

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время, в рамках программы «Формирование комфортной городской среды»¹, большое внимание уделяется благоустройству: утверждаются региональные программы, современные правила и внедряются принципы общественного участия в проектах формирования комфортной городской среды. Тема качественной комфортной городской среды приобрела новую актуальность. Реализация современных требований к объектам благоустройства территорий муниципальных образований² невозможна без использования качественных материалов и повышения культуры производства работ.

Мощение из бетонных камней и плит — один из составляющих элементов благоустройства³. Само мощение и качество мощеных покрытий обладают большим влиянием на ежедневные ощущения городских жителей. Однако, специальных методических документов по вопросам применения и устройства мощения не имеется. С другой стороны, каждому, кто занимается вопросами благоустройства важно иметь под рукой необходимые практические рекомендации.

Поэтому компанией ЦЕМСИС — ведущим предприятием в Санкт-Петербурге и Ленинградской области по производству бетонных изделий для мощения, совместно с Ассоциацией производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ) был разработан настоящий документ.

В рекомендациях обобщен опыт компании ЦЕМСИС по взаимодействию с муниципальными образованиями Санкт-Петербурга и Ленинградской области, проектными и строительными организациями. В приложении, на примерах элементов благоустройства, приведены узлы и детали дорожных покрытий из камней и плит мощения. Документ разработан с использованием регионального методического документа по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по мощению территорий жилой и общественно-деловой застройки»⁴.

Рекомендации предназначены для всех участников деятельности по благоустройству: жителей, представителей органов местного самоуправления, архитекторов и дизайнеров, разрабатывающих проекты благоустройства и исполнителей работ.

Контактная информация: Торговый Дом ЦЕМСИС, (812) 309-10-95, 665-51-10.

РАЗРАБОТАНО

ООО «Торговый Дом ЦЕМСИС»

Офис: 192012, г. Санкт-Петербург,
пр. Обуховской Обороны, д. 112, корп. 2 лит. «И», БЦ «ВАНТ», оф. 703.

Производство и склад: 196650, г. Санкт-Петербург, г. Колпино,
ул. Финляндская, д. 17, корп. 2, литер А.

Тел.: (812) 309-10-95, 665-51-10.

www.cemsys.ru

СОВМЕСТНО

с Ассоциацией производителей вибропрессованных изделий
для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ)

www.АПВИ.рф

БЛАГОДАРНОСТИ

Компания ЦЕМСИС и Ассоциация производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства благодарят компании и организации, предоставившие материалы для настоящего пособия:

компанию «СпецПаркДизайн»,

муниципальное образование
«Киришский муниципальный район Ленинградской области»,

проектную мастерскую «Петергоф»,

студию «Проектные решения»,

Местную Администрацию г. Кронштадт.

[1] Федеральная программа «Формирование комфортной городской среды» (Постановление Правительства РФ №169 от 10 февраля 2017 г.).

[2] Объекты благоустройства территории — территории муниципального образования, на которых осуществляется деятельность по благоустройству.

[3] Элементы благоустройства территории — декоративные, технические, планировочные, конструктивные устройства, растительные компоненты, различные виды оборудования и оформления, малые архитектурные формы.

[4] Региональный методический документ по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки».

СОДЕРЖАНИЕ

1. Этапы разработки и реализации проектов благоустройства муниципальных образований.....	5
2. Разработка проектно-сметной документации на элементы благоустройства с применением мощения.....	7
2.1 Требования к изделиям для мощения.....	7
2.2 Дизайн мощения.....	12
2.3 Параметры покрытия из камней/плит мощения.....	16
2.4 Конструкции дорожных одежд.....	18
2.5 Ресурсный метод составления сметы с использованием ФГИС ЦС.....	21
3. Производство работ по мощению.....	22
3.1 Особенности организации выполнения работ.....	22
3.2 Подготовка и уплотнение основания. Оценка качества уплотнения.....	22
3.3 Устройство покрытия.....	26
3.4 Контроль качества изделий и строительства.....	31
4. Эксплуатация.....	35
Приложение 1. Образец технического задания на проектирование.....	38
Приложение 2. Примеры элементов благоустройства.....	39
Приложение 3. Пример расчета дорожной одежды.....	63

1. ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

До недавнего времени все работы по благоустройству муниципальных образований сводились по существу к «косметическим» процедурам, которые не требовали существенных изменений сложившейся геометрии и функций. Современный подход к проектированию и реализации благоустройства общественных пространств подразумевает кардинальные преобразования и многостадийность необходима¹.

Алгоритм разработки и реализации проектов благоустройства муниципальных образований представлен на рисунке²:

Обобщенный алгоритм этого процесса складывается из пяти основных этапов



[1] Ознакомиться с современными подходами к проектированию общественных пространств можно:
 • на сайте проектного офиса по развитию городских общественных территорий Минстроя РФ и Единого института развития в жилищной сфере АО «ДОМ.РФ» — консалтингового бюро «Стрелка», www.strelka-kb.com, раздел «Проекты»;
 • на сайте проекта «Моногорода.рф», моногорода.рф/about, раздел «База знаний»;
 • на сайте ежемесячного издания «Бюллетень городов России», media.strelka-kb.com.
 Бюллетень рассказывает о целях и ценностях проектов комплексного развития городской среды, показывает их результаты и дает экспертные рекомендации по взаимодействию с горожанами.

[2] Раздел разработан с использованием «Методических рекомендаций по порядку разработки проектов комплексного благоустройства». 2-я редакция, 2017 г. Разработаны ООО «КБ „Стрелка“». Документ доступен на сайте www.strelka-kb.com.

Предпроектный анализ и формирование видения проекта

Определение границ участка проектирования, анализ существующего положения, выявление индивидуальных особенностей и проблем территории, сбор исходных данных, а также идей и пожеланий местных жителей. По результатам предпроектного анализа формируется видение — основные направления проектирования: преимущественные виды использования территории, общие подходы к функциональному зонированию, организации движения, освещению, озеленению и пр. Разработка видения — наиболее эффективная стадия для активного вовлечения жителей в обсуждение проекта. На этой стадии обсуждение строится не вокруг оценок архитектурно-дизайнерских решений, которые могут носить по преимуществу субъективный характер, а вокруг насущных потребностей и запросов граждан (главным образом, относительно характера использования территории), которые призван удовлетворить проект благоустройства.

Подготовка дизайн-проекта

Подготовка принципиальных архитектурно-дизайнерских и функционально-планировочных решений, определяющих облик, характер и виды использования территории. Такие решения тоже следует обсуждать с жителями. Это последняя стадия процесса, когда изменения в проект можно внести без значительных временных, организационных и финансовых затрат. При этом продуктивность данных обсуждений во многом зависит от степени вовлеченности жителей на предыдущих этапах. Чем она выше, тем позитивнее будет отклик на дизайн-проект.

Этап проектно-сметной документации

Разработка архитектурных, планировочных, ландшафтных, дизайнерских, инженерно-технических решений, в том числе деталей и узлов, необходимых и достаточных для производства строительно-монтажных работ, определение стоимостных характеристик проекта.

Принятие в эксплуатацию

Выполнение авторского надзора, приемка и оценка осуществленных работ.

Как правило, для небольших объектов или объектов меньшего социального и градостроительного значения (дворы, скверы, улицы местного значения и т.п.) применяется упрощенная схема реализации проектов, то есть этапы 1—3 объединяются в одной закупке (одном муниципальном контракте).

Перечень мероприятий по проектированию благоустройства и требования к ним содержатся в местных нормативных актах и постановлениях¹.

[1] Например, в Правилах благоустройства территории Санкт-Петербурга (утверждены постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 09.11.2016 №961).

2. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ЭЛЕМЕНТЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЩЕНИЯ

2.1 Требования к изделиям для мощения

Выбор изделий для мощения осуществляется на этапе разработки проектно-сметной документации. Современные эстетические требования к мощению, гарантии качества и большой ассортимент изделий для мощения на рынке, требуют тщательного подхода к их описанию в проектно-сметной документации, в технических заданиях на проектирование и строительство.

Требования к изделиям содержатся в ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия»¹ и в стандарте Ассоциации производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ, www.АПВИ.рф) — СТО 58357155-001-2016 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные»². В стандарте приводятся более полные требования к вибропрессованным изделиям для мощения. Ссылки на стандарт имеются в РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки»³ и Методическом пособии по благоустройству территорий внутригородских муниципальных образований⁴.

Алгоритм выбора изделий по ГОСТ 17608-2017, СТО 58357155-001-2016

ШАГ 1. Выбор группы эксплуатации

- Группа А** — Тротуары, пешеходные и садово-парковые дорожки, газоны, придомовые территории частных строений (без заезда легкового и грузового автотранспорта), эксплуатируемые кровли зданий и сооружений.
- Группа Б** — Пешеходные площади и посадочные площадки общественного транспорта, велосипедные дорожки.
- Группа В** — Дороги с малоинтенсивным движением (внутриквартальные проезды) и площади, территории стоянок легкового и грузового автотранспорта.
- Группа Г** — Зоны высокой нагрузки (территории АЗС, терминалы, порты и доки).

[1] По терминологии ГОСТ 17608-2017: плита бетонная тротуарная — изделие изготовленное из бетона, и применяемое в качестве покрытия дорожных и других поверхностей.

[2] Стандарт Ассоциации производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства СТО 58357155-001-2016 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные». Документ доступен по ссылке: апви.рф/dokumenty-2/

[3] Региональный методический документ по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки».

[4] Методическое пособие по благоустройству территорий внутригородских муниципальных образований. Совет муниципальных образований Санкт-Петербурга, 2018 г. Документ доступен по ссылке: www.sovetmo-spb.ru/prensa/4090/.

ШАГ 2. Уточнение технических характеристик

ТАБЛИЦА 2.1

Технические характеристики изделий

№ пп.	Характеристики	Плиты бетонные тротуарные			
		Группа А	Группа Б	Группа В	Группа Г
1	Класс по прочности на сжатие, не менее	B22,5	B25	B30	B40
2	Класс по прочности на растяжение при изгибе, не менее	Btb3,2	Btb3,6	Btb4,0	Btb4,4
3	Марка по истираемости, не более	G3	G2	G1	G1
4	Минимальная толщина изделий, мм	40*	60*	80*	100*
5	Соотношение габаритов (Д/Т)**, не более	-	12*	4*	2*

* Для изделий из тяжелого бетона с расчетным армированием конструкции данные показатели имеют рекомендательный характер.

** Д/Т — соотношение «длина/толщина».

Внимание на морозостойкость!

ГОСТ 17608 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия», регламентирует морозостойкость бетона (п. 1.3.4) — важного показателя качества изделий.

В п.3.2 ГОСТа указан метод определения морозостойкости по ГОСТ 10060 с насыщением образцов бетона плит, изготовленных по ГОСТ 10180, перед испытанием 5%-ным водным раствором хлорида натрия.

ГОСТ 10060 «Бетоны. Методы определения морозостойкости» определяет условия испытаний при определении морозостойкости в зависимости от назначения и условий эксплуатации бетона, а именно:

F_1 — марка по морозостойкости бетона, испытанного в водонасыщенном состоянии, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, а также бетонов, эксплуатируемых при воздействии минерализованной воды.

F_2 — марка по морозостойкости бетона дорожных и аэродромных покрытий и бетона, эксплуатируемого при воздействии минерализованной воды, и определенная при испытании образцов, насыщенных 5%-ным водным раствором хлорида натрия.

Таким образом, тротуарный камень попадает в подгруппу дорожных покрытий из бетона и должен иметь марку по морозостойкости не менее F_2200 .

В случае климатической зоны для условий Северо-Западного региона достаточной и допустимой является марка по морозостойкости F_2200 согласно СП 131.13330.2012.

При ускоренном методе определения морозостойкости (табл. 4 ГОСТ 10060) требуется проведение испытаний бетона камней мощения в 5%-ном растворе хлорида натрия при температуре минус 50°C:

20 циклов — в случае морозостойкости F_2200 ;

5 циклов — в случае морозостойкости F_1200 .

Таким образом, морозостойкость дорожных бетонов F_2200 является более жестким показателем, чем морозостойкость бетонов F_1200 .

ШАГ 3. Указание способа производства

Изделия для мощения могут производиться различными способами, каждый из которых имеет свои особенности. Для территорий жилой и общественно-деловой застройки муниципальных образований рекомендуется использовать изделия, изготовленные методом вибропрессования. Двухслойное вибропрессование (рис. 2.1) позволяет изготавливать камни и плиты мощения с более высокими физико-механическими характеристиками (табл. 2.2) и, соответственно, более долговечными. При этом возможны различные виды обработки лицевой поверхности изделий.



Рис. 2.1

Структура двухслойного вибропрессованного изделия

ТАБЛИЦА 2.2

Физико-механические свойства изделий в зависимости от способа производства

Наименование физико-механических свойств	Значение физико-механических свойств		
	Вибролитье	Однослойное прессование	Двухслойное прессование
Класс бетона по прочности на сжатие	B20	B22,5	B30
Водопоглощение	> 6%	6%	≤ 5%
Истираемость	0,9 г/см ²	0,8 г/см ²	0,7 г/см ²
Морозостойкость*	F_1150	F_1200	F_2200

* Марку бетона по морозостойкости принимают не ниже F_200 , при этом морозостойкость бетона определяют с насыщением образцов бетона плит перед испытанием 5%-ным водным раствором хлорида натрия, в соответствии с ГОСТ 10060.

ШАГ 4. Определение вида и формы изделий

Виды изделий представлены на сайте компании — www.cemsys.ru. Плиты и камни мощения могут быть выполнены цветными и с различными видами лицевой поверхности. Особенности выбора вида, формы, размеров и раскладки элементов мощения подробно описано в разделе 2.3 «Параметры покрытия».

ШАГ 5. Выбор цвета и вида поверхностной обработки изделий

Плиты могут изготавливаться одно-или двухслойными, с лицевым слоем различной цветовой гаммы, в том числе со смешанными и переходными оттенками (технологии «колормикс» и «фактурный колормикс» рис. 2.2, 2.4), с фактурным декоративным слоем (технология «стоунмикс», рис. 2.3), с дополнительной обработкой (шлифование, дробеструйная обработка) и без нее. При технологии «стоунмикс» в лицевом слое используются натуральные природные материалы (мрамор, гранитная крошка, природный кварц). Оформлению поверхности земли средствами мощения посвящен раздел. 2.2.



«песчаник»



«янтарь»

Рис. 2.2
Примеры мощения из изделий номенклатуры «колормикс» (смешение оттенков)



«мрамор»



«галька»

Рис. 2.3
Примеры мощения из изделий номенклатуры «стоунмикс»



«златолит»



«авантюрин»

Рис. 2.4
Примеры мощения из изделий номенклатуры «фактурный колормикс»

ШАГ 6. Обозначение изделий

Марка изделия состоит из буквенно-цифровых обозначений, включающих в себя: группу эксплуатации изделия, порядковый номер конфигурации из номенклатуры предприятия-изготовителя, тип изделия в зависимости от конфигурации и толщину. Дополнительная информация в марке (цвет, вид лицевой поверхности) приводится по усмотрению производителя. Поэтому, в проектно-сметной документации и технических заданиях на проектирование мы рекомендуем прописывать эти требования отдельно, в соответствии с описанными выше особенностями (табл. 2.3).

ТАБЛИЦА 2.3
Примеры обозначения изделий

Вид изделий	
	
Обозначение по ГОСТ 17608-2017, СТО 58357155-001-2016	
<p>Б.1.Псм.6 КМ ПЧ Б — группа эксплуатации изделий; 1 — порядковый номер конфигурации согласно номенклатуре предприятия изготовителя; П — тип плиты: прямоугольная; см — смешанная коллекция (разноформатная) 6 — толщина плиты в см; КМ — «колормикс» (способ обработки поверхности); ПЧ — цвет лицевой поверхности «песчаник».</p>	<p>В.1.Ф.8 В — группа эксплуатации изделий; 1 — порядковый номер конфигурации согласно номенклатуре предприятия изготовителя; Ф — тип плиты: фигурная; 8 — толщина плиты в см.</p>
Подробное наименование изделия в проектно-сметной документации	
<p>Вибропрессованные разноформатные камни мощения «Старый город» 1П.6 (60x120x60 / 120x120x60 / 180x120x60 мм), группа эксплуатации Б, толщина 60 мм, лицевая поверхность «колормикс — песчаник»</p>	<p>Вибропрессованные камни мощения «Волна» 1Ф.8 (222x110x80 мм), группа эксплуатации В, толщина 8 см</p>

В техническом задании на проектирование следует указывать актуальные нормативно-методические документы, где указаны требования к изделиям для мощения и их применению:

- ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные»;
- СТО 58357155-001-2016 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные»;
- Регионального методического документа Санкт-Петербурга по строительству РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки».

Пример формы технического задания на проектирование приведен в Приложении 1.

2.2 Дизайн мощения

Дорожное покрытие — одна из важных составляющих благоустройства общественных пространств. Благодаря использованию современных приемов мощения, при зрительном восприятии и перемещении по поверхности земли для человека формируется ощущение комфортности среды и создается ее определенный зрительный образ.

Внешний вид дорожного покрытия определяется размерами и формой элементов мощения, их цветом и текстурой лицевой поверхности. Не следует стремиться к максимальному наполнению поверхности земли мощением различных цветов и фактур без какого-либо определенного смысла.

В проектах благоустройства мощение целесообразно использовать для следующих целей.

1. Обозначение границ пространств с различным характером использования:

акцентирование на приоритетность движения пешеходов, формирование системы ориентации для людей с ослабленным зрением, выделение дифференцированных полос для движения и пребывания людей в структуре пешеходных зон, указание на направления движения к объектам различного назначения, обозначение мест стоянок и остановок автотранспорта.

Пример 1 — благоустройство и мощение на территории жилого комплекса «LIFE — Приморский» (рис. 2.5). Рисунок мощения имеет строгую геометрическую форму. Поверхность разделяется на отдельные участки с различным функциональным использованием. Используемые изделия: плиты «Квадратиш» (330x330x60 мм), цвет — белый; камни «Брусчатка» с лицевой поверхностью «стоунмикс» желтого и красного цветов.



Рис. 2.5
Благоустройство и мощение ЖК «LIFE — Приморский»¹

Пример 2 — дизайн-проект благоустройства двора на Шпалерной улице (рис. 2.6) с применением типовых изделий «Брусчатка» и «Классика» в фактурах «колормикс — песчаник» и «стоунмикс — галька», напоминающих по внешнему виду натуральный природный камень, подчеркивающий архитектурный облик исторической части г. Санкт-Петербурга.



Рис. 2.6
Благоустройство двора на Шпалерной улице²

[1] Проект выполнен ландшафтным бюро «МОХ», www.mox.ru.
[2] Проект разработан студией «Проектные решения».

Пример 3 — дизайн-проект мощения общественного пространства (рис. 2.7). В проекте реализуется идея мощения, связанная с изменением модуля, реагирующего на степень открытости пространства. Главные пешеходные связи выделены мощением белого цвета. В проекте используются плиты «Мегаполис» (600x300x80 мм) белого, черного и серого цветов.



Рис. 2.7
Дизайн-проект мощения¹

2. Формирование индивидуального облика общественного пространства:

двора, квартала и других территорий. Люди должны легко распознавать свое жизненное пространство. Это достигается за счет подбора материалов для мощения и использования художественных акцентов, характерных знаков и символов.

Пример 1 — пешеходный бульвар (рис. 2.8). Покрытие бульвара градацией цвета символизирует переход от темных ночей к белым и обратно». Для мощения использованы камни «Старый город» 1П.6 с лицевой поверхностью «стоунмикс — мрамор».



Рис. 2.8
Пешеходный бульвар «Белых ночей»²

[1] Дизайн-проект благоустройства разработан компанией «СпецПаркДизайн», www.spetspark.ru.
[2] Проект компании FUTURA-ARCHITECTS, www.futura-architects.com.

Пример 2 — мощение территории жилого комплекса Мощение территории жилого комплекса «Светлый мир „Внутри“». (рис.2.9). Жилой комплекс расположен на побережье Финского залива. Тема моря создается с использованием мощения из камней 1П.8 «Новый город» с поверхностью «колормикс» светло-коричневого кремового цвета.



Рис. 2.9
Мощение территории жилого комплекса «Светлый мир „Внутри“»¹

Пример 3 — дизайн-проект зоны для экстремальных видов спорта (рис. 2.10). Стремительные линии на поверхности, чередование элементов мощения различных видов провоцируют на быстрое движение и активность. Используются изделия: камни «Старый город» 1П.6 «колормикс — янтарь»; «Новый город» 1П.8 «колормикс — авантюрин» фактурная; «Новый город» 1П.8 «колормикс — янтарь»; плиты «Мегаполис» 2П.8; бортовые камни БР 50.20.8 цветов «янтарь» и «авантюрин».



Рис. 2.10
Дизайн-проект зоны для экстремальных видов спорта в составе «Сквера Поколений»², г. Кириши

Пример 4 — дизайн-проект благоустройства пешеходной зоны (рис. 2.11). Рисунок на мощении, в виде распускающихся цветов, выполняется из камней мощения «Классика» белого и черного цветов. Такое решение мощения радует глаз и «работает» на привлекательность среды для человека.

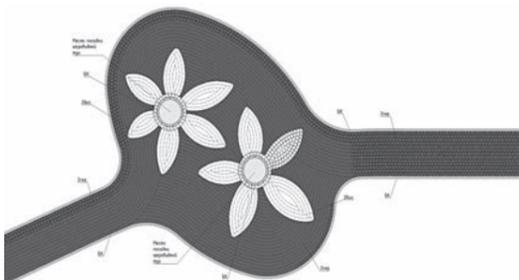


Рис. 2.11
Проект мощения пешеходной зоны³

[1] Проект разработан ландшафтным бюро «Мох», www.mox.ru.

[2] Дизайн-проект предоставлен администрацией муниципального образования Киришский муниципальный район Ленинградской области.

[3] Проект выполнен «Проектной мастерской „Петергоф“» и предоставлен Местной Администрацией г. Кронштадт.

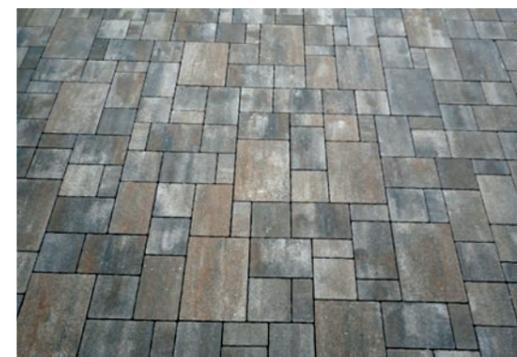
При определении цветового решения поверхности земли следует учитывать архитектурную колористику фасадов зданий и сооружений, архитектурно-пространственное единство среды.

Цветовое решение и материал покрытий выполняется в соответствии с цветовым решением и стилевыми характеристиками окружающих архитектурных объектов, объектов благоустройства, при этом цветовое решение и стилевые характеристики объектов культурного наследия являются приоритетными¹.

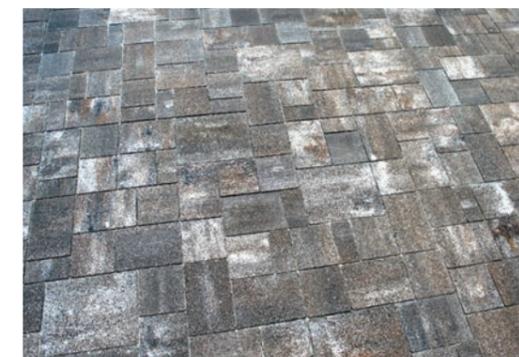
Изделия из номенклатуры «колормикс» (смешение оттенков) имеют особенности укладки с учетом направленности цветовых полос на поверхности изделий (рис. 2.12).

В сухую погоду цветовые различия между камнями близких цветов слаборазличимы. Для обеспечения контрастных эффектов при любой погоде, рекомендуется использовать чередование камней, особенно цветных, изготовленных с применением белого цемента (рис. 2.13), с различной лицевой поверхностью (гладкой, текстурной, с различными видами механической обработки); чередование камней различной геометрической формы.

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., рекомендуется применять разноцветное мощение.



Строгое соблюдение направленности цветовых полос на поверхности изделий. Эффект вытянутого и влекущего за собой взгляд покрытия.



Прерывание рисунка на поверхности. Укладка элементов мощения в разных направлениях цветовых полос. Игра цвета на поверхности в двух плоскостях.

Рис. 2.12
Особенности мощения из изделий с лицевой поверхностью «колормикс»



Рис. 2.13
Камни мощения, изготовленные: слева — на белом цементе, справа — на сером цементе

[1] Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 31.01.2017 №40 «Об утверждении Правил благоустройства территории Санкт-Петербурга в части, касающейся эстетических регламентов объектов благоустройства и элементов благоустройства». Правила устанавливают эстетический регламент покрытий в соответствии с приложением №5 к Правилам.

2.3. Параметры покрытия из камней/плит мощения

При проектировании определяются следующие параметры покрытия:

- размер элемента мощения;
- форма камней мощения;
- толщина (высота) элемента мощения;
- рисунок мощения.

Рекомендации по выбору параметров покрытия содержатся в РМД 32-18-2016, раздел 7.2¹. В таблице 2.4, на основе РМД 32-18-2016, для некоторых элементов благоустройства муниципальных образований, приведены рекомендации по видам изделий, их толщине и рисунку мощения.

ТАБЛИЦА 2.4
Выбор вида, формы и толщины изделий для мощения

Элемент благоустройства	Виды изделий	Толщина изделий, мм	Рекомендации по рисунку мощения
Пешеходные дорожки и площадки	камни, плиты	40, 60	любой
Входные зоны в жилые и общественные здания	камни, плиты	60	любой
Места парковок автотранспорта, территории совмещенного движения автомобилей и пешеходов	камни, плиты	60, 80	«ёлочка 45°», поперечными рядами к оси движения
Проезды автопарковок, приподнятый пешеходный переход или пешеходный переход в одном уровне с проезжей частью поперечными рядами к оси движения	камни	80, 100	«ёлочка 45°», поперечными рядами к оси движения
Площадка для остановки экстренного автотранспорта	камни, плиты	80, 100	любой
Пешеходные тротуары городских улиц	камни, плиты	60, 80	любой
Внутриквартальные дороги	камни	80, 100	«ёлочка 45°», поперечными рядами к оси движения
Городские пешеходные площади	камни, плиты	80, 100	любой

В зависимости от размеров, изделия для мощения разделяются на камни и плиты². Камни мощения имеют небольшие габаритные размеры в плане. Примеры камней: «Брусчатка», «Классика», «Волна», «Старый город», «Новый город». Длина и ширина плит превышают их высоту (толщину) в четыре и более раза. При этом толщина плит должна быть не менее 40 мм. Примеры плит: «Мегаполис», «Квадратиш», «Долькис».

На участках с движением автотранспорта (внутриквартальные проезды, проезды автопарковок, въездные зоны) следует использовать камни мощения. На территориях с уклоном местности и интенсивным движением автотранспорта предпочтительно применять фигурные камни с зацеплением граней, например, «Волна» и Eskoo-Six. Примеры перевязки камней мощения показаны на рис. 2.14.

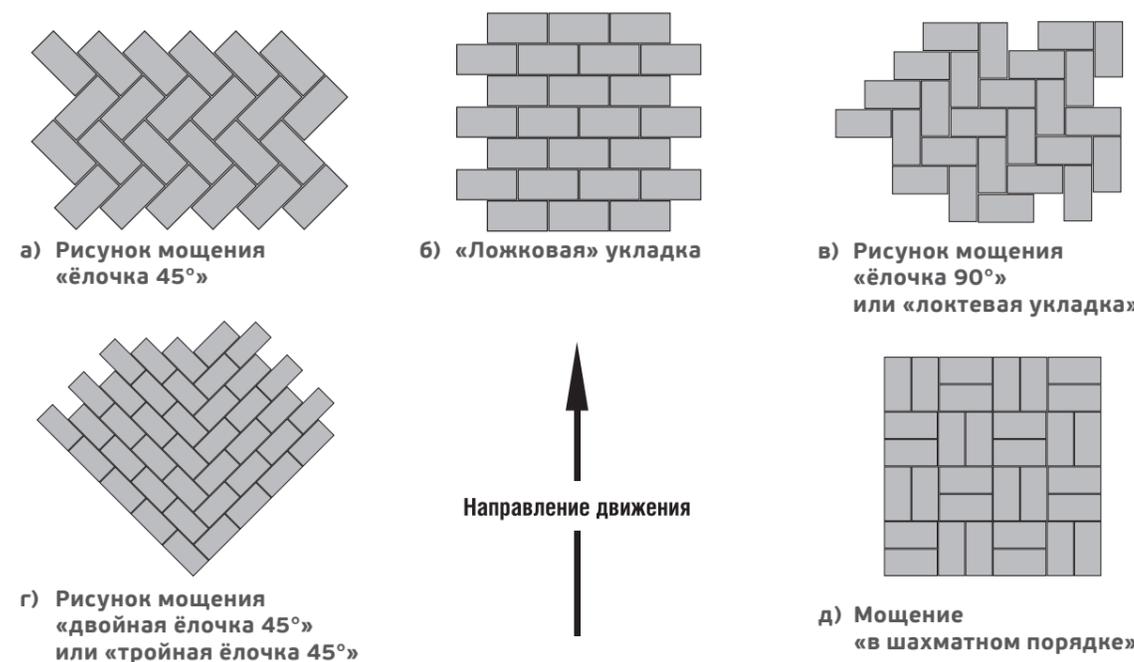


Рис. 2.14
Примеры перевязки камней мощения: а), б), в), г) — разрешается автомобильное движение; д) — мощение не пригодно для систематического автомобильного движения

Рисунок мощения «ёлочка 45°» (рис. 2.14, а) выглядит наиболее профессиональным и является предпочтительным для большинства объектов. Этот рисунок обладает самой высокой степенью заклинки камней относительно друг друга. Кроме этого, все места стыков камней подвергаются примерно одинаковому износу, а в контакте с колесом находится максимальное количество элементов мощения. Поэтому, рисунок мощения «ёлочка» можно рекомендовать для дорог и площадок, где есть автомобильное движение. В случае применения камней мощения различного цвета, эта раскладка дает самый насыщенный по цвету рисунок. 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 (рис. 2.14, б) — выглядит слишком просто в случае применения «брусчатки» одного цвета и имеет меньшую степень заклинки камней в дорожном покрытии. Ряды мощения при «ложковой» укладке должны проходить в поперечном направлении относительно движения автотранспорта. При мощении входных зон в объекты недвижимости, лучше располагать ряды параллельно входу.

Мощение «в шахматном порядке» (рис. 2.14, д) — самый невыразительный рисунок из всех. Он лучше всего подходит для внутренних дворов, дорожек, и других участков без движения автомобильного транспорта.

[1] Региональный методический документ по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки».

[2] Стандарт Ассоциации производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства СТ0 58357155-001-2016 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные». Документ доступен по ссылке: авви.рф/dokumenty-2/.

В местах, где нагрузки от транспорта незначительны, возможно использование разнообразных вариантов рисунков мощения, использовать совместно плиты и камни мощения.

Необходимо заблаговременно увязывать форму, размеры и раскладку камней с конкретным участком для мощения с целью уменьшения пиленых стыков. Прежде всего, ширина покрытия должна соответствовать размерам камней/плит или поставляемых дополнительно доборных камней/плит, чтобы не допустить необходимость обрезки или образование некрасивых кромок реза (рис. 2.15).

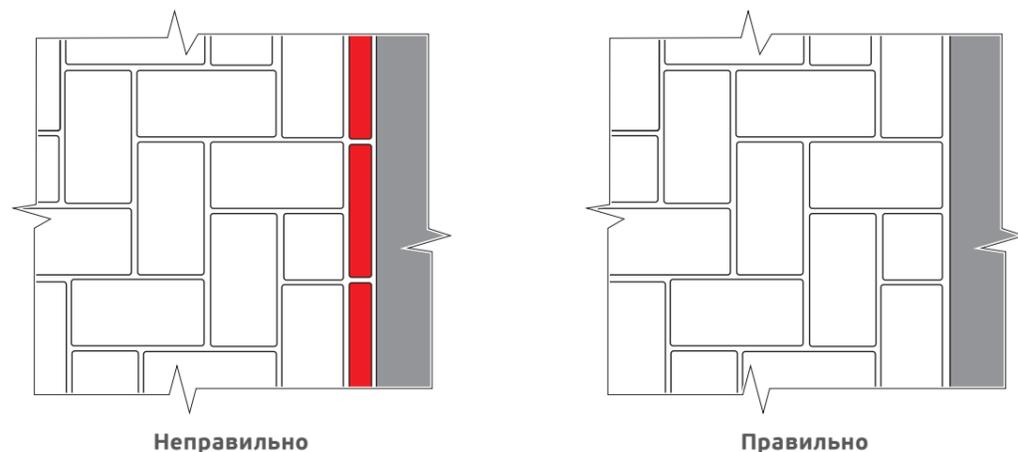


Рис. 2.15
Примыкание мощения к бортовому камню

Важное практическое значение имеет использование для дорожных покрытий плит и камней одного вида. В этом случае значительно облегчается последующий ремонт покрытия, связанный с заменой поврежденных камней/плит на новые.

Элементы благоустройства с применением изделий для мощения и и других мелкоштучных бетонных изделий, производимых компанией ЦЕМСИС, представлены в Приложении 2.

2.4. Конструкции дорожных одежд

Методика расчета и примеры конструкций дорожных одежд с покрытием из камней мощения приведены в РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки»¹.

Конструкция дорожных одежд с покрытием из камней/плит мощения определяется в зависимости от: толщины (высоты) элементов мощения и их вида (камни или плиты), действующих нагрузок (состава и интенсивности движения), типа грунта и уровня грунтовых вод.

Мощение на территориях муниципальных образований характеризуется:

- небольшими эксплуатационными нагрузками, действующими на покрытие;
- наличием городских дренажных систем, которые снижают отрицательное влияние грунтовых вод на конструкцию дорожной одежды;
- техногенными отложениями в виде насыпного грунта в зоне устройства покрытий (песчано-гравийные смеси с преобладанием песков различной крупности, песок с включением строительного мусора (бетонный бой, арматура, кирпичный бой), песок с глинистыми включениями и т.п.).

Поэтому, для небольших объектов или объектов меньшего социального и градостроительного значения (дворы, скверы, улицы местного значения и т.п.) конструкции назначаются с использованием типовых¹ и ранее реализованных проектных решений.

[1] Региональный методический документ по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки». Документ доступен на сайте Комитета по строительству Санкт-Петербурга (www.gov.spb.ru) в разделе «Документы» или на сайте АПВИ (www.АПВИ.рф).

Рекомендуются следующие конструкции дорожных одежд с применением камней и плит мощения (табл. 2.5).

ТАБЛИЦА 2.5
Конструкции дорожных одежд с покрытием из камней и плит мощения элементов благоустройства муниципальных образований

Конструктивные слои дорожной одежды, см	Элементы благоустройства					
	Пешеходные дорожки, площадки	Места автопарковок, территории совмещенного движения автомобилей и пешеходов	Проезды автопарковок		Внутриквартальные дороги, усиленные проезды	
Камень мощения	4—6	6	8	8	10	10
Плита мощения «Мегаполис» (600x300x80 мм)	8	-	8	8	-	-
Подстилающий слой (песок) в уплотненном состоянии	3—5					
Щебень фр. 20..40 мм с заклиной мелким щебнем фр. 5..10	15	25	20	23	20	25*
Песок средней крупности	20	20	20	20	20	20
Геотекстиль (нетканый иглопробивной 350 г/м ²)						

* Армированный слой геосеткой полиэфирной с пределом прочности ≥ 50 кН.

[1] Документы с типовыми решениями мощения:

- Дорожные конструкции для Ленинграда. Альбом А-385-88. Выпуск 1. Дорожные одежды. Главное управление архитектуры и градостроительства исполкома Ленсовета. Институт «Ленгипроинжпроект». Ленинград, 1989 г.;
- Руководство по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге; Мэрия СПб, 1996 г. Ответственный исполнитель к.т.н. Симановский А. М.
- РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки».

Характеристики геосинтетических материалов приведены в Приложении 3, табл. ПЗ.2.

Геотекстиль при строительстве дорог выполняет следующие функции.

1) Разделение. Исключается взаимопроникновение частиц прилегающих слоев дорожной одежды друг в друга (к примеру, слой песка не смешивается со слоем грунта и т.п.). При строительстве дорог геотекстиль сокращает расход насыпного материала.

2) Армирование. Вследствие обеспеченного геотекстилем равномерного распределения нагрузок от транспорта и собственной массы дорожного полотна, происходит некоторое усиление дорожных конструкций. Существенно увеличивается сдвигустойчивость грунта земляного полотна и песчаного слоя, за счёт чего может появиться возможность сократить толщину основания.

3) Фильтрация. Улучшается отвод воды из разных слоев, входящих в состав дорожной одежды.

На территориях населенных пунктов, на некоторых участках дорог (например, зоны въезда-выезда) возникают особые нагрузки (при движении транспорта по колеям, при медленном движении транспорта, при частых процессах торможения и разгона, в области примыканий дорог друг к другу), которые требуют увеличение толщины несущего слоя дорожной одежды или его дополнительного укрепления, например, геосетками.

Изменение толщины (высоты) камней/плит мощения, компенсируется толщиной несущего слоя.

Для объектов благоустройства районного и городского значения следует выполнять расчет на основе данных инженерно-геологических изысканий. Конструкция дорожной одежды должна назначаться по результатам расчета и анализа ранее выполненных объектов.

Согласно Федерального закона №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» для пожарных проездов может потребоваться отдельный расчет (обоснование) конструкции дорожной одежды с покрытием из камней мощения. Примеры конструкций дорожных одежд, рассчитанных на нагрузку 160 кН / ось представлены в табл. 2.6. Конструкции, отличаются от приведенных в табл. 2.5 наличием георешетки на границе песчаного и щебеночного слоя.

ТАБЛИЦА 2.6

Примеры конструкций дорожных одежд пожарных проездов

Конструктивные слои дорожной одежды	Толщина, см		
	6	8	10
Камень мощения	6	8	10
Подстилающий слой (песок) в уплотненном состоянии	3—5		
Щебень фр. 20..40 мм с заклинкой мелким щебнем фр. 5..10	25	23	20
Георешетка полиэфирная прочностью 60/60 кН	-	-	-
Песок средней крупности	20	20	20
Геотекстиль (Нетканый иглопробивной 350 г/м ²)	-	-	-

Расчетные характеристики конструкций дорожных одежд и примеры расчета представлены в Приложении 3. Для выполнения расчета можно обратиться в проектные организации¹.

[1] Компании, имеющие опыт проектирования и расчета дорожных одежд с покрытием из камней и плит мощения:

1) ООО «АзъПроектСтрой»

Сайт: www.azproektstroy.ru Тел.: +7 (812) 449-60-53, +7 (812) 313-00-68, +7 (911)901-52-54. E-mail: aps2001@mail.ru.

2) ООО «Строй-Импульс»

Сайт: www.s-impulse.ru Тел.: +7 (812) 309-89-08. E-mail: mav@s-impulse.ru.

2.5. Ресурсный метод составления смет

Минстрой Российской Федерации разработал Федеральную государственную информационную систему ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС)¹ для определения сметной стоимости строительства объектов капитального строительства, финансируемых с привлечением средств бюджетов субъектами Российской Федерации и муниципальными образованиями. Планируется, что ресурсный метод будет указан во всех заданиях на проектирование и система ФГИС ЦС будет содержать необходимые данные по стоимости изделий для мощения в разрезе регионов РФ. Таким образом, должен произойти постепенный отказ от базисно-индексного метода составления смет и переход на ресурсный метод.

ФГИС ЦС открывает перед пользователями доступ к просмотру информации:

1. О строительных ресурсах, включенных в классификатор строительных ресурсов;
2. Об актуальных сметных нормативах, в том числе сметных нормах и методиках применения сметных норм и сметных цен строительных ресурсов;
3. О реестре производителей изделий для мощения по субъектам Российской Федерации;
4. Об актуальных сметных ценах на изделия для мощения с отображением по субъектам Российской Федерации.

[1] Ссылка на сайт ФГИС ЦС: fgiscs.minstroyrf.ru.

3. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО МОЩЕНИЮ

3.1 Особенности организации выполнения работ

Работы связанные с благоустройством территории следует выполнять в соответствии с действующими правилами¹.

Мостовщики (рабочие, которые выполняют мощение) должны иметь необходимую квалификацию².

Технологические процессы устройства покрытия из камней/плит мощения являются источником шума и пыли, которые отрицательно воздействуют на здоровье людей, проживающих в прилегающей жилой застройке. Поэтому, надо стремиться снизить воздействие этих факторов.

Для резки камней и плит следует применять калиберные резачки (гильотины). В отличие от отрезных машин с алмазным диском резка изделий гильотинами происходит практически бесшумно и при этом не выделяется пыль, которая пачкает лицевую поверхность мощения и загрязняет окружающую среду. Калиберные резачки могут быть установлены непосредственно в местах, где необходимо выполнять примыкания, что очень удобно для производства работ.

Излишний песок для заполнения швов на покрытии, оставленный с целью его сушки и последующего заполнения швов, также является источником пыли и загрязнения.

Для работ по устройству покрытия рекомендуется применять профессиональный инструмент и средства механизации работ: захваты для камней, разметчики, прямые углы, захваты для выемки камня, направляющие ломы для выравнивания положения камней/плит.³ Применение специального инструмента предотвращает скалывания кромок у камней/плит и ускоряет выполнение работ.

3.2 Устройство несущего основания.

Рекомендации по уплотнению.

Оценка качества уплотнения

Подготовка земляного полотна, устройство слоев основания выполняется по тем же правилам, что и для других видов дорожных одежд⁴.

Минимальная толщина распределяемого слоя должна в 2 раза превышать размер наиболее крупных частиц и быть не менее 10 см при укладке на прочное основание и не менее 15 см — при укладке на песок.

При устройстве основания из щебня методом заклинки необходимо, чтобы расклинка была выполнена в строгом соответствии с требованиями СП 34.13330.2012. Песок из подстилающего слоя не должен диффундировать в слой основания, из-за чего может произойти потеря устойчивости камней/плит в покрытии (рис. 3.1).



Слева несущее основание имеет слишком много пустот.

Справа — качественно подготовленное основание для мощения.

Рис. 3.1
Визуальная оценка готовности основания для мощения.

Эксплуатационные показатели покрытия в значительной степени зависят от качества устройства основания. Мощение из мелкоштучных элементов «огibaет» неровности основания, поэтому одной из важных операций при устройстве основания является уплотнение несущих слоев.

Работы по мощению территорий муниципальных образований, как правило, осуществляются в стесненных условиях.

Это обуславливает применение малогабаритной легкой уплотняющей техники: виброплит (до 150 кг), вибротрамбовок или легких дорожных катков (до 3 тонн). При использовании легкой уплотняющей техники, с целью достижения требуемой прочности основания для мощения, следует:

1. Ограничить максимальную толщину уплотняемого слоя в пределах 15 см;
2. Тщательно производить уплотнение слоев и следить за количеством проходов по одному следу:
 - для грунта и песка (для слоя 15 см) количество проходов по одному следу в зависимости от типа уплотняющего оборудования 4—10 (первая цифра для малогабаритных вибрационных катков, вторая — для виброплит);
 - для щебеночного основания толщиной 15 см уплотнение осуществляется в два этапа:
 - 1 этап — уплотнение основной фракции щебня (4—10 проходов);
 - 2 этап — уплотнение расклинивающей фракции щебня (4—10 проходов)
3. Схемы уплотнения грунта и слоев основания — от краев к центру (см. рис. 3.2).

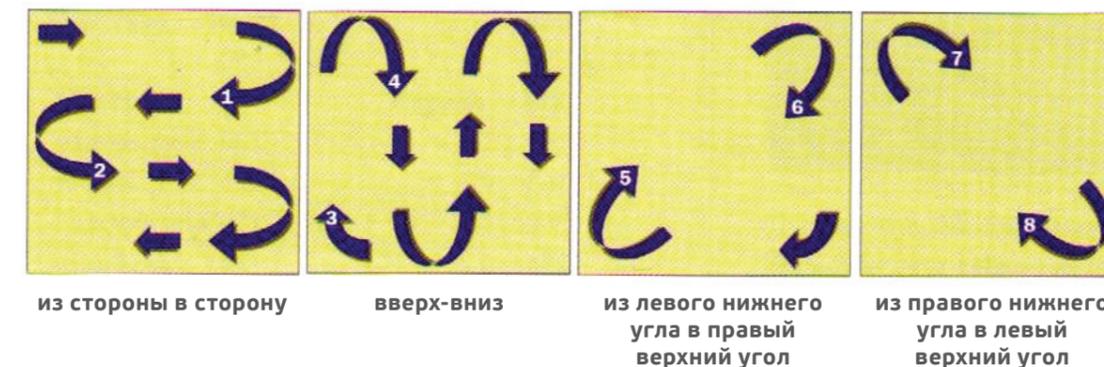


Рис. 3.2
Схема уплотнения оснований

[1] Например, см. «Правила благоустройства территории Санкт-Петербурга в части, касающейся правил производства земляных, ремонтных и отделочных работ, связанных с благоустройством территории Санкт-Петербурга». Утверждены Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 06.10.2016 №875.

[2] Профессиональный стандарт «Мостовщик» утв. приказом Минтруда РФ от 22.12.2014 г. №1096н.

[3] Профессиональный инструмент для мощения предлагает компания Optimas, www.optimas.de/ru.

[4] СП 34.1330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с изменением №1).

[1] Стесненные условия существующей городской застройки предполагают наличие пространственных препятствий на строительной площадке и прилегающей к ней территории, ограничение по ширине, протяженности, высоте и глубине размеров рабочей зоны и подземного пространства, мест размещения строительных машин и проездов транспортных средств. Постановление Правительства Москвы от 08.08.2000 №603 «Об утверждении правил производства земляных и строительных работ, прокладки и переустройства инженерных сетей и коммуникаций в г. Москве».

Процесс уплотнения усложняется также наличием в условиях застройки подземных коммуникаций, не позволяющих развивать достаточные усилия, необходимые для достижения требуемой плотности. На начальных этапах засыпки для уплотнения должны быть использованы ручные инструменты, виброплиты и трамбовки¹. Порядок уплотнения грунта в траншеях показан на рис. 3.3.

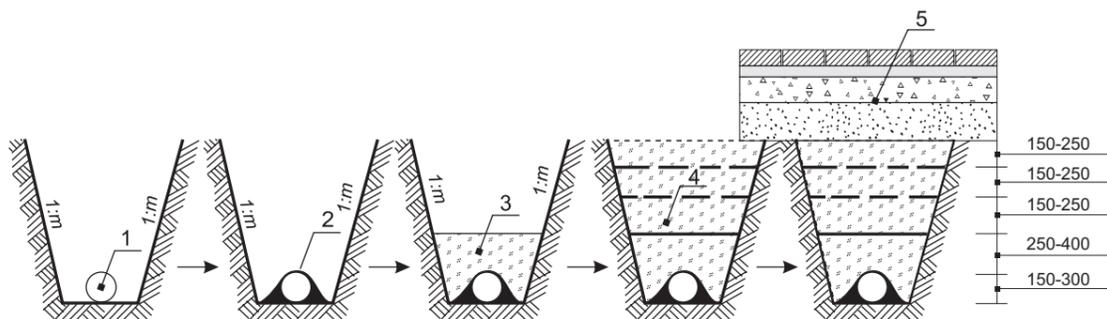


Рис. 3.3
Уплотнение грунта в траншеях: 1 — укладка труб и проверка стыковых соединений; 2 — уплотнение песка в пазах труб немеханизированными инструментами: лопата, совок, деревянные трамбовки; 3 — уплотнение песка ручными инструментами: виброплиты, трамбовки; 4 — послойное уплотнение песка оптимальной влажности механическими трамбовками, катками; 5 — устройство (восстановление) основания дорожной одежды

Разрушение дорожного покрытия происходит не только вследствие недостаточной устойчивости грунта в траншее, но и в большинстве случаев в результате разной величины деформаций грунта засыпки и основного грунта земляного полотна, например, при морозном пучении. Одинаковую деформативную способность грунтов можно достичь, используя лишь местный, а не привозной грунт. Поэтому грунт, выбранный при рытье траншей, должен быть засыпан в них в таком же количестве, за исключением объема, занимаемого уложенными коммуникациями.

Выбор вида грунта для засыпки траншей производится в зависимости от расположения траншей на городской территории:

- засыпка траншей в пределах проезжей части дорог с усовершенствованными покрытиями капитального типа должна выполняться из песчаных или крупнообломочных грунтов;
- засыпка траншей, расположенных вне проезжей части (на газонах, скверах), производится грунтами, вынутыми из траншей, или другими местными грунтами (связными или малосвязными), не содержащими древесных остатков и гниющих включений.

С целью контроля качества основания для мощения (достижения проектных деформативных характеристик и коэффициентов уплотнения) подстилающего грунта (грунта земляного полотна) и конструктивных слоев дорожной конструкции (песчаного, щебеночного и других слоев) выполняются штамповые испытания. Штамповые испытания проводятся для определения осадок штампа от исследуемых ступеней нагрузок, а также изучения характеристик деформации грунтов во времени. В настоящее время для контроля качества уплотнения грунтовых и щебеночных слоев, нашли широкое распространение приборы для определения динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог по методу штампа (типа УДН), которые коррелируются со статическим модулем упругости².

Ассоциацией производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ) совместно с компанией «Строй-Импульс» разработана и апробирована на объектах благоустройства методика контроля качества устройства слоев основания дорожной одежды с покрытием из камней/плит мощения¹.

Для контроля качества основания перед работами по мощению в таблице 3.1 приведены требуемые модули упругости на поверхности каждого из слоев дорожной одежды². Модули упругости рассчитаны для конструкций дорожных одежд представленных в табл. 2.5.



Рис. 3.4
Измеритель модуля упругости конструктивных слоев основания прибор ПДУ-МГ 4 «Удар»

ТАБЛИЦА 3.1
Требуемые модули упругости на поверхности каждого из слоев (для конструкций дорожных одежд из табл. 2.5)

Модуль упругости на поверхности слоя	Элементы благоустройства					
	Пешеходные дорожки, площадки	Места автопарковок, территории совмещенного движения автомобилей и пешеходов	Проезды автопарковок	Внутриквартальные дороги, усиленные проезды		
Щебень фр. 20..40 мм с заклиной мелким щебнем фр. 5..10	128	156	144	153	144	156
Песок средней крупности	76	76	76	76	76	76
Грунт	45 МПа					

[1] Уплотнение грунта в траншеях следует производить в соответствии со СП 45.1330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87» и ВСН 52-96 «Инструкция по производству земляных работ в дорожном строительстве и при устройстве подземных инженерных сетей».

[2] Применение приборов динамического нагружения регламентировано ОДМ 218.2.024-2012, СТО НОСТРОЙ 2.25.26-2011, СТ СЭВ 5497-86.

[1] Методика контроля качества устройства слоев основания дорожной одежды с покрытием из камней мощения. ООО «Строй-Импульс». Санкт-Петербург, 2016 г. Документ доступен на сайте АПВИ по ссылке: apvi.rf/dokumenty-2/.

[2] Компании, имеющие опыт работы по оценке качества оснований для мощения:
1) ООО «АзъПроектСтрой»
Сайт: www.azproektstroy.ru Тел.: +7 (812) 449-60-53, +7 (812) 313-00-68, +7 (911)901-52-54. E-mail: aps2001@mail.ru.
2) ООО «Строй-Импульс»
Сайт: www.s-impulse.ru Тел.: +7 (812) 309-89-08. E-mail: mav@s-impulse.ru.

3.3 Устройство покрытия

Технологический процесс устройства дорожных покрытий из камней мощения состоит из следующих операций: устройство подстилающего слоя; укладка камней/плит; заполнение швов, уплотнение покрытия. Устройство мощения описано в РМД 32-18-2016¹. Ниже подробнее остановимся на основных моментах, которые часто приводят к ухудшению эксплуатационных качеств покрытия.

Так как мощение воспринимает внешнюю эксплуатационную нагрузку за счет заклинки элементов, край покрытия должен быть надежно зафиксирован бортовыми камнями или другими способами, например, металлическими полосами, природными камнями и т.п.

Бортовые камни устанавливаются на бетонное основание по песчаной (щебеночной) подушке².

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

Швы между камнями должны быть тщательно заделаны, с целью предотвращения вымывания подстилающего слоя. Швы между бортовыми камнями заполняются в два этапа: сначала обмазываются со всех сторон цементным раствором сметанообразной консистенции с отверстием сверху, которое затем заполняется более жидким цементным раствором.

Требования к закреплению бортовых камней в зависимости от назначения (действующих нагрузок) представлены в табл. 3.2.³

ТАБЛИЦА 3.2
Требования к закреплению бортовых камней в зависимости от назначения покрытия

Элемент благоустройства	Толщина основания (Н, рис. 3.5), см	Ширина обратной опоры (t, рис. 3.5), см
Пешеходные пути, площади	≥ 8	≥ 8
Внутриквартальные проезды	≥ 10	≥ 10
Дороги с интенсивным автомобильным движением	≥ 15	≥ 15

Для подстилающего слоя применяются:

- пески по ГОСТ 8736 средние и мелкие II класса, при этом содержание в них зерен свыше 10 мм не допускается, зерен свыше 5 мм должно быть не более 10% при применении изделий групп А и Б и не более 5% при применении изделий групп В и Г. Содержание зерен менее 0,16 мм должно быть не более 10%, содержание пылевидных и глинистых частиц должно быть не более 3%;
- пески из отсевов дробления I-го класса по ГОСТ 31324.

Для устройства подстилающего слоя не следует использовать сухую песчано-цементную смесь. Так как, подстилающий слой не является несущим, применение вяжущего (цемента) при его устройстве не дает никаких преимуществ. Кроме этого, использование цемента может являться дополнительным источником высолообразования на поверхности мощения.

Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии должна соответствовать значениям, приведенным в табл. 3.3 (раздел 3.4).

Материал подстилающего слоя распределяется по поверхности основания вручную или механизированным способом. При отсыпке подстилающего слоя дополнительно следует иметь запас по толщине на вибропосадку камней. Величина этого запаса зависит от формы и размера камней и материала подстилающего слоя. Она устанавливается по месту. Для песка запас составляет примерно 1,0—1,5 см.

При устройстве подстилающего слоя следует учитывать, что после строительной операции посадки камней/плит поверхность покрытия должна возвышаться над верхом борта (бордюра) примерно на 0,5 см как запас на осадку покрытия в ходе эксплуатации (рис. 3.5).

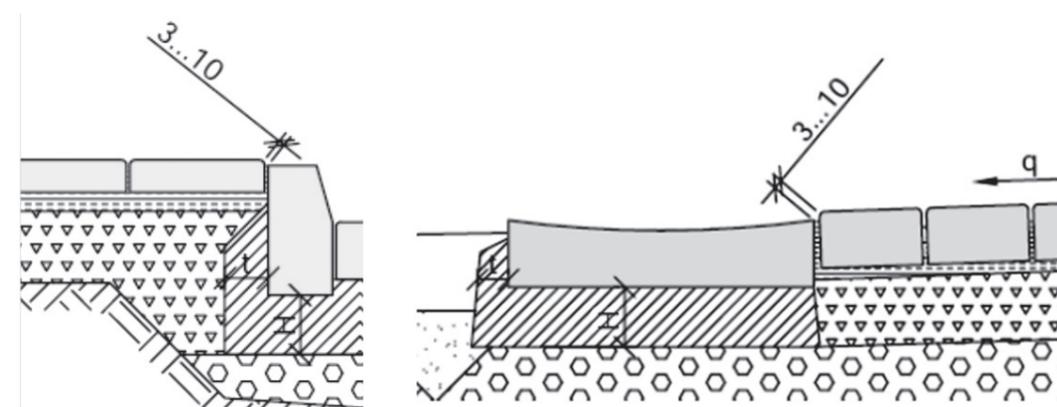


Рис. 3.5
Мощение должно быть выше уровня бортовых камней и водосборных лотков на 3—10 мм

Укладка камней мощения должна вестись с нескольких поддонов, чтобы цвет покрытия был равномерным (рис. 3.6).



Цветовые пятна в мощении возникли из-за укладки камней без перемешивания с разных поддонов.

Рис. 3.6
Пример укладки тротуарного камня с одного поддона

[1] Региональный методический документ по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки». Документ доступен на сайте Комитета по строительству Санкт-Петербурга (www.gov.spb.ru) в разделе «Документы» или на сайте АПВИ (www.АПВИ.рф).

[2] Технологический регламент на установку бетонных бортовых камней. ТР 1.1-2017. СПбГКУ «Дирекция транспортного строительства». СПбГКУ «Центр комплексного благоустройства», Санкт-Петербург, 2017 г.

[3] Требования приведены в ZTV Wegebau «Дополнительные технические условия договора для строительства тротуаров, пешеходных дорожек и площадок за пределами проезжей части» (пер. с нем. АО «Квик-микс»). ZTV Дорожное строительство. (Издание 2013 г. Исследовательское общество ландшафтного проектирования и строительства (FLL) Фриденсплатц, 4, 53111 Бонн).

При мощении следует избегать образования «сквозных» швов, для чего выполняется смещение камней/плит в рядах относительно друг-друга (рис. 2.14, б «ложковая укладка») или перекладка отдельных элементов (для мультиформатных камней)¹, как показано на рис. 3.7.

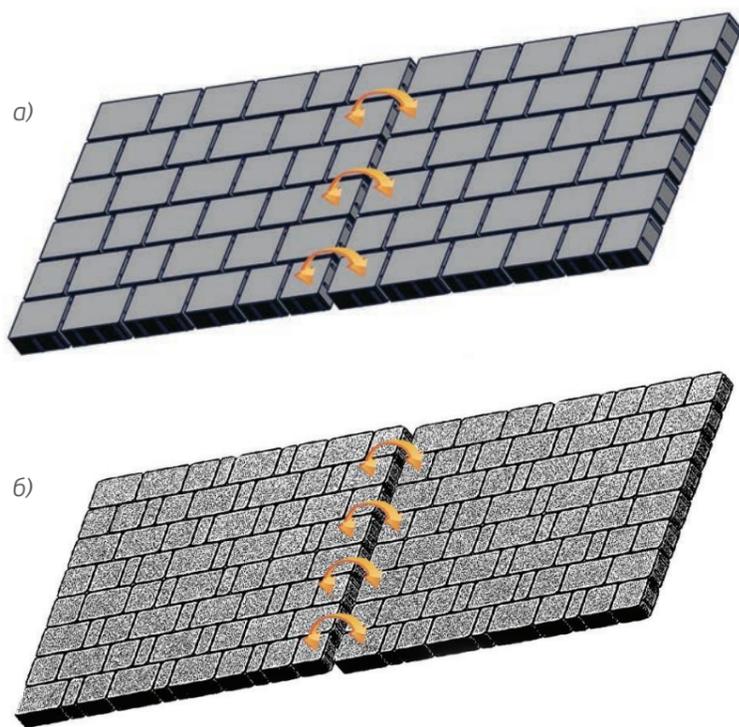


Рис. 3.7
Раскладка мультиформатных камней «Новый город» (а) и «Старый город» (б)

Рекомендации по укладке мультиформатных камней «Новый город» и «Старый город»

- Изделия должны укладываться на подготовленное основание согласно расположению, в соответствующем ряду транспортного паллета.
- Нарушение правильного чередования камней в рядах приведёт к тому, что в конце укладки останутся не востребованными плитки одного формата. Количество плиток в поддоне каждого формата разное!
- Укладку изделий необходимо производить с перекладкой единичных элементов через ряд во избежание образования сплошного (сквозного) шва, снижающего целостность и жесткость выполненного мощения.
- Укладку нового ряда начинать в четком соответствии с Рисунком раскладки, не используя камни с предыдущего ряда, оставшиеся не уложенными.

Камни и плиты мощения с лицевой поверхностью «колормикс» могут быть уложены в направлении цветовой полосы на поверхности изделий или в разных направлениях (хаотично) в зависимости от желаемого эстетического вида покрытия (см. раздел 2.2, рис. 2.12).

Мощение тротуаров должно выполняться от бортового камня в сторону фасада здания, где камни могут быть подрезаны или состыкованы с покрытием фасадной зоны.

Для заполнителя швов в дорожных покрытиях из вибропрессованных плит/камней могут применяться:

- пески мелкие II класса с модулем крупности 1,5-2,0 (допускается применять пески средние с модулем крупности до 2,2). Рекомендуется использовать песок намывной (речного или морского происхождения) по причине окатанной формы зерен и минимальной пустотности;
- смесь песков разного гранулометрического состава для получения минимальной пустотности (только для дорожных покрытий с пешеходной нагрузкой). Предпочтение следует отдавать готовым смесям, изготовленным на производстве.

Применение для заполнения швов сухую песчано-цементной смеси недопустимо.

При работах по мощению возникает необходимость выполнять примыкания к различным элементам — это могут быть канализационные и смотровые люки, столбы ограждений, останочных павильонов, бортовые камни и т. д. От качества выполнения примыканий зависит долговечность и эстетический вид всего покрытия. Маленькие отрезанные камни, неточные срезы и значительные разности высот делают конструкцию неэстетичной.

Примыкания выполняются путем подрезки камней до необходимых размеров. Неточно подогнанные или плохо закрепленные доборные элементы (части камня/плиты после подрезки¹) 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 с учетом размеров применяемых камней/плит (см. раздел 2.3, рис. 2.15).

При устройстве примыканий следует руководствоваться следующими правилами:

- ни одна отрезанная часть камня/плиты не должна быть меньше четверти полноразмерного камня/плиты (на практике, кусочки меньше одной трети полноразмерного камня зачастую считаются минимальным приемлемым размером);
- обрезанные камни и плиты не должны иметь острых углов (менее 45°).

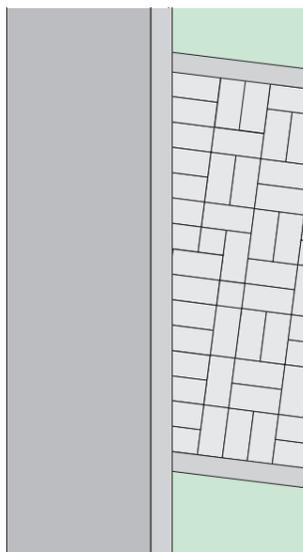
Выполнение выше указанных правил влечет изменения рисунка раскладки в зоне примыкания (рис. 3.8).

[1] Мультиформат: изделия (камень или плита мощения) нескольких типоразмеров в одном транспортном поддоне (СТО 58357155-001-2016).

[1] Термин «Доборный камень (доборная плита)» по СТО 58357155-001-2016: Изделие или его часть, применяемое в качестве переходного элемента при изменении ширины для заполнения промежутков между элементами дорожного покрытия и обеспечивающее сплошное (полное) покрытие поверхности, либо в качестве концевого (завершающего) элемента конструкции сборного дорожного покрытия.



Неправильно



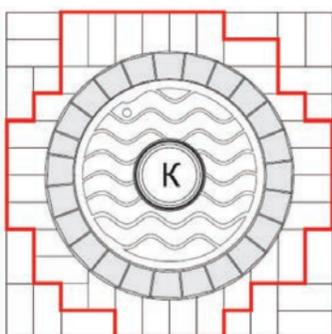
Правильно

Рис. 3.8
Примыкание дорожек

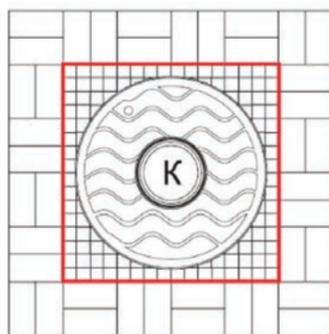
Укладка считается профессиональной, когда колодцы сначала мостят «венцами» из мелкоштучных камней бетонных или натуральных камней, по возможности, в форме трапеции (рис. 3.9, а) или небольшими квадратами (размеры в плане 50х50 мм, рис. 3.9, б). Устройство «венчика» дает следующие преимущества по сравнению с примыканием впритык поперечных рядов:

- 1) камни «венчика» не имеют перевязки с остальными камнями дорожного покрытия, благодаря чему осадка около колодцев отражается только на них, не сказываясь на остальной части мощения, облегчая его восстановление;
- 2) примыкающие к колодцам камни, при открытии крышек ломачами имеют большую устойчивость, чем элементы мощения уложенные рядами;
- 3) большую эстетическую красоту окаймления. Устройство окаймляющих крышку рядов, кроме того, увеличивает диаметр окружности примыкания, что дает более пологие углы доборных камней.

Подгонка перевязки производится за пределами «венца» из брусчатки. Непосредственное подведение мощения к колодцу без устройства «венца» считается технически неправильным (рис. 3.9, в).



а) с устройством «венца» и правильной подрезкой камней



б) с использованием мелкоштучных камней



в) неправильно — впритык к колодцу

Рис. 3.9
Примыкание мощения к колодцу

3.4 Контроль качества изделий и строительства

Порядок приемки изделий на объекте строительства (СТО 58357155-001-2016 [1]):

1. Поступающие на объект мощения транспортные пакеты с продукцией должны сопровождаться документами, подтверждающими ее соответствие: документ о качестве (паспорт) на конкретную партию продукции — обязательно, сертификат соответствия — при наличии). В документе о качестве должны быть указаны: наименование и адрес предприятия-изготовителя; номер и дата выдачи документа; номер партии или изделия (при поштучной поставке); наименование изделия, цвет плит, вид поверхности, обработка; число изделий каждой марки; дата изготовления изделий; проектные классы бетона по прочности и требуемая прочность бетона в проектном возрасте (МПа); отпускная прочность бетона (% и МПа); марка бетона по морозостойкости; марка бетона по истираемости; обозначение стандарта, технических условий или рабочей документации на изделие.
2. Каждый транспортный пакет должен иметь соответствующую этикетку с маркировочными надписями и знаками. Маркировка должна содержать: товарный знак или краткое наименование предприятия-изготовителя; условное обозначение плит; дату изготовления плит; штамп технического контроля; массу упаковочной единицы. Пример маркировки представлен на рис. 3.10.



Рис. 3.10
Пример этикетки на транспортном поддоне

3. Транспортные пакеты не должны иметь видимых повреждений упаковочного материала (растягивающая пленка, стреп-лента, целостность пакета и т.п.).
4. Необходимо провести визуальный осмотр верхних рядов изделий в поступивших транспортных пакетах для установления наличия (отсутствия) дефектов внешнего вида. Допускается наличие раковин, сколов и иных дефектов, размеры которых не превышают требований ГОСТ 13015 в соответствии с нормируемой категорией поверхности.
5. При обнаружении дефектных изделий в процессе укладки свыше 2% (согласно РДС 82-202-96 «Правила разработки и применения нормативов трудноустраняемых потерь и отходов материалов в строительстве»), изделия подлежат замене, либо могут быть использованы на подрезку.
6. Допускается запыленность верхних рядов изделий, являющаяся следствием хранения продукции на открытой площадке.
7. Допускается наличие белых солевых налетов на поверхности изделий, как результат процесса гидратации цемента, не оказывающих влияние на эксплуатационную пригодность покрытия.

[1] СТО 58357155-001-2016 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные». Документ доступен по ссылке: ави.рф/dokumenty-2/.

8. В случае цветной продукции вся поступившая партия камней (плит) мощения должна иметь равномерно окрашенную лицевую поверхность. Для оценки равномерности окрашивания необходимо произвести отбор изделий выборочно с 3—4-го рядов каждого пакета, не затрагивая изделия верхнего ряда.
9. При входном контроле партии продукции на объекте рекомендуется выборочно осуществлять проверку геометрических размеров (в частности, высоты изделия). Для определения высоты изделия необходимо с пакета отобрать в произвольном порядке не менее 10 изделий и линейкой с ценой деления 1 мм или штангенциркулем провести измерения. Если более трех единичных значений высоты будут более 5 мм от проектной высоты, то необходимо отобрать дополнительно 10 изделий и повторить процедуру определения высоты. В случае, если в этих дополнительно отобранных образцах более трех единичных значений высоты будут более 5 мм от проектной высоты, то запрещается укладка изделий с пакета. В этом случае дополнительно проводится оценка геометрических размеров изделий в поступившей партии еще с двух пакетов (по десять изделий). В случае подтверждения значительного колебания высоты партия бракуется и составляется рекламация поставщику.

Потребитель имеет право проводить контрольную проверку изделий, применяя при этом методы испытаний, предусмотренные ГОСТ 17608-2017 и СТО 58357155-001-2016.

Порядок проведения испытаний изделий:

1. Отбор изделий для проверки качества должен производиться на объекте мощения непосредственно из транспортных пакетов перед укладкой.
2. Отбор изделий для проведения испытаний осуществляется при совместном участии Производителя продукции и Заказчика с составлением акта отбора в 2-х экземплярах для каждой из участвующих сторон.
3. Отбор изделий из одного и того же ряда одного и того же транспортного пакета не допускается.
4. Рекомендуется дополнительно указывать в акте отбора образцов наименование лаборатории, в которую направляются отобранные изделия для испытаний.
5. Для испытаний отбирают на объекте строительства не менее 5 изделий классов А и Б — с каждых 150 м² покрытия (3 точки), классов В и Г — с каждых 100 м² покрытия (2 точки). Не допускается отбор изделий из одного и того же ряда. Количество изделий должно обеспечивать проведение испытаний по всем нормируемым показателям качества, но не более 50 шт.
6. Отбор изделий следует начинать с 3—4-го рядов от верхней части пакета согласно схеме, приведенной на рисунке 3.11. При этом необходимо снять верхние ряды изделий. Изделия следует отбирать из средней (центральной) части пакета. Отбираемые изделия не должны иметь отклонения по массе более чем 2% среднеарифметического значения.
7. Отобранные изделия в выборке должны иметь одинаковую высоту в мм. Наличие сколов, шероховатостей, дефектов поверхностей (свыше установленных требованиями ГОСТ 13015 к нормируемой категории поверхности) на отобранных образцах не допускается.
8. Отобранные таким образом образцы совместно с актом отбора образцов необходимо передать на испытания в независимый аккредитованный испытательный центр (лабораторию)¹.

[1] Испытательные лаборатории и центры, аккредитованные и внесенные в Единый реестр Росаккредитации:

1. Испытательный центр «Дормост» АО «Институт „Стройпроект“», тел.: +7 (812) 331-05-00.
2. Испытательный центр ФГБОУ ВО «СПбГАСУ», тел.: +7 (812) 400-06-67.
3. Научно-испытательная лаборатория строительных конструктивных материалов «Политех-СКИМ-Тест» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», тел.: +7 (812) 535-16-32.
4. Испытательный центр «ВНИИГС», тел.: +7 (812) 412-87-93.
5. ООО «Сибирский инновационный испытательный центр», тел.: +7 (812) 532-58-42.

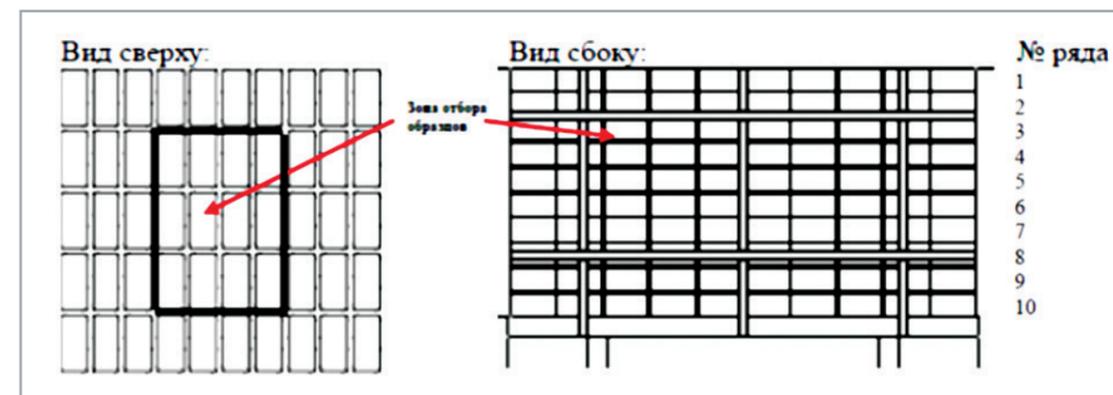


Рис. 3.11
Схема отбора образцов изделий для испытаний

Контролируемые параметры покрытия представлены в табл. 3.3. Требования к ровности см. в табл. 3.4. Ровность контролируется с применением рейки и клиновидного промерника, как продемонстрировано на рис. 3.12.



Рис. 3.12
Процесс измерения ровности покрытия с использованием рейки и клиновидного промерника

ТАБЛИЦА 3.3
Контролируемые параметры при устройстве покрытий из камней/плит

Требования	Допустимые значения
Расположения границ или осей мощения	±20 мм
Бортовые камни: - прямолинейность линии бортового камня на участках длиной 3 м - превышение одного бортового камня над другим	±5 мм ±5 мм
Плоскостность для различных типов конструкций	Табл.
Разность высот: - в швах, камни с плоской поверхностью - в швах, камни с рельефной поверхностью - рядом с желобами - рядом со встраиваемыми элементами - рядом с прилегающими покрытиями	±2 мм ±5 мм +3—10 мм +3—5 мм +3—5 мм
Наклон (для плит)	±0,4 %
Ширина шва: - камни мощения толщиной до 12 см - камни мощения толщиной от 12 см - плиты мощения толщиной до 12 см - плиты мощения толщиной более 12 см	3—5 мм 5—8 мм 3—5 мм 5—10 мм
Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии*: - камни мощения толщиной до 12 см - камни мощения толщиной от 12 см - плиты мощения толщиной до 12 см - плиты мощения толщиной более 12 см	30—50 мм 40—60 мм 30—50 мм 40—60 мм
Продольный уклон желобов	> 0,5%
Плоскостность желобов	< 5 мм / 4 м

* Толщина подстилающего слоя с учетом запаса на вибропросадку камней должна быть увеличена на 10—15 мм.

ТАБЛИЦА 3.4
Контроль ровности дорожных покрытий из плит/камней мощения

Назначение покрытия	Вид покрытия	Уклон, %	Максимальный просвет под рейкой, мм		
			1 м	2 м	3 м
Пешеходные дорожки и площадки	камни	≥ 2,0—2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10
Автомобильное движение	камни	≥ 2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10
Пешеходные дорожки и площадки, участки с автомобильным движением (за пределами проезжей части)	водопроницаемые покрытия	≥ 1	≤ 5	≤ 8	≤ 10
	комбинированные покрытия	≥ 1	≤ 15	≤ 17	≤ 20

В условиях жилой застройки часто происходят вскрытие мощения с целью ремонта или прокладки подземных коммуникаций. Технически правильное восстановление мощения характеризуется одинаковым количеством камней, с одинаковой шириной шва, как и на площади не затронутой ремонтом. Широкие швы и отрезанные камни (добавки) недопустимы. Разность высот между восстанавливаемой и не затронутой частями мощения не должна превышать (или только незначительно) общие допуски для разности высот. При замощении вскрытого места необходимо установить за ним наблюдения в течение 1—3 месяцев и при осадках покрытия его восстанавливать.

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Регулярный контроль и технический уход повышает срок службы дорожных покрытий из камней/плит мощения. Минимум один раз в год проводят визуальный контроль с целью заблаговременного выявления возможно начинающихся разрушений (табл. 4.1, табл. 4.2). Не следует запускать обнаруженных разрушений, так как они способствуют прогрессирующему разрушению соседних участков покрытия.

ТАБЛИЦА 4.1
Периодичность осмотра и ремонта дорожных покрытий из камней мощения

Сроки	Мероприятия
Не менее 1 раза в год	Визуальный осмотр покрытия. Проверить: заполнение швов, примыкания к различным элементам (например, колодцам), состояние лицевой поверхности мощения, ровность, работоспособность ливневой системы.
Весна	Ремонт: перемощение отдельных участков с заменой подстилающего слоя.
Осень	Ремонт: перемощение отдельных участков с заменой подстилающего слоя.

ТАБЛИЦА 4.2
Перечень необходимых мероприятий по содержанию покрытий из камней/плит мощения

Срок с момента начала эксплуатации	Мероприятия
1—3 месяца	<ul style="list-style-type: none"> Проверить заполнение швов Устранить возможные местные деформации (просадки, сдвиги) Проверить функционирование ливневой системы При появлении высолов (белых налетов), при желании улучшить эстетический вид покрытия, произвести поверхностную обработку специальными средствами — очистителями и гидрофобизаторами. Рекомендуется произвести предварительную обработку на тестовом участке покрытия Соблюдать минимальный скоростной режим и ограничить интенсивность движения (при мощении дорог)
от 3-х месяцев до 1 года	<ul style="list-style-type: none"> Удаления семян, сорной травы из швов (прометание, механическое удаление). Рекомендуется произвести предварительную обработку на тестовом участке покрытия
от 1 года и далее	<ul style="list-style-type: none"> Один раз в месяц тщательная уборка покрытия щетками или мойка. При мойке покрытия рекомендуется направлять струю воды под малым углом к покрытию, чтобы снизить до минимума любой риск повреждения швов. После уборки покрытия или мойки следует убедиться, что материал заполнения швов не поврежден. При необходимости восстановить заполнение швов Один раз в квартал обработка швов гербицидом, если имеется нежелательный рост в швах сорняков, лишайников, мхов и т.д. Один раз в квартал обработка швов мощения средствами от насекомых (при необходимости) Визуальный осмотр покрытия (не менее 1 раза в год) и при необходимости его ремонт

В течение первого (иногда — второго) года эксплуатации на поверхности мощения возможно появление высолов (рис.4.1 и 4.2) Высолы — отложение на поверхности плит кристаллов растворимых соединений из состава бетона. Декоративные свойства покрытия при этом нарушаются. Сам по себе белый налет не является дефектом и относится к ненормируемым параметрам при приемке покрытий¹.



Рис. 4.1
Высолы на поверхности могут появиться в процессе мощения или спустя некоторое время (состояние мощения в 2015 году)



Рис. 4.2
Через 1-3 года высолы, как правило, исчезают под воздействием естественных погодных факторов (состояние мощения в 2018 году)

Для удаления высолов и других загрязнений (ржавчины, цемента, масляных пятен и т.п.) с поверхности мощения, применяются специальные чистящие средства (рис.4.3)².

Очищенная поверхность может быть дополнительно обработана специальными составами — гидрофобизаторами, которые предотвращают образование высолов и придают поверхности водоотталкивающие свойства (рис 4.4) После обработки вода и загрязняющие жидкости не впитываются в поверхность, а стекают с нее (рис.4.5). На обработанной гидрофобизаторами поверхности мощения меньше образуется и легко удаляется наледь.



Рис. 4.3
Следы загрязнения на покрытии могут быть удалены специальными чистящими средствами



Рис. 4.4
Примеры обработки камней мощения средствами по уходу



Рис. 4.5
Камень мощения, обработанный гидрофобизатором, не впитывает воду — капля воды остается на поверхности (фото слева), в то время как на камне без обработки виден мокрый след

Освежить цвет покрытия, придать ему вид мокрого камня после дождя, обеспечить яркость и сочность мощения на длительное время можно с помощью интенсификатора цвета (рис. 4.6).

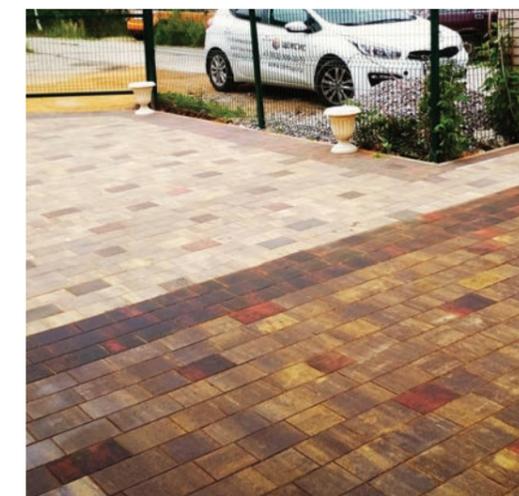


Рис. 4.6
Применение интенсификатора цвета (слева — мощение до обработки, справа — после обработки)

[1] ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные» (п.4.6.4.: «Допускаются на поверхности плит выцветы (высолы), не влияющие на физико-механические свойства (прочность, морозостойкость, истираемость) изделия»).

[2] Большой ассортимент средств по уходу за мощением предлагает компания «Эм-Си Баухеми», www.mc-bauchemie.ru.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример формы технического задания на проектирование с перечнем актуальных нормативно-методических документов по мощению

№ п/п	Показатель	Содержание (значение) показателя
1	Наименование проектируемого объекта	[наименование объекта]
2	Месторасположение и характеристика объекта	[наименование муниципального образования, населенный пункт, адрес]
3	Площадь объекта	[площадь объекта благоустройства]
4	Основание для разработки проекта	[реквизиты документов, на основании которых осуществляется разработка, решение/ постановление муниципального органа, муниципальная программа, задание (разрешительное письмо) на разработку проекта благоустройства Комитета по градостроительству и архитектуре и т.п.]
5	Заказчик	[наименование заказчика]
6	Исполнитель	Определяется по результатам [конкурса, аукциона, запроса котировок]
7	Вид работ	Подготовка и согласование проектной документации
8	Источник финансирования	Бюджетные средства [указание на муниципальное образование]
9	Границы проектирования	Проект разрабатывается в границах земельного(-ых) участка(-ов) с кадастровым(-и) номерами(-ами) [указываются кадастровые номера земельных участков, подлежащих благоустройству, а в случае, если границы благоустройства не совпадают с границами земельных участков, описываются границы благоустройства]
10	Исходные данные	Задания (разрешительные письма) исполнительных органов государственной власти — профильных Комитетов
11	Требования к проекту	<p>Проектная документация разрабатывается в соответствии с требованиями:</p> <ul style="list-style-type: none"> СП 82.13330.2016 «Благоустройство территорий». Актуализированная редакция СНиП III-10-75; СП СП 34.1330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с изменением №1). Закона Санкт-Петербурга от 25.12.2015 г №891-180 «О благоустройстве Санкт-Петербурга»; Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 09.11.2016 г №961 «О правилах благоустройства территории Санкт-Петербурга и о внесении изменений в некоторые постановления Правительства Санкт-Петербурга». <p>План дорожных покрытий из камней/плит мощения разрабатывается в масштабе М 1:500 в соответствии с требованиями и рекомендациями:</p> <ul style="list-style-type: none"> ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные»; СТО 58357155-001-2016 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные»; Регионального методического документа Санкт-Петербурга по строительству РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки»
12	Состав и содержание проектной документации	[проект благоустройства территории, рабочая документация]
14	Особые условия	[требования к работам, порядок предоставления и согласования « проектной документации с исполнительными органами государственной власти]
15	Срок выполнения работ	[срок или ссылка на приложение, содержащее календарный план]

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Примеры элементов благоустройства

В Приложении представлены примеры элементов благоустройства, относящиеся к покрытиям и планировочным устройствам. В элементах благоустройства использованы вибропрессованные изделия компании ЦЕМСИС: камни и плиты мощения, геоблоки и бортовые камни.

1. ПОКРЫТИЯ	40
1.1. Въезды во двор.....	40
1.1.1 Описание	
1.1.2 Принципиальная схема мощения из камней толщиной 80 мм	
1.1.3 Принципиальная схема мощения из камней толщиной 100 мм	
1.2. Входные группы.....	44
1.2.1 Описание	
1.2.2 Принципиальная схема мощения из плит толщиной 80 мм	
1.2.3 Принципиальная схема мощения из камней толщиной 60 мм	
1.3. Парковочные «карманы»	46
1.3.1 Описание	
1.3.2 Принципиальная схема мощения парковочного «кармана» из камней толщиной 60 мм и проезда из камней толщиной 100 мм	
1.3.3 Принципиальная схема мощения из газонной решетки толщиной 80 мм	
1.4. Пешеходные пути.....	49
1.4.1 Описание	
1.4.2 Принципиальная схема мощения из камней 60 мм	
1.4.3 Принципиальная схема покрытия из гранитного отсева и мощения	
1.4.4 Принципиальная схема устройства покрытия из гранитного отсева с пошаговой дорожкой из плит	
1.5. Улично-дорожная сеть	52
1.5.1 Описание	
1.5.2 Принципиальная схема зонирования улицы средствами мощения	
1.6. Водопроницаемые дорожные покрытия.....	53
1.6.1 Описание	
1.6.2 Принципиальная схема сбора и повторного использования воды	
1.7. Отмостки.....	54
1.7.1 Описание	
1.7.2 Принципиальная схема устройства дорожной одежды с покрытием из камней/плит мощения в зоне отмостки или фасадной зоне	
1.8. Эксплуатируемые кровли.....	55
1.8.1 Описание	
1.8.2 Принципиальные схемы эксплуатируемых кровель	
1.9. Примеры раскладок.....	56
2. ПЛАНИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА	58
2.1. Подпорные стенки.....	58
2.1.1 Описание	
2.1.2 Принципиальная схема экранирования парковки с применением геоблока	
2.1.3 Принципиальная схема устройства газонного ограждения.	
2.2. Лестницы	59
2.2.1 Описание	
2.2.2 Принципиальная схема устройства лестницы с дугообразными ступенями	
2.2.3 Принципиальная схема устройства лестницы с параллельными ступенями	
2.3. Газонные ограждения	61
2.3.1 Описание	
2.3.2 Принципиальная схема устройства газонного ограждения с применением геоблока	
2.4. Геопластика.....	62
2.4.1 Описание	
2.4.2 Принципиальная схема геопластики с применением мощения	

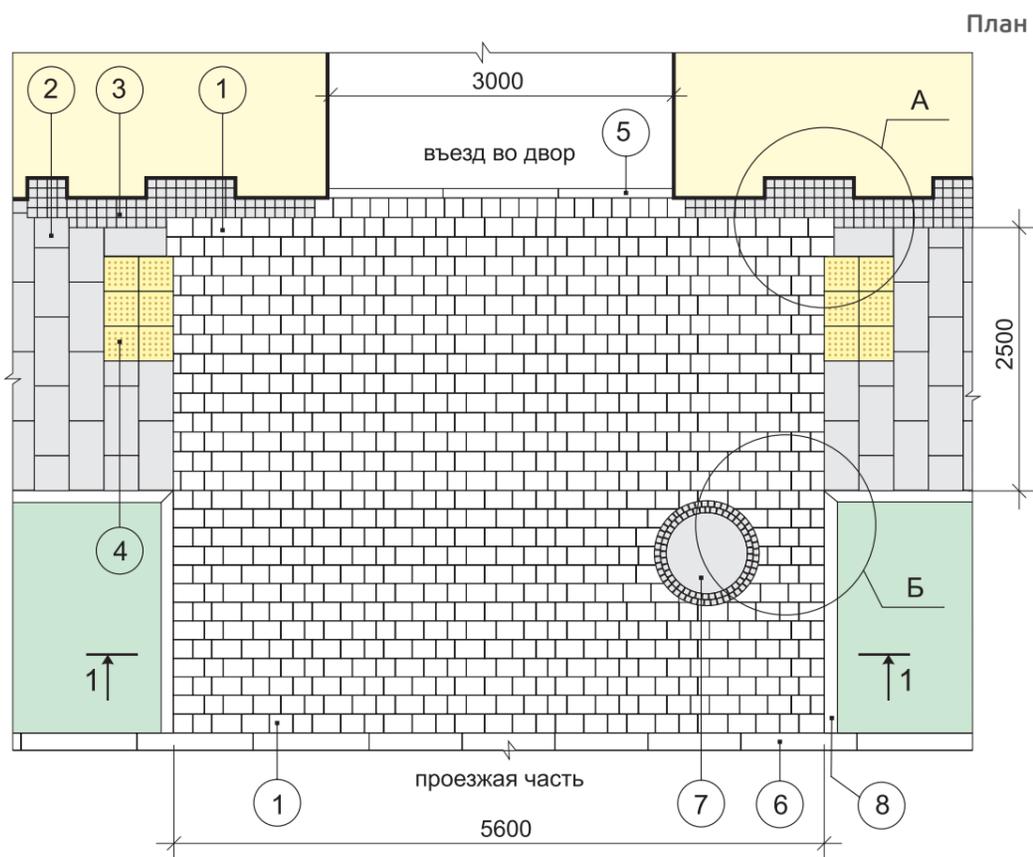
1. ПОКРЫТИЯ

1.1 Въезд во двор

1.1.1 Описание

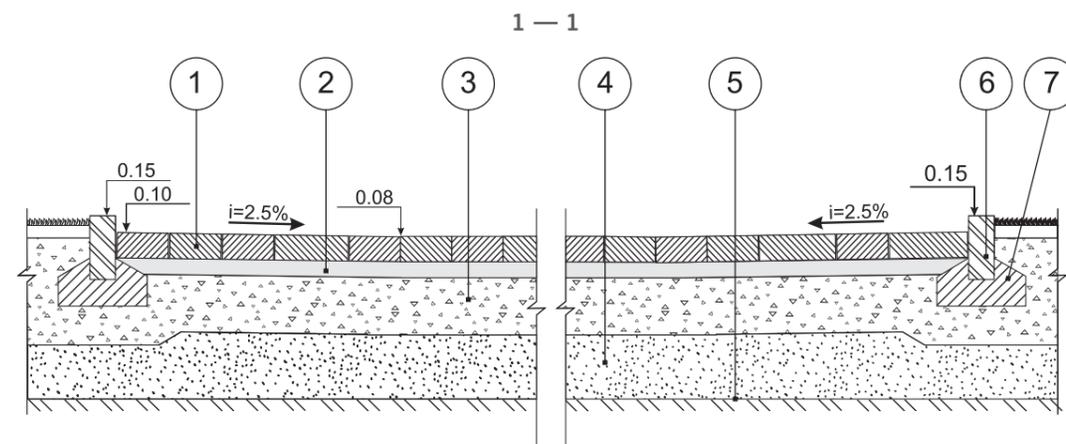
Въездные зоны во двор или на территорию квартала могут быть приподнятыми (в уровень тротуара) или не приподнятыми (в уровень проезжей части). Приподнятые въездные зоны образуют вытянутую неровность и служат для снижения скорости движения транспортных средств и обозначения приоритета движения пешеходов. Для мощения въездов предпочтительно использовать камни толщиной 80 или 100 мм. В отдельных случаях (например, в малоэтажной застройке) могут использоваться камни толщиной 60 мм при условии усиления конструкции дорожной одежды. Применение плит мощения не рекомендуется ввиду особенностей их работы в дорожной конструкции под действием нагрузок. Предпочтительный рисунок рисунка мощения на въездах (см. раздел 2.3): поперечными рядами к оси проезда, «ёлочка 45°» и «ёлочка 90°» к оси проезда. На въездах могут быть размещены тактильные наземные указатели. Примеры расположения тактильных наземных указателей приведены в СП 59.13330.2012, ОДМ 218.2.007-2011.

1.1.2. Принципиальная схема мощения из камней толщиной 80 мм



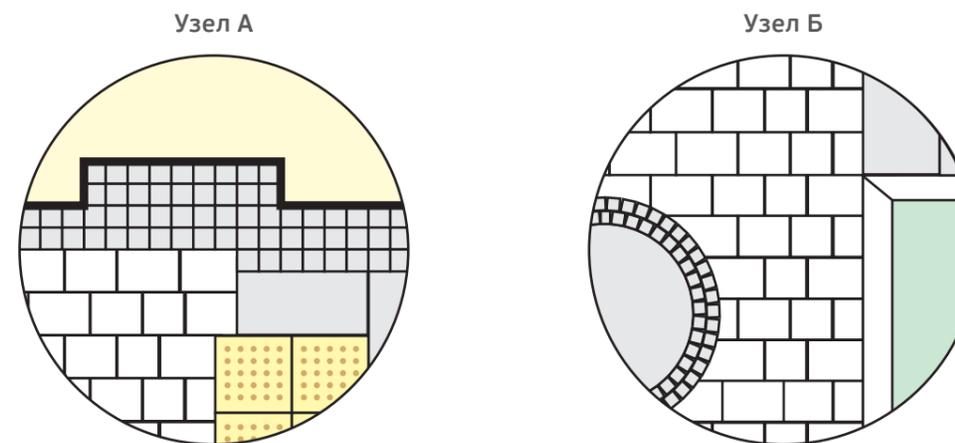
1 — камни мощения «Новый город» (толщина 80 мм; рисунок мощения поперечными рядами к оси проезда (см. раздел 2.3)); 2 — плиты мощения «Мегаполис» (толщина 80 мм); 3 — мелкоштучные бетонные или гранитные камни (компенсирует неровности фасадной зоны — уменьшает объем подрезки плит мощения пешеходной зоны); 4 — предупреждающий тактильный наземный указатель с конусообразными рифами по ГОСТ Р 56305-2014 «Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования»; 5 — бортовой камень БР 50.20.8 для отделения различных видов покрытий; 6 — бортовой камень БР 100.30.15 на границе с проезжей частью; 7 — крышка люка (вокруг колодца выполнен «венчик» из мелкоштучных камней, см. раздел 3.3); 8 — бортовой камень ограждения газона.

Сечение



1 — камни мощения «Новый город» (толщина 80 мм); 2 — подстилающий слой из песка или песка из отсевов дробления; 3 — несущий слой (щебень фр. 20..40 с расклиновкой); 4 — дополнительный слой основания из песка; 5 — грунт земляного полотна; 6 — бортовой камень БР 50.20.8.; 7 — бетон класса В15 (М200).

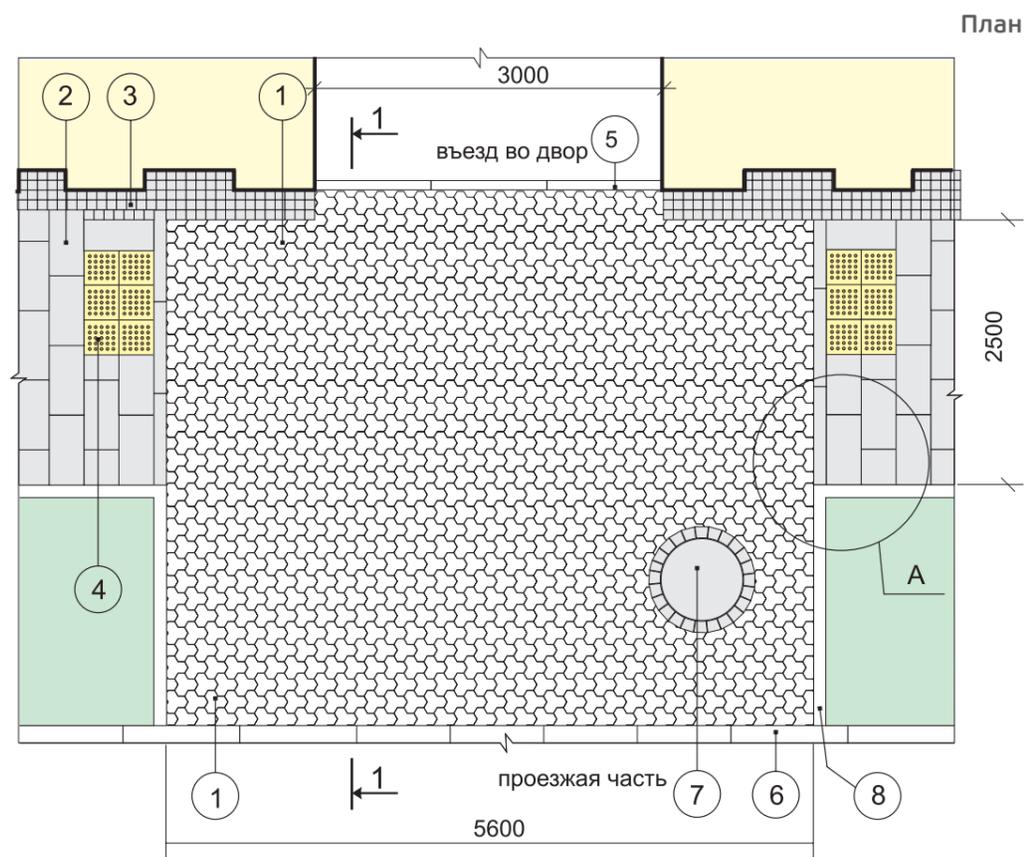
Узлы



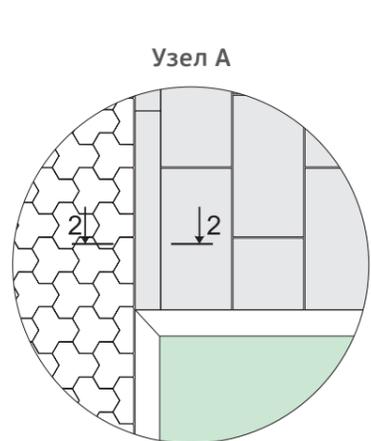
Комментарий

Мощение фасадной зоны выполнено мелкоштучными камнями (бетонными, гранитными 100x100 мм, 50x50 мм). Мелкоштучные камни наиболее плотно заполняют пространство, возможные изгибы и неровности цоколя. Такое решение позволяет отказаться от возможной припилки плит мощения пешеходной зоны. Мощение из камней «Новый город» выполнено поперечными рядами относительно оси проезда, что снижает вероятность образования колеи. Вокруг люка выполнен «венчик» из мелкоштучных бетонных или гранитных камней. Для венчика предпочтительно использовать конусообразные элементы.

1.1.3 Принципиальная схема мощения из камней толщиной 100 мм



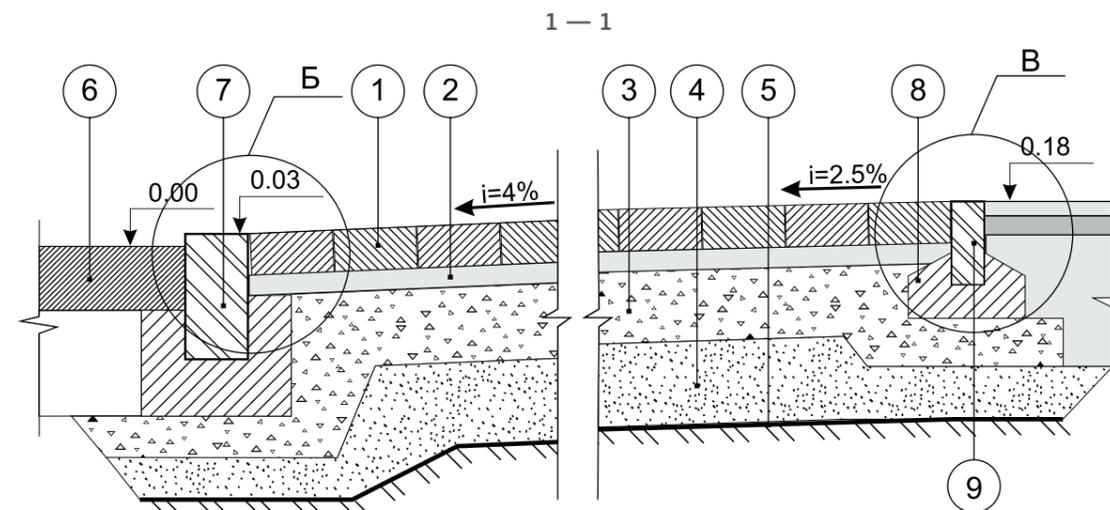
1 — мощение из камней Eskoo-Six (толщина 100 мм); 2 — плиты мощения «Мегаполис»; 3 — мелкоштучные бетонные или гранитные камни (компенсирует неровности фасадной зоны — уменьшает объем подрезки плит мощения пешеходной зоны); 4 — предупреждающий тактильный наземный указатель с конусообразными рифами по ГОСТ Р 56305-2014 «Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования»; 5 — бортовой камень БР 100.20.8 для отделения различных видов покрытий; 6 — бортовой камень БР 100.30.15 на границе с проезжей частью; 7 — крышка люка (вокруг колодца выполнен венчик из мелкоштучных камней, см. раздел 3.3); 8 — бортовой камень ограждения газона.



1 — камни мощения Eskoo-Six (толщина 100 мм);
2 — бортовой камень;
3 — плиты мощения «Мегаполис».

Комментарий
На стыке дорожного покрытия въезда из камней Eskoo-Six (толщина 100 мм) и пешеходной зоны тротуара из плит «Мегаполис» (толщина 80 мм) устанавливается бортовой камень (Узел А). Бортовой камень в зоне стыка необходим, так как используемые изделия для мощения тротуара и въезда имеют различную толщину (высоту).

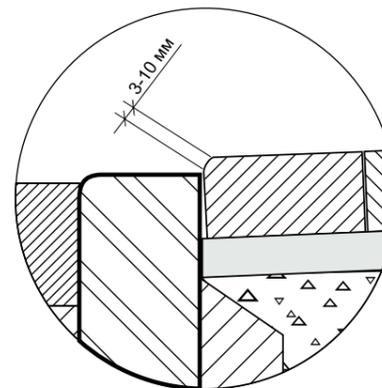
Сечение



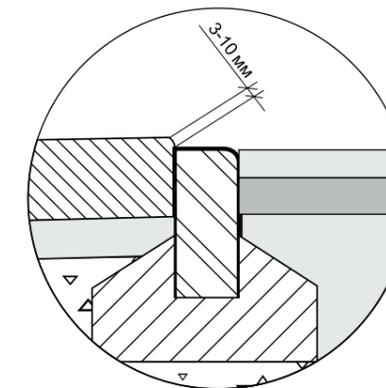
1 — камни мощения Eskoo-Six (толщина 100 мм); 2 — подстилающий слой из песка или песка из отсевов дробления; 3 — несущий слой (щебень фр.20..40 с расклинцовкой); 4 — дополнительный слой основания из песка; 5 — грунт земляного полотна; 6 — асфальтобетон (проезжая часть); 7 — бортовой камень БР 100.30.15; 8 — бетон класса В15 (М200); 9 — бортовой камень БР 50.20.8.

Узлы

Узел Б



Узел В



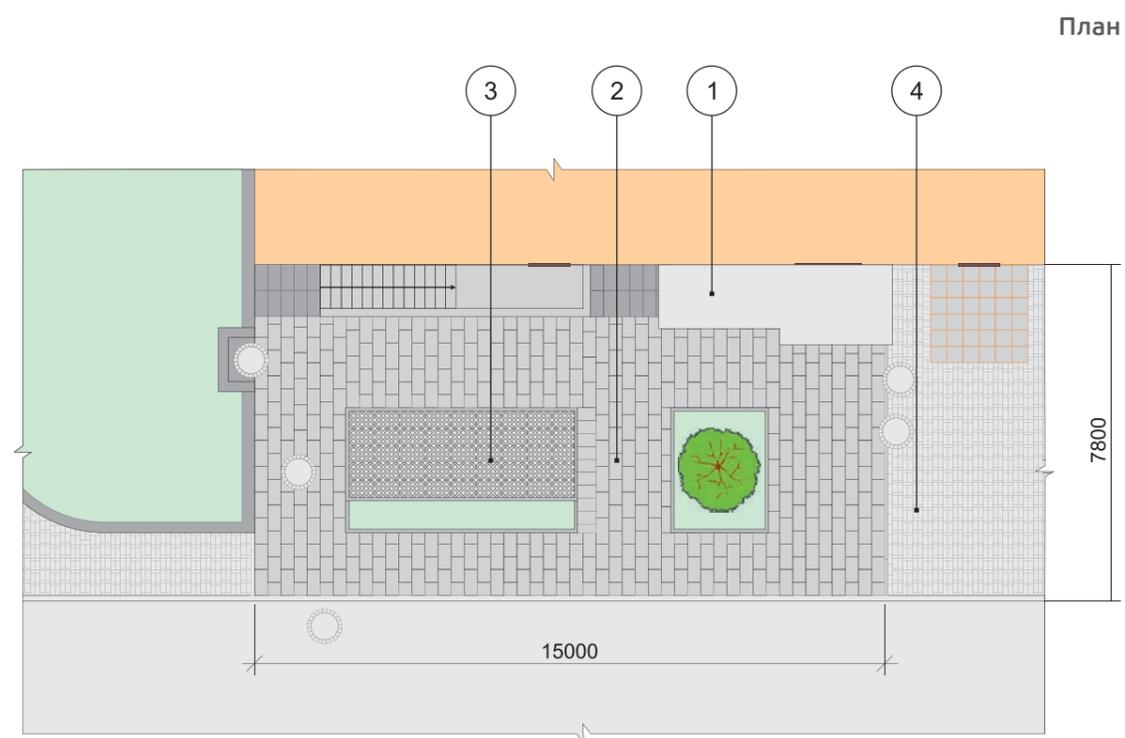
Комментарий
Мощение должно быть выше уровня бортовых камней на 3—10 мм.

1.2 Входные группы

1.2.1 Описание

В зависимости от решаемых архитектурных задач, входные группы могут быть дополнительно обозначены средствами мощения: рисунком, колористикой, видом лицевой поверхности покрытия. Для мощения используются камни и плиты толщиной от 60 мм. Для краткосрочной стоянки автомобилей экстренных служб, погрузки и выгрузки с любой стороны от входной группы может быть устроена площадка, которая также может быть обозначена средствами мощения.

1.2.2 Принципиальная схема мощения из плит толщиной 80 мм

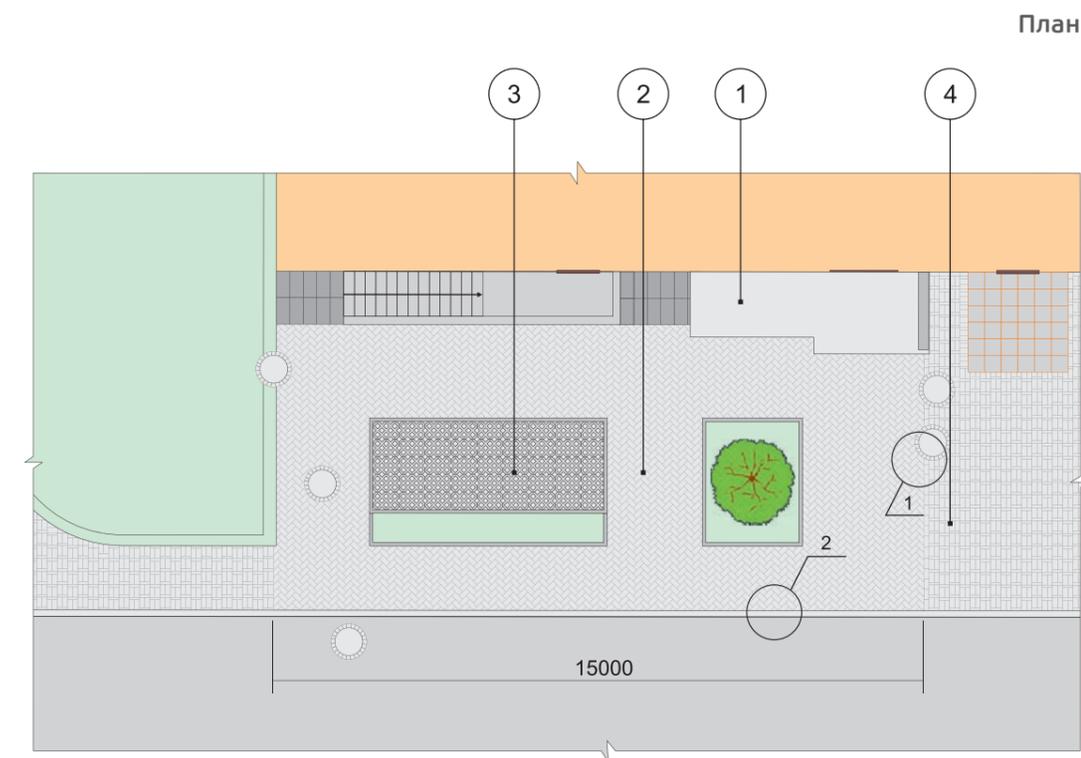


1 — вход в здание; 2 — мощение из плит «Мегаполис» (толщина 80 мм);
3 — покрытие велопарковки из газонной решетки РГ «Турфстоун»;
4 — мощение тротуарной зоны из камней (толщина 80 мм).

Комментарий

Так как толщина (высота) изделий для мощения входной группы и примыкающего тротуара одинаковая — 80 мм, бортовой камень на стыке покрытий не устанавливается.

1.2.3 Принципиальная схема мощения из камней толщиной 60 мм

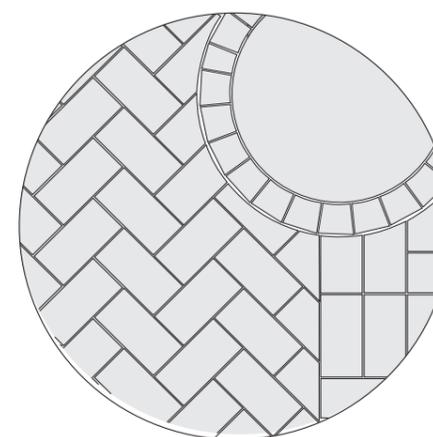


1 — вход в здание; 2 — мощение из камней «Брусчатка» (толщина 60 мм) рисунком «ёлочка 45°» продольно оси входа в здание; 3 — покрытие велопарковки из газонной решетки РГ «Турфстоун»; 4 — мощение тротуарной зоны из камней (толщина 60 мм).

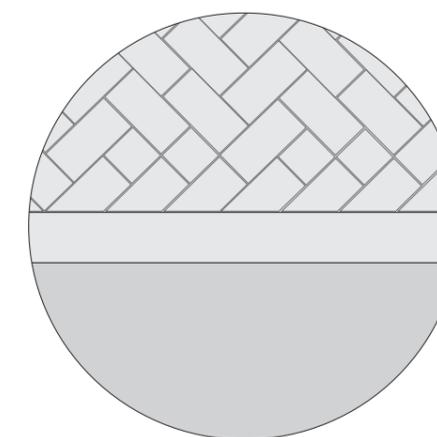
План

Узлы

Узел 1



Узел 2



Комментарий

Вокруг люка выполнен «венчик» из мелкоштучных бетонных или гранитных камней. Для венчика предпочтительно использовать конусообразные элементы.

Комментарий

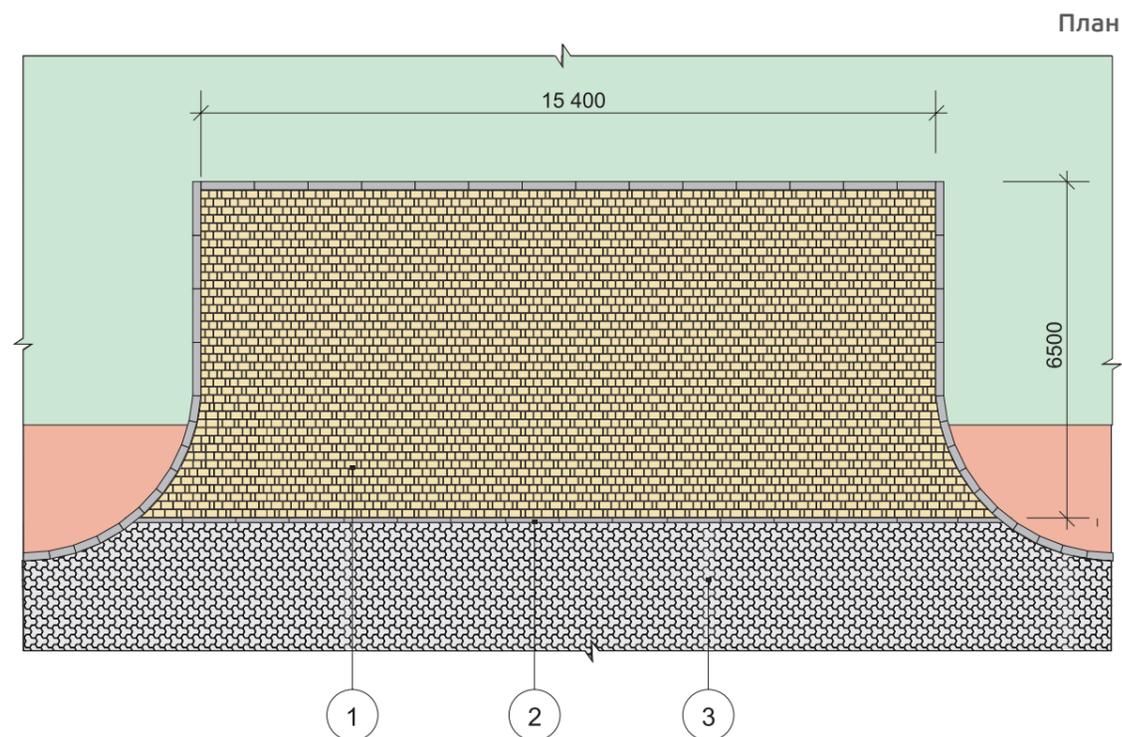
Рисунок «ёлочка 45°» — один из самых сложных, но в тоже самое время наиболее профессиональный и предпочтительный в мощении. При устройстве примыканий следует использовать временный распорный камень для того, чтобы при подрезке избежать мелких кусочков.

1.3 Парковочные «карманы»

1.3.1 Описание

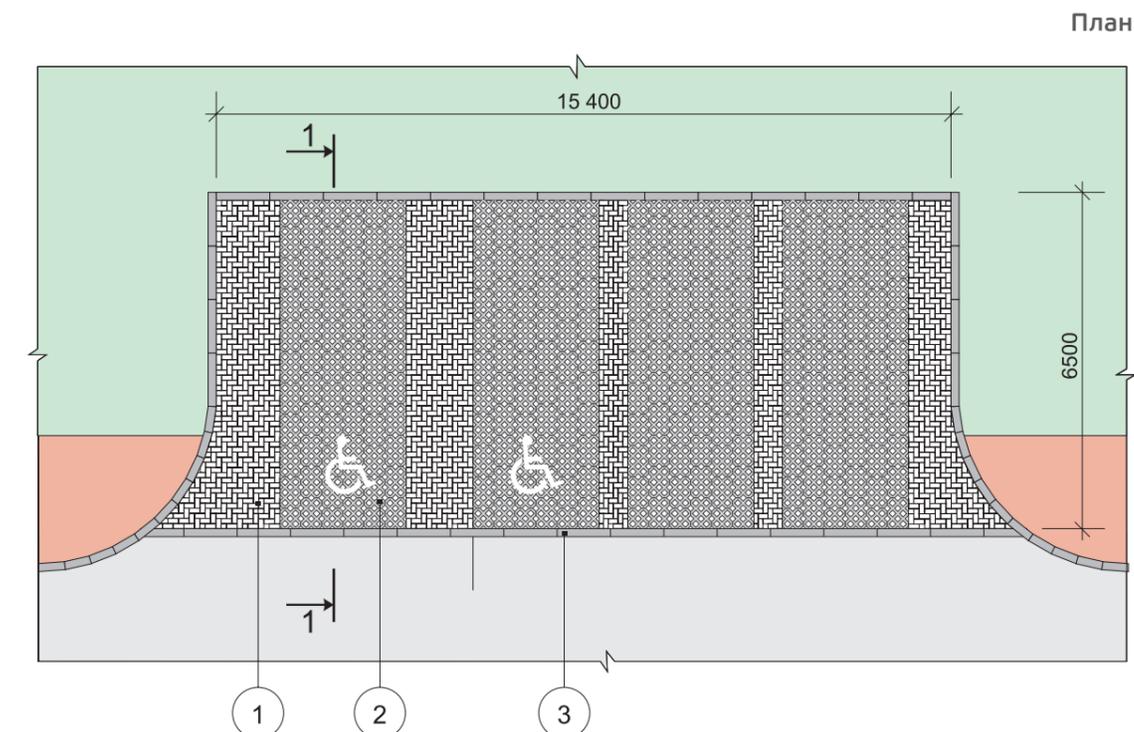
Парковочные карманы организуются вдоль внутриквартальных проездов. Хорошо освещаются. Места для машин расположены перпендикулярно или параллельно оси проезда. При наличии свободного пространства могут располагаться по обеим сторонам проезда. Расстояние до окон домов — не менее 5 м. Между парковочными карманами — разрывы не менее 3 м для прохода. На границе высаживается озеленение — кустарники или живые изгороди. Высота зелени не больше 1,2 м — чтобы дворовые территории оставались просматриваемыми. Через каждые 4—5 машиномест на примыкающих озелененных участках — деревья для защиты припаркованного автотранспорта от прямого солнца в летнее время.

1.3.2 Принципиальная схема устройства мощения парковочного «кармана» из камней толщиной 60 мм и проезда из камней 100 мм



1 — мощение парковочного кармана из камней «Старый город» (толщина 60 мм) поперечными рядами к оси проезда; 2 — бортовой камень БР 100.20.8; 3 — мощение проезда из камней Eskoo-Six (толщина 100 мм).

1.3.2 Принципиальная схема устройства мощения парковочного «кармана» с применением газонной решетки

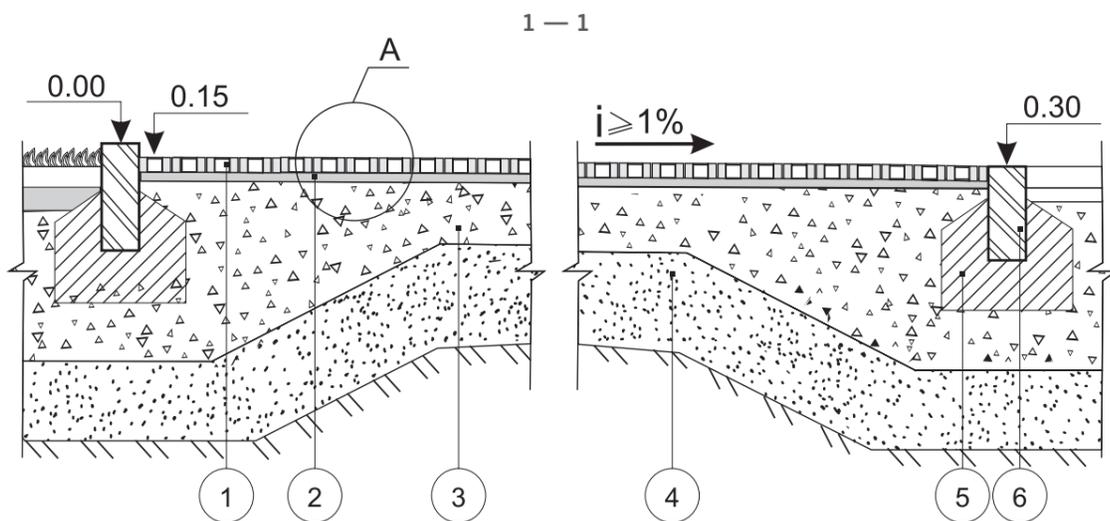


1 — мощение из камней «Брусчатка» (толщина 80 мм), рисунком «ёлочка 90°» в проходах между машиноместами; 2 — газонная решетка РГ «Турфстоун» (толщина 80 мм); 3 — бортовой камень БР.100.30.15.

Комментарий

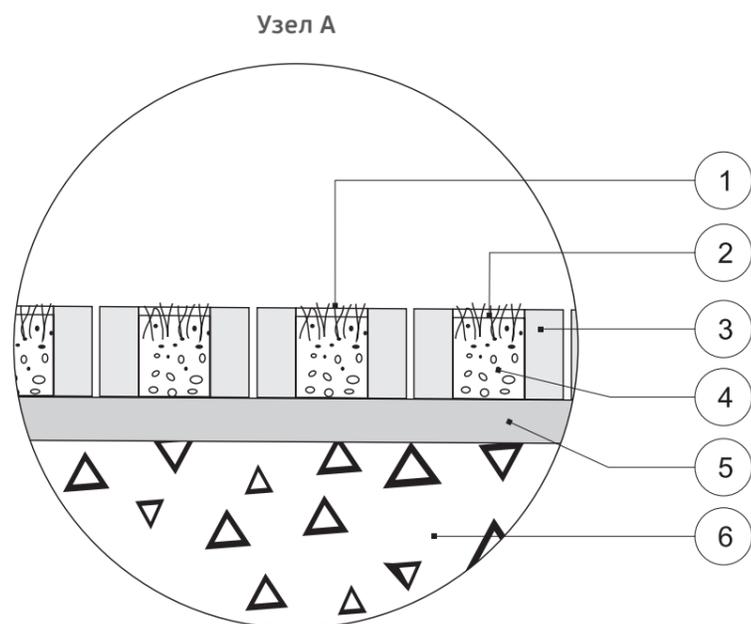
Для удобства проходы между стояночными местами выполнены в виде сплошного покрытия из камней мощения «Брусчатка». Типовые схемы размещения и обустройства мест стоянки (парковки) транспортных средств инвалидов приведены в ОДМ 218.2.007-2011 (Приложение Б). Для инвалидов предусмотрены расширенные проходы между автомобилями.

Сечение



1 — газонная решетка РГ «Турфстоун» с заполнением ячеек смесью растительного грунта и мелкого гравия; 2 — подстилающий слой (смесь песка с грунтом); 3 — несущий слой из щебня фр. 20..40 мм с расклинцовкой; 4 — дополнительный слой основания из песка; 5 — бетон; 6 — бортовой камень.

Узлы



1 — растительность; 2 — верхний слой почвы; 3 — решетка газонная РГ «Турфстоун»; 4 — растительный грунт с мелким щебенем или гравием (фр. 5..10 max); 5 — подстилающий слой (смесь песка с растительным грунтом); 6 — несущий слой основания из щебня фр. 20..40 с расклинцовкой.

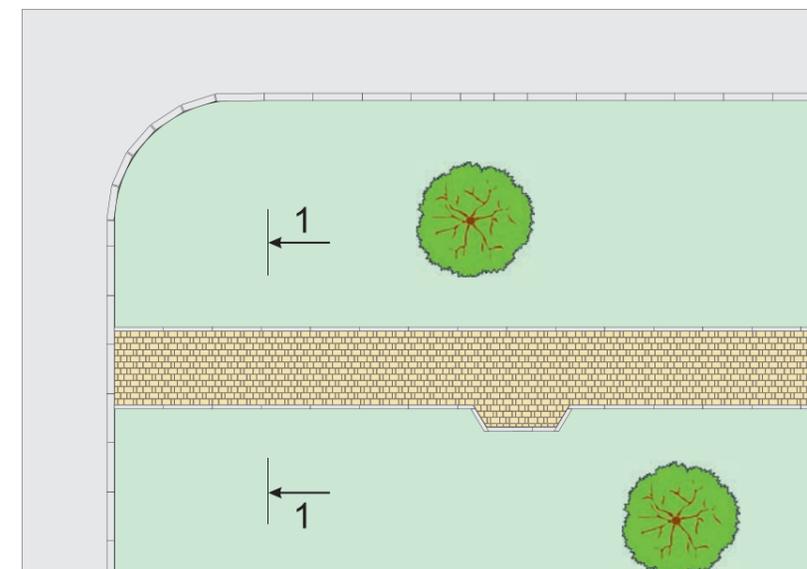
1.4 Пешеходные пути

1.4.1 Описание

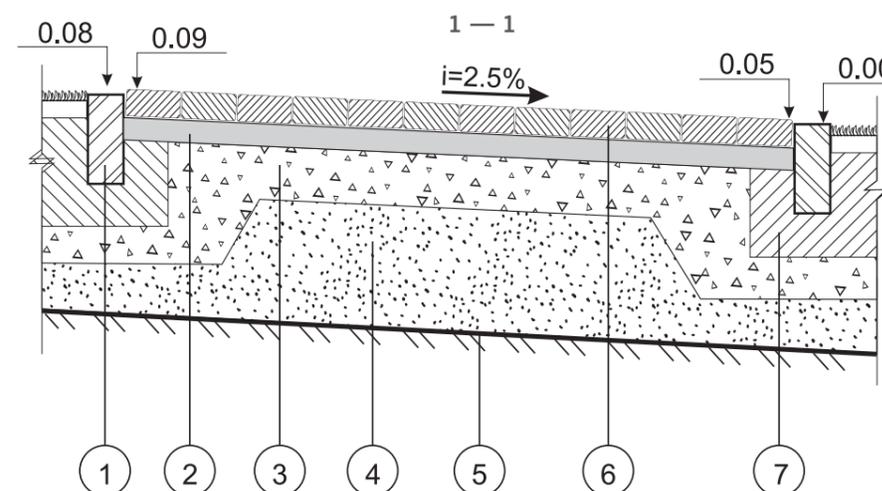
Для устройства покрытий пешеходных путей могут использоваться разнообразные изделия для мощения — камни и плиты без каких-либо ограничений по рисунку мощения. По обеим сторонам путей могут быть предусмотрены полосы мощения, отличного от основного материала дорожного покрытия для лучшей ориентации слабовидящих людей. Ширина мощения должна быть кратной размерам используемых изделий для исключения операций подрезки.

1.4.2 Принципиальная схема мощения пешеходных путей из камней 60 мм

План

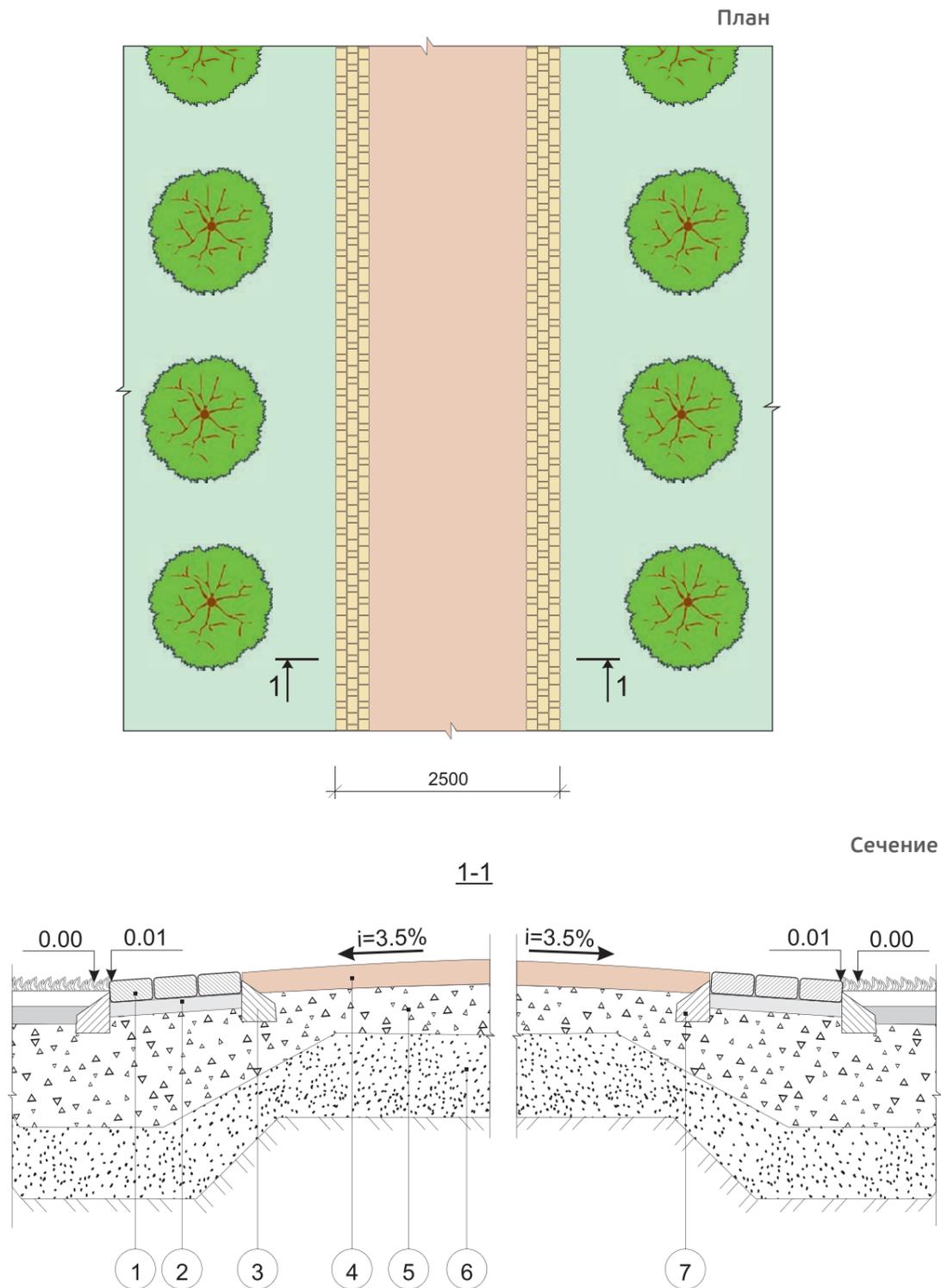


Сечение



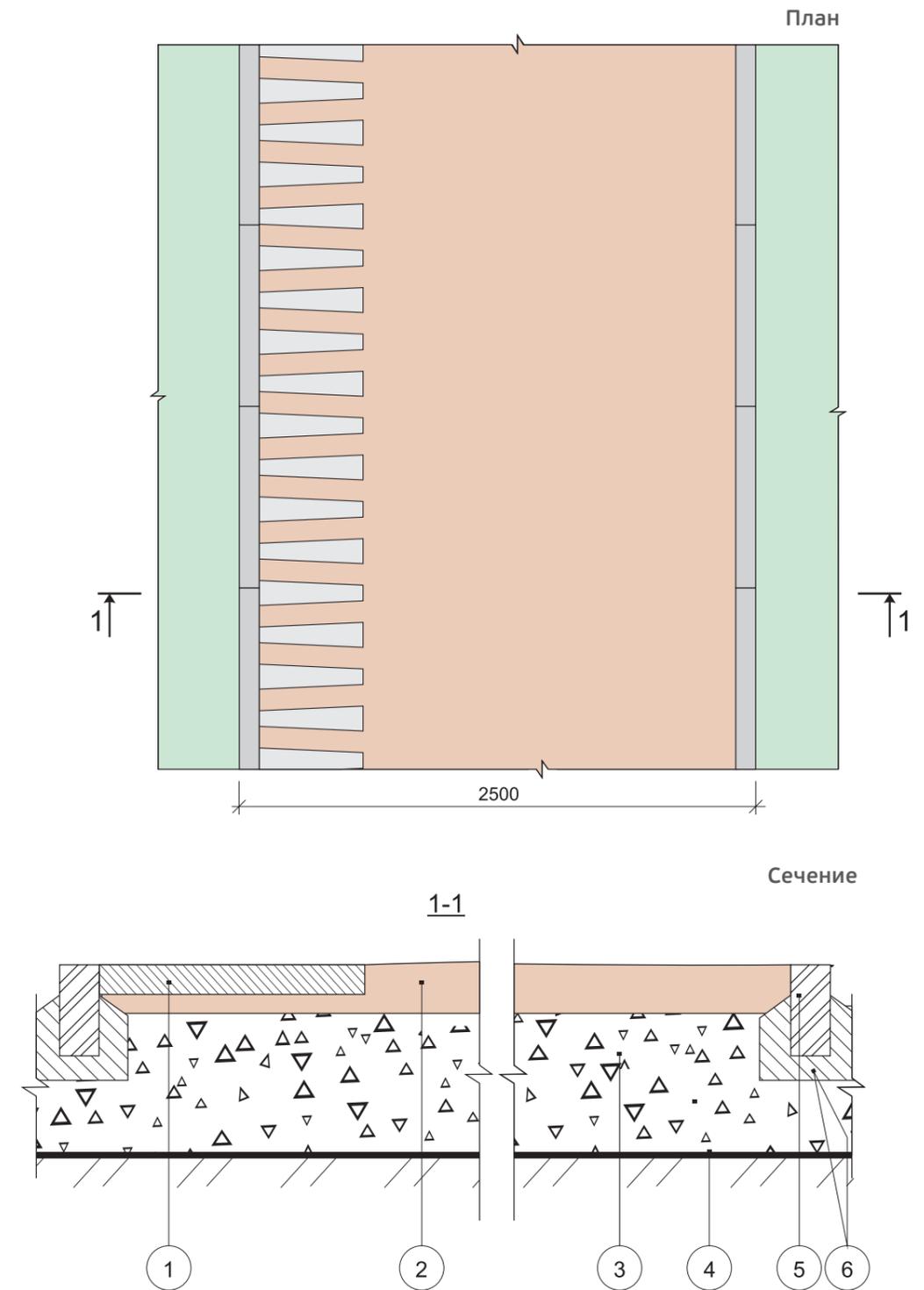
1 — мощение из камней «Старый город»; 2 — подстилающий слой из песка; 3 — несущий слой из щебня фр. 20..40 мм; 4 — дополнительный слой основания из песка; 5 — грунт земляного полотна; 6 — бортовой камень; 7 — бетон В15 (М 200).

1.4.3 Принципиальная схема устройства покрытия пешеходных путей с полосами из мощения



1 — мощение из камней «Старый город», 2 — подстилающий слой из песка; 3, 7 — закрепление краев бетоном; 4 — песок из отсевов дробления; 5 — щебень фр. 20..40 с расклинковкой; 6 — дополнительный слой основания из песка.

1.4.4 Принципиальная схема устройства покрытия пешеходных путей с пошаговой дорожкой из плит



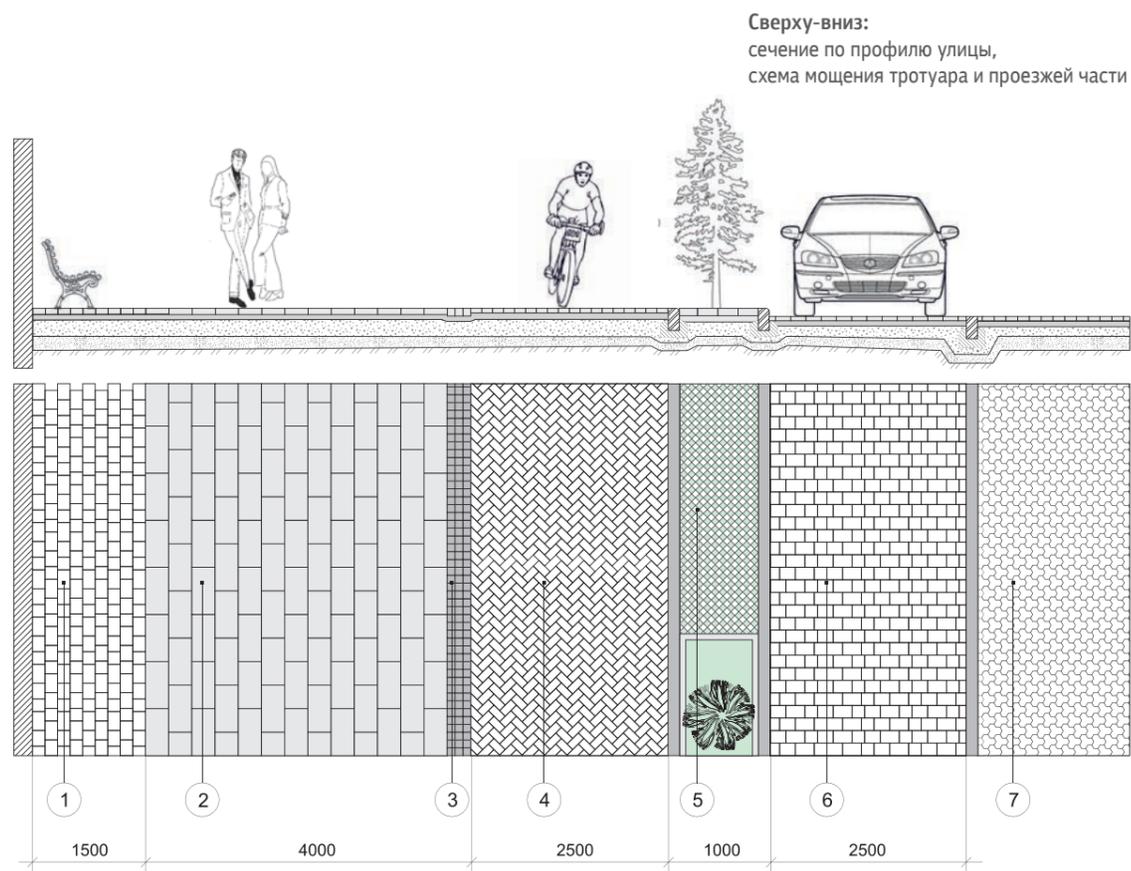
1 — плиты мощения «Долькис»; 2 — песок из отсевов дробления; 3 — несущий слой; 4 — грунт земляного полотна; 5 — бортовой камень БР 100.20.8.; 6 — бетон В15 (М 200).

1.5 Улично-дорожная сеть

1.5.1 Описание

Мощение следует использовать для обозначения элементов улиц — тротуаров, полос движения, парковок, мест остановок общественного транспорта. Например, на тротуарах: в фасадной, пешеходной, буферной зоне и зоне уличного оборудования могут быть использованы разнообразные изделия для мощения.

1.5.2 Принципиальная схема зонирования улицы средствами мощения



1 — мощение фасадной зоны из камней «Новый город»; 2 — мощение пешеходной зоны из плит «Мегаполис»; 3 — мощение из мелкоштучных бетонных или гранитных камней с целью отделения одной зоны движения (пешеходной) от другой (велодорожки); 4 — мощение «ёлочка 45°» к оси движения велосипедов для наилучшего движения; 5 — проницаемое мощение буферной из газонной решетки РГ «Турфстоун»; 6 — мощение парковочного «кармана» из камней «Новый город» поперечными рядами к оси движения автотранспорта; 7 — мощение проезжей части из камней Eskoo-Six.

1.6 Проницаемые покрытия

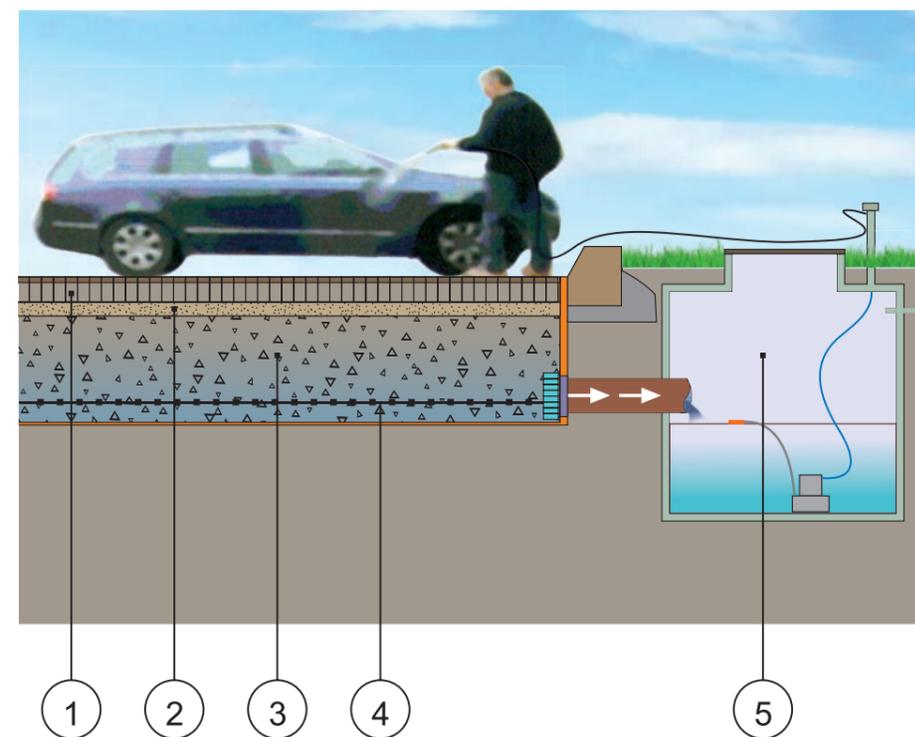
1.6.1 Описание

Водопроницаемые дорожные покрытия — один из способов регулирования дождевого стока. Они позволяют обрабатывать, накапливать и фильтровать дождевые воды.

В городах постепенная замена водопроницаемых дорожных покрытий на водонепроницаемые привела к отказу от естественного дренажа. Водонепроницаемые покрытия, например, асфальт, препятствуют впитыванию осадков на месте. В результате загрязненные дождевые стоки через подземные коллекторы нагружают муниципальную сточную систему.

Для устройства водопроницаемых дорожных покрытий применяются специальные виды камней мощения, которые укладываются в покрытие с увеличенными (дренирующими) швами или газонные решетки. Собранная вода может повторно использоваться, например, для полива газонов.

1.6.2 Принципиальная схема сбора и повторного использования воды



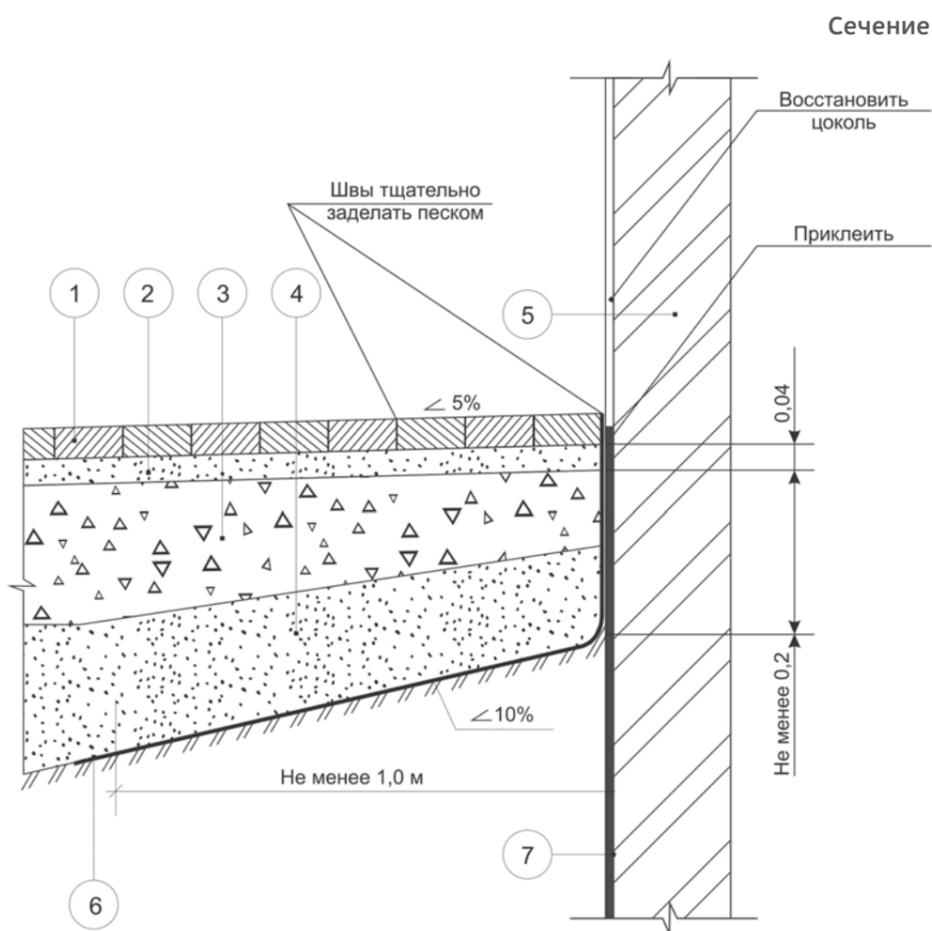
1 — водопроницаемое дорожное покрытие, например, из газонной решетки РГ «Турфстоун» с заполнением ячеек галькой; 2 — подстилающий слой; 3 — щебеночный слой; 4 — мембрана; 5 — колодец.

1.7. Отмостки

1.7.1 Описание

Дорожные покрытия из камней/плит мощения являются водопроницаемыми за счет большого количества швов. Через швы, в основание дорожной одежды поступает поверхностная вода, что способствует дополнительному увлажнению стен зданий и подтоплению подвалов. Поэтому, при устройстве мощения вдоль зданий следует предусматривать дополнительную гидроизоляцию с целью отведения поверхностной воды от фундамента. Водосточные трубы предпочтительно выводить в ливневую канализацию. Если этого не делается, то непосредственно под водосточную трубу устанавливается специальный приемный желоб («Водосток ПВУ»). Он препятствует вымыванию под воздействием дождевой воды швов в мощении и подстилающего слоя.

1.7.2 Принципиальная схема устройства дорожной одежды с покрытием из камней/плит мощения в зоне отмостки или фасадной зоне



1 — камни мощения, 2 — подстилающий слой из песка; 3 — несущий слой из щебня; 4 — дополнительный слой основания из песка; 5 — стена здания; 6 — гидроизоляционный слой; 7 — гидроизоляция фундамента.

Комментарий

Гидроизоляцию от стены под слою основания дорожной одежды нужно заводить с компенсирующей складкой, для избегания её разрыва при развитии осадки здания. В качестве гидроизоляции могут быть использованы профилированные мембраны.

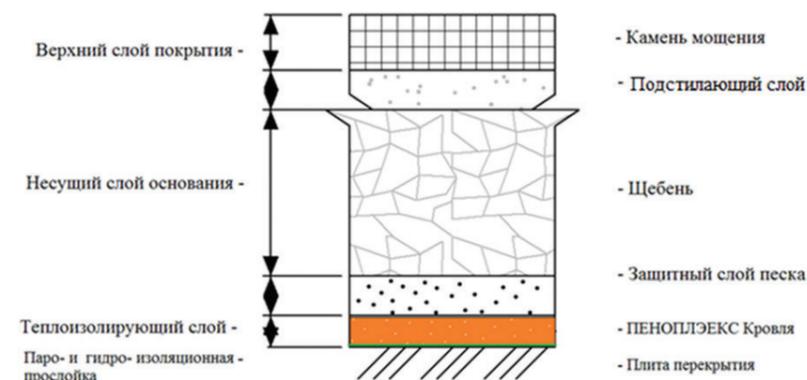
1.8 Эксплуатируемые кровли

1.8.1 Описание

Плоские эксплуатируемые кровли дают возможность освоения дополнительных площадей зданий под автостоянки, пешеходные зоны и озеленение. Как правило, в качестве дорожного покрытия эксплуатируемых кровель применяется мощение. 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 воронок..

1.8.2 Принципиальные схемы эксплуатируемых кровель

Сечение инверсионной эксплуатируемой кровли

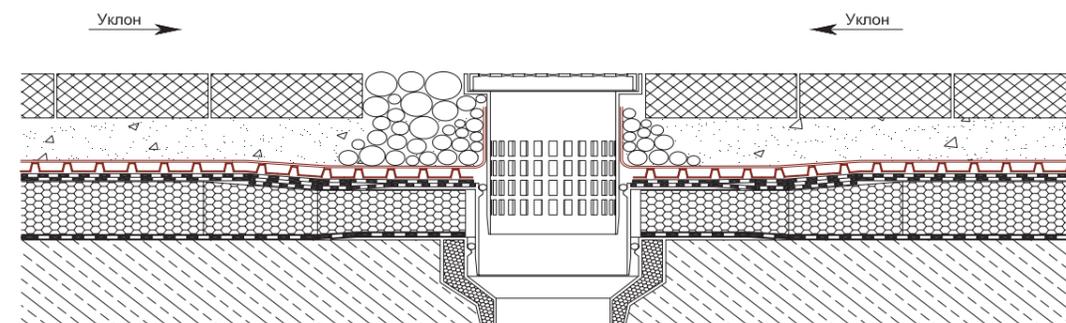


Комментарий

В инверсионных кровлях утеплитель располагается над гидроизоляционным слоем. В качестве несущего основания под мощение может использоваться щебень и легкие бетоны (керамзитобетон, пенобетон).

Толщины конструктивных слоев эксплуатируемой кровли с возможностью заезда автомобилей с осевой нагрузкой меньше или равной 1,5 т / ось

Основание	Толщина слоев (см) из камней мощения h_k , щебня $h_{щ}$, песка $h_{пес}$ и плит ПЕНОПЛЭКС® Кровля, $h_{пп}$			
	h_k	$h_{щ}$	$h_{пес}$	$h_{пп}$
ж/б плита перекрытия	4	12	5	5



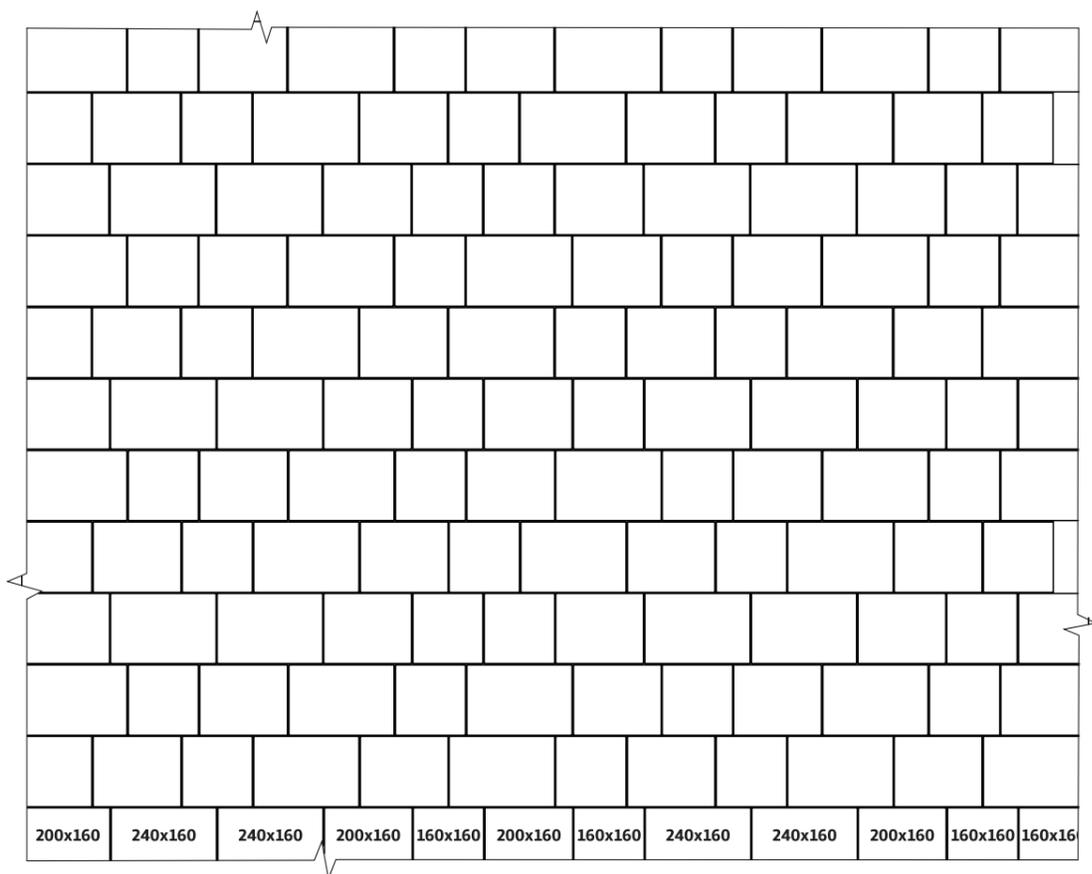
Комментарий

Для отвода воды под подстилающим слоем используется геомембрана DELTA-TERRAX.

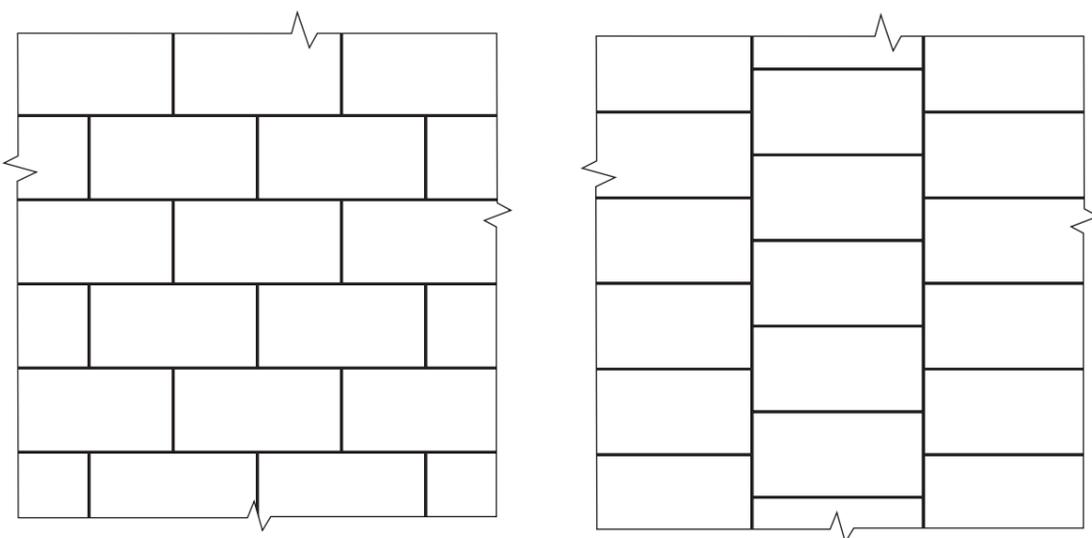
1.9 Примеры раскладок камней/плит мощения

План раскладки камней мощения «Новый город»

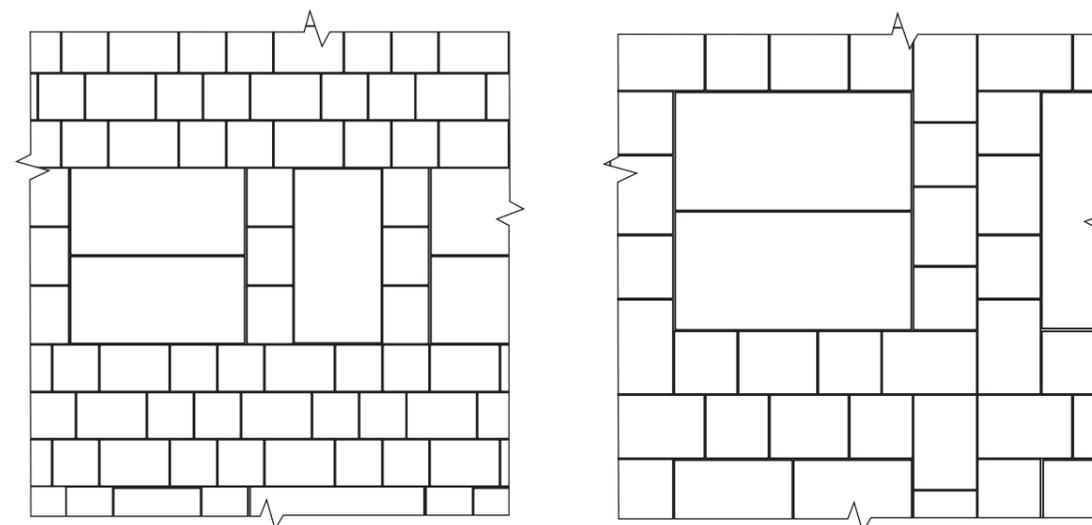
(комплект камней, мм: 160x160x80 / 200x160x80 / 240x160x80)



План раскладки плит мощения «Мегаполис» (600x300x80 мм)

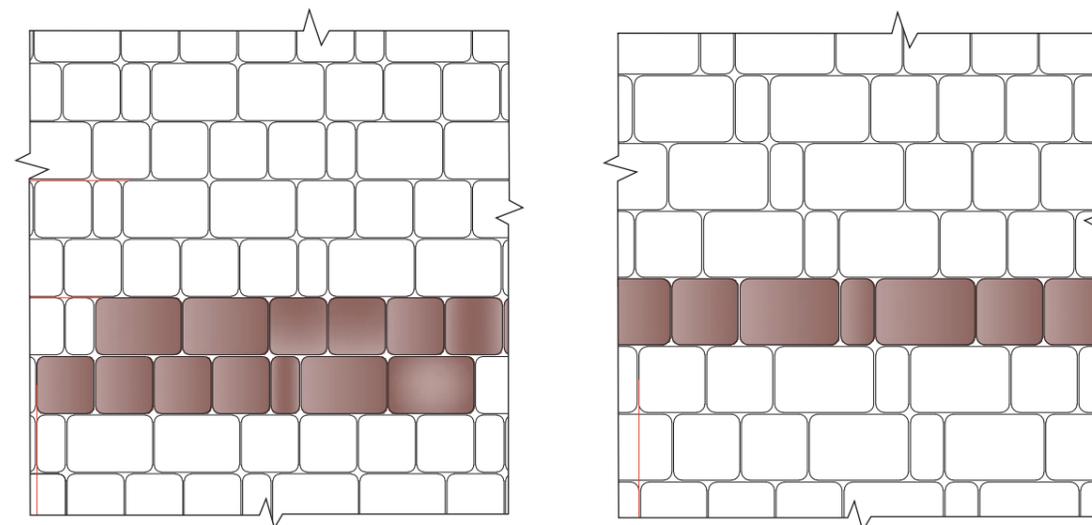


План раскладки камней «Новый город» и плит «Мегаполис»



План раскладки камней мощения «Старый город»

(комплект камней (мм): 60x120x60 / 120x120x60 / 180x120x60)



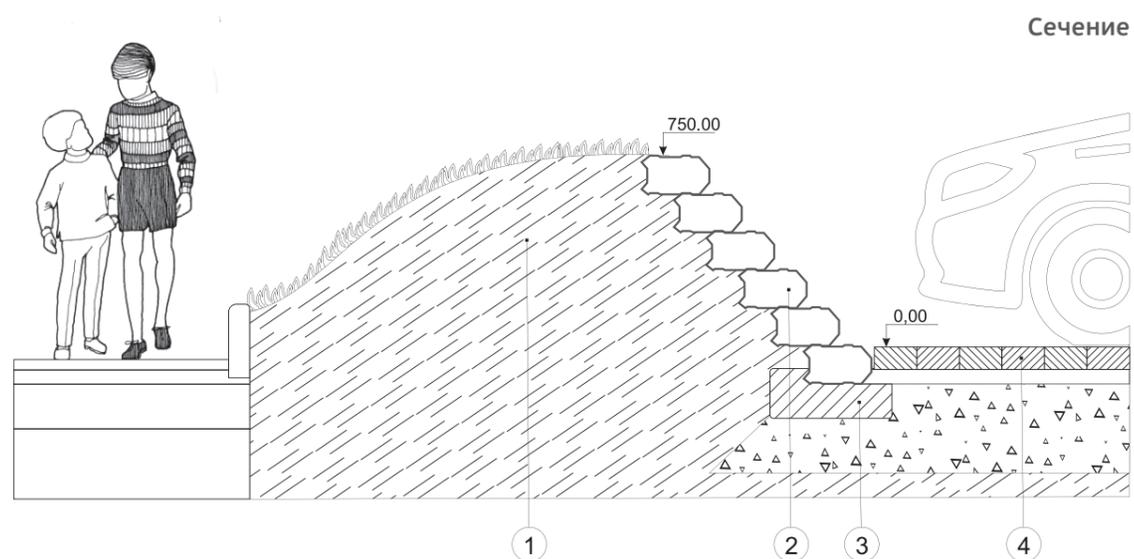
2. ПЛАНИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

2.1 Подпорные стенки

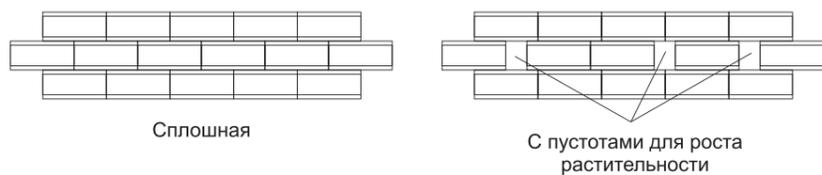
2.1.1 Описание

Структурирование рельефа с применением подпорных стенок из геоблоков способно повысить привлекательность склона для целей отдыха. Интервалы между блоками могут быть заполнены растительностью, что позволяет сохранить природные приоритеты ситуации. Подпорные стенки могут выступать в качестве ландшафтного средства обозначения границы стоянки, визуально сокращая восприятие стоящих автомобилей в панораме улицы.

2.1.2 Принципиальная схема экранирования стоянки преобразованным рельефом



Варианты кладки геоблоков



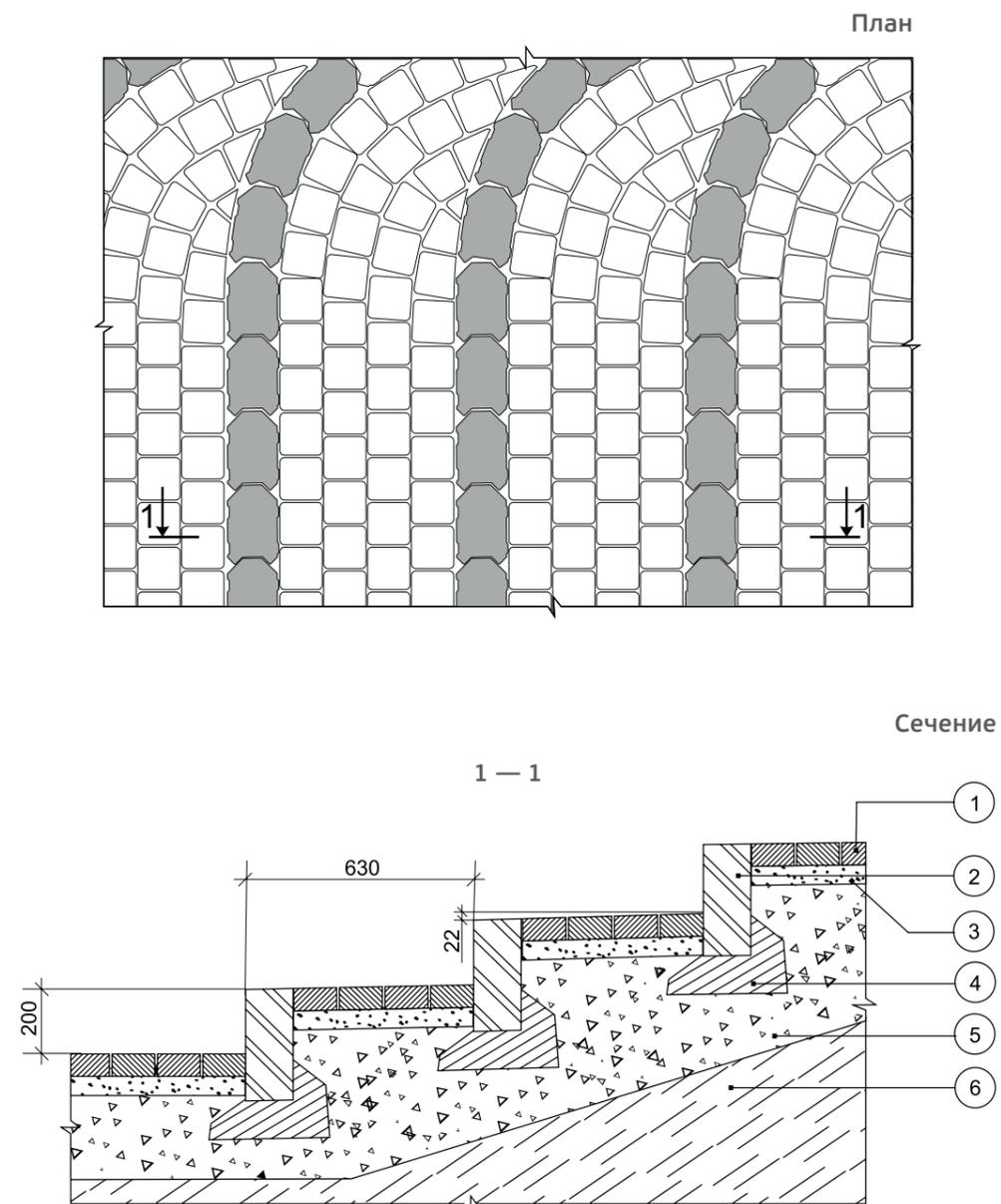
1 — растительный грунт; 2 — «Геоблок»; 3 — фундамент; 4 — мощение.

2.2. Лестницы

2.2.1 Описание

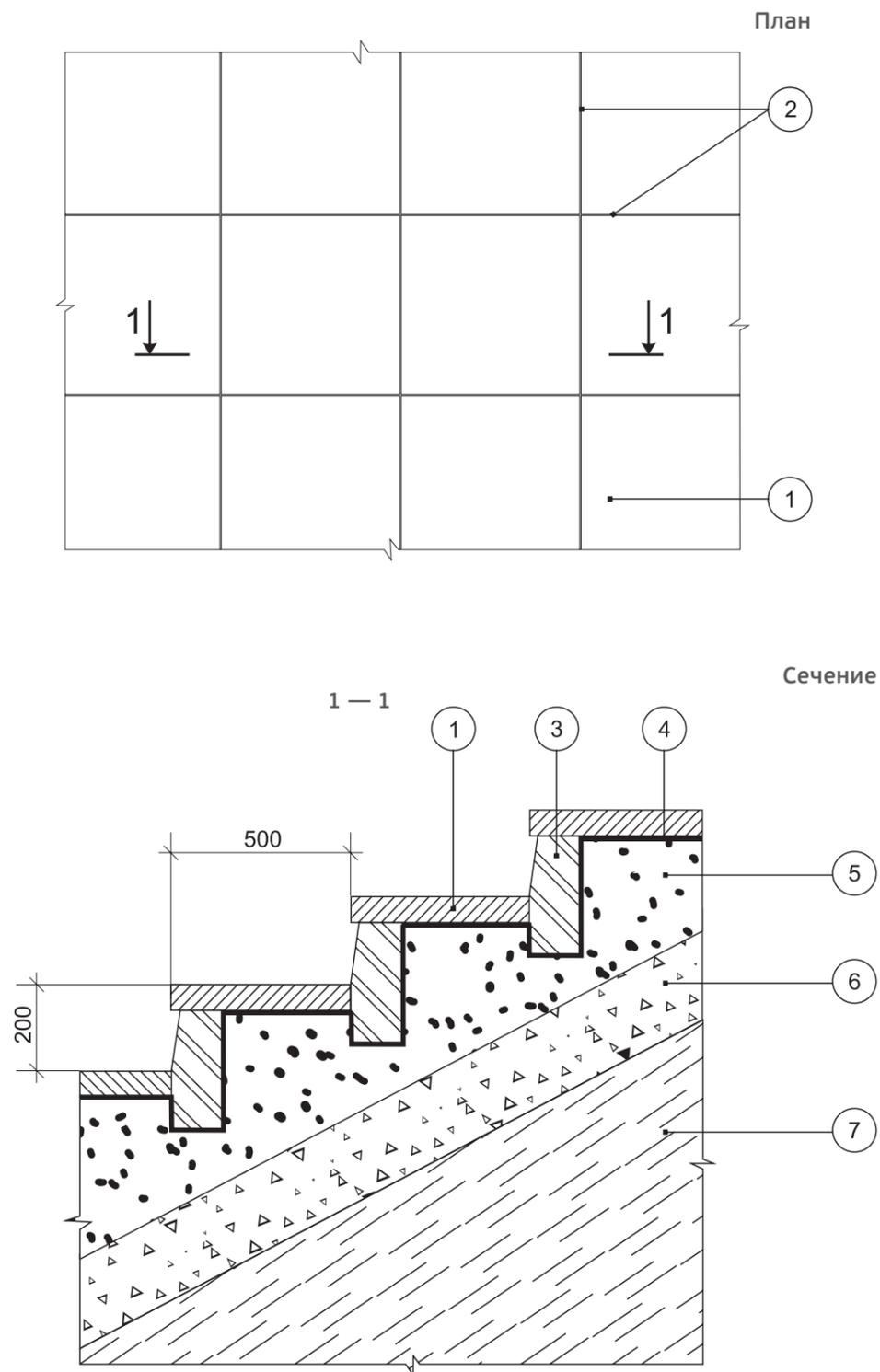
Лестничные спуски — один из обязательных компонентов ландшафта, возникающих при работе со склоновыми ситуациями. Имеющийся ассортимент изделий для мощения позволяет создавать различные варианты ступеней — параллельные, дугообразные, веерные. Перед лестничным маршем рекомендуем устанавливать водосборный лоток.

2.2.2 Принципиальная схема устройства лестницы с дугообразными ступенями



1 — камни мощения «Классика»; 2 — «Геоблок»; 3 — подстилающий слой из песка; 4 — фундамент; 5 — несущий слой (например, щебень фр. 20..40 с расклиновкой); 6 — грунт земляного полотна.

2.2.3 Принципиальная схема устройства лестницы с параллельными ступенями



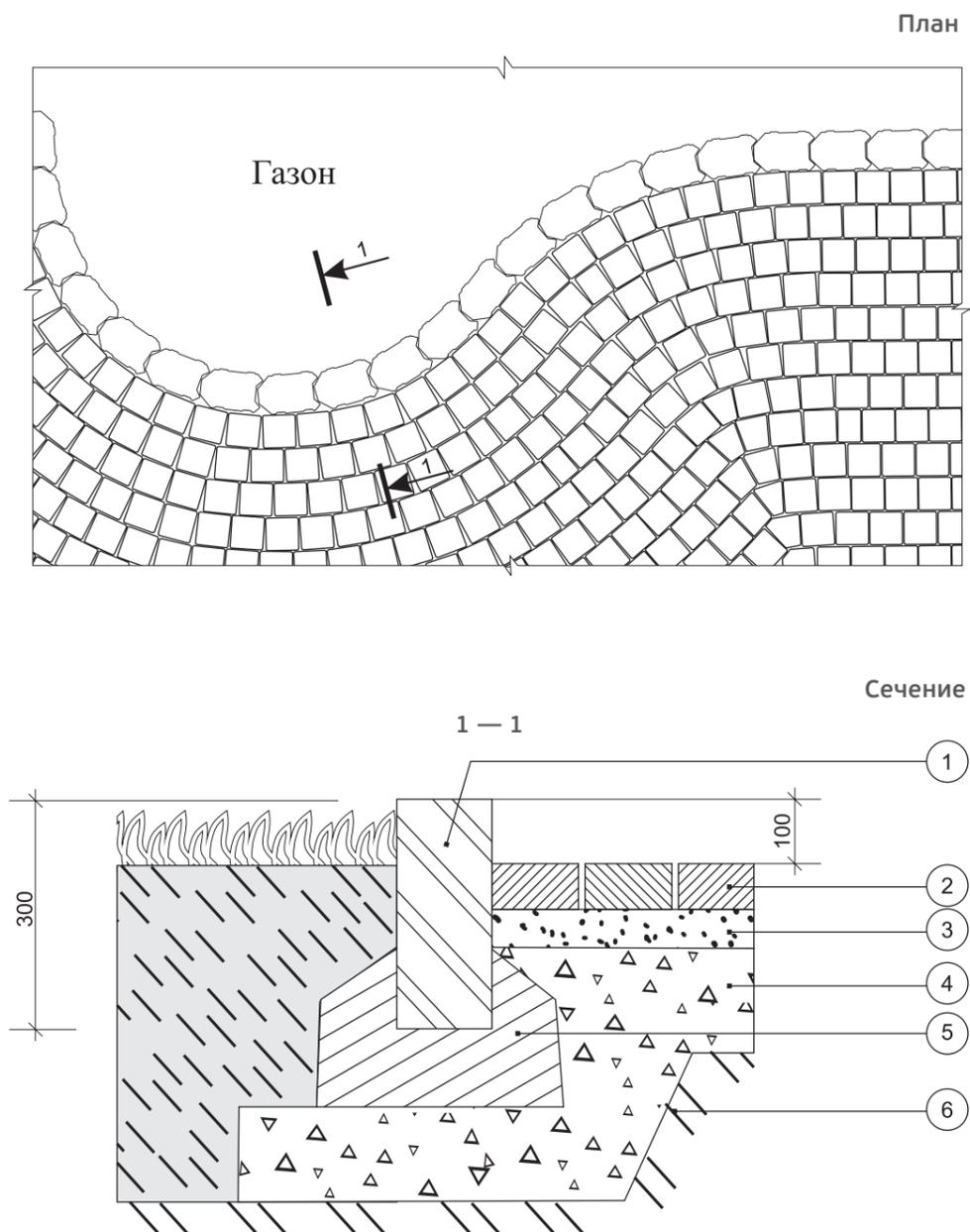
1 — плита мощения «Квадратиш-50»; 2 — заполнение швов между плитами трассовым водопроницаемым раствором PFK; 3 — бортовой камень БР 100.30.15; 4 — трассовый адгезионный раствор TNH-flex; 5 — трассовый дренажный раствор TDM; 6 — основание из щебня фр. 20..40 с расклинцовкой; 7 — грунт земляного полотна.

2.3 Газонные ограждения

2.3.1 Описание

Стандартные бортовые камни плохо подходят для устройства плавных изгибов ограждений газонов. Они требуют припилки и, в конечном счете, выглядят не эстетично. Одна из альтернатив — использование «Геоблока», который устанавливается вертикально и позволяет создавать плавные изогнутые линии.

2.3.2 Принципиальная схема устройства газонного ограждения



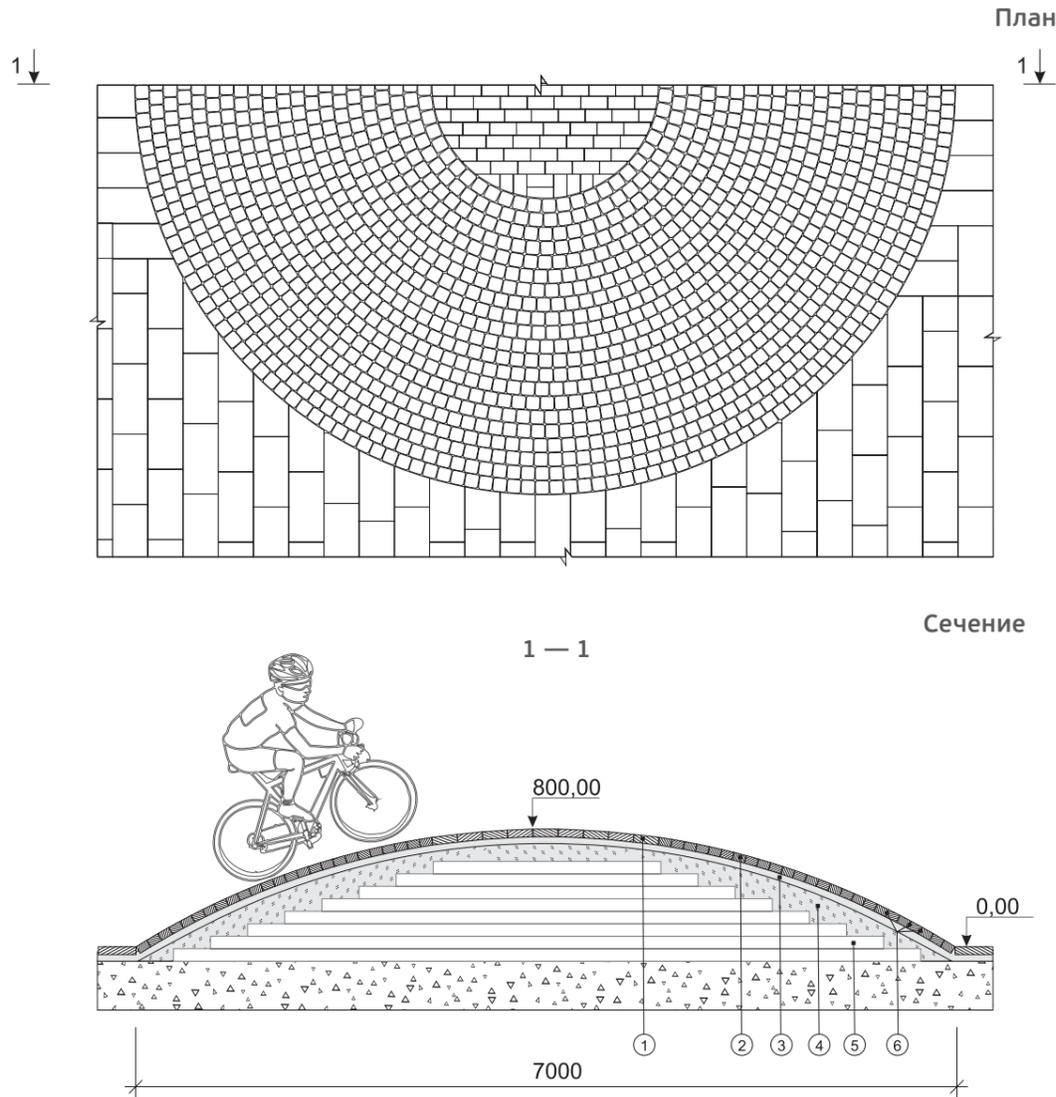
1 — «Геоблок»; 2 — мощение; 3 — подстилающий слой из песка; 4 — щебень фр. 20..40 с расклинцовкой; 5 — фундамент; 6 — грунт земляного полотна.

2.4 Геопластика

2.4.1 Описание

Геопластика — современное направление в ландшафтном дизайне, прием художественного преобразования поверхности земли, предусматривающий искусственное создание или изменение рельефа. Геопластика из мощения может быть использована на детских и спортивных площадках для сценариев активных игр. Закрепление элементов мощения предпочтительно осуществлять специальными растворами на основе вяжущих.

2.4.2 Принципиальная схема геопластики с применением мощения



1 — покрытие из камней мощения «Брусчатка»; 2 — покрытие из камней мощения «Классика»; 3 — подстилающий слой; 4 — несущий слой; 5 — экструзионный пенополистирол; 6 — заполнение швов между камнями (песок или раствор для на основе вяжущих).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Примеры расчета дорожной одежды с покрытием из камней/плит мощения

1. РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

ТАБЛИЦА ПЗ.1

Расчётные характеристики нагрузки (ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд»)

	Стоянка	Проезды	Усиленные проезды
Частота приложения нагрузки	7300 ед.	15700 ед.	110000 ед.
Нагрузка на ось	50 кН	50 кН	100 кН

ТАБЛИЦА ПЗ.2

Характеристики геосинтетических материалов (ОДМ 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог»)

Вид материала	Прочность на продавливание	Предел прочности	Удлинение при разрыве
Геотекстиль	≥ 1 кН	≥ 5 кН	≥ 20%
Георешётка полиэфирная	Не нормируется	≥ 50 кН	≤ 15%

ТАБЛИЦА ПЗ.3

Расчётный модуль упругости покрытия из камней мощения в зависимости от категории городской улицы или дороги (см. «Руководство по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге». Мэрия Санкт-Петербурга, 1996 г.).

Кпр	1
E_1	1620

E_1 — расчётный модуль упругости для клинкерных камней простой формы с плоскими гранями (без горизонтальной связи); Кпр — коэффициент прочности дорожной одежды (магистральные улицы общегородского значения).

ТАБЛИЦА ПЗ.4

Свойства грунта и дорожно-строительных материалов

Вид материала	E , МПа	ρ , кг/м ³	Купл	$\varphi_{стас}^\circ$	$\varphi_{дин}^\circ$	$c_{стат}$, МПа	$c_{дин}$, МПа
Грунт насыпной, уплотнённый	45,6	1850	1	31	27	0,005	0,0045
Песок средней крупности	120	1950	1	32	30	0,004	0,004
Щебень фр. 20..40 мм легкоуплотняемый с заклиной мелким щебнем фр. 5..10	270	1600	1	н/н	н/н	н/н	н/н

Обозначения: E , МПа — модуль упругости; ρ , кг/м³ — плотность; Купл — коэффициент уплотнения; φ° — угол внутреннего трения; c , МПа — сцепление.

2. Пример расчета в программе IndogPavement 9 конструкции дорожной одежды проезда (например: автопарковка, дорога в малоэтажной застройке) с покрытием из камней мощения толщиной (высотой) 80 мм

Расчёт конструкции дорожной одежды

Исходные данные

Название объекта: Проезды
 Выполняемые расчёты: На упругий прогиб, сдвиг, изгиб, стат. нагрузку, морозоустойчивость
 Дорожно-климатическая зона: II - подзона 1
 Схема увлажнения: Схема 1

Расчётная влажность грунта

Среднее многолетнее значение относительной влажности грунта $W_{\text{таб}} = 0,65$

Коэффициент нормированного отклонения $t = 1,32$ [1, табл. П.4.2]

Тип местности по рельефу: Равнинный

Поправка на особенности рельефа территории $\Delta_1 W = 0$ [1, табл. П.2.2]

Поправка на конструктивные особенности проезжей части и обочин $\Delta_2 W = 0$ [1, табл. П.2.3]

Поправка на влияние суммарной толщины стабильных слоёв дорожной одежды $\Delta_3 = 0$ [1, номогр. П.2.1]

$W_p = (W_{\text{таб}} + \Delta_1 W - \Delta_2 W) \times (1 + 0,1 \times t) - \Delta_3 = (0,65 + 0 - 0) \times (1 + 0,1 \times 1,32) - 0 = 0,74$
 [1, формула П.2.1]

Коэффициент уплотнения грунта: 1,00

Глубина промерзания грунтов, м: 1,93

Средняя многолетняя глубина промерзания, м: 1,40

Проектные данные

Техническая категория дороги: IV категория

Тип дорожной одежды: Капитальный

Требуемые коэффициенты прочности при заданной надёжности $K_n = 0,9$ [1, табл. 3.1]:

Требуемый $K_{\text{пр}}$ (упругий прогиб): 1,1

Требуемый $K_{\text{пр}}$ (сдвиг, изгиб): 0,94

Коэффициент нормированного отклонения $t = 1,32$

Расчётный срок службы $T_{\text{сл}}$, лет: 10

Ширина проезжей части, м: 7,5

Расчётная нагрузка

Давление в шине p , МПа: 0,60

Диаметр отпечатка шины $D_{\text{днн}}$, см: 26,00

Статическая нагрузка на ось Q , кН: 50,00

Суммарное число приложений нагрузки

$\sum N_p = 15700$ ед.

Требуемый модуль упругости

$$E_{\text{тр}} = 98,65 \times (\lg \sum N_p - c) = 98,65 \times (\lg 15700 - 3,55) \approx 63,72 \text{ МПа}$$

Проезды (8см)

1) Конструктивный слой №1: 8,0 см

Камень мощения, $E = 1620,0$ МПа

2) Конструктивный слой № 2: 5,0 см

Подстилайный слой из песка крупного, $E = 120,0$ МПа

3) Конструктивный слой № 3: 23,0 см

Щебень фракционированный 20..40 мм легкоуплотняемый с заклиной фракционированным мелким щебнем фр.5..10, $E = 270,0$ МПа

4) Конструктивный слой № 4: 20,0 см

Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%

$E = 120,0$ МПа, $\phi = 29,87^\circ$, $\phi_{\text{стат.}} = 32,00^\circ$, $c = 0,00300$ МПа

Геотекстиль (прочность на статическое продавливание не менее 1кН)

Грунт земляного полотна

Грунт насыпной, уплотнённый

$E = 45,6$ МПа, $\phi = 25,94^\circ$, $\phi_{\text{стат.}} = 31,00^\circ$, $c = 0,00400$ МПа

Расчёт на упругий прогиб

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведём послойно, начиная с грунта.

[1, номогр. 3.1]

$$\frac{E_n}{E_b} = \frac{E_4}{E_3} = \frac{45,6}{120} = 0,38; \quad \frac{h_b}{D} = \frac{h_4}{D} = \frac{20}{26} = 0,77; \quad \frac{E_{\text{пов}}}{E_b} = \frac{E_3^{\text{пов}}}{E_4} \approx 0,6312$$

$$E_{\text{пов}}^3 = 0,6312 \times 120 = 75,74 \text{ МПа}$$

[1, номогр. 3.1]

$$\frac{E_n}{E_b} = \frac{E_3}{E_2} = \frac{75,74}{270} = 0,28; \quad \frac{h_b}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{23}{26} = 0,88; \quad \frac{E_{\text{пов}}}{E_b} = \frac{E_2^{\text{пов}}}{E_3} \approx 0,5658$$

$$E_{\text{пов}}^2 = 0,5658 \times 270 = 152,77 \text{ МПа}$$

[1, номогр. 3.1]

$$\frac{E_n}{E_b} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{152,77}{120} = 1,27; \quad \frac{h_b}{D} = \frac{h_2}{D} = \frac{5}{26} = 0,19; \quad \frac{E_{\text{пов}}}{E_b} = \frac{E_1^{\text{пов}}}{E_2} \approx 0,9$$

$$E_{\text{пов}}^1 = 0,9 \times 120 = 108 \text{ МПа}$$

[1, номогр. 3.1]

$$\frac{E_n}{E_b} = \frac{E_1}{E_0} = \frac{108}{1620} = 0,07; \quad \frac{h_b}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{8}{26} = 0,31; \quad \frac{E_{\text{пов}}}{E_b} = \frac{E_0^{\text{пов}}}{E_1} \approx 0,1193$$

$$E_{\text{пов}}^0 = 0,1193 \times 1620 = 193,27 \text{ МПа}$$

Расчёт понижающего коэффициента согласно ОДМ 218.5-003-2010

Общий модуль упругости на поверхности грунтовых слоёв $E_0 = 45,6$ МПа

$$E_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^4 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^4 h_i} = \frac{1620 \times 8 + 120 \times 5 + 270 \times 23 + 120 \times 20}{8 + 5 + 23 + 20} = 395,89 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{\text{ср.}}}{E_0} = \frac{395,9}{45,6} = 8,68 \quad \frac{h}{d} = \frac{20}{26} = 0,77$$

$$\alpha = 0,97$$

$$E_{пов} = E_{пов}^0 \times \alpha^{-1} = 193,27 \times 0,97^{-1} = 199,24$$

$$K_{расч} = \frac{E_{пов}}{E_{тр}} = \frac{199,24}{63,72} = 3,13; \quad \frac{K_{расч} - K_{тр}}{K_{тр}} \times 100\% = \frac{3,13 - 1,1}{1,1} \times 100\% = 184,55\%$$

Расчёт на сдвигустойчивость

Конструктивный слой № 4

Материал: Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%

$E = 120,0$ МПа, $\phi = 29,87^\circ$, $\phi_{стат.} = 32,00^\circ$, $c = 0,00300$ МПа

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 3.12]:

$$E_v = \frac{\sum_{i=1}^3 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^3 h_i} = \frac{1620 \times 8 + 120 \times 5 + 270 \times 23}{8 + 5 + 23} = 549,2 \text{ МПа}$$

Удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки [1, номогр. 3.2, 3.3]:

$$\frac{E_v}{E_{общ}} = \frac{549,2}{75,7} = 7,25; \quad \frac{h_v}{D} = \frac{36}{26} = 1,38; \quad \tau_n \approx 0,0199 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 3.13]

$$T = \tau_n \times p = 0,0199 \times 0,6 = 0,0119 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 3$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{он} = 8 + 5 + 23 = 36 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{ср} = \frac{1500 \times 8 + 1500 \times 5 + 1600 \times 23}{8 + 5 + 23} = 1564 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,0016 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 3.14]

$$T_{пр} = k_d \times c_n + 0,1 \times \gamma_{ср} \times z_{он} \times tg\phi_{стат.} = 3 \times 0,003 + 0,1 \times 0,0016 \times 36 \times tg32^\circ \approx 0,0125 \text{ МПа}$$

$$K_{расч} = \frac{T_{пр}}{T} = \frac{0,0125}{0,0119} = 1,05; \quad \frac{K_{расч} - K_{тр}}{K_{тр}} \times 100\% = \frac{1,05 - 0,94}{0,94} \times 100\% = 11,7\%$$

Грунт земляного полотна

Материал: Грунт насыпной, уплотнённый

$E = 45,6$ МПа, $\phi = 25,94^\circ$, $\phi_{стат.} = 31,00^\circ$, $c = 0,00400$ МПа

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 3.12]:

$$E_v = \frac{\sum_{i=1}^4 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^4 h_i} = \frac{1620 \times 8 + 120 \times 5 + 270 \times 23 + 120 \times 20}{8 + 5 + 23 + 20} = 395,9 \text{ МПа}$$

Удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки [1, номогр. 3.2, 3.3]:

$$\frac{E_v}{E_{общ}} = \frac{395,9}{45,6} = 8,68; \quad \frac{h_v}{D} = \frac{56}{26} = 2,15; \quad \tau_n \approx 0,0093 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 3.13]

$$T = \tau_n \times p = 0,0093 \times 0,6 = 0,0056 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 3$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{он} = 8 + 5 + 23 + 20 = 56 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{ср} = \frac{1500 \times 8 + 1500 \times 5 + 1600 \times 23 + 1950 \times 20}{8 + 5 + 23 + 20} = 1702 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,0017 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 3.14]

$$T_{пр} = k_d \times c_n + 0,1 \times \gamma_{ср} \times z_{он} \times tg\phi_{стат.} = 3 \times 0,004 + 0,1 \times 0,0017 \times 56 \times tg31^\circ \approx 0,0177 \text{ МПа}$$

$$K_{расч} = \frac{T_{пр}}{T} = \frac{0,0177}{0,0056} = 3,19; \quad \frac{K_{расч} - K_{тр}}{K_{тр}} \times 100\% = \frac{3,19 - 0,94}{0,94} \times 100\% = 239,4\%$$

Расчёт на статическую нагрузку

Конструктивный слой № 4

Материал: Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%

$E = 120,0$ МПа, $\phi = 29,87^\circ$, $\phi_{стат.} = 32,00^\circ$, $c = 0,00300$ МПа

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 3.12]:

$$E_v = \frac{\sum_{i=1}^3 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^3 h_i} = \frac{1620 \times 8 + 120 \times 5 + 270 \times 23}{8 + 5 + 23} = 549,2 \text{ МПа}$$

Удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки [1, номогр. 3.2, 3.3]:

$$\frac{E_v}{E_{общ}} = \frac{549,2}{75,7} = 7,25; \quad \frac{h_v}{D} = \frac{36}{23} = 1,57; \quad \tau_n \approx 0,0137 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 3.13]

$$T = \tau_n \times p = 0,0137 \times 0,6 = 0,0082 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 3$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{он} = 8 + 5 + 23 = 36 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{ср} = \frac{1500 \times 8 + 1500 \times 5 + 1600 \times 23}{8 + 5 + 23} = 1564 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,0016 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 3.14]

$$T_{пр} = k_d \times c_n + 0,1 \times \gamma_{ср} \times z_{он} \times tg\phi_{стат.} = 3 \times 0,004 + 0,1 \times 0,0016 \times 36 \times tg32^\circ \approx 0,0155 \text{ МПа}$$

$$K_{расч} = \frac{T_{пр}}{T} = \frac{0,0155}{0,0082} = 1,89; \quad \frac{K_{расч} - K_{тр}}{K_{тр}} \times 100\% = \frac{1,89 - 0,94}{0,94} \times 100\% = 101,1\%$$

Грунт земляного полотна

Материал: Грунт насыпной, уплотнённый

$E = 45,6$ МПа, $\phi = 25,94^\circ$, $\phi_{стат.} = 31,00^\circ$, $c = 0,00400$ МПа

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 3.12]:

$$E_v = \frac{\sum_{i=1}^4 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^4 h_i} = \frac{1620 \times 8 + 120 \times 5 + 270 \times 23 + 120 \times 20}{8 + 5 + 23 + 20} = 395,9 \text{ МПа}$$

Удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки [1, номогр. 3.2, 3.3]:

$$\frac{E_v}{E_{\text{общ}}} = \frac{395,9}{45,6} = 8,68; \quad \frac{h_v}{D} = \frac{56}{23} = 2,43; \quad \tau_n \approx 0,0067 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 3.13]

$$T = \tau_n \times p = 0,0067 \times 0,6 = 0,004 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 3$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{\text{оп}} = 8 + 5 + 23 + 20 = 56 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{1500 \times 8 + 1500 \times 5 + 1600 \times 23 + 1950 \times 20}{8 + 5 + 23 + 20} = 1702 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,0017 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 3.14]

$$T_{\text{пр}} = k_d \times c_n + 0,1 \times \gamma_{\text{ср}} \times z_{\text{оп}} \times tg\phi_{\text{стат.}} = 3 \times 0,005 + 0,1 \times 0,0017 \times 56 \times tg31^\circ \approx 0,0207 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{T_{\text{пр}}}{T} = \frac{0,0207}{0,004} = 5,16; \quad \frac{K_{\text{расч}} - K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} \times 100\% = \frac{5,16 - 0,94}{0,94} \times 100\% = 448,9\%$$

Расчёт на изгиб

Расчёт не может быть произведён, так как в конструкции верхний слой не является монолитным.

Результаты расчёта на морозоустойчивость

Материал грунта: Грунт насыпной, уплотнённый

Группа грунта по степени пучинистости 2

Высота насыпи 2 м, уровень грунтовых вод 2 м, толщина конструкции 0,56 м

Глубина грунтовых вод (от низа дорожной одежды) $H_y = 2 \text{ м} + 2 \text{ м} - 0,56 \text{ м} = 3,44 \text{ м}$

Величина морозного пучения при усреднённых условиях и глубине промерзания 1,93 м [1, номогр. 4.3]

$l_{\text{пуч.ср.2}} = 3,96 \text{ см}$

Коэффициент, учитывающий влияние расчётной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод [1, номогр. 4.1]

$K_{\text{угв}} = 0,4428$

Коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя [1, табл. 4.4]

$K_{\text{пл}} = 1$

Коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта [1, табл. 4.5]

$K_{\text{гр}} = 1$

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое [1, номогр. 4.2]

$K_{\text{нагр}} = 0,86$

Коэффициент, зависящий от расчётной влажности грунта [1, табл. 4.6]

$K_{\text{вл}} = 1,14$

Величина возможного морозного пучения [1, формула 4.2]

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч.ср.}} \times K_{\text{угв}} \times K_{\text{пл}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\text{нагр}} \times K_{\text{вл}} = 3,96 \times 0,4428 \times 1 \times 1 \times 0,86 \times 1,14 = 1,72 \text{ см}$$

$$l_{\text{доп.}} = 4 \text{ см [1, табл. 4.3]}$$

Ожидаемая пучинистость грунта 1,72 см < 80% от допустимой 4,00 см
Морозоустойчивость конструкции обеспечена.

Название объекта	Проезды		
Район проектирования			
Выполняемые расчёты	На упругий прогиб, сдвиг, изгиб, стат. нагрузку, морозоустойчивость		
Техническая категория дороги	IV категория	Дорожно-климатическая зона	II - подзона 1
Тип дорожной одежды	Капитальный	Схема укрепления	Схема 1
Число полос движения (в обе стороны)	2	Коэффициент уплотнения грунта	1,00
Номер расчётной полосы от обочины	1	Суммарное число приложенных нагрузки	15700
Уклоны в местах перелома профиля, %	—	Расчётное количество дней в году Трдг	140
Расчётная влажность грунта Wp	0,74	Расчётный срок службы Тсл, лет	10
Нагрузка, кН / Давление, МПа / D штампа, см	50 / 0,60 / 26		
Заданная надёжность Kn	0,90	Глубина промерзания грунтов, м	1,93

№ варианта	Наименование слоя и материалов конструкции дорожной одежды	Схема конструкции дорожной одежды. Толщина, см	Расчётные характеристики				Общий модуль упругости на прочность слоев, МПа	Морозоустойчивость
			Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	Изгиб, МПа	Статическая нагрузка, МПа		
Проезды (вкл)	1. Конструктивный слой №1 — Камень мощения		Еупр = 1620	Есдв = 1620	Еизг = 1620	Естат = 1620	Елов = 199 Ктр = 1,100 Красч = 3,130 Запас = 185%	
	2. Конструктивный слой №2 — Подстилающий слой из песка крупного		Еупр = 120	Есдв = 120	Еизг = 120	Естат = 120	Елов = 108	
	3. Конструктивный слой №3 — Щебень фракционированный 20, 40 мм легкоуплотнитель с заглинкой фракционированная мелкая щебенка фр. 5, 10		Еупр = 270	Есдв = 270	Еизг = 270	Естат = 270	Елов = 153	
	4. Конструктивный слой №4 — Песок средней крупности, с содержанием пылеватой-глинистой фракции 0%		Еупр = 120	Есдв = 120 Ктр = 0,940 Красч = 1,050 Запас = 12%	Еизг = 120 $\alpha = 0,970$	Естат = 120 Ктр = 0,940 Красч = 1,890 Запас = 101%	Елов = 76	
	— Геометрическая прочность на статическое продавливание не менее 140!							
	Грунт земляного полотна — Грунт насыпной, уплотнённый		Еупр = 46	Есдв = 46 Ктр = 0,940 Красч = 3,190 Запас = 239%	Еизг = 46 Ктр = 0,940 Красч = 5,160 Запас = 449%	Естат = 46 Ктр = 0,940 Красч = 5,160 Запас = 449%	Елов = 46	Лдоп = 4 см Луцн = 2 см Запас = 2 см