейки, определяется аналогичным образом. При измерении ровности в поперечном направлении на тротуарах другой ширины рейка укладывается по диагонали так, чтобы ее края совпадали с краями покрытия (рисунок 8.11, положение А). Измерения выполняются по изложенной выше методике, после чего рейка поворачивается вокруг центра в положение 2 и измерения повторяются. Затем рейка перемещается вдоль тротуара, как указано выше.

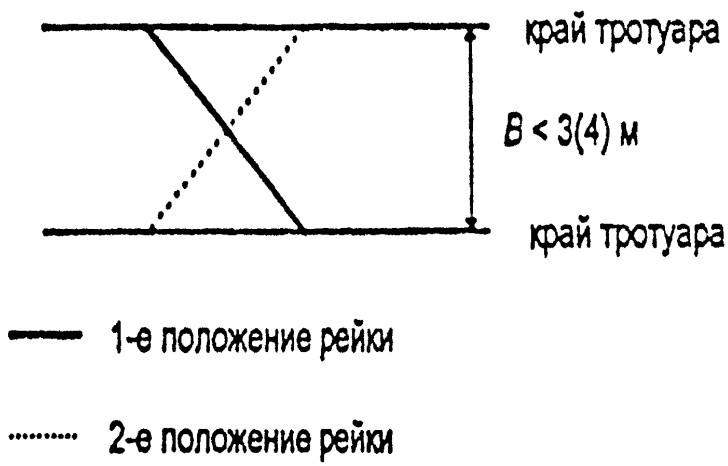


Рисунок 8.11 — Измерение ровности в поперечном направлении
(*B*-ширина тротуара (меньше длины рейки))

Таблица 8.4 — Контроль ровности дорожных покрытий из плит/камней мощения

Нагрузка	Применяемый материал	Максимальный просвет под рейкой, мм		
		1 м	2 м	3 м
1	– Искусственные камни – Клинкер, кирпич – Натуральный камень тщательно обработанный	3	5	8
1	– Натуральный камень грубо обработанный – Натуральный камень, необработанный, колотая поверхность, например мозаичная и мелкая брусчатка	5	7	10
2 и 3	– Искусственные камни – Клинкер, кирпич – Натуральный камень тщательно обработанный	4	6	10
2 и 3	– Натуральный камень грубо обработанный – Натуральный камень, необработанный, колотая поверхность, например мозаичная и мелкая брусчатка	8	10	12
Комбинированные покрытия		15	17	20

Примечания:

1 Таблица выполнена на основе немецкого стандарта "Дополнительные технические условия договора для строительства тротуаров, пешеходных дорожек и площадок за пределами проезжей части (Исследовательское общество ландшафтного проектирования и строительства (FLL)).

2 Нагрузка 1 – Покрытия, предназначенные для хождения пешеходов и не предназначенные для заезда грузового транспорта, за пределами проезжей части (например, дорожки на придомовых территориях, площадки в парках, садовые дорожки).

Нагрузка 2 – Покрытия, на которые допустим заезд транспортных средств с полной массой до 3,5 т, расположенные за пределами проезжей части (например, гаражные въезды, парковки для легковых автомобилей).

Нагрузка 3 – Покрытия, как для нагрузки 2, на которые при этом допустим заезд транспортных средств с полной массой до 20 т, расположенные за пределами проезжей части (например, проезды для технического обслуживания и ремонта, эвакуации, а также пожарные подъезды к гаражам и зданиям).

9 Эксплуатация дорожных покрытий из плит/камней мощения

9.1 Разрешение движения. Начало эксплуатации

9.1.1 Дорожные покрытия из естественных каменных материалов связанной конструкции до достижения достаточной прочности растворов для монтажного (выравнивающего) слоя и заполнения швов требуют отсутствия посторонних воздействий и повреждений. Во время этого периода (запретительный срок) их необходимо предохранять от какой-либо нагрузки. Это относится также к движению транспорта в ходе работ на строительной площадке. Длительность запретительного срока зависит от погодных условий во время укладки в покрытие. На этот срок можно повлиять посредством выбора растворов для подстилающего слоя и заполнения швов.

Поэтому, разрешение движения на участках дорожного покрытия из естественных каменных материалов связанной конструкции осуществляется с учетом указаний производителей растворов.

Для дорожных покрытий из искусственных плит/камней в начальный период эксплуатации (1 месяц), когда происходит дополнительная осадка камней, следует ограничить возможность движения по покрытию подвижной нагрузки. Для этого дорожные службы и Государственной инспекции по безопасности дорожного движения должны запретить въезд на тротуар грузовым автомобилям, обслуживающим прилегающие магазины, а также уборочной технике, давление колеса которой на покрытие превышает 0,2 МПа. Водители уборочной техники должны быть предупреждены о необходимости избегать движения по одной колее [16].

9.1.3 Если покрытие принято в эксплуатацию с избыточным количеством песка, рассыпанным по его поверхности, при возможности следует оставить его на покрытии на 1-2 недели. Удаление песка механическим способом возможно только после стабилизации камней в покрытии и четкого обозначения стыковых швов. В современных условиях эксплуатации не рекомендуется оставлять песок на поверхности мощения в течение длительного срока, так как это приводит к пылеобразованию и загрязнению окружающей среды.

9.1.4 При применении для заполнения швов между искусственными плитами/камнями стабилизаторов песка нельзя ходить по покрытию до тех пор, пока поверхность не высохнет после нанесения материала. Въезд автомобильного транспорта на обработанную поверхность запрещен в течение 24 часов.

9.2 Устранение загрязнений, высолов и белых налетов

9.2.1 В течение первого (иногда второго) года эксплуатации возможно выветривание бетонных плит/камней, подвергающихся воздействию влаги с переменной интенсивностью и входящего в состав воздуха углекислого газа. Поверхность мощения покрывается белыми инееобразными, кристаллическими солевыми налетами (высолами). Декоративные свойства покрытия при этом нарушаются.

9.2.2 Причины образования высолов на бетонных изделиях связаны, прежде всего, с содержанием растворимых солей в портландцементе. Соли в цемент попадают из глины, которая используется при производстве вяжущего вещества.

Другим источником растворимых солей является нефелиновый шлам, который применяется в качестве сырьевого компонента в производстве портландцемента.

В процессе службы мощения ещё одним источником растворимых солей может являться цементно-песчанная смесь на которую может вестись укладка плит/камней.

Противогололёдные мероприятия, связанные с использованием смеси песка с поваренной солью, могут вызвать не только образование высолов, но и разрушать плиты/камни.

Следует учитывать также воздействие на дорожное покрытие кислотных дождей и общее количество атмосферных осадков, которое в Северо-Западном регионе России очень велико.

9.2.3 Механизм высолообразования на плитах/камнях заключается в следующем. Свежеприготовленное изделие из бетона - плитка обладает системой капиллярных пор, заполненных раствором гидроксида кальция, образовавшегося в результате гидролиза и гидратации алита. Гидроксид кальция, находящийся на выходе пор, вступает в реакцию с углекислым газом воздуха. При этом образуется карбонат кальция нерастворимый в воде. Некоторое время карбонат препятствует выходу на поверхность гидроксида

кальция, накапливающегося в поровом пространстве материала. Однако дальнейшее взаимодействие карбоната кальция с углекислым воздухом и атмосферной влагой приводит к образованию растворимого гидрокарбоната. Последние обстоятельства не препятствуют миграции гидроксида кальция на открытую поверхность плитки, поэтому образование солевых налетов продолжается.

В процессе высолообразования участвуют и внешние факторы – сернистый газ, присутствующий в атмосфере, который может изменять состав кристаллизующихся солевых налетов. В качестве вторичных продуктов на поверхности тротуарной плитки могут образовываться карбонаты и сульфаты щелочей с переменным содержанием кристаллизационной воды.

9.2.4 Для удаления высолов и их профилактики, а также для устранения других загрязнений с поверхности мощения, применяются специальные очищающие средства. Очищаемую поверхность необходимо промыть водой, обильно покрыть чистящим средством и равномерно распределить щёткой (валиком), пока средство не станет вспениваться. Процесс при сильных слоях загрязнения стоит повторить. После применения, поверхность необходимо промыть водой. Следует избегать контакта чистящих средств с растениями.

9.2.5 Для предотвращения образования высолов необходимо исключить возможность вымывания солей из камней мощения. Этого достигают, обрабатывая очищенную поверхность специальными составами – гидрофобизаторомами, придающим материалам водоотталкивающие свойства. После обработки вода и загрязняющие жидкости (кофе, масло, нефтяные продукты) не впитываются в поверхность, а стекают с нее. Расход составов зависит от впитывающей способности строительного материала и определяется экспериментально. Некоторые гидрофобизаторы (так называемые – с «мокрым» эффектом) придают поверхности вид от шелково-матового до блестящего, а также легкий влажный эффект. На обработанной гидрофобизаторами поверхности мощения меньше образуется и легко удаляется наледь.

9.2.6. При использовании очистителей и гидрофобизаторов следует соблюдать указания производителей составов. Перед началом обработки всего покрытия следует произвести пробную обработку на небольшом участке.

9.3 Ремонт и содержание покрытий

9.3.1 Регулярный контроль и технический уход повышает срок дорожных покрытий из камней мощения. Минимум один раз в год проводят визуальный контроль с целью заблаговременного выявления возможно начинающихся разрушений. Не следует запускать обнаруженных разрушений, так как они способствуют быстрейшему износу и разрушению соседних участков покрытия.

Общий текущий ремонт необходимо проводить два раза: весной и осенью перед началом зимы. В течение всего времени эксплуатации покрытия следует следить за заполнением швов. Швы должны быть заполнены на всю высоту материалом заполнителя.

9.3.2 Наиболее часто встречаемые дефекты дорожных покрытий из искусственных камней мощения и причины их возникновения следующие [15]:

1 Отшелушивание декоративного поверхностного слоя – дефект, который является следствием либо недоуплотнения изделий, либо нарушения структуры поверхностного слоя в ходе снятия отформованных и уплотненных изделий с вибрационного лотка и их складирования;

2 Разрушение лицевого слоя искусственных камней мощения в период зимней эксплуатации дорожных покрытий из-за их очистки от ледовой корки с помощью ледоколов и ледорубов;

3 Разрушение искусственных камней мощения в местах расположения смотровых и канализационных люков. Это объясняется недостаточной подготовкой основания перед укладкой камней, наличием динамических усилий в местах примыканий.

Нарушение ровности дорожного покрытия и расползание рядов мощения являются следствием некачественных работ по строительству или допущенных ошибок при проектировании.

9.3.3 На дефектных участках дорожного покрытия мощение разбирается, камень мощения при необходимости меняется на новый.

При ремонте участков дорожного покрытия из плит/камней мощения следует соблюдать следующие указания:

1) следует принимать все меры к наибольшему использованию старых плит/камней мощения. Перед укладкой очистить снятые плиты/камни от старого налипшего материала заполнителя швов и основания;

2) убедиться, что края мощения, примыкающего к ремонтируемому участку, надежно зафиксированы; при этом должен иметься необходимый запас для устройства выравнивающего (монтажного) слоя от края существующего мощения до ремонтируемого участка (рисунок 9.1);

3) выбрать необходимую толщину выравнивающего (монтажного) слоя для соблюдения высотных отметок восстанавливаемого дорожного покрытия.

Рисунок 9.1 — Неправильный и правильный варианты ремонта покрытия

Разновидностью ремонтно-восстановительных работ являются работы, связанные с разборкой и восстановлением дорожных покрытий из плит/камней при прокладке и ремонте располагаемых под ними подземных коммуникаций. Указанные работы должны производиться с соблюдением следующих правил.

1) Разборка покрытий должна производится на такую ширину, чтобы при откопке траншей сохраняемое покрытие не могло быть повреждено и грунт под ним не потерял устойчивость. При глубине траншей более 0,75-1 м, а также при несвязных грунтах стенки траншеи должны укрепляться во избежание обрушения грунта.

2) Засыпка и уплотнение грунта в траншеях должны производится послойно с тем, чтобы обеспечивалось равномерное уплотнение грунта и плотность его достигала не менее 0,98 оптимальной.

3) После уплотнения грунта в траншеи производят восстановление основания и покрытия тротуара. Если ширина полосы разрытия близка к ширине тротуара, целесообразно восстанавливать покрытие по всей ширине тротуара.

4) При замощении вскрытого места необходимо установить за ним наблюдения и при осадках покрытия его восстанавливать.

Работы по восстановлению покрытий при капитальном ремонте или их переустройстве ведутся по правилам нового строительства. По этим же правилам производится и приемка восстановленных покрытий.

9.3.4 Дорожные покрытия из плит/камней мощения обычно светлее, чем, например асфальтобетонные. Поэтому кроме гигиенического значения их очистка обуславливается эстетическими требованиями. Очистку покрытий от пыли и грязи можно выполнять с помощью тротуароуборочных машин и при необходимости использовать системы для очистки под высоким давлением и уличные пылесосы (рисунок 9.2). При очисткой водой следует следить, чтобы не размывался материал заполнения швов.

Рисунок 9.2 - Моющие машины

9.3.5 В зимний период, при уборке покрытия не рекомендуется применять средства, содержащие техническую соль. Во избежание разрушения декоративного слоя камня и его лицевой поверхности, нельзя использовать для уборки инструменты с металлической рабочей частью или поверхностью. Отвалы снегоуборочных машин должны быть снабжены резиновыми отбойниками. В качестве антигололедных средств рекомендуется применять песок или гранитную крошку.

Для избежания процессов скалывания льда тротуарные покрытия следует предохранять от образования на них наледей, для чего уборка снега с покрытий в зимний период должна производиться вслед за каждым снегопадом, а при значительной его продолжительности — также в период снегопада. При несвоевременном удалении снега с покрытий тротуаров снег слеживается, образуя плотный накат.

9.3.6 Некоторые вопросы эксплуатации, можно решать еще на стадии проектирования. Например, применение систем снеготаяния исключает механическое воздействие на дорожное покрытие из камней мощения при уборке и вывозе снега, что способствует увеличению срока его службы. Положительный эффект также достигается за счет снижения травматизма и аварийности.

9.3.7 Нагрузка на оси автотранспорта должна быть регламентирована в каждом конкретном проекте строительства. Запрещается воздействие на дорожное покрытие большей нагрузки, что может повлечь за собой нарушение ровности покрытия и разрушение камня мощения.

9.3.8 Для сохранения однотонности цвета камней мощения необходимо следить, чтобы на дорожном покрытии не было разливов маслянистых жидкостей и химических реактивов (рисунок 9.3).

Рисунок 9.3 — Следы загрязнений на поверхности камней

С целью защиты поверхности от пятнообразующих жидкостей и других загрязнений применяются специальные составы - гидрофобизаторы, которые обеспечивают:

- продолжительный грязе- и пятнозащитный эффект в случае масляных и водных загрязнений; упрощение удаления грязи и пятен;
- улучшение внешнего вида поверхности со сдержанным глянцевым эффектом;
- улучшение сочности цвета (небольшой эффект мокрой поверхности);
- уменьшение склонности к выцветанию, загрязнению;
- упрощение удаления наледи.

9.3.9 Для комбинированных покрытий с газонной травой следует применять неприхотливые и стойкие сорта трав (овсяница красная или смесь из овсяниц с добавлением райграса однолетнего; овсяница овечья), которые обеспечивают плотный травянистый покров и минимальный выпад травы.

Весной тщательно промести площадку, подготовить заранее легкий грунт (раскисленный торф + супесь (2 к 1)+ весеннее газонное удобрение), забить грунтом осевшие или пустые швы, подсеять райграсом однолетним или любой смесью для восстановления газона с большим процентом райграса и овсяницы, замульчировать семена подготовленным грунтом. Летом комбинированное покрытие с газонной травой следует своевременно косить, удобрять и поливать.

9.3.10 Для борьбы с сорняками в швах между плитами/камнями используют гербициды сплошного действия. Обработку следует проводить в сухую безветренную погоду в период интенсивной вегитации (май-август). Гербицид попадает на зеленую часть растения и через 5-10 дней травянистое растение погибает. Через месяц обработку можно повторить. С мхом в швах между плитами/камнями лучше бороться с помощью извести (осень, ранняя весна) или механическим способом.

Библиография

[1] Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ — Градостроительный кодекс Российской Федерации

[2] Федеральный закон от 17.11.1995 № 169-ФЗ — Об архитектурной деятельности в Российской Федерации (в редакции от 30.12.2008)

[3] Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них, утверждена приказом Минтранса РФ от 12 ноября 2007 г. № 160 (с изменениями от 6 августа 2008 г.)

[4] Никеров Н. С. Дорожные одежды автомобильных дорог общего пользования. Часть 1. Учебное пособие. – СПб: Петербургский государственный университет путей сообщения, 1997

[5] Тимофеев А. А. Сборные бетонные и железобетонные покрытия городских дорог и тротуаров. – М.: Стройиздат, 1986

[6] Отраслевые дорожные нормы ОДН 218.046-01 — «Проектирование нежестких дорожных одежд» (утв. распоряжением Минтранса РФ от 20 декабря 2000 г. № ОС-35-Р). Взамен ВСН 46-83 Минтрансстроя СССР «Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа»

[7] ВСН 1-94 — Инструкция по строительству полносборных покрытий городских дорог

[8] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ — О техническом регулировании

[9] РМД 11-08-2009 Санкт-Петербург — Руководство по проектной подготовке капитального строительства в Санкт-Петербурге

[10] Технические условия на работы по замощению и ремонту проезжих частей улиц и устройству и ремонту тротуаров на 1932 год (дополнительное и исправленное на 1/II - 1932 г) Ленинград. Издательство Леноблисполкома и Ленсовета, 1932)

[11] Нефедов В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды.- СПб.:2002.

[12] Лукина В. А. Оценка транспортно-эксплуатационных показателей и технического состояния автомобильных дорог. Учебное пособие./ Архангельский государственный технический университет. – Архангельск, 1999

[13] Федеральный закон от 30 декабря 2009 № 384-ФЗ — Технический регламент о безопасности зданий и сооружений

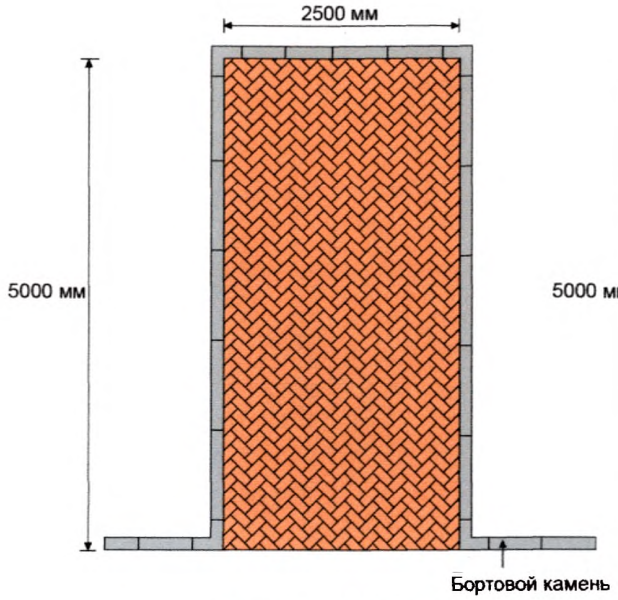
[14] Закон Санкт-Петербурга от 24 ноября 2009 г. № 508-100 — О градостроительной деятельности в Санкт-Петербурге

[15] Анохин С. А., Кузнецов В. Д. Причины разрушения тротуарной плитки. Строительные материалы, 2000, № 12

[16] Симановский А. М. Руководство по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге. Мэрия СПб, 1996 г.

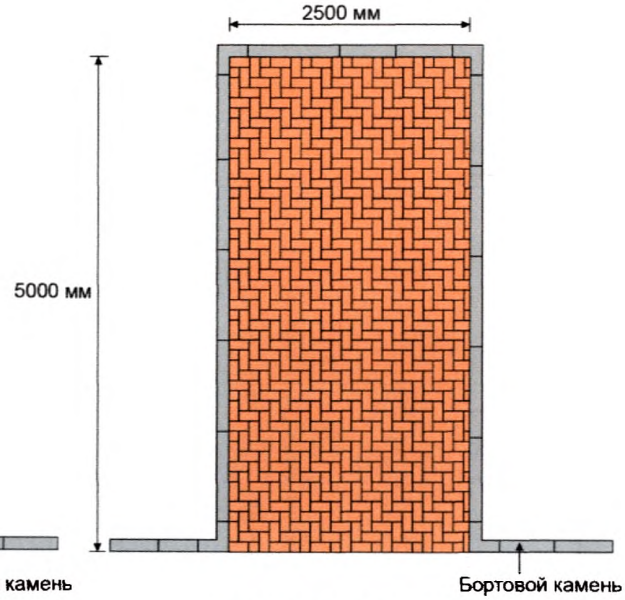
Приложение А
(справочное)

Примеры выполнения раскладок



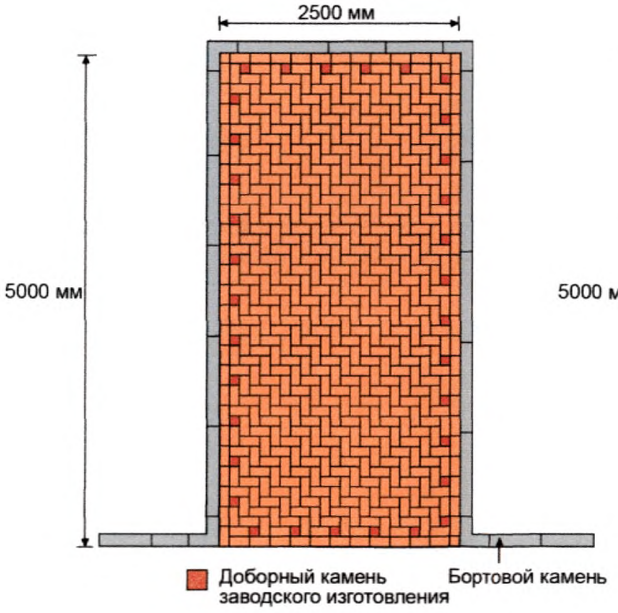
Подрезка по периметру

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ



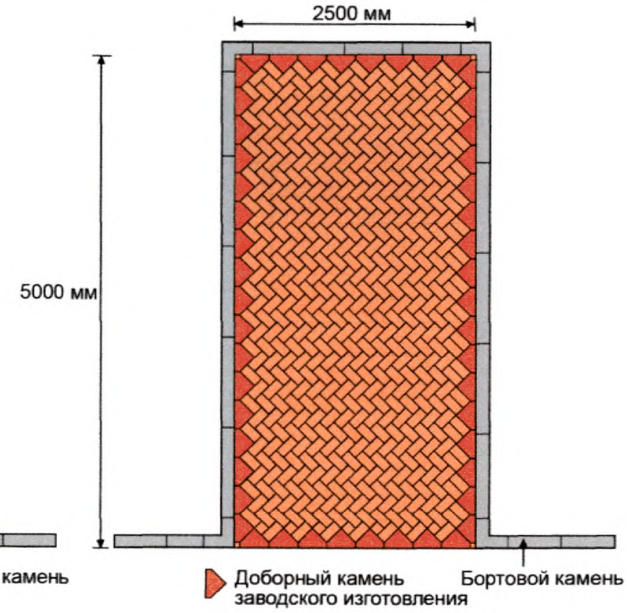
Подрезка по одному краю

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ



Без подрезки

РЕКОМЕНДУЕТСЯ



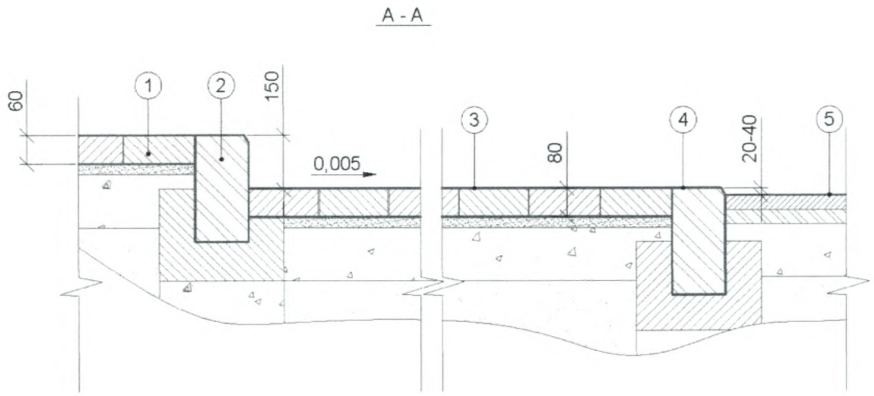
Без подрезки

РЕКОМЕНДУЕТСЯ

Приложение Б
(справочное)

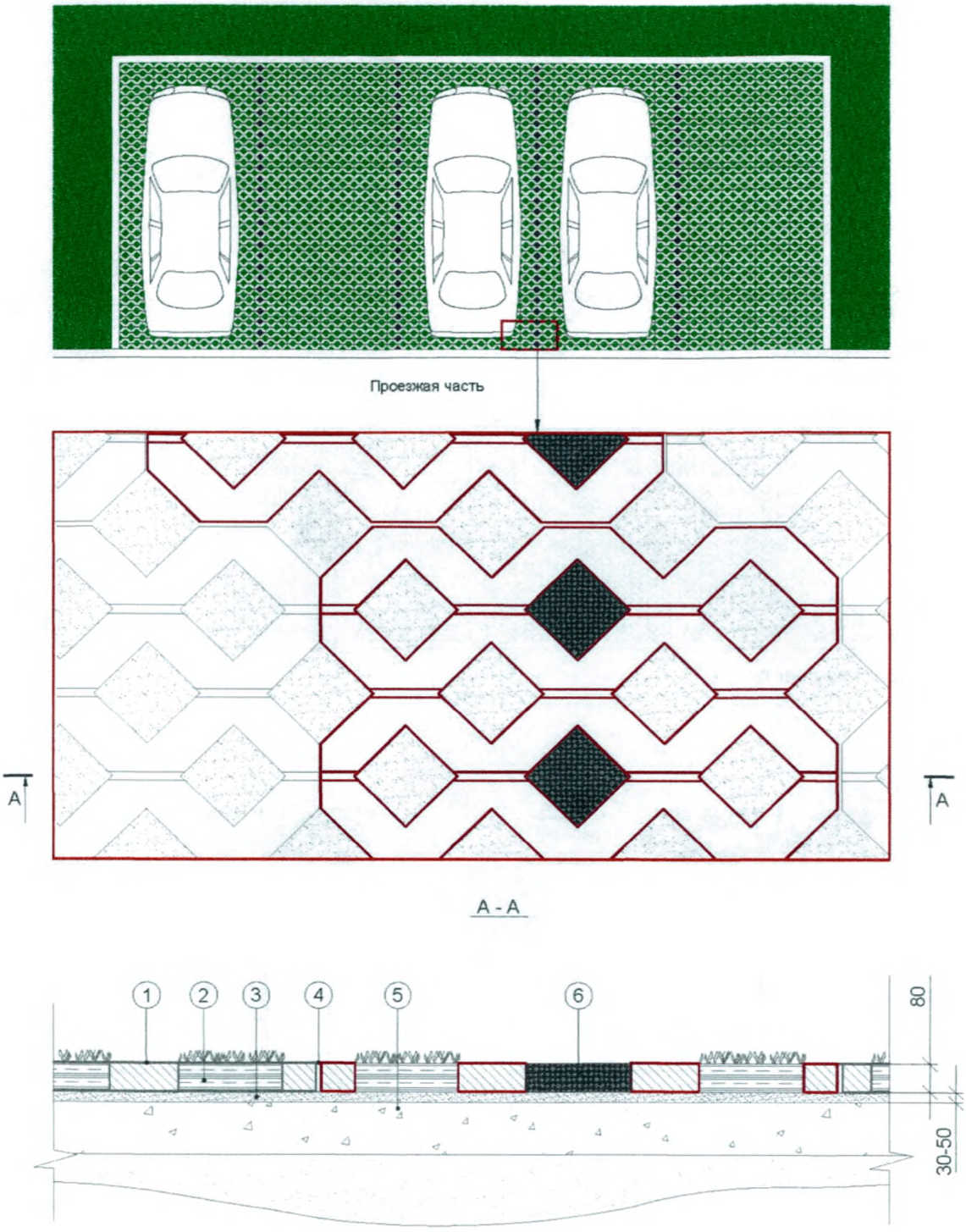
Примеры архитектурно-планировочных решений с применением мощения

1. Автостоянка



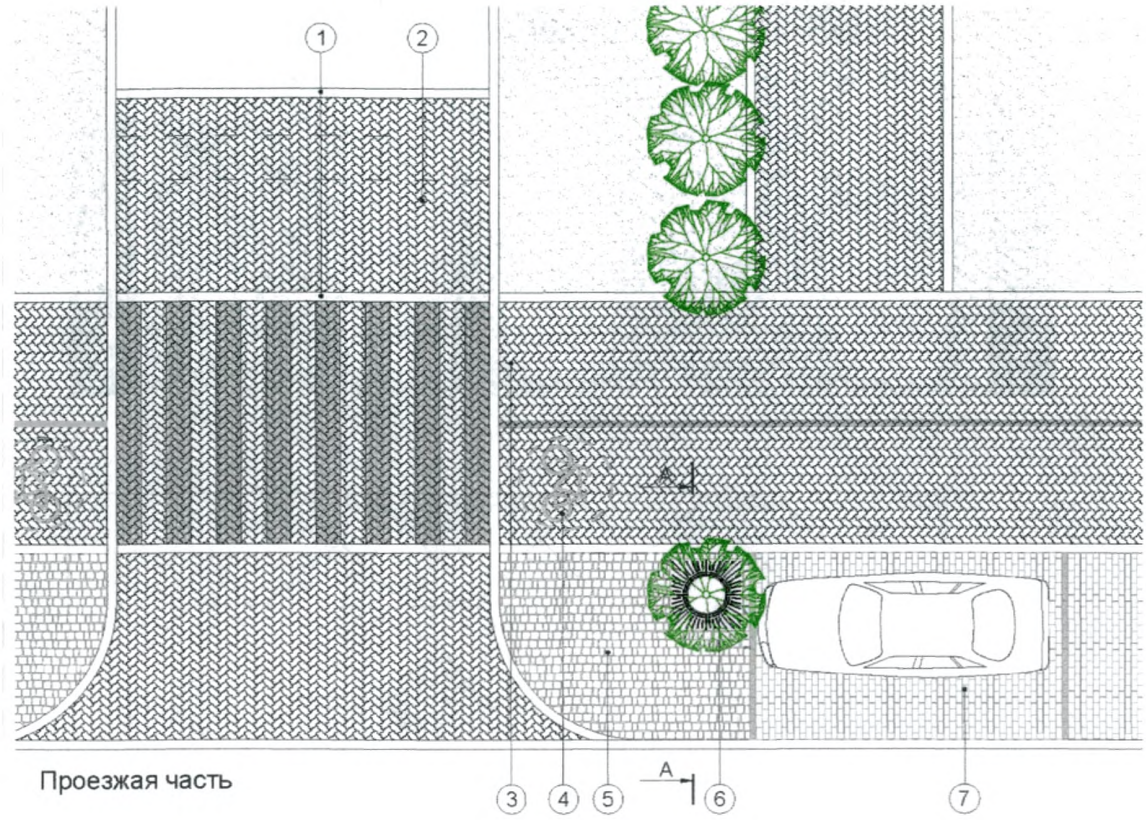
1– дорожное покрытие тротуара из плит/камней мощения высотой 60 мм ; 2 – бортовой камень; 3 – дорожное покрытие автостоянки из плит/камней высотой 80 мм; 4 – бортовой камень; 5 – асфальтовое дорожное покрытие

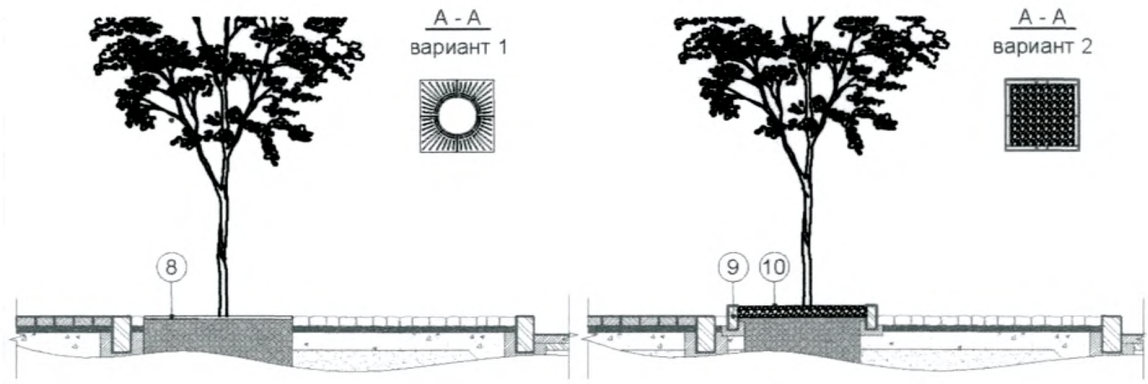
2. Автостоянка с комбинированным покрытием



1– газонная решетка; 2 – растительный грунт; 3 – монтажный (выравнивающий) слой из песка или смеси песка с растительным грунтом; 4 – шов; 5-основание; 6 – вставка для разметки стояночных мест

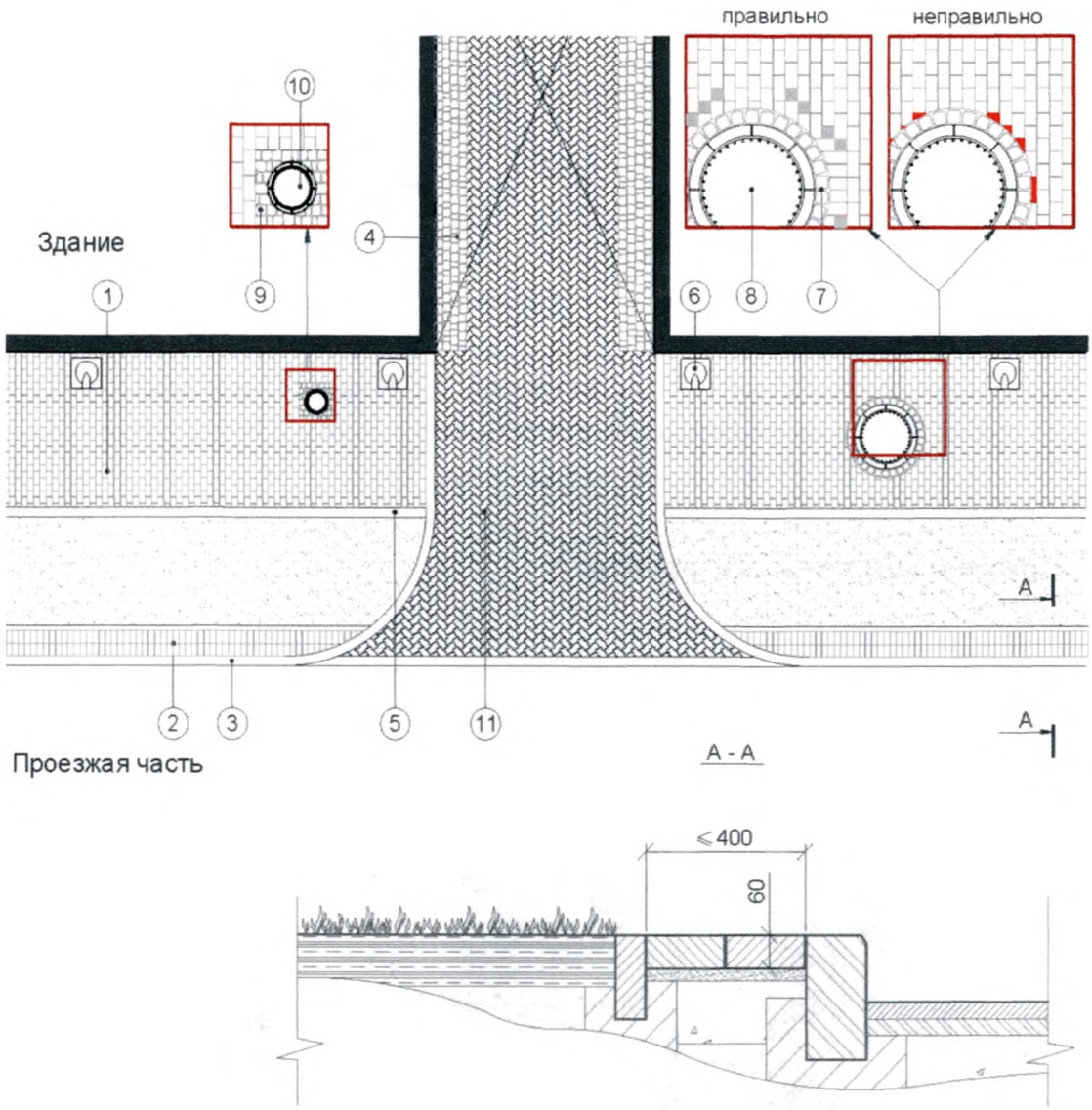
3. Въезд в жилую зону





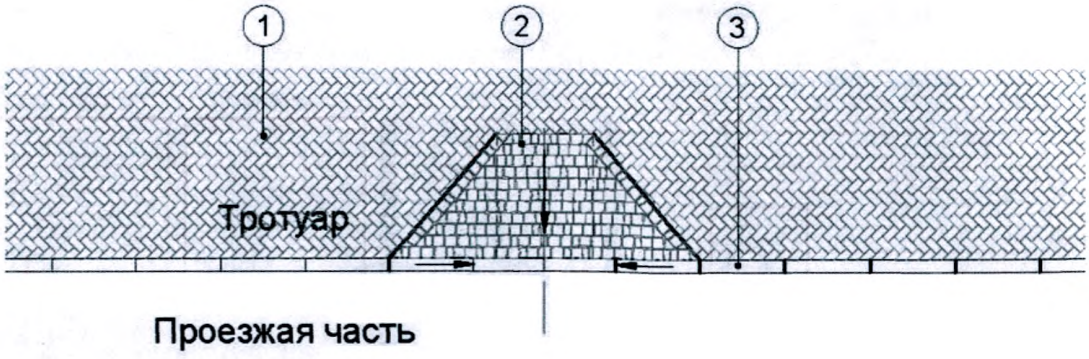
1– бортовой камень гранитный; 2 – приподнятый пешеходный переход (см. 5.2.5); 3 – тротуар (мощение «елочка 45^0» с заполнением швов песком с обработкой стабилизатором); 4-велосипедная дорожка; 5 – мощение гранитной шашкой с заполнением швов растворами на основе трассово-цементных вяжущих; 6 – растительность; 7– автостоянка; 8 – чугунная решетка; 9 – бортовой камень; 10 – гравий закрепленный стабилизатором на основе эпоксидных смол

4. Въезд в арку во двор



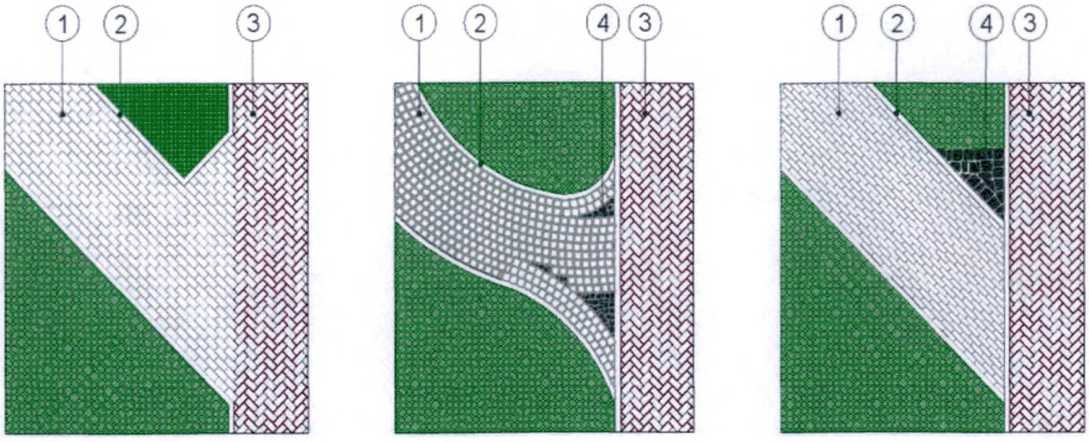
1– тротуар; 2 – защитная полоса газона из мощения; 3 – бортовой камень; 4 – мощение гранитной шашкой с заполнением швов растворами на основе трассово-цементных вяжущих; 5 – бортовой камень; 6 – водосборный лоток открытый; 7– мелкоразмерная диабазовая или гранитная шашка; 8 – люк канализационный; 9 – мелкоразмерная диабазовая или гранитная шашка с заполнением швов сухой песчано-цементной смесью; 10 – смотровой люк; 11 – въезд в арку (мощение «елочка 45^0» по направлению движения)

5. Понижение тротуара в зоне пешеходного перехода



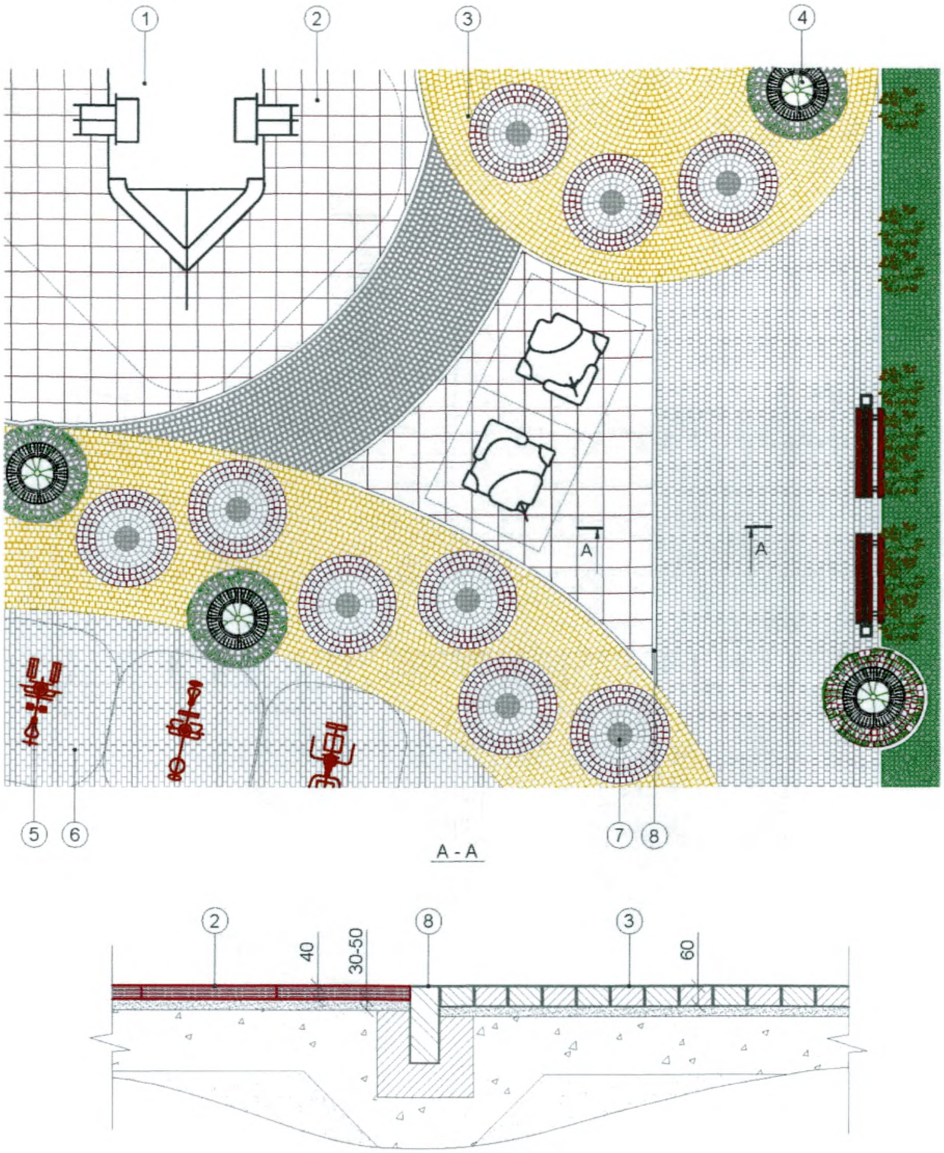
1 – мощение тротуара из искусственных камней; 2 – мощение зоны занижения тротуара перед пешеходным переходом гранитной шашкой; 3 – бортовой камень

6. Сопряжения пешеходных дорожек



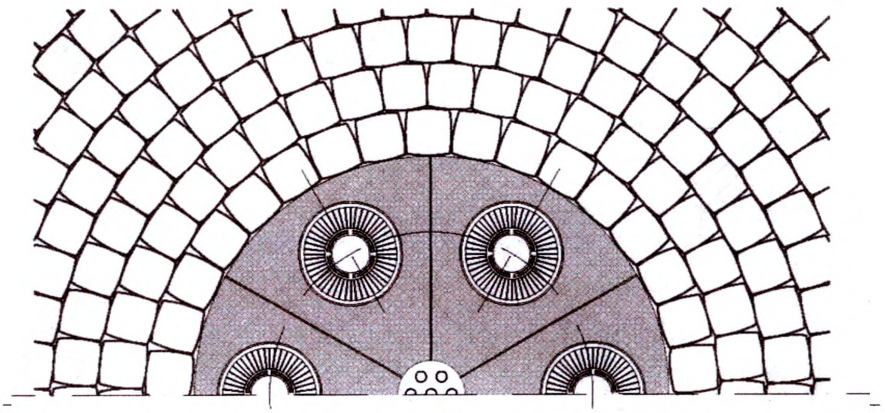
1 – мощение искусственным камнем; 2 – бортовой камень; 3 – тротуар; 4 – шашка из естественных каменных материалов (базальт, гранит, диабаз)

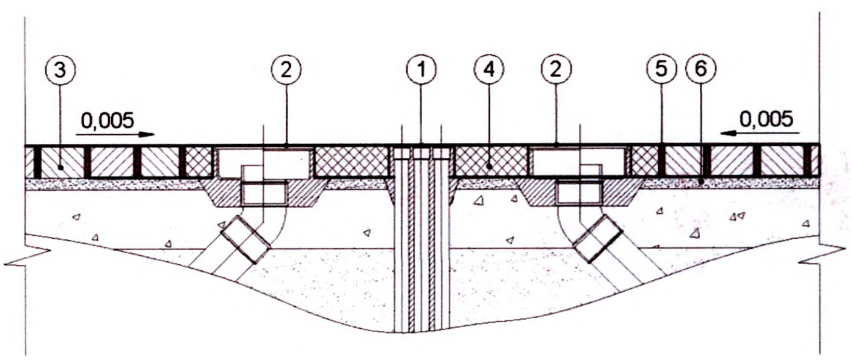
7. Детская и спортивная площадка



1 – детское игровое оборудование; 2 – “мягкое” покрытие из резиновых плит; 3 – мощение; 4 – растительность; 5 – уличные тренажеры; 6 – мощение; 7 – заполнение центра круга мелкоразмерными природными камнями с закреплением растворами на основе вяжущих; 8- бортовой камень

8. Бесчашный фонтан





1 – сопла фонтана; 2 – трап водосборный; 3 – искусственные камни мощения; 4 – плиты гранитные; 5 – швы, заполненные водонепроницаемыми растворами; 6 – монтажный (выравнивающий) слой из водонепроницаемого раствора

УДК 69

Ключевые слова: мощение, изделия для мощения, бетонные (искусственные) плиты и камни мощения, естественные каменные материалы, резиновая тротуарная плитка и брусчатка, проектная подготовка, дизайн, форма плит/камней, заполнение швов, уклоны, водоотвод и гидроизоляция, конструирование, проектирование, производство работ, контроль, расчетные нагрузки, модели