

**Мощение. Практическое руководство.  
Заказчику, архитектору, проектировщику и строителю.**

**ОАО “Ленстройдеталь”**

**Мощение. Практическое руководство.**  
**Заказчику, архитектору, проектировщику и строителю.** Составитель Ю.Б. Костиков.  
ОАО “Ленстройдеталь”, Санкт-Петербург. 2009. 80 с.

© Ю.Б. Костиков

## Содержание

Предисловие . . . . .	2
1. Основные определения . . . . .	3
2. Преимущества дорожных покрытий из искусственных камней мощения . . . . .	4
3. Технические характеристики и контроль качества камней мощения . . . . .	7
4. Проектирование дорожных покрытий из искусственных камней мощения.	
4. 1. Архитектурные и дизайнерские решения . . . . .	11
4. 2. Выбор оптимальной формы, размеров и раскладки камней мощения . . . . .	12
4. 3. Фиксация краевых участков мощения . . . . .	16
4. 4. Применяемые материалы и изделия . . . . .	18
4. 5. Конструктивные решения	
4. 5. 1. Тротуары, пешеходные дорожки, площадки и площади, на которых не предусматривается систематическое движение автотранспорта . . . . .	21
4. 5. 2. Портовые территории и контейнерные терминалы . . . . .	24
4. 5. 3. Эксплуатируемые кровли с покрытием из искусственных камней мощения . . . . .	27
4. 5. 4. Водоотвод и гидроизоляция при устройстве дорожных покрытий из искусственных камней мощения. . . . .	33
4. 5. 5. Дорожные одежды с покрытием из искусственных камней мощения с системой снеготаяния . . . . .	39
4. 5. 6. Наземные пешеходные переходы, трамвайные пути, лестницы . . . . .	40
5. Строительство . . . . .	42
6. Эксплуатация. . . . .	47
Литература. . . . .	50
Приложения:	
1. Определение сцепных свойств лицевой поверхности искусственных камней . . . . .	51
2. Правила мощения булыжником . . . . .	53
3. Анализ требований нормативных документов по вертикальным уступам между соседними камнями мощения . . . . .	56
4. Предложения по методике оценки эксплуатационного состояния дорожных покрытий из искусственных камней мощения . . . . .	58
5. Правила транспортировки, укладки и эксплуатации искусственных камней мощения . . . . .	59
6. Поставщики материалов для строительства и благоустройства. . . . .	60
7. Варианты благоустройства жилой среды . . . . .	61

## Предисловие

Сегодня активное внимание уделяется вопросам благоустройства территорий различного назначения. Неотъемлемая часть благоустройства – мощеные дорожки и площадки. Объёмы мощения с каждым годом возрастают. Однако, методических и нормативных документов, отвечающих современным требованиям по изготовлению искусственных камней мощения и их применению в дорожном строительстве, практически не имеется.

Поэтому, автор совместно с компанией ОАО “Ленстройдеталь” предлагает в помощь проектировщику и строителю данное пособие, в котором систематизирована информация по нормативным требованиям к камням мощения, проектированию, строительству и эксплуатации дорожных покрытий из них.



### Об авторе

Костиков Юрий Борисович, кандидат технических наук, директор по развитию проекта “Hess” ОАО “Ленстройдеталь”. В 1999 году закончил Санкт-Петербургский государственный политехнический университет по специальности “Подъемно-транспортные и строительно-дорожные машины”. В 2005 году защитил кандидатскую диссертацию в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете. Тема диссертации “Влияние параметров покрытия из искусственных камней мощения на прочность дорожной одежды”. Победитель конкурса персональных грантов для молодых ученых Правительства Санкт-Петербурга в 1998 году.

Работал в ведущих строительных и производственных компаниях: 2000-2003 гг в компании МЕЛИКОНПОЛАР в должности прораба и руководителя отдела благоустройства; 2003-2004 гг в ООО “Строительная компания “Подземстройреконструкция” менеджером проекта; 2004-2007 гг в компании ОАО “Ленстройдеталь” в должности директора проекта по производству мелкоштучных изделий для благоустройства территорий и директора по развитию; 2007-2008 г технический специалист по автомобильным дорогам компании ООО “Пеноплэкс СПб”. В настоящее время - директор по развитию проекта “Hess” ОАО “Ленстройдеталь”.

Автор более 10 статей по мощению и дорожному строительству. Соорганизатор ежегодных международных конференций, проводимых ООО “АИМК “Статус ПРО”: “Ландшафтная индустрия”, “Загородное домостроение” и “Дороги” ([www.mcstatus.com](http://www.mcstatus.com)).

Контактная информация: e-mail: [Kostikovspb@mail.ru](mailto:Kostikovspb@mail.ru); (812) 953-89-35.

### Благодарности

Автор признателен своим учителям и наставникам по научно-исследовательской работе:

Шестопалову Александру Андреевичу, доктору технических наук, профессору Санкт-Петербургского государственного политехнического университета;

Карпову Борису Николаевичу, доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой “Автомобильные дороги” Санкт-Петербургского государственного Архитектурно-строительного университета, действительному члену Международной академии транспорта.

Автор благодарит за предоставленные материалы и помощь в написании раздела “Архитектурные и дизайнерские решения”:

Нефёдова Валерия Анатольевича, доктора архитектуры, профессора Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета.

## 1. Основные определения\*

**Искусственный камень мощения** – бетонный элемент с высотой сечения (толщиной) не менее 60 мм, площадью опорной поверхности не более 0,05 м. кв и длиной не более 28 и 30 см соответственно для прямоугольных в плане и фигурных искусственных камней. Камни мощения выпускаются толщиной: 60, 70, 80 и 100 мм. Требования к искусственным камням мощения содержатся в следующих документах: ГОСТ 17608-91 “Плиты бетонные тротуарные. Технические условия”, ТУ 5746-001-33157194-97 “Камни искусственные покрытий дорог”, ТУ 5746-018-03984296-2004 “Изделия бетонные тротуарные” и ТУ 5746-020-03984296-2005 “Плиты бетонные тротуарные с фактурной поверхностью”. Сочетая различную форму, цвета и размеры искусственных камней мощения создают различные рисунки дорожного покрытия. Виды камней мощения представлены в таблице 1.

**Лицевая поверхность** – поверхность искусственного камня, предназначенная для образования поверхности дорожного покрытия.

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

**Покрытие из искусственных камней мощения** – непосредственно воспринимает воздействие от автомобильного и пешеходного движения (истирающие, ударные и сдвигающие нагрузки), а

также от атмосферных факторов. Покрытие включает: собственно покрытие из искусственных камней высотой сечения 60-100 мм; заполнение швов между искусственными камнями; монтажный (выравнивающий) слой толщиной 3...5 см в уплотненном состоянии. Покрытие может выполняться со стандартными швами между камнями 3...5 мм, “зелеными” и дренирующими швами шириной до 35 мм. “Зеленые” швы заполняются песчано-гравийной смесью или смесью песка со щебнем фракции 0...10 мм, перемешанной с растительным грунтом в отношении примерно 1:1, куда высаживаются декоративные травы, легко переносящие вытаптывание. Дренирующие швы заполняются галькой, отсевом гранитного щебня и другими декоративными материалами фракции 0...10 мм. Монтажный слой предназначен для устранения неровностей основания и может быть выполнен из песка (в случае “зеленых” швов), гранитного отсева или пескоцемента (песка, укрепленного 8-12 % цемента).

**Основание** – обеспечивает совместно с покрытием перераспределение и снижение давления от внешних воздействий на нижележащие дополнительные слои или грунт земляного полотна. Основание может быть выполнено из различных материалов: щебня; пескоцементной смеси; щебня, укрепленного цементом или расклинцованного пескоцементной смесью. Дополнительный слой основания, в зависимости от решаемых задач, может выполнять морозозащитную, дренирующую и теплоизолирующую функции. Он выполняется из дренирующих не подверженных пучению материалов (песок, шлак и др.).

---

### \* Примечания

1. Основные определения даны в соответствии с ранее разработанными нормативными и методическими документами: ТУ 5746-001-33157194-97 “Камни искусственные покрытий дорог” и Руководства по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге (ответственный исполнитель к.т.н. Симановский А.М.) [14].

2. В практическом руководстве использованы иллюстрации из рекламных буклетов, каталогов и пособий следующих компаний: VOGT, FORMENTO, ОАО “Завод “Красная Пресня”, группа компаний “Диалекс”, ОАО “Завод “ЖБК-1”, “Фабрика “ГОТИКА”, ЗАО “Стандартпарк”, МЕЛИКОНПОЛАР, Торгово-строительная компания “Алькров”, ООО “Пальмирастройпласт”, ЗАО “ТехноНИКОЛЬ”, ООО “ПЕНОПЛЭКС СПб”; ООО “Нева-Техноген”, “OPTIMAS”, “PROBST”.

## 2. Преимущества дорожных покрытий из искусственных камней мощения.

Искусственные камни мощения применяются для устройства дорожных покрытий дорожек и площадок для пешеходного движения; участков автомобильных дорог с различной интенсивностью движения автотранспорта, автостоянок, эксплуатируемых кровлей, портов и логистических комплексов.

Камни мощения, по сравнению с асфальтовым покрытием, обладают рядом преимуществ по ремонтпригодности, экологичности и декоративным свойствам (табл. 2).

Таблица 1

Номенклатура выпускаемых изделий

Наименование	Артикул	Внешний вид	Размер, мм	Вес, кг	Кол-во шт. в м <sup>2</sup>	Кол-во шт. на поддоне
Брусчатка	1П.6		197 x 97 x 60	2,9	50	540
	1П.8		197 x 97 x 80	3,8	50	432
Классика-1	1К.6		115 x 115 x 60	1,7	75	640
	1К.6		115 x 115 x 80	2,3	75	640
Классика-2	2П.6		172 x 115 x 60	2,7	50	448
Волна UNI	1Ф.6		240 x 130 x 60	3,6	38	400
Ехеск	3Ф.6		199 x 197 x 80	7	25	240
Квадрат	2К.8		97 x 97 x 80	1,8	106	864
Большой квадрат	3К.5		397 x 397 x 50	19	12	72
Ромб	2Ф.8		295 x 170 x 80	6,2	29	200

## Сравнительный анализ дорожных покрытий

Показатели	Дорожные покрытия	
	из искусственных камней мощения	асфальтобетонные
Технологичность строительства	Имеется возможность механизированной укладки. Производительность укладчика до 1500 кв. м. в смену.	Для устройства покрытия требуется целый комплект машин: асфальтоукладчик, дорожные катки.
Ремонтопригодность	Камни мощения многократно используются. Покрытие разбирается и восстанавливается обратно при прокладке и обслуживании подземных коммуникаций (рис. 1). При ремонте не требуются специальные машины.	Покрытие после вскрытия повторно не используется. Для ремонта требуется специальная техника и оборудование (асфальтоукладчик, дорожные катки, фрезы).
Экологичность	Бетон не выделяет в атмосферу вредных веществ.	Асфальтобетон – строительный материал, содержащий битум. Основные компоненты нефтяного битума – асфальтены, смолы и нефтяные масла, вредные пары которых испаряются особенно интенсивно в процессе укладки смеси, а также в течение всего срока эксплуатации дорожного покрытия.
Декоративные свойства	Применяя камни мощения решают разнообразные архитектурные и дизайнерские задачи (см. раздел 4.1).	Цветные асфальтобетоны не получили широкого распространения.



Рис. 1. Дорожные покрытия из мелкоштучных элементов мощения разбираются и восстанавливаются обратно при ремонте и прокладке подземных коммуникаций.

Данные по периодичности ремонта дорожных покрытий из искусственных камней мощения в нормативно-методической литературе отсутствуют. Термины “Капитальный ремонт” и “Ремонт” относятся к автомобильным дорогам, включая тротуары [2].

Капитальный ремонт автомобильной дороги - комплекс работ, при котором производится полное восстановление и повышение работоспособности дорожной одежды и покрытия, земляного полотна и дорожных сооружений. Средний ремонт автомобильной дороги - комплекс работ по воспроизводству ее первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором производится возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна.

По данным исследований автора, **средний ремонт дорожных покрытий тротуаров, пешеходных зон и участков дорог из искусственных камней мощения, где не предусматривается систематическое движение автотранспорта, должен осуществляться через 9 лет, а капитальный через 24 года.** Данный вывод основан на анализе сроков ремонтных работ цементобетонных и мелкоштучных дорожных покрытий из булыжного или колотого камня (табл. 3) [9]. В подтверждении указанных сроков ремонта, можно привести и тот факт, что в 2007 году производился ремонт некоторых участков дорожного покрытия из искусственных камней мощения пешеходной зоны на Малой Садовой улице (срок ввода в эксплуатацию 1998 год).

Таблица 3

Периодичность ремонтных работ дорожных покрытий из искусственных камней мощения тротуаров, пешеходных зон и участков дорог, где не предусматривается систематическое движение автотранспорта

Покрытия	Средние межремонтные сроки службы, лет	
	Средний ремонт	Капитальный ремонт
Цементобетонные	10	30
Из булыжного или колотого камня	8	16
Дорожные покрытия из бетонных искусственных камней мощения (прогноз)	9	24

**Искусственные камни мощения, в мировой практике строительства, используются также для устройства дорожных покрытий портовых и логистических терминалов.** В России, для этих целей, как правило, применяются сборные железобетонные или асфальтобетонные покрытия.

Одним из существенных недостатков дорожных покрытий из крупноразмерных железобетонных плит является образование уступов между соседними плитами в процессе эксплуатации. Это происходит вследствие затруднения обеспечения плотного контакта основания плит с подстилающим грунтом при их укладке. Поэтому, требуются периодические перекладки плит, задув песка между основанием плиты и грунтом, а также ряд других дорогостоящих мероприятий.

Асфальтобетонные покрытия, особенно в летний период, когда температура наружного воздуха может быть высокой, деформируются под воздействием тяжелой нагрузки от колес погрузчиков и контейнеровозов. В результате на покрытии образуются продольные борозды различной глубины, препятствующие нормальной работе техники. Эксплуатирующие службы вынуждены периодически осуществлять фрезерование с последующим устройством новых слоев покрытия. Таким образом, инвестор и заказчик, несут экономические потери в связи с не использованием складских контейнерных площадок во время их ремонта.

Относительно небольшие элементы дорожных покрытий из камней мощения более плавно огибают неровности подстилающего основания не



только при монтаже покрытия, но и входе его эксплуатации [18]. Изгибающие моменты в них значительно ниже, чем в покрытиях из крупногабаритных плит, нет “выплесков” материала основания из пазух в зонах швов, что обеспечивает им большую работоспособность. Поэтому, такие дорожные покрытия рекомендуется устраивать при наличии в

основании глинистых, илистых, торфянистых или других слабых просадочных грунтов толщиной более 0,5 м, с модулем деформации менее 5 МПа.

Сравнительный анализ дорожных покрытий территорий портов и логистических комплексов по данным зарубежных исследований приведён в таблице 4 [11].

Таблица 4

Сравнительный анализ дорожных покрытий для портовых и складских территорий

Вид покрытия	Относительная стоимость, %	Проектный срок службы, лет		Трудоёмкость и материалаёмкость капремонта в % от начальной стоимости
		Общий	До капитального ремонта	
Из искусственных камней мощения	95	25	10	20
Монолитные бетонные	100	15	10	75
То же, железобетонные	130	15	10	75
Сборные железобетонные	155	20	10	30
Асфальтобетонные -на цементно-бетонном основании; -на щебеночном основании;	94	15	7	50
	92	10	5	75

### 3. Технические требования. Входной контроль качества камней мощения.

Искусственные камни мощения производятся на немецком оборудовании компании “HESS machinefabrik GMBH” методом полусухого вибропрессования. Производственный процесс характеризуется высокой технологичностью и производительностью. Этим достигается, минимальная зависимость качества продукции от человеческо-

го фактора. Производительность линии, в зависимости от вида изделий, составляет 1500 – 2000 кв. м. камней в смену.

Камни мощения изготавливаются из бетона, физико-механические параметры которого соответствуют значениям, указанным в табл. 5.

Таблица 5

Технические характеристики камней мощения

Наименование параметров	Значение
Класс бетона по прочности на сжатие	B35 (45 МПа)
Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	$B_{тв} = 4,4$
Водопоглощение, % по массе, не более	6
Истираемость, г/см кв, не более	0,7
Морозостойкость, циклов, не менее	200 (F 200)

Разделяют формы камней мощения с горизонтальной (в плане) связью и без нее. Примеры камней мощения с горизонтальной связью: “Волна UNI” (1Ф.6; 1Ф.10), “Ехеск” (3Ф.8). Без горизонтальной связи: “Брусчатка” (1П.6; 1П.8), “Классика -1” (1К.6; 1К.8), “Классика-2” (2П.6), “Ромб” (2Ф.8) и “Квадрат”(2К.8; 3К.5).

Искусственные камни мощения выпускаются двухслойными. Нижний слой изделий изготавливается из тяжелого бетона. Верхний слой

(лицевая поверхность) – из мелкозернистого износостойкого обычного или цветного бетона (белого, красного, желтого, коричневого, зеленого и других цветов) толщиной не менее 10 мм.

Лицевая поверхность может быть гладкой или фактурной (размытой). В первом варианте лицевой слой выполняется только из песчано-цементной смеси (рис. 2, а), а во втором – с включением заполнителя (рис. 2, б).

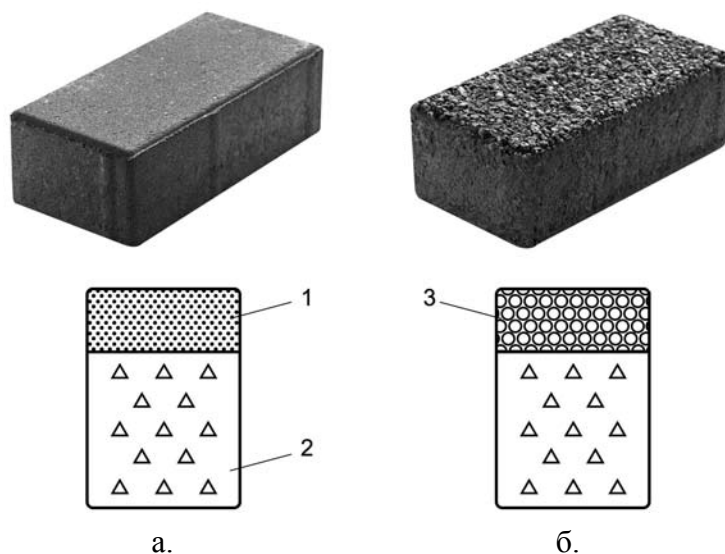


Рис. 2 Общий вид и поперечный разрез камня мощения “Брусчатка” (197x97 мм) с гладкой (а) и размытой (фактурной) лицевой поверхностью (б)  
1 - лицевой слой; 2 - основной слой; 3 - материал заполнения.

Фактурная (размытая) лицевая поверхность формируется путем воздействия факела воды под высоким давлением на декоративный наполнитель лицевого слоя, с целью освобождения его от цементной оболочки, на заключительной стадии производства камней мощения. В качестве заполнителя могут быть использованы: гранитная крошка, габбро-норит, кварцит и другие материалы, наибольший размер которых не превышает 5 мм.

За счет включения в лицевой слой фактурных камней мощения различных твердых природных заполнителей, они обладают лучшими прочностными и декоративными свойствами по сравнению с камнями с гладкой лицевой поверхностью. Варианты фактурной и гладкой лицевой поверхности представлены на рис. 3.



Рис. 3. Варианты фактурной лицевой поверхности.

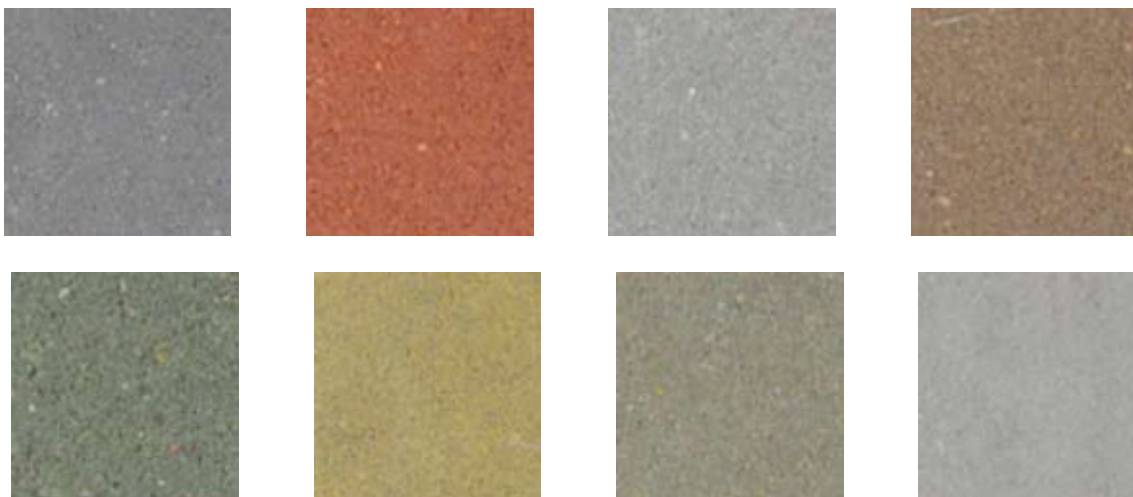


Рис. 3. Варианты гладкой лицевой поверхности.

К качеству гладкой лицевой поверхности предъявляются требования по категории лицевой поверхности, что соответствует предельным значениям диаметра или размера раковин, высоте местного наплыва (выступа) или глубине впадины, глубине околос ребер (табл. 6). Качество фактурной поверхности должно соответствовать эталону (в виде поверхности целого изделия или его фрагмента) утверждённому предприятием (ГОСТ 13015-2003 “Изделия железобетонные и бетонные для строительства”).

Лицевая поверхность камня мощения обеспечивает комфортное движение пешеходов по дорожному покрытию, то есть, обладает определенными сцепными свойствами с подошвой обуви пешеходов. В осенне-зимний период лицевая по-

верхность камня под воздействием атмосферных осадков увлажняется и становится более скользкой и травма опасной. Действующими стандартами сцепные свойства лицевой поверхности не нормируются, что дополнительно способствует увеличению уличного травматизма.

По аналогии с асфальтобетонными дорожными покрытиями для оценки сцепных свойств искусственных камней мощения может служить коэффициент сцепления. Коэффициент сцепления лицевой поверхности камней мощения с обувью пешеходов, определенный с помощью прибора ДТ-М представлены в таблице 7. Для сравнения выполнена оценка сцепных свойств других видов камней мощения. Описание прибора и измерений содержится в Приложении 1.

Таблица 6

Входной контроль качества искусственных камней мощения

Контролируемые параметры	Предельные значения, величина отклонения
Допуски размеров камней мощения (длина, ширина, толщина) при толщине камня: - до 80 мм - 80 мм и более	$\pm 3$ мм, $\pm 3$ мм, $\pm 3$ мм $\pm 3$ мм, $\pm 3$ мм, $\pm 5$ мм
Допуск по толщине для искусственных камней предназначенных для механизированной укладки	$\pm 2$ мм
Разница между результатами измерений одного и того же номинального размера в различных местах при измерении: - длины - ширины - толщины (при толщине камня мощения менее 80 мм) - толщины (при толщине камня мощения более 80 мм)	< 4 мм < 4 мм < 4 мм < 6 мм

Отклонение от перпендикуляра опорной и лицевой поверхности для камней мощения толщиной: - до 80 мм включительно - более 80 мм	$\pm 2$ мм $\pm 3$ мм
Глубина околлов: - ребер лицевой поверхности на длине не более 3 % - других ребер на длине не более 5 % длины ребра	< 3 мм < 5 мм
Размеры раковин на лицевой поверхности: - диаметр - глубина	< 6 мм < 3 мм
Количество раковин на поверхностях -лицевой -опорной и прочих	<5 шт <8 шт
Глубина проникновения красителя внутрь камня в искусственных камнях с окрашенной лицевой поверхностью	$\geq 5$ мм

Таблица 7

Результаты определения коэффициента сцепления бетонных камней мощения

Вид камня	Вибролитьевой с гладкой поверхностью	Вибролитьевой с шераховатой поверхностью	Вибропрессованный с гладкой поверхностью ОАО "Ленстройдеталь"	Вибропрессованный с размытой поверхностью ОАО "Ленстройдеталь"
Коэффициент сцепления	0,13 ... 0,40	0,42 ... 0,45	0,48 ... 0,52	0,56 ... 0,57
Среднее значение	0,27	0,44	0,50	0,57

**Из таблицы видно, что наилучшим коэффициентом сцепления, по сравнению с другими образцами, обладает камень мощения с размытой (фактурной) поверхностью.**

Правила приемки камней мощения оговариваются в ТУ 5746-001-33157194-97 "Камни искусственные покрытий дорог". Основные положения следующие.

- Изготовитель обязан гарантировать, что каждый искусственный камень, переданный им потребителю, отвечает требованиям, установленным в ТУ 5746-001-33157194-97 "Камни искусственные покрытий дорог" (п. 3, 4, 5).

- Потребитель вправе вести свой собственный контроль качества искусственных камней мощения. Образцы отбираются перед укладкой из числа искусственных камней, предназначенных для укладки каждые 10...30 квадратных метров. Не допускается отбор искусственных камней из одного и того же ряда одного и того же транспор-

тного поддона. Объем выборки - не менее 5 образцов-камней. Для камней мощения высотой сечения 100 мм и более выборку производят с каждых 100 квадратных метров сборного покрытия и для камней мощения высотой сечения 80 мм и менее – с каждых 150 квадратных метров.

Требования к параметрам искусственных камней мощения при входном контроле представлены в таблице 6.

Методики контроля формы, размеров, водопоглощения, морозостойкости, истираемости и прочности искусственных камней излагаются в ТУ 5746-001-33157194-97 "Камни искусственные покрытий дорог", а также в ГОСТ 12730.3, ГОСТ 18105-86 "Бетоны. Правила контроля прочности. Основные положения", ГОСТ 10060-87 "Бетоны. Методы контроля морозостойкости", ГОСТ 13087-81 "Бетоны. Методы контроля истираемости", ГОСТ 18105-86 "Бетоны. Правила контроля прочности. Основные положения".

## 4. Проектирование дорожных покрытий из искусственных камней мощения

### 4. 1. Архитектурные и дизайнерские решения.

Человек при ходьбе до 30 % времени смотрит себе под ноги, поэтому восприятие им поверхности земли является важной составляющей эмоционального воздействия среды.

**Обработка поверхности земли с применением разнообразного по форме, цвету и текстуре декоративного мощения позволяет повысить эстетические качества среды и внести дополнительную знаковую информацию, облегчая ориентацию в транзитных пешеходных пространствах города [8].**

Выбор характера покрытия в пешеходном пространстве определяется рядом факторов, среди которых соображения функционального использования (организация движения пешеходов, эксплуатационные особенности, организация водостока и др.) сочетаются с эстетическими требованиями (цветовое и графическое разнообразие, согласованность с архитектурным окружением, индивидуальность образа места) [8].

Внешний вид покрытия, определяется размерами и формой камней, размерами и формой

швов, цветом и текстурой поверхности камней. Однако, из-за острого, в общем случае, угла обзора размеры камней трудноразличимы, а текстура просматривается только при влажном покрытии. В сухую погоду цветовые различия и контрастность между цветом камня и его текстурой слаборазличимы. Для обеспечения контрастных эффектов при любой погоде, рекомендуется использовать чередование искусственных камней, особенно цветных, с различной лицевой поверхностью (гладкой и фактурной); чередование камней различной геометрической формы; применение белых и чёрных камней [14].

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

**За счёт фактурной поверхности камней, рисунок дорожного покрытия получается более чётким, ярким и выразительным (рис. 4). Высокий декоративный эффект также дости-**



Сочетание гладкой и фактурной лицевой поверхности.



Белые камни мощения с фактурной поверхностью (СПб, Почтамская ул.).

Рис. 4. Применение фактурных камней мощения.

гается за счёт чередования в дорожном покрытии камней мощения с гладкой и фактурной лицевой поверхностью.

При оформлении дорожек и площадок искусственный камень мощения часто сочетают с булыжниками, галькой, деревянными элементами, клинкерным дорожным кирпичом. Комбинация этих материалов в дорожном покрытии разрушает привычное однообразие, однако, к выбору компонентов следует подходить со вкусом, учитывая эстетический эффект их взаимодействия (Приложение 7, раздел 6).

**Для организации пешеходного движения и реализации большинства функций открытых пространств, требуется заметно меньше площадей с твёрдым покрытием, чем это зачастую бывает в современном городе. Как показывает мировая практика, одним из условий сохранения экологической комфортности на застроенных территориях является наличие не менее 10 % площади в виде озелёненных поверхностей [8].** Для устройства “зелёных” и “дренирующих” швов может быть использован камень мощения 3Ф.8 “Ехеск” - как самостоятельно, так и в комплекте с камнем 2К.8 “Квадрат” (табл. 9, раздел “Зелёные и дренирующие покрытия”). При таком варианте устройства покрытия, осадки проникают в грунт, не перегружая канализационные системы; растительный мир получает необходимую влагу для развития и жизни.

Искусственные камни мощения с успехом могут быть использованы не только в дорожном строительстве, но и в благоустройстве: при устройстве ступеней лестниц, оформлении элементов малых архитектурных форм – цветочных клумб и подпорных стенок (Приложение 7, раздел 6).

Примеры архитектурных и дизайнерских решений территорий различного назначения приведены в Приложении 7.

#### **4. 2. Выбор оптимальной формы, размеров и раскладки искусственных камней мощения в дорожном покрытии.**

Форма и размеры камней мощения, их расположение в дорожном покрытии, должны не только гармонировать с окружающей застройкой, отвечать архитектурным и эстетическим задачам, но и обеспечивать такие эксплуатационные по-

казатели дорожной одежды как прочность и ровность покрытия.

Дорожную одежду считают прочной, если под воздействием движения и погодно-климатических факторов сохраняется сплошность и ровность покрытия. Ровность дорожного покрытия – это качественное состояние покрытия, характеризующееся наличием и величиной различных дефектов: выбоин, впадин, выступов, сдвигов, волн, ступенек [6].

Высота искусственных камней мощения назначается в зависимости от условий эксплуатации дорожных покрытий (табл. 8).

При выборе формы камней мощения следует учесть следующие рекомендации.

1. Восьмиугольные, шестиугольные и квадратные камни обладают максимальным сопротивлением внешним воздействиям от автомобильного движения. Также данные формы наиболее целесообразны с точки зрения минимальной протяженности швов в покрытии [см. работы Б. Н. Карпова, В. С. Орловского, А. М. Симановского, А. А. Тимофеева].

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

3. При проектировании покрытий, составленных из камней различной конфигурации и размеров, во избежании риска поломок, следует избегать применение камней с резко различающимися (более чем в 2 раза) размерами в плане [14].

Примеры раскладок основных видов камней мощения содержатся в таблице 9. **Раскладка камней мощения имеет большое значение при интенсивном автомобильном движении, когда особенно важно обеспечить прочность, ровность и равномерный износ дорожного покрытия.** С этой точки зрения, рекомендуется вести укладку камней мощения под углом 45° к оси движения автотранспорта, чтобы все места стыков камней подвергались примерно одинаковому износу, а в контакте с колесом находилось мак-

симальное количество элементов мощения (рис. 5). В местах, где нагрузки от транспорта незначительны, возможно использование разнообразных вариантов рисунков мощения.

Необходимо заблаговременно увязывать форму, размеры и раскладку камней с конкретным участком для мощения с целью уменьшения пиленых стыков. Например, переломы плоскостей в тротуаре в зоне въездов, перекрёстков и т. д., следует совмещать со швами в покрытии [14]. Камни мощения “Классика” (1К.6; 1К.8; 2П.6) оптимально применять для устройства кругов, радиусных дорожек и площадок, камни 2Ф.8 “Ромб” – на больших площадях, где рисунок мощения будет хорошо просматриваться.

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

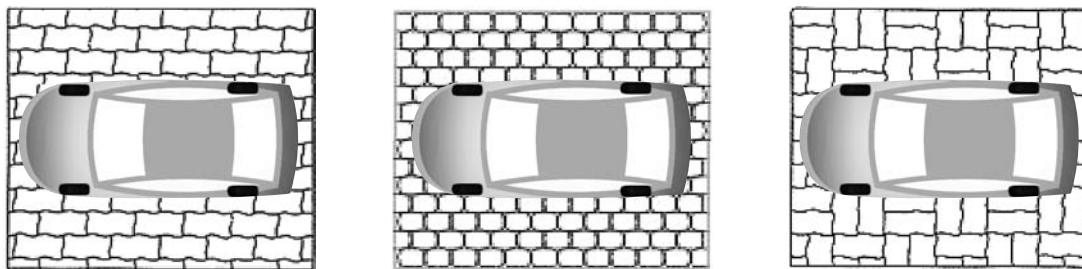
Для участков дорог и площадок с “зелёными” и “дренирующими” применяются специальные виды искусственных камней 3Ф.8 “Ехеск” (197 x 197 x 80) и 2К.8 “Квадрат”(97 x 97 x 80).

**В проектной документации следует обязательно обозначать раскладку камней мощения в покрытии (табл. 9).**

Таблица 8

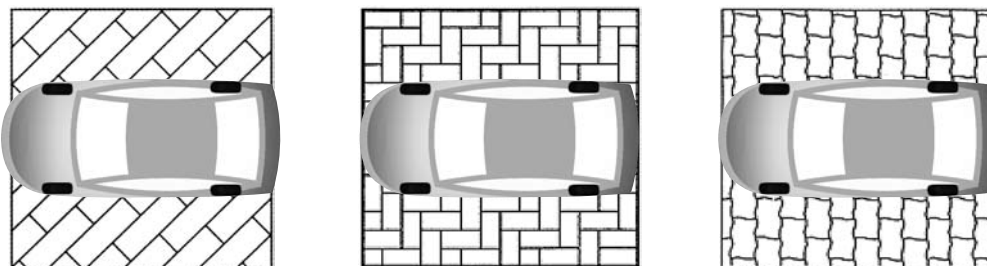
Рекомендуемые формы и размеры искусственных камней мощения

Назначение территории	Высота искусственных камней мощения, мм	Рекомендуемые формы и размеры, мм
Дорожки и площадки предназначенные исключительно для пешеходного движения	50, 60	1П.6 “Брусчатка” (197x97x60); 1К.6 “Классика-1” (115x115x60); 2П.6 “Классика-2” (172x115x60); 1.Ф6 “Волна “UNI” (225x112,5x60); 3К.5 “Квадрат” (397x397x50).
Участки дорог, где не предусматривается систематическое движение автотранспорта (пешеходные зоны, тротуары, стоянки автотранспорта и т. д.)	80	1П.8 “Брусчатка” (197x97x80); 1К.8 “Классика-1” (115x115x80); 3Ф.8 “Ехеск” (197x197x80); 2К.8 “Квадрат”(97x97x80); 2Ф.8 “Ромб” (295x170x80).
Территории портов и логистических комплексов, участки автомобильных дорог в местах остановок общественного транспорта, рулежные дорожки аэродромов, обозначение наземных пешеходных переходов, рулежные дорожки аэродромов.	100, 120	1Ф.10 “Волна “UNI” (225x112,5x100; 112,5x112,5x100)
Участки дорог и площадок с “зелёными” и “дренирующими швами”	80, 100, 120	3Ф.8 “Ехеск” (197x197x80); 3Ф.8 “Ехеск” + 2К.8 “Квадрат”(97x97x80).



Направление движения.

Продольная ось мощения совпадает с направлением движения автомобиля.  
 В контакте с колесом автомобиля находится строго определенное количество рядов камней.  
 Вероятность образования колеи и износа, например, по направлению въезда в гараж.



Направление движения.

Рекомендуемая раскладка камней мощения в покрытии.

В контакте с колесом автомобиля находится большое количество камней мощения.  
 Нагрузка распределяется на более широкую площадь. Вероятность образования колеи уменьшается.

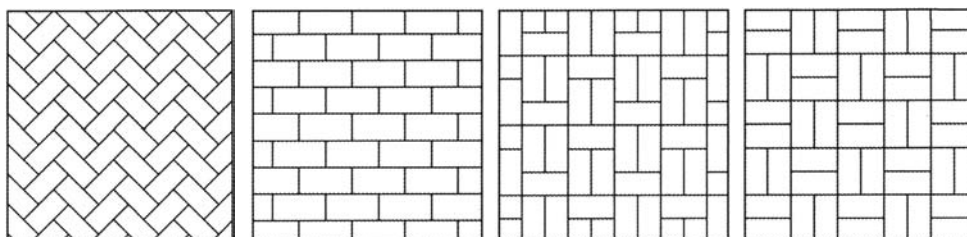
Рис. 5. Варианты раскладок камней мощения в дорожном покрытии при автомобильном движении.

Таблица 9

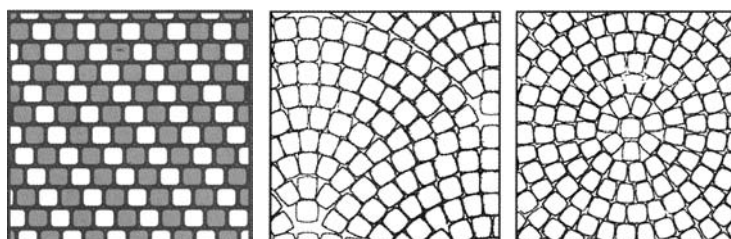
**Варианты раскладок наиболее распространённых камней мощения.**



“Брусчатка” 1П.6, 1П.8  
 (197 x 97 x 60 (80))



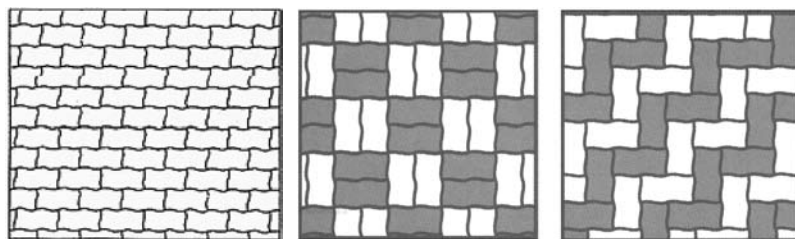
“Классика-1” 1К.6, 1К.8  
 (115 x 115 x 60 (80))



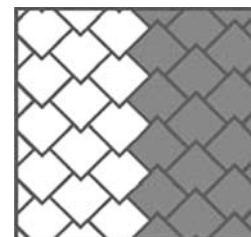




“Волна-60” 1Ф.6  
(225 x 112,5 x 60)  
“Волна-100” 1Ф.10  
(225 x 112,5 x 60)



“Ехеck” 1Ф.8  
(197 x 197 x 80)

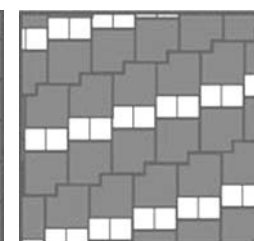
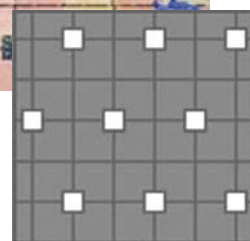
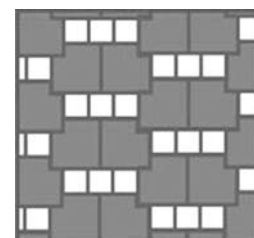


“Ехеck” 3Ф.8  
(197 x 197 x 80)

+



“Квадрат” 2К.8  
(97 x 97 x 80)

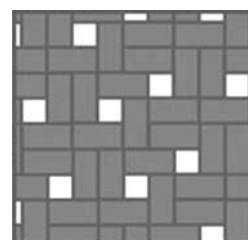
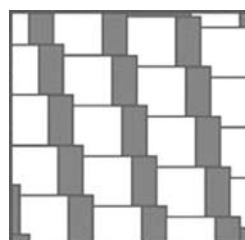


“Ехеck” 3Ф.8  
(197 x 197 x 80)

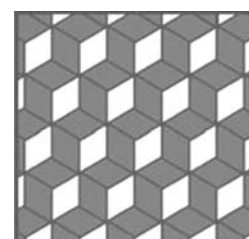
+



“Брусчатка” 1П.8  
(197 x 97 x 80)



“Ромб” 2Ф.8  
(295 x 170 x 80)





“Ехедек” 3Ф.8  
(197 x 197 x 80)

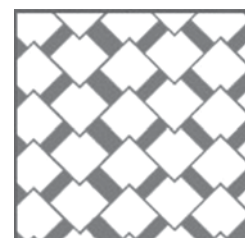
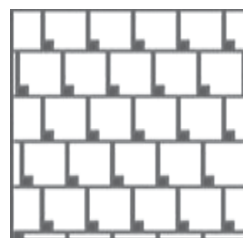
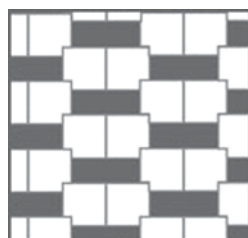
или

“Ехедек” 3Ф.8

+



“Квадрат” 2К.8  
(97 x 97 x 80)



#### 4. 3. Фиксация крайних рядов мощения.

При проектировании и строительстве очень важно предусмотреть надёжное закрепление крайнего ряда камней мощения для предотвращения “расползания” дорожного покрытия в процессе его эксплуатации. Для этой цели могут использоваться натуральные камни (например: булыжник, гранитная брусчатка), бортовые гранитные или бетонные камни (рис. 6), пластиковые или металлические бордюры (рис. 7), антисептированные доски. Также возможно закрепление краёв мощения цементно-песчаным раствором.

Пластмассовые или металлические бордюры используют, как правило, при устройстве садовых дорожек и площадок, где не предусматривается систематическое движение автотранспорта.

Для укрепления краевых участков городских дорог служат бетонные бортовые камни различных размеров и цветов (ГОСТ 6665-91 “Камни бетонные и железобетонные бортовые. Технические условия”).

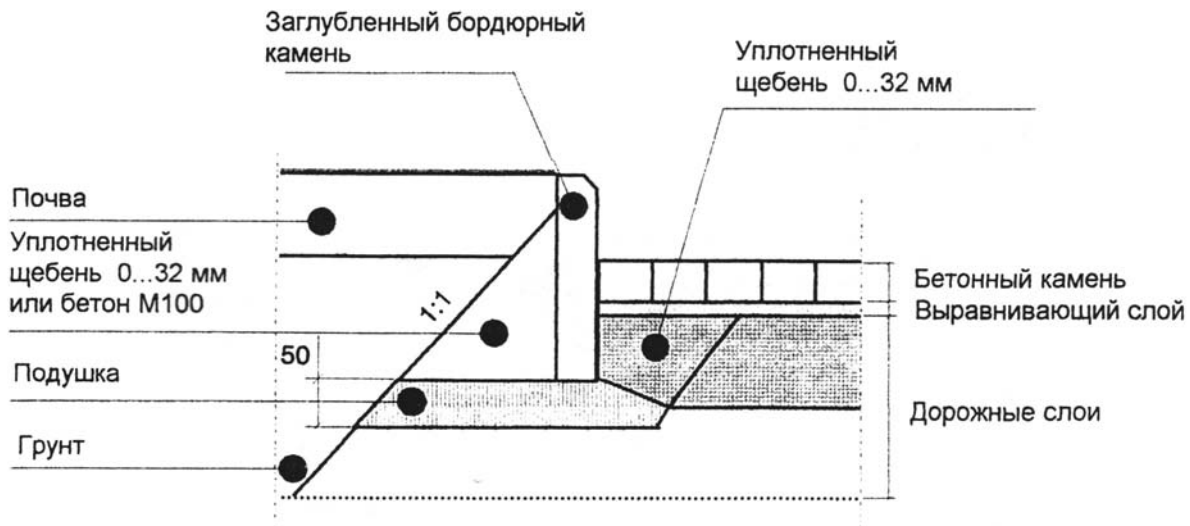
Варианты фиксации краевых участков мощения показаны на рис. 8.



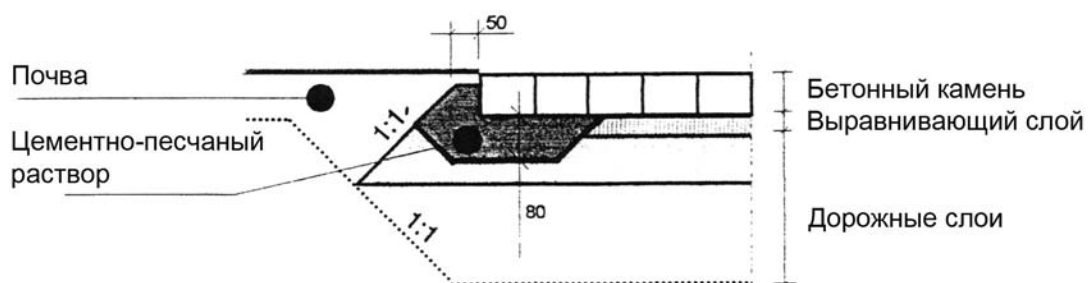
Рис. 6. Бортовые камни.



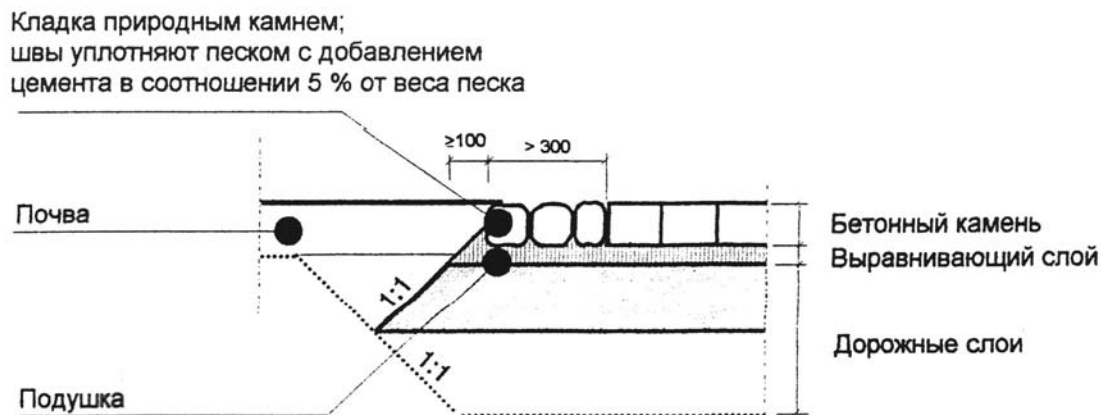
Рис. 7. Вариант закрепления краевых участков мощения с помощью пластикового бордюра



б) с помощью бортовых камней



в) цементно-песчаный раствор



г) булыжник и колотый гранитный камень

Рис. 8. Варианты закрепления краевых участков мощения.

#### 4. 4. Применяемые материалы и изделия.



Требования к применяемым при мощении материалам содержатся в ГОСТ 8736-93 “Песок для строительных работ. Технические условия”, ГОСТ 8267-93 “Щебень и гравий для строительных работ. Технические условия”, ГОСТ 10178-85 “Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия”, а также в Руководстве по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге [14].

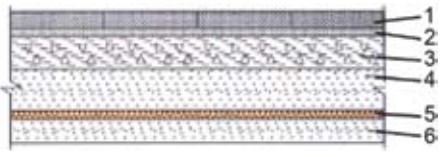

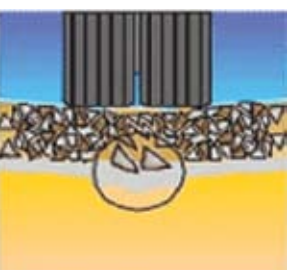


В таблице 10 приведено краткое описание некоторых материалов и изделий, которые применяются в практике строительства дорожных покрытий из искусственных камней мощения.

В Приложении 6 приведена информация о поставщиках материалов для строительства и благоустройства.

Таблица 10

Материалы и изделия, применяемые в конструкциях дорожных одежд с покрытием из искусственных камней мощения

Описание 1	Иллюстрации 2
<p>Экструдированный пенополистирол - применяют в конструкции дорожной одежды для предотвращения деформаций морозного пучения и уменьшения, при необходимости, ее общей толщины. Выпускается в плитах различной толщины.</p> <p>Под морозным пучением понимается увеличение объема влажного грунта при замерзании в нем воды, приводящее к неравномерному поднятию промерзающих толщ. В результате, морозного пучения может нарушиться сплошность и ровность дорожного покрытия.</p> <p>Морозоустойчивость дорожной одежды считается обеспеченной, если расчетная величина морозного пучения не превышает допустимую. Так, например, допустимая величина морозного пучения для капитальных дорожных одежд с покрытием из асфальтобетона составляет 4 см.</p> <p>Допустимая величина морозного пучения для дорожных покрытий из искусственных камней мощения не регламентируется. Поэтому, рекомендуется в расчетах, допустимое морозное пучение принимать по аналогии, как для капитальных дорожных одежд.</p> <p>Иногда, сети инженерных коммуникаций, размещаются в проезжей части дороги на небольшой глубине. Это препятствует устройству дополнительных слоев основания дорожной одежды из песка, выполняющих морозозащитную функцию. В таких случаях, для уменьшения общей толщины дорожной одежды применяют экструдированный пенополистирол.</p>	 <p>Общий вид плит экструдированного пенополистирола</p>  <p>Укладка плит в основание дорожной одежды при реконструкции одной из улиц Петербурга</p>

1	2
<p>Применение теплоизоляционных плит из экструдированного пенополистирола в дорожной одежде позволяет сократить сроки и стоимость строительства за счет уменьшения толщины дорожной одежды, объема выемки и вывоза грунта. В последующем, можно прогнозировать уменьшение эксплуатационных расходов на ремонт дорожного покрытия, за счет уменьшения неравномерных деформаций морозного пучения и исключения влияния коммуникаций на температурный режим в несущих слоях основания дороги.</p>	 <p>Вариант дорожной конструкции с применением экструдированного пенополистирола</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плита гранитная – 10 см</li> <li>2. Сухая пескоцементная смесь – 7 см</li> <li>3. Щебень гранитный фр. 40-70 мм – 23 см</li> <li>4. Песок – 25 см</li> <li>5. Экструдированный пенополистирол – 5 см</li> <li>6. Песок – 15 см</li> </ol>
<p>Геотекстиль (дорнит) – нетканый материал из бесконечных полипропиленовых-полиэфирных волокон, что обеспечивает его высокие физико-механические свойства.</p> <p>Геотекстиль различается по плотности и может выполнять в дорожной конструкции защитные, армирующие, фильтрующие и дренирующие функции.</p> <p>Армирование – усиление строительных конструкций в результате перераспределения напряжений от транспортных средств или собственного веса.</p> <p>Защита – предотвращение взаимопроникновения крупнофракционных материалов и грунта, предотвращение или замедление процесса эрозии грунтов, предотвращение повреждения прослоек из других материалов (гидроизоляционных пленочных).</p> <p>Дренирование – ускорение отвода воды в плоскости полотна и нормальном ей направлении.</p> <p>Фильтрация – предотвращение выноса грунтовых частиц в результате волнового воздействия, водного течения, давления воды из выклинивающихся водоносных горизонтов, предотвращение загрязнения традиционных дренажей.</p>	 <p>Геотекстиль (дорнит) в рулонах</p>  <p>Армирование и защита</p>  <p>Дренирование</p>  <p>Фильтрация</p>

1	2
<p>Георешётка – сотовая конструкция, изготовленная из высокопрочного полиэтилена и полипропилена. При ее растяжении в рабочей плоскости формируется устойчивый каркас, предназначенный для фиксации наполнителя: грунта, песка, бетона и других материалов.</p> <p>Применяется для армирования грунта при строительстве и ремонте автомобильных дорог, а также при проведении ландшафтных работ для укрепления откосов.</p>	 <p>Общий вид георешётки</p>
<p>Геосетка – прочная плоская сетка из стекловолокна. Существуют различные типы геосеток, в зависимости от сферы их применения.</p> <p>Применяется для армирования грунта, а также для разделения слоев дорожной одежды и защиты от их перемешивания.</p>	 <p>Различные виды геосеток</p>
<p>Элементы водосборной системы (лотки открытые и закрытые с чугунными, стальными и пластмассовыми решетками, дождеприемники (трапы)). Могут быть выполнены из бетона, пластика или полимербетона в зависимости от назначения территории, где они будут установлены и действующих внешних нагрузок.</p>	
<p>Электрооборудование, например, камни мощения со встроенной светодиодной подсветкой. В выключенном состоянии имеет цвет стекла (от светло-серого – базового, до любого под заказ). Во включенном состоянии могут светиться белым, жёлтым, красным, синим, зелёным или принимать комбинации этих цветов.</p>	
<p>Системы грязезащиты служат для задержания уличной грязи при входе и представляют собой ковры с резиновыми или текстильными вставками. Также могут быть использованы стандартные металлические решетки в комплекте с полимербетонными и пластиковыми поддонами. В нижней части поддона предусматривается специальное отверстие для присоединения водоотводящих труб, которые подключаются к системе ливневой канализации.</p>	
<p>Встраиваемые люки маскируются под поверхность, тем самым органично вписываются в любое дизайнерское решение.</p>	

1	2
<p>Подземная распределительная колонна – представляет собой узел подключения к электричеству, газу, телефону, сжатому воздуху или воде. Колонна при необходимости выводится наружу с помощью механического или электрического привода. Крышка колонны маскируется под дорожное покрытие из камней мощения и выдерживает нагрузки до 90 тонн. Более подробную информацию можно найти на сайте компании Moser Systemelektrik – <a href="http://www.senkelekrant.de">www.senkelekrant.de</a>.</p>	

#### 4. 5. Варианты конструкций.

Общие указания по расчёту дорожных покрытий из искусственных камней мощения содержатся в ОДН 218. 046 – 01 “Проектирование нежестких дорожных одежд” и Руководстве по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге [14]. В настоящем разделе приведены некоторые варианты дорожных и кровельных конструкций с применением искусственных камней мощения.

#### 4. 5. 1. Тротуары, пешеходные дорожки, площадки и площади, на которых не предусматривается систематическое движение автотранспорта.

Требования и рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации таких территорий, на которых не предусматривается систематическое движение, но возможен въезд транспортных средств с нормативной нагрузкой на ось до 6 т (уборочная техника и т. п.), содержатся в Руководстве [14]. Ниже приведены основные выдержки из данного документа.

Принципиальная схема дорожной одежды представлена на рис. 9, описание типовых конструкций содержится в табл. 11.



Рис. 9. Принципиальная конструкция дорожной одежды

## Конструкции дорожных одежд тротуаров

№	Слои	Назначение	Грунты	Примечание
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• геотекстиль</li> <li>• щебеночное основание (фр 20-40, 40-70)</li> <li>• песок</li> </ul>	Тротуары всех категорий городских улиц	Глинистые грунты, кроме супеси легкой крупной, а также супеси легкой при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	Применяется только при наличии сопутствующего дренажа мелкого заложения
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• асфальтобетон плотный типа ГД марок II, III толщиной 3 см.</li> <li>• щебеночное основание (фр 20-40, 40-70)</li> <li>• песок</li> </ul>	см. констр. 1	см. констр. 1	Применяется только при наличии специальных устройств для отвода воды с поверхности промежуточной асфальтобетонной прослойки
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• геотекстиль</li> <li>• щебеночное основание (фр 20-40, 40-70)</li> </ul>	см. констр. 1	песок, супесь легкая крупная, супесь легкая при 1-ом типе местности по условиям увлажнения	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• основание из песка, укрепленного 8-12 % цемента</li> <li>• песок</li> </ul>	Тротуары магистральных дорог и улиц	см. констр. 1.+ чрезмерно пучинистые грунты.	
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• основание из песка, укрепленного 8-12 % цемента</li> </ul>	см. констр. 4	см. констр. 3	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• основание из щебня (верхний слой укреплен цементом)</li> </ul>	см. констр. 4	см. констр. 1	



7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 6-8 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• новый слой основания из щебня;</li> <li>• существующий слой основания из щебня;</li> <li>• существующий дополнительный слой основания из песка;</li> <li>• связный грунт земляного полотна</li> </ul>	Предназначена для ремонта тротуаров с использованием существующих слоев песка и щебня.		
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 10 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• геотекстиль</li> <li>• щебеночное основание (фр 20-40, 40-70)</li> <li>• песок</li> </ul>	Въезды на магистральных улицах и улицах местного значения.	См. констр. 1.	Применяется только при наличии сопутствующего дренажа мелкого заложения
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• покрытие из искусственных камней высотой 10 см.</li> <li>• монтажный слой из песка толщиной 3- 5 см.</li> <li>• основание из песка, укрепленного 8-12 % цемента</li> </ul>	Въезды на магистральных улицах	см. констр. 4.	

Конструктивные слои дорожной одежды назначаются в зависимости от грунта, типа местности (уровня грунтовых вод-УГВ), толщины искусственного камня  $h_{ИК}$  и коэффициента прочности  $K_{ПР}$ . Так, для магистральных улиц общегородско-

го значения  $K_{ПР}=1$ , а для улиц местного значения  $K_{ПР}=0,84$ . Пример назначения толщины слоев основания из песка  $h_{ПЕС}$  и щебня  $h_{Щ}$  для конструкции 1 (табл. 11), согласно Руководству приведён в таблице 12.

Таблица 12

Пример определения параметров слоёв дорожной одежды с покрытием из искусственных камней мощения

Грунт	Тип местности (УГВ-Н, м)	$h_{ИК}$ см	Толщина слоёв щебня $h_{Щ}$ и песка $h_{ПЕС}$ , см, при $K_{ПР} =$							
			0,84		0,90		0,94		1, 00	
			$h_{Щ}$	$h_{ПЕС}$	$h_{Щ}$	$h_{ПЕС}$	$h_{Щ}$	$h_{ПЕС}$	$h_{Щ}$	$h_{ПЕС}$
Суглинок тяжёлый, глина	$1,5 \leq H \leq 2,2$	6	25	21	24	27	24	30	23	21
		7	23	21	22	28	22	31	21	38
		8	21	21	20	29	20	32	19	39
	Особый $1,1 \leq H \leq 1,5$	6	22	40	21	54	21	62	21	69
		7	19	42	19	55	19	63	19	70
		8	17	43	16	57	17	64	17	71

Слои основания не должны быть меньше величин, приведенных в таблице 13.

Таблица 13

Минимальные слои основания дорожной одежды

Наименование материала слоя	Минимальная толщина слоя, см
Щебень и гравий, не обработанные вяжущим и уложенные:	
-на песчаное основание	15
-на укрепленное каменное основание	8-10
Песок	20

#### 4. 5. 2. Портовые территории и контейнерные терминалы.

Дорожные покрытия портовых территорий и контейнерных терминалов воспринимают повышенные нагрузки и воздействия от складированных грузов, перегрузочных механизмов и технологического транспорта.

Вид и конструкцию покрытия выбирают с учётом: эксплуатационно-технологического назначения; гидрологических и грунтовых условий строительства; величины, характера и интенсивности воздействия нагрузок (высоты штабеля складированных грузов, частоты проходов автомобильного транспорта и погрузчиков, режима работы кранов повышенной грузоподъемности); наличия местных дорожно-строительных материалов и минимальной стоимости строительства.

Отечественными и зарубежными исследованиями установлено, что для дорожных покрытий с повышенной нагрузкой (более 10 тонн/ось) следует использовать камни мощения толщиной не менее 100 мм, например - 1Ф.10 "Волна "UNI" (табл. 1 и 8).

По данным компании "OPTIMAS" ([www.optimas.ru](http://www.optimas.ru)), специализирующейся на производ-

стве механизированных укладчиков камней мощения, дорожные покрытия многих складских терминалов и портов за рубежом выполняются из мелкоштучных блоков. Например, в 2008 году выполнено мощение портовых территорий в городах Бандар-Аббас (Иран, 400 000 м. кв), Лавик в Норвегии (60 000 м. кв), Фуджейра (Объединенные Арабские Эмираты, 210 000 кв. м), контейнерного терминала в Словакии (65 000 м. кв) и других.

В 2006 году кафедрой Автомобильные дороги Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, по заказу ОАО "Ленстройдеталь" разработаны рекомендации по устройству дорожных покрытий из искусственных камней мощения для портовых территорий [13]. В работе содержатся варианты дорожных конструкций, указания по технологии производства работ и контролю качества. **Разработанные конструкции имеют покрытие из искусственных камней мощения, долговечность которых по сравнению с покрытиями из асфальтобетона в сходных условиях эксплуатации выше и составляет не менее 3 лет до среднего ремонта.** Пример дорожной конструкции для зон движения фронтальных погрузчиков (99 т/ось) представлен в таблице 14.

Таблица 14

Конструкция дорожного покрытия из искусственных камней мощения для зон движения фронтальных погрузчиков

Материал слоя	Толщина слоя, см
Искусственные камни, прямоугольные в плане с вертикальными боковыми гранями	12 (10) <sup>1</sup>
Выравнивающий слой из песка средней крупности	4 <sup>2</sup>
Верхний слой основания из бетона В 15 (марка М200)	25
Второй слой основания из щебня, укрепленного цементом марки не ниже 75	30

Третий слой основания из фракционированного щебня, уложенного по способу заклинки	32
Разделяющая прослойка из геосинтетического полотна	-
Дополнительный морозозащитный слой основания из песка средней крупности	35
Грунт рабочего слоя – песок пылеватый	-

Примечания:

1. Рекомендуемая толщина камней 12 см. Допускаемая – 10 см.
2. Средняя толщина слоя для расчёта расхода материалов – 4 см. Минимальная толщина слоя, используемая в расчёте прогибов – 3 см.

Также разработаны и реализованы конструктивные решения, которые не предусматривают устройство основания из бетона (рис. 10).



Рис. 10. Конструктивные слои дорожной одежды из искусственных камней мощения (сверху вниз): камень мощения “Волна” (1Ф.10)-100 мм; песок морской (мелкозернистый)-30 мм; геотекстиль; щебень гранитный фр. 20-40 с расклинровкой - 250 мм; георешётка; щебень фр. 40-70 с расклинровкой -300 мм; георешётка; песок морской (мелкозернистый) – 480 мм; геотекстиль.

Для зон складирования контейнеров, вследствие воздействия большой сосредоточенной нагрузки, в зоне контакта фитинга с дорожным покрытием, рекомендуется применять камни мощения с взаимозацепляемыми боковыми гранями (рис. 11) или железобетонные плиты-подпятники (рис. 12). Камни мощения с взаимозацепляемыми боковыми гранями передают силы скольжения и качения не только в направлении движения, но и по поверхности дорожного покрытия, чем значительно снижают нагрузку на основание. Следует

иметь ввиду, что в случае их использования осложняется вопрос разборки и ремонта покрытия, так как не каждый элемент легко и без повреждения может быть извлечен из покрытия.

При проектировании и строительстве дорожных покрытий из искусственных камней мощения высоконагруженных территорий портовых и контейнерных терминалов следует иметь в виду рекомендации по раскладке камней изложенные в п. 4.2.

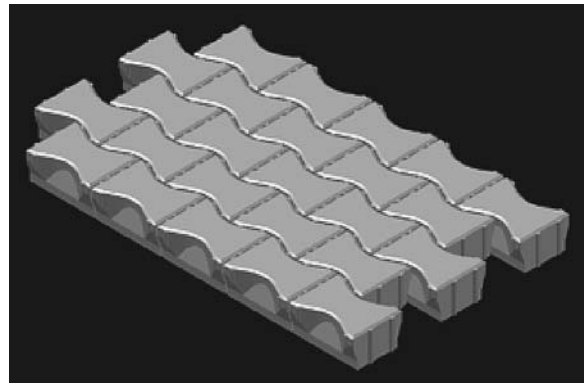
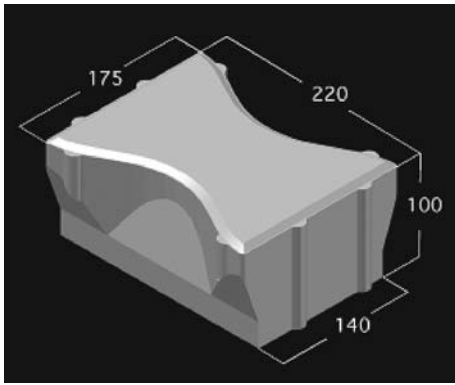


Рис.11. Пример камня мощения с взаимозацепами боковыми гранями “Verticon” (KOBRA Formen GmbH, Германия).

Схема армирования плиты ПМ1

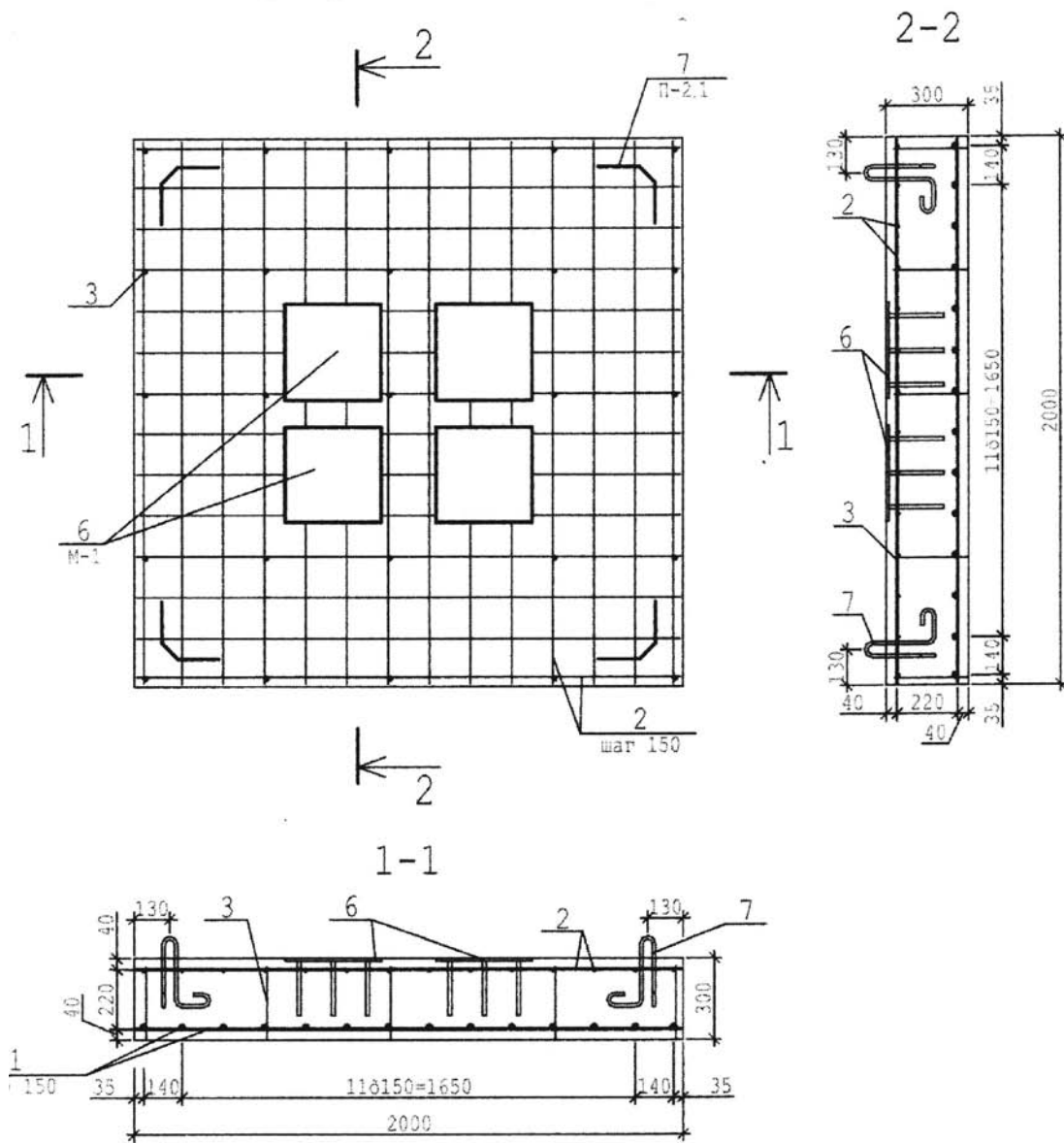


Рис. 12. Вариант железобетонной плиты-подпятника 2000 x 2000 x 300 мм (разработчик ООО “АзьПроектСтрой”).

Общий вид дорожного покрытия из искусственных камней мощения на одном из контейнерных терминалов представлен на рис. 13.



Рис. 13. Дорожное покрытие из искусственных камней мощения на контейнерных терминалах.

#### 4. 5. 3. Эксплуатируемые кровли с дорожным покрытием из искусственных камней мощения.

Плоские эксплуатируемые кровли дают возможность освоения дополнительных площадей зданий под автостоянки, пешеходные зоны и озе-

ленение. В современных проектах часто встречается комбинация зелёной кровли и кровли-террасы, с возможностью движения по ней пешеходов и автомобилей (рис. 14). Как правило, в качестве дорожных покрытий эксплуатируемых кровель применяется искусственный камень мощения.



Рис. 14. Эксплуатируемые кровли дают возможность освоения дополнительных площадей зданий под автостоянки, пешеходные зоны и озеленение.

Плоские эксплуатируемые кровли различают на традиционные и инверсионные. Инверсионная (перевернутая) кровля, отличается от традиционной плоской кровли тем, что теплоизоляционный слой находится не под гидроизоляционным слоем, а по верх его. Таким образом, гидроизоляционный слой предохраняется от воздействия внешних факторов, таких как температурные колебания, ультрафиолетовые лучи, механические повреждения и т. д., тем самым увеличивается срок службы

кровли. В зелёных кровлях применяют специальные гидроизоляционные и дренажные материалы (например, дренажные мембраны), которые стойки к повреждениям от корневых систем растений, обеспечивают поддержание влажности грунта и отвод излишков влаги. Конструкции эксплуатируемых кровель представлены на рис. 15 – 17 [3, 15]. Цифровые обозначения представлены в таблице 15.

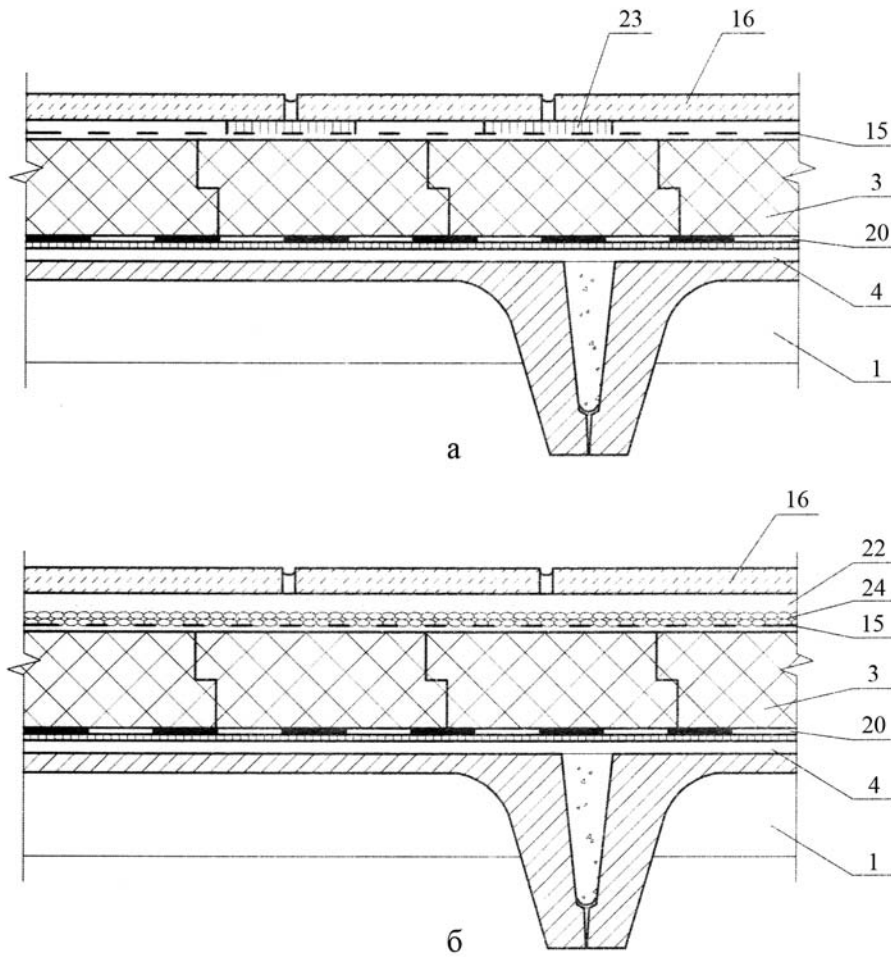


Рис. 15. Инверсионная эксплуатируемая кровля с устройством тротуара  
(а – с подставками; б – со слоем песка).

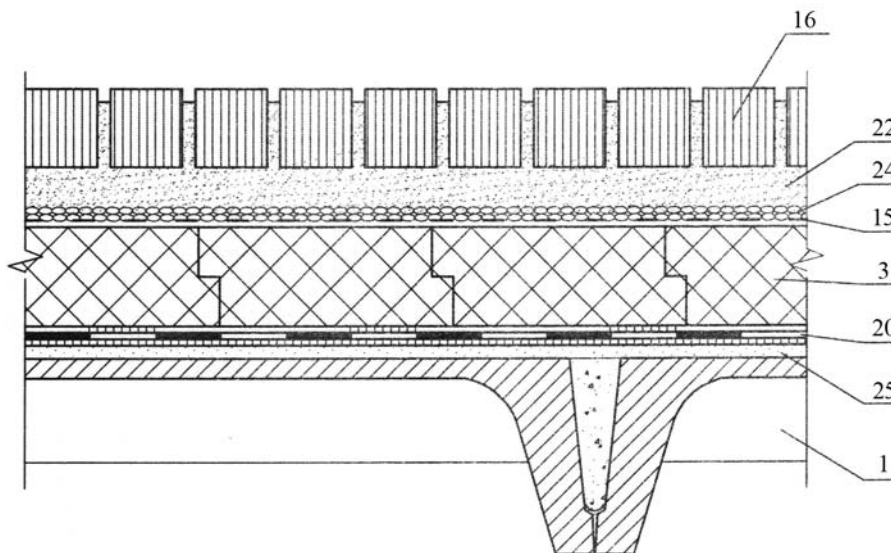


Рис. 16. Инверсионная эксплуатируемая кровля с устройством автостоянки

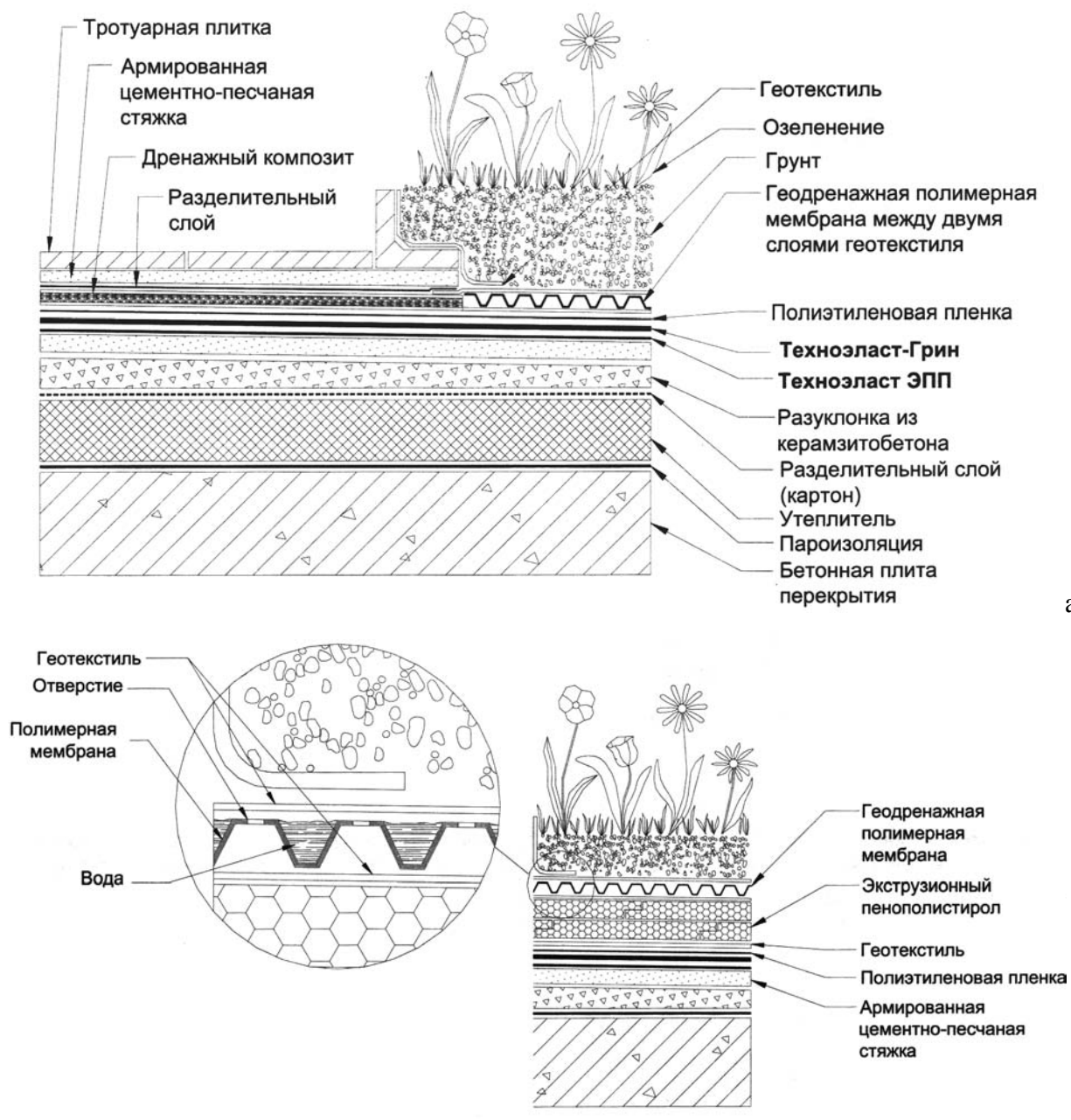


Рис. 17. “Зелёная” кровля (а-традиционная; б-инверсионная).

Таблица 15

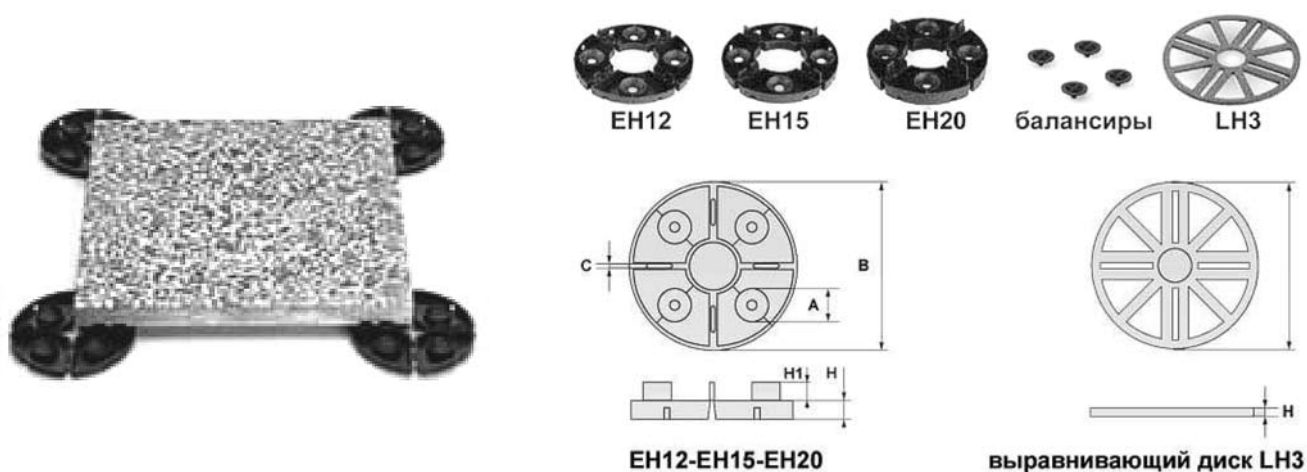
Цифровые обозначения к конструкциям эксплуатируемых кровель (рис. 15, 16, 19, 20)

№ нов.	Наименование
1	Железобетонная плита перекрытия
2	Выравнивающая затирка, грунтовка, пароизоляция
3	Теплоизоляция
4	Стяжка из цементно-песчаного раствора марки 20-30 мм
5	Кровельный ковер
6	Дополнительные слои кровельного ковра
7	Уплотнитель
8	Зажимной хомут
9	Опора из легкого бетона
10	Цементно-песчаный раствор марки 50.
11	Герметизирующая мастика

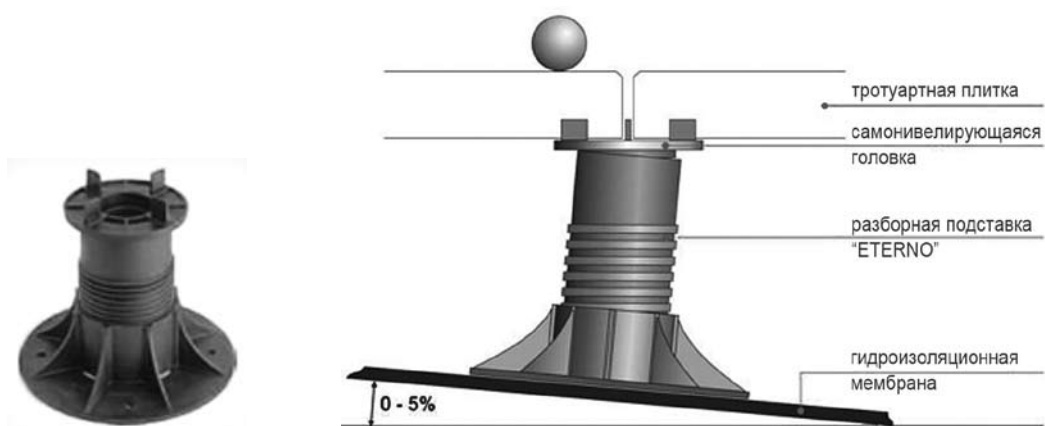
12	Патрубок с фланцем.
13	Разделительный слой из кровельного рулонного материала
14	Дренажный слой из гравия
15	Фильтрующий слой
16	Искусственные камни мощения или плиты бетонные тротуарные
17	Водоприемная воронка
18	Защитная решетка
19	Гравийная засыпка
20	Кровельный ковер-два слоя наплаваемого рулонного материала.
21	Крепежный элемент
22	Слой песка с размерами частиц до 4-х мм
23	Подставки под бетонные плиты
24	Слой щебня (гравия) фракцией 10...20 мм
25	Уклонообразующий слой из легкого бетона класса В 7,5 с затиркой раствором или стяжка из цементно-песчаного раствора марки 100
26	Песок строительный

Камни мощения (60...100 мм), в зависимости от назначения и конструктивных особенностей кровли могут укладываться на цементно-песча-

ную армированную стяжку, песок или пластиковые подставки (рис. 18).



а - нерегулируемые



б - регулируемые

Рис. 18. Пластиковые подставки под бетонные плиты при устройстве кровель



Подставки применяются только при устройстве дорожных покрытий для пешеходного движения и позволяют не связывать жестко дорожное покрытие из камней мощения с гидроизоляционным материалом или другими конструктивными слоями кровли. Такая система имеет ряд преимуществ:

- деформации покрытия, которые происходят вследствие колебания дневных и ночных температур не нарушают гидроизоляционный слой кровли;
- покрытие может быть уложено в любое время года;
- при ремонте или замены гидроизоляционного слоя, покрытие легко демонтируется и устанавливается обратно;
- технологичность выполнения строительных работ.

Подставки используются совместно с балансирами или дисками для выравнивания плиток

мощения в случае разных уровней основания. ([www.index-moscow.ru](http://www.index-moscow.ru); ООО “Конвент-центр”). Подставки легко делятся на части для устройства покрытия в местах примыкания к стенам, внешним и внутренним углам. Слой теплоизоляции, в случае установки на него подставок должен обладать сопротивлением сжатию больше 2 кг/кв. см. Совместно с подставками целесообразно использовать плиты бетонные тротуарные ЗК.5 “Квадрат” (397 x 397 x 50 мм).

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 [3] (рис. 19, 20; цифровые обозначения – табл. 15). Конструкция дорожного покрытия из искусственных камней мощения в зоне водосборных лотков на эксплуатируемой кровле показана на рис. 21.

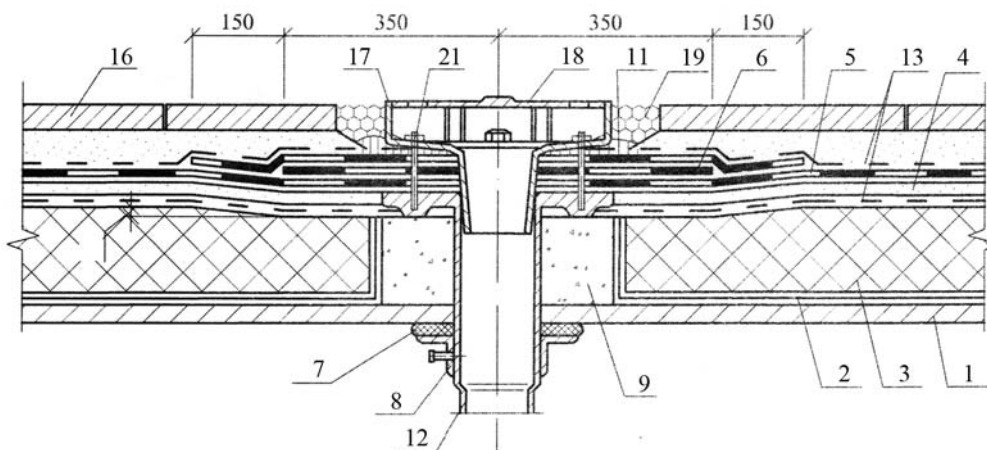


Рис. 19. Воронка внутреннего водостока при традиционной эксплуатируемой кровле.

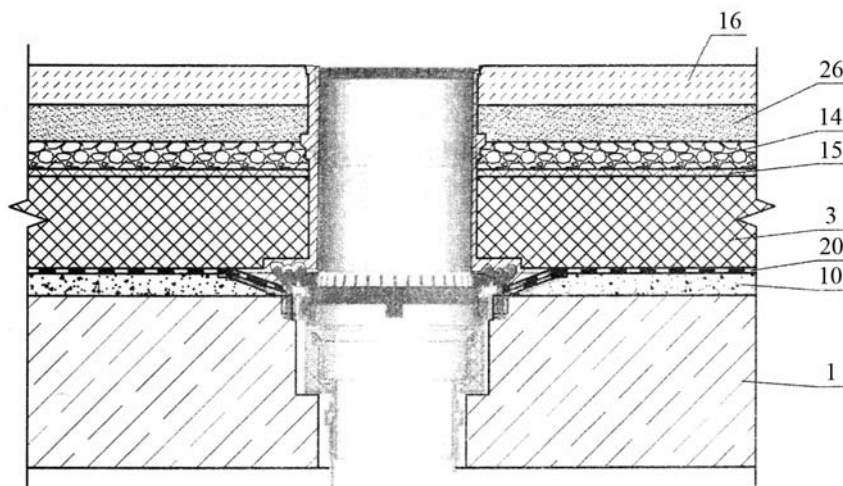


Рис. 20. Воронка внутреннего водостока при инверсионной эксплуатируемой кровле.

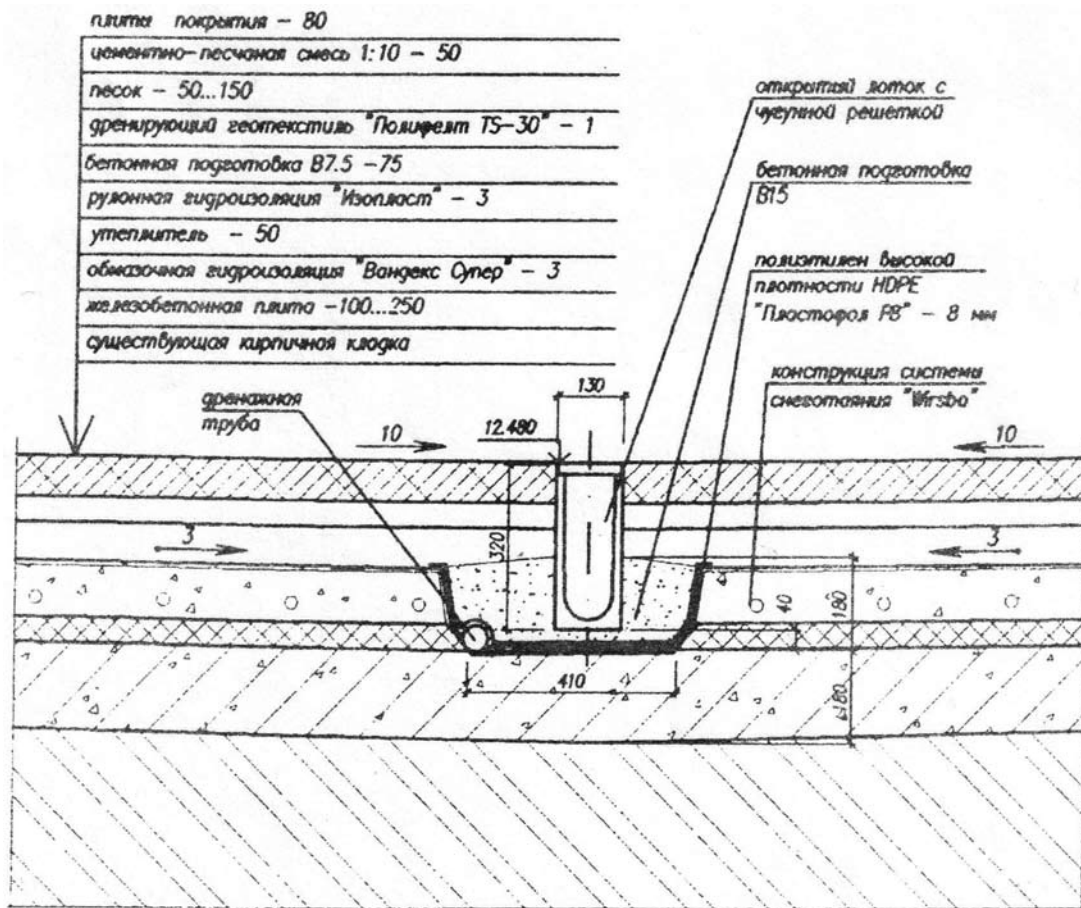


Рис. 21. Конструкция дорожного покрытия из искусственных камней мощения в зоне водосборных лотков на эксплуатируемой кровле.

Некоторые компании поставляют комплекс материалов для устройства эксплуатируемых кровель (рис. 22).

## Система «Дорожное покрытие» с «Эластодрейн® ЕЛ 202»

**Достоинства:**

- Основа для творческого оформления покрытия. На «Эластодрейн®» можно укладывать все, что нравится.
- «Эластодрейн®» уже в период строительства защищает уплотнение крыши от механических повреждений.
- После окончания строительных работ «Эластодрейн®» представляет собой долговременную основу для бытовых покрытий всех видов.
- «Эластодрейн®» обеспечивает долговременный дренаж и таким образом защищает от вреда, причиняемого морозом.

**Грузовая машина**

**Легковая машина**

**Мостовая**  
Мин.толщина: 100 мм

30 – 50 мм балласт из щебня  
Системный фильтр ТГ «Эластодрейн® ЕЛ 202»  
Разделительная пленка ТГФ 20, двухслойная, в качестве подвижного слоя.

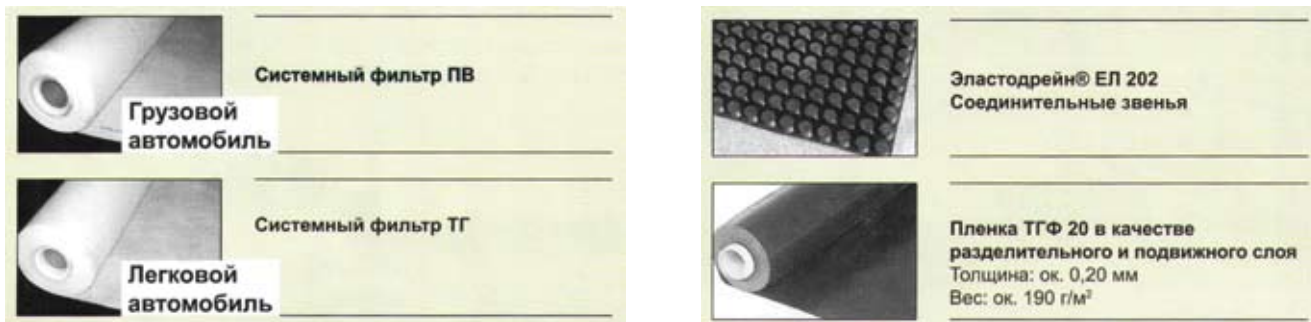


Рис. 22. Материалы для устройства эксплуатируемой кровли компании ZinCo GmbH.

#### 4. 5. 4. Водоотвод и гидроизоляция при устройстве дорожных покрытий из искусственных камней мощения.

По данным зарубежных исследований, водоотводящая способность дорожных покрытий из искусственных камней мощения примерно на 20% ниже, чем асфальтобетонных [14]. Через швы, в основание дорожной одежды поступает поверхностная вода. Это негативно сказывается на работе всей дорожной конструкции, а также способствует дополнительному увлажнению стен зданий и подтоплению фундаментов. Поэтому, очень важно на стадии проектирования и строительства предусмотреть мероприятия по водоотведению,

дренированию дорожных одежд и гидроизоляции примыкающих к мощению подземных частей зданий.

В Руководстве [14] рекомендуются следующие мероприятия (п. 1.2.6).

1) Для обеспечения отвода воды от водосточных труб необходимо предусматривать специальный жёлоб. Для устройства желоба применяются специальные водосборные лотки (рис. 23) или устраивается местное понижение поперечного ряда искусственных камней (рис. 25). Стыковые швы в желобе должны быть заполнены гидроизолирующим материалом, например, битумной мастикой, или цементным раствором.



Рис. 23. Пример установки водосборных лотков (500 x 250 x 80 мм) под водосточные трубы.

2) На тротуарах, примыкающим к зданиям, имеющих историческую ценность следует предусматривать специальную полосу вдоль фундамента, в которой швы должны быть заполнены гидроизолирующим материалом или цементным раствором. Ширина полосы должна быть установлена по месту: ориентировочно на 20 см шире

расстояния от фундамента до обычной линии каплепадения с козырька крыши, но не менее 50 см. При этом конструкция дорожной одежды должна включать дренирующую или водоотводящую прослойку под монтажным слоем. Для одинакового зрительного восприятия всего тротуара, верхняя часть швов, в указанной полосе, должна

быть заполнена тем же материалом, что и в швы на оставшейся части покрытия. Пример дорожного покрытия из мелкоштучных элементов с за-

полнением швов битумной мастикой показан на рис. 24.



Рис. 24. Дорожное покрытие из мелкоштучных элементов с заполнением швов битумной мастикой. Мостовая в Бремене (Германия). Фото Радовского Б.С.

3) При проектировании тротуара в районах существующей застройки на магистральных дорогах и улицах, на которых отсутствуют газоны в пределах красных линий и нет сопутствующего дренажа, следует устраивать дренаж мелкого заложения в тротуаре, если этому не мешают подземные коммуникации. В дренажную траншею

должны быть выведены края прослоек из геотекстильных дренирующих материалов под монтажным слоем. При отсутствии дренажной траншеи края указанных прослоек должны быть выведены в песчаную подушку под бортовым камнем [п. 1.2.5] (рис. 26).

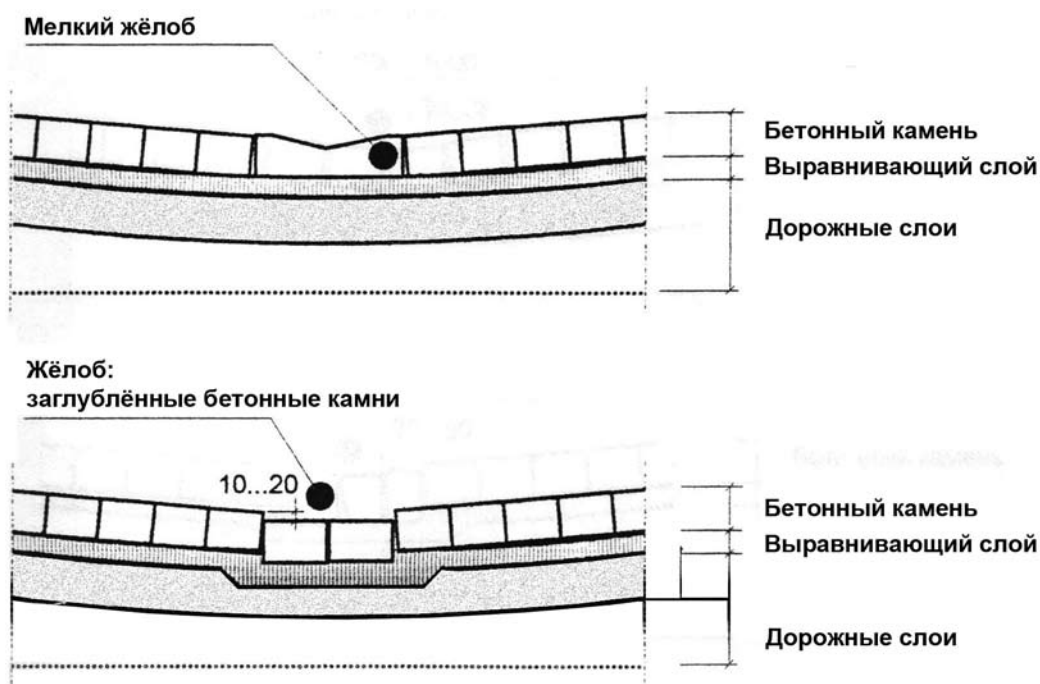


Рис. 25 а. Варианты устройства желоба.

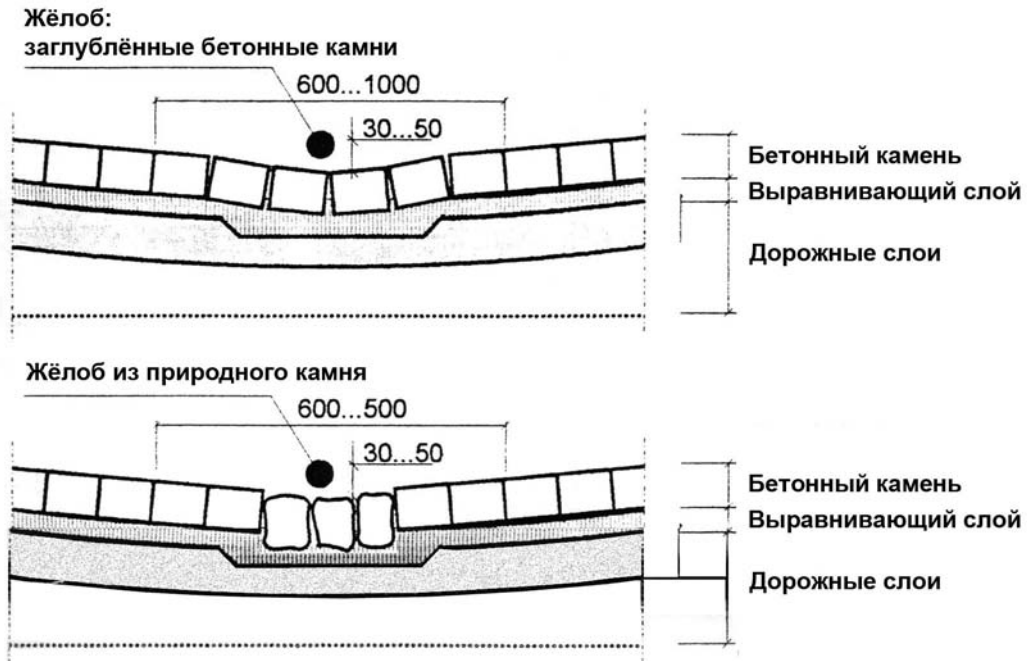


Рис. 25 б. Варианты устройства желоба.

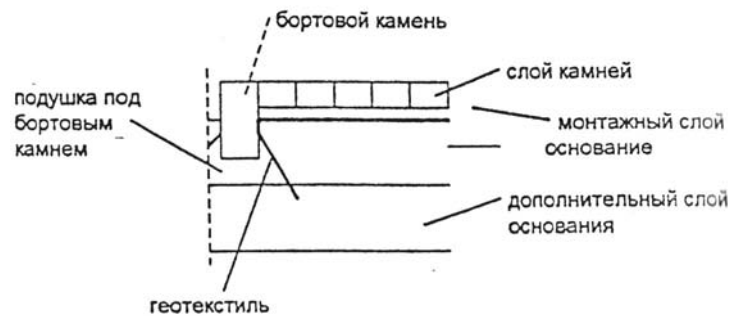


Рис. 26. Водоотвод из монтажного слоя.



Рис. 27. Установка водостока или дождеприёмника в тротуарах или бетонных мостовых.

Результирующий уклон к водоотводящим устройствам должен быть не менее 2,5 %. Один из способов проверки поперечного уклона представлена на рис. 28.

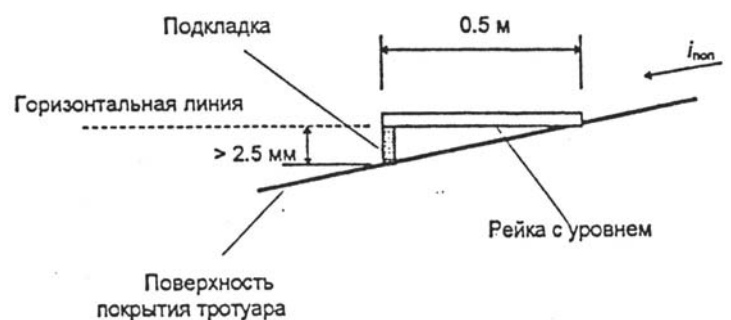


Рис. 28. Проверка поперечного уклона.

Водосточные трубы иногда заводятся прямо в систему ливневой канализации, для чего могут

использоваться специальные дождеприемники (рис. 29).

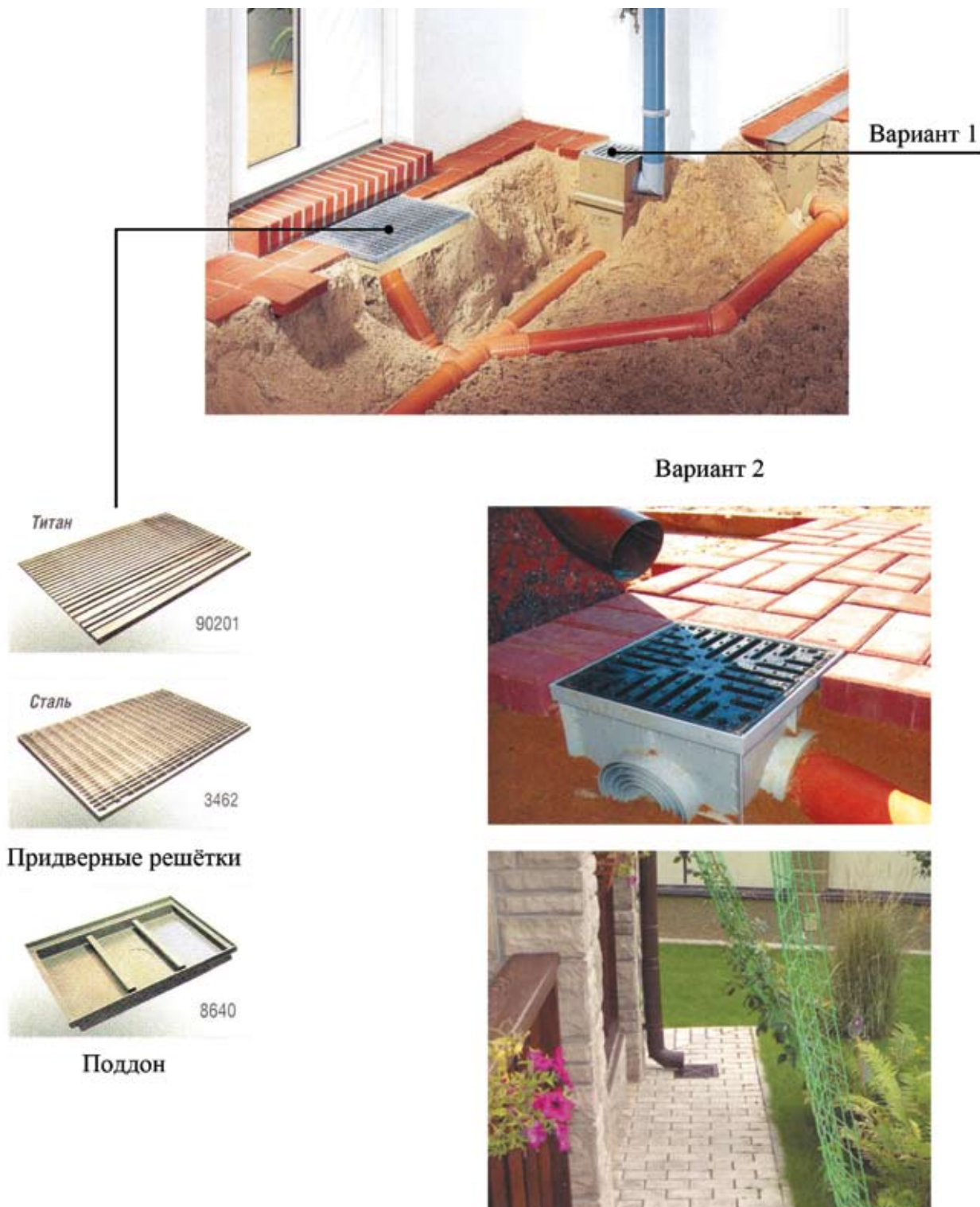


Рис. 29. Пример организации ливневой системы.

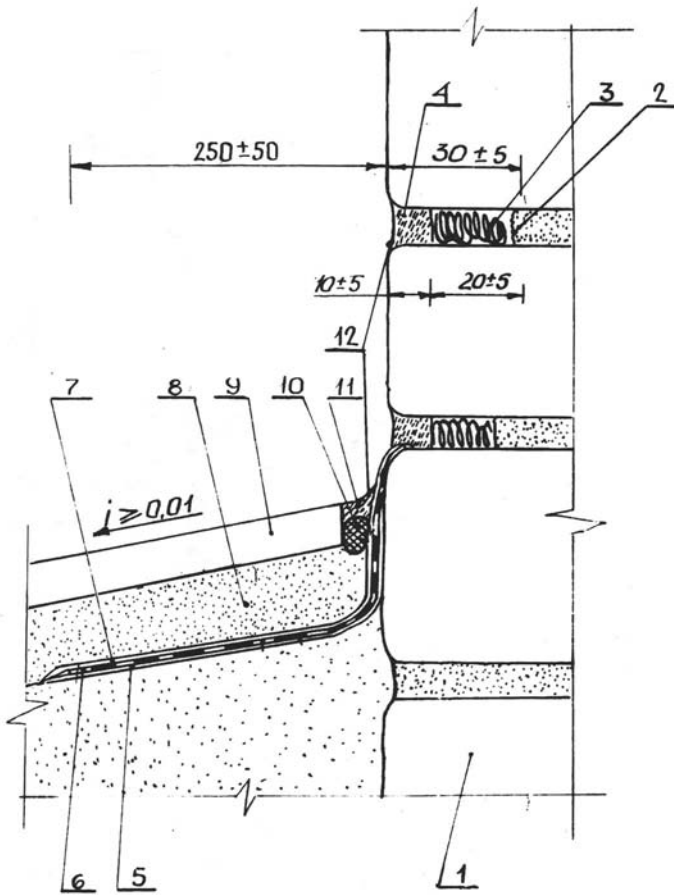
Водосборные лотки и дождеприемники (табл. 10) устанавливаются в траншею на подстилающий слой толщиной 10 см из бетона марки В15. Боковое укрепление каналов выполняется в виде бетонных откосов от стенок к основанию на ширину > 10 см с каждой стороны (рис. 27). Пример конструкции дорожной одежды с покрытием из

искусственных камней мощения в зоне водосборного лотка показан на рис. 32.

Места сопряжения цоколя здания с отмошкой испытывают температурные и осадочные деформации. Для их герметизации могут использоваться мастики, самоклеящиеся ленты и армогермети-

ки (например, битумно-каучуковые мастики типа БСКМ, армированные самоклеящейся ленты Абрис С-ЛТбаз или Абрис С-ЛТф производства Завода герметизирующих материалов (г. Дзержинск

Нижегородской области)). Примеры герметизации сопряжения облицовки цоколя с отмошкой представлены на рис. 30.



1. камень облицовки;
2. вычинка старого уплотнённого шва;
3. уплотнитель;
4. полимерраствор;
5. полиэтиленовая плёнка толщиной 50 мкм;
6. самоклеящаяся лента Абрис С – ЛТн;
- 7, 11. мастика типа БСКН;
9. камень отмошки;
10. пористая прокладка”
12. декоративное покрытие на мастике.

1. естественный грунт;
2. уплотнённый грунт;
3. втрамбованный грунт;
4. песок;
5. слой гравия в реконструируемой части отмошки;
6. песчаная подушка;
7. полиэтиленовая плёнка толщиной 50 мкм;
8. самоклеящаяся лента Абрис С – ЛТн (ЛТбаз)
9. мастика Абрис Ру;
10. вертикальная часть самоклеящейся ленты  $h \approx 250$  мм;
11. песчаная засыпка;
12. каменный цоколь;
13. мастика-эластомер или БСКМ;
14. булыжник или брусчатка отмошки;
15. расчищенный шов кладки стены;
16. уплотнение шва полимер раствором;
17. пропитка стены гидрофобизатором.

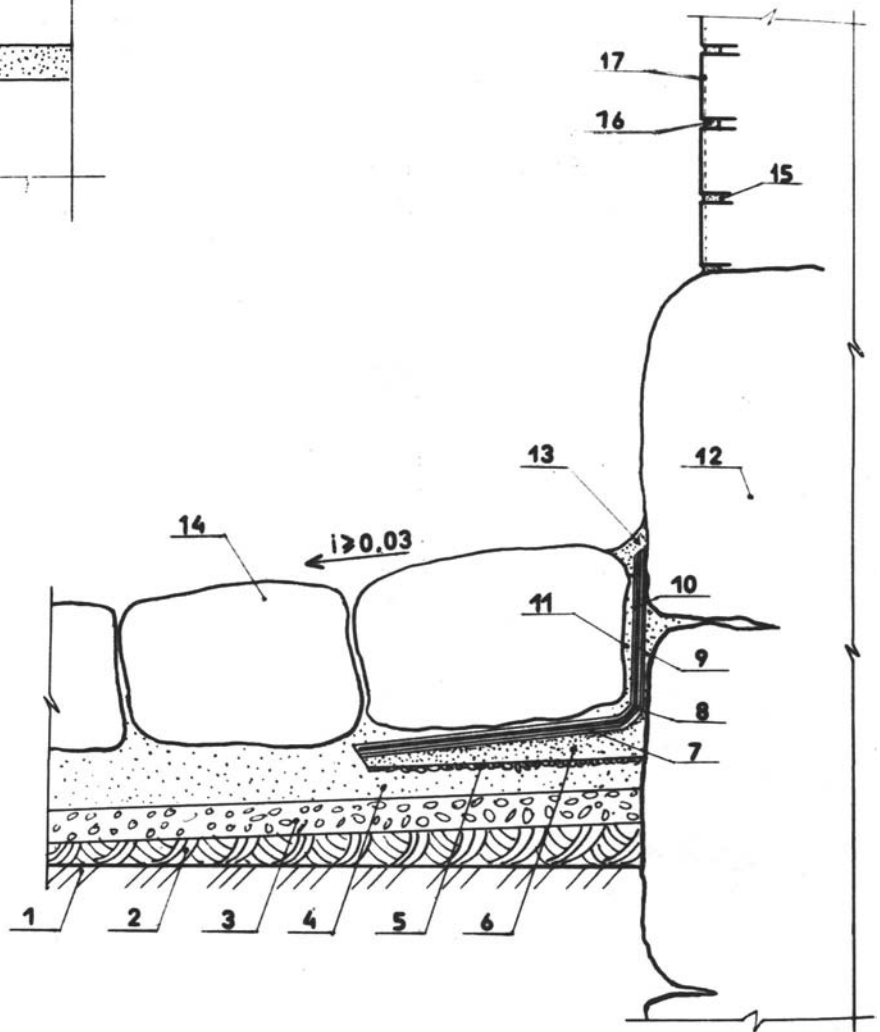


Рис. 30. Примеры герметизации цоколя с отмошкой

Гидроизоляция подземных частей зданий, к которым примыкает мощение, в настоящее время, выполняется следующим образом. Уплотненному дну котлована придается отрицательный уклон от стен здания, к фундаменту приклеивается рулонная вертикальная гидроизоляция, которая заводится на 1–1,5 м на дно котлована, а поверх

устанавливается основание под мощение. Таким образом, вода, дренирующая через подстилающие слои песка и щебня, отводится от фундамента (рис. 31). Это решение критикуется многими геологами и гидротехниками, однако, пока является самым распространенным.

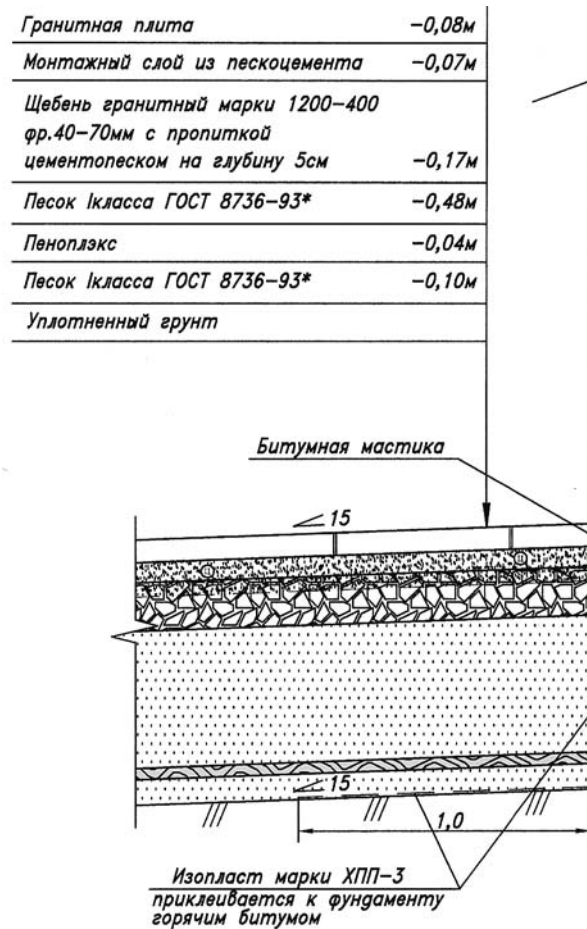


Рис. 31. Гидроизоляция подземных частей зданий при устройстве дорожных покрытий из искусственных камней мощения.

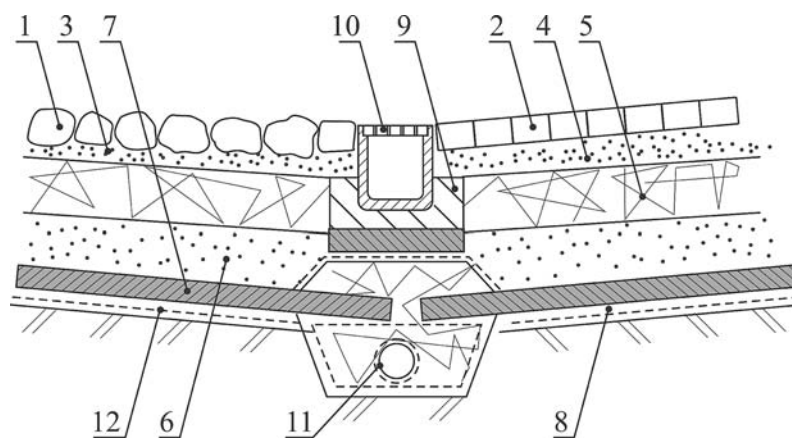


Рис. 32. Конструктивный разрез дорожной одежды в зоне водосборного лотка.

- 1 – булыжник фр. 120-160 мм; 2 – камень мощения; монтажный слой из пескоцемента – 0,08 м; 3, 4 – монтажный слой из пескоцемента - 0,03 м; 5 – щебень гранитный фр. 20-40 мм – 0,26 м; 6 – песок I класса ГОСТ 8736-93\* - 0,30 м; 7 – Экструдированный пенополистирол – 0,04 м; 8 – выравнивающий слой из песка 0,03-0,05 м; 9 – бетон; 10 – водосборный лоток; 11 – труба дренажная; 12 – дорнит.



Элементы водосборной системы могут быть прекрасно декорированы с применением различных материалов (рис. 33).



Рис. 33. Примеры декорирования водосборной системы.

#### 4. 5. 5. Дорожные одежды с покрытием из искусственных камней мощения с системой снеготаяния.

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

Системы снеготаяния могут применяться при устройстве тротуаров, пешеходных зон, пандусов,

лестниц, подъездов к гаражам, а также на участках дорог с большим уклоном.

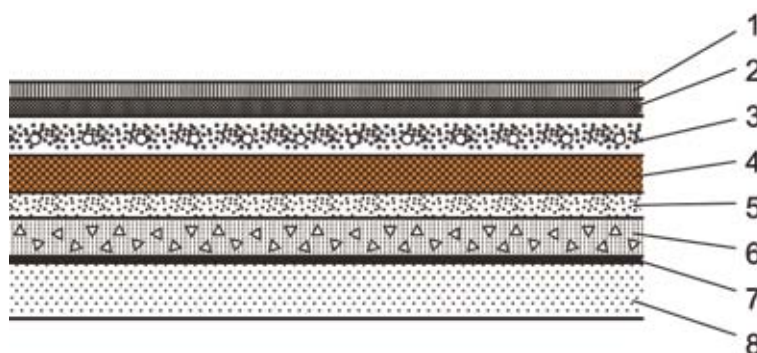
Основой кабельной (электрической) системы является экранированный низкотемпературный нагревательный кабель. В водяных системах снеготаяния, по уложенным в дорожной конструкции трубам циркулирует вода или незамерзающая жидкость.

Для предотвращения потери мощности и увеличения скорости разогрева системы под трубы или электрокабели возможна укладка теплоизоляционных плит из экструдированного пенополистирола.

Примеры конструкций дорожных покрытий из искусственных камней мощения с системами снеготаяния показаны на рис. 21 и рис. 34.



а



б

Рис. 34. Пешеходная зона на Малой Садовой улице (Санкт-Петербург) с водяной системой снеготаяния (а-общий вид; б –поперечный разрез: 1 - естественные и искусственные камни мощения – 80 мм; 2 - пескоцементная смесь – 7 см; 3 - песок с трубами обогрева – 4 см; 4 –экструдированный пенополистирол – 5 см; выравнивающий слой из песка – 3 см; щебень гранитный фр. 40-70 с расклинцовкой – 22 см; геосинтетический материал; песок -18 см).

#### 4. 5. 6. Наземные пешеходные переходы, трамвайные пути, лестницы.

Искусственные камни мощения могут применяться для обозначения наземных пешеходных переходов, участков автомобильных дорог в местах остановок общественного транспорта, мощения трамвайных путей, рулежных дорожек аэродромов, вертолетных площадок, устройства лестниц.

При устройстве трамвайных путей для укладки в междупутье, в межрельсовое пространство и на обочине, могут использоваться уже серийно выпускаемые формы камней мощения, так и специально разработанные - в виде прямоугольных или шестиугольных вибропрессованных плит (рис. 35, 36). Применение плит специальных модификаций позволяет эффективно выполнить благоустройство трамвайных путей [7].

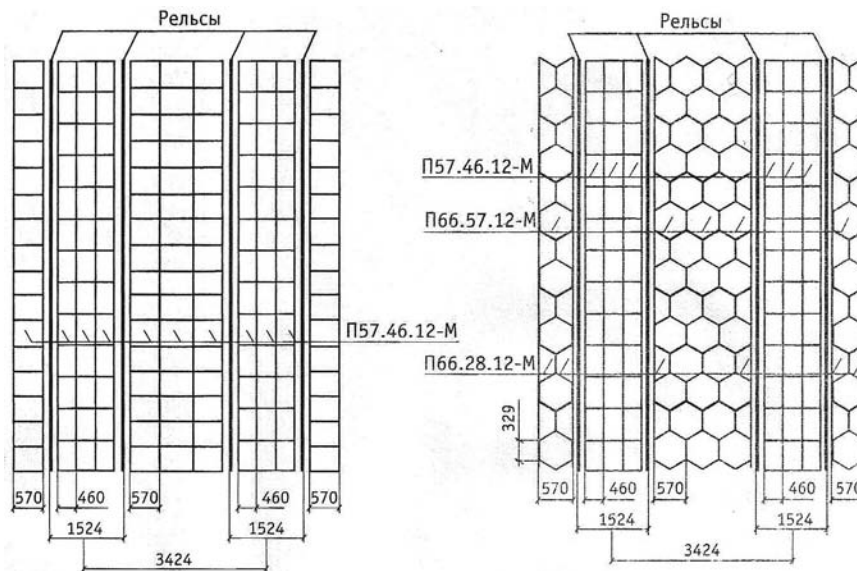


Рис. 35. Схема раскладки прямоугольных и шестиугольных плит толщиной 120 мм при благоустройстве трамвайных путей.



Рис. 36. Общий вид трамвайных путей вымощенных искусственным камнем “Брусчатка”.

**Пешеходные переходы** являются одними из наиболее опасных участков на автомобильных дорогах и улицах населённых пунктов. Применение обычных методов – нанесение горизонтальной дорожной разметки, установка дорожных знаков не приводит к повышению безопасности движения пешеходов. Одним из способов дополнительной визуализации пешеходных переходов является их выделение на проезжей части, например, с помощью мощения (рис. 37).



Рис. 37. Пешеходный переход, выполненный брусчаткой белого и красного цвета (Москва).

Камни мощения также могут с успехом использоваться для устройства лестниц (рис. 38; Приложение 7, раздел 7).

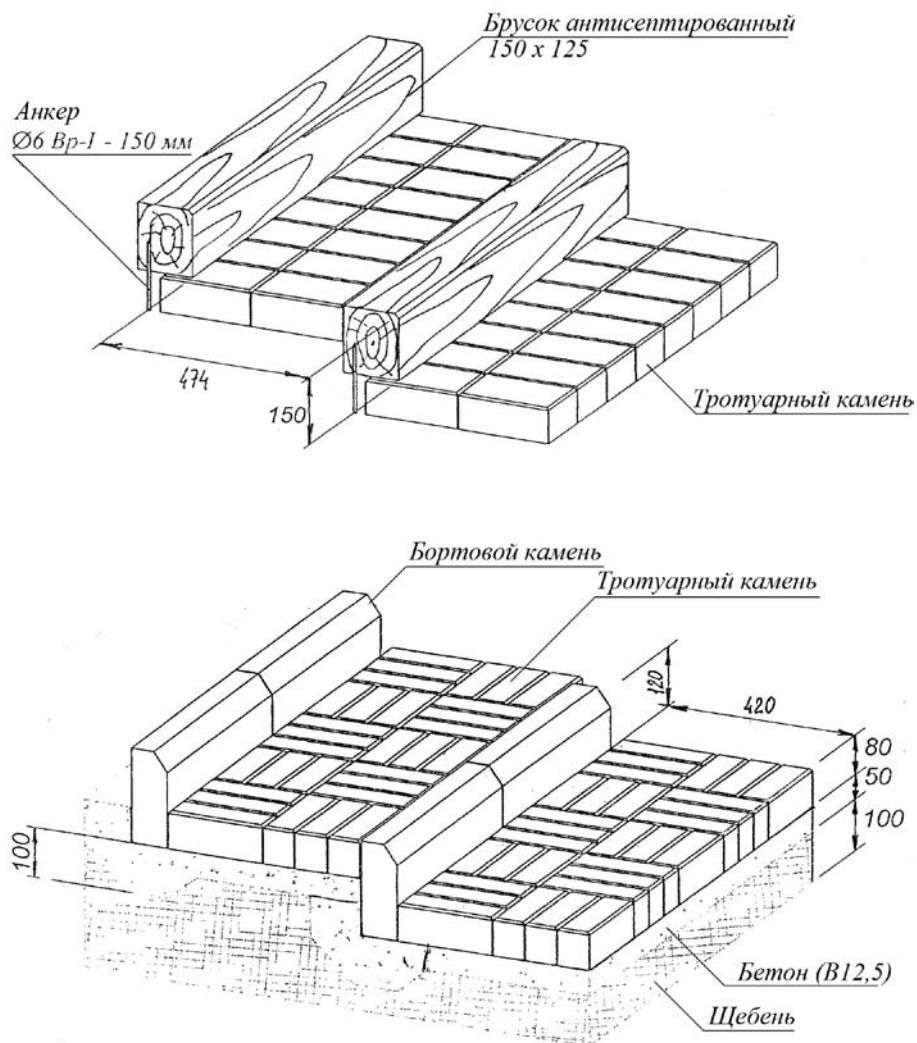


Рис. 38. Варианты устройства лестниц.

## 5. Строительство.

Технологический процесс устройства дорожных покрытий из искусственных камней мощения состоит из следующих этапов: устройство слоев основания с уплотнением; устройство монтажно-

го пескоцементного слоя; укладка тротуарного камня; уплотнение; заделка швов (прометание).

Состав операций и средства контроля приведены в таблице 16.

## Состав операций и средства контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объём)	Документация
Подготовительные работы	<p>Проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие документа о качестве изделия;</li> <li>- внешний вид, соответствие геометрических размеров сборных изделий;</li> <li>- соответствие уклонов и отметок основания проекту;</li> <li>- выноску разбивочных осей и надежность их крепления;</li> <li>- толщину слоя песчаной подготовки и качество уплотнения;</li> <li>- ровность поверхности песчаной подготовки.</li> </ul>	<p>Визуальный</p> <p>Визуальный, измерительный</p> <p>Измерительный</p> <p>То же</p> <p>Технический осмотр всей поверхности</p> <p>То же</p>	<p>Паспорта (сертификаты), общий журнал работ.</p>
Устройство тротуаров и дорожек	<p>Контролировать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- плотность прилегания плит и бортовых камней к основанию;</li> <li>- вертикальные смещения в швах между плитами и бордюрами (бортовыми камнями);</li> <li>- ширину швов между плитами и бордюрами.</li> </ul>	<p>Визуальный</p> <p>Измерительный</p> <p>То же</p>	<p>Общий журнал работ</p>
Приёмка выполненных работ	<p>Проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ровность поверхности покрытия;</li> <li>-заполнение швов.</li> </ul>	<p>Технический осмотр</p> <p>То же</p>	<p>Акт приёмки выполненных работ</p>
Контрольно-измерительный инструмент: нивелир, рулетка, шаблон, двухметровая рейка.			
Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб), геодезист – в процессе работ. Приёмочный контроль осуществляют: мастер (прораб), работники службы качества, геодезист, представители технического надзора заказчика.			

Контролируемые параметры при устройстве покрытия представлены в таблице 17. Следует обратить внимание, что формальное соблюдение действующих в настоящее время допусков по вертикальным уступам между соседними камнями  $\Delta_4$

не представляется возможным (Приложение 3).

Требования к искусственным камням мощения и выборочному контролю качества содержатся в разделе 3, таблица 6.

Таблица 17

Контролируемые параметры при устройстве дорожных покрытий из искусственных камней мощения

Обозначение	Контролируемые параметры	Предельные значения, величина отклонения
$h_{\text{м.сл.}}$	Толщина монтажного слоя с учетом запаса на вибропросадку камней (1-1.5 см)	4 – 6,5 см
$i_{\text{ПОП.М.СЛ.}}$ , $i_{\text{ПРОД.М.СЛ.}}$	Поперечный и продольный уклон монтажного слоя	$i_{\text{ПОП.М.СЛ.}} = i_{\text{ПОП.ПОКР.}}$ ; $i_{\text{ПРОД.М.СЛ.}} = i_{\text{ПРОД.ПОКР.}}$
D	Швы: - расширения; - “зелёные” - дренажные - покрытий из камней с криволинейными боковыми гранями в наиболее узком месте - прочие	8-10 мм до 35 мм* ( $\pm 2$ мм) 15 мм *( $\pm 2$ мм) 2 мм 3-5 мм
$\Delta_1$	Величина вертикального уступа между двумя соседними камнями	< 2 мм
$\Delta_2$	Ровность: -максимальный просвет под четырехметровой рейкой -при использовании трехметровой рейки максимальный просвет	< 10 мм < 10 мм (не более 5% измерен.), остальные до 7 мм
$i_{\text{ПОП.ПОКР.}}$	Поперечный уклон покрытия на базе 0.5 м ( $i_{\text{ПОП.ПОКР.}}$ ). Рис. 28.	> 0.5 % (> 2.5 мм)
$i_{\text{ПРОД.ПОКР.}}$	Продольный уклон покрытия ( $i_{\text{ПРОД.ПОКР.}}$ ) – высотные отметки по оси	$\pm 2$ см
I	Результирующий общий уклон покрытия в сторону водосборных устройств $i = (i_{\text{ПОП.}} + i_{\text{ПРОД.}})^2$	> 2.5 %
$\Delta_3$	Примыкания к существующим вертикальным отметкам	$\pm 2$ мм
$\Delta_4$	Величина уступов между искусственными камнями и крышками люков колодцев подземных коммуникаций	< 2 мм

Укладка камней мощения может осуществляться вручную или при помощи механизированных укладчиков (рис. 39 – 42). Механизированные укладчики (“ROBOTEC”, “Optimas”) применяются для мощения больших территорий простых конфигураций, где не требуется созда-

ние художественных рисунков мощения. Такие машины, производительностью до 1 500 м. кв. в смену, имеют сменное навесное оборудование для заполнения и затирки швов, установки бортового камня и планировки основания.



Рис. 39. Механизированные укладчики камней мощения “OPTIMAS” и “ROBOTEC”.



Рис. 40. Планировочный рубанок “PROBST” для подготовки монтажного слоя перед укладкой камней мощения.



Рис. 41. Метущие щётки “PROBST” для заполнения швов между камнями.



Рис. 42. Вспомогательный инструмент для выполнения работ по мощению.

Качество дорожных покрытий из искусственных камней мощения, их долговечность, противостояние неравномерным просадкам в значительной степени зависят от качества грунтового и искусственного оснований. Поэтому, при строительстве следует особое внимание уделять: изучению геологии и гидрогеологии участка, наличию слабых грунтов и необходимости их замены или укрепления, контролю плотности грунта в пределах сжимаемого слоя, выполнению правил производства работ.

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

- СНиП 3.01.01-85\* “Организация строительного производства”;
- СНиП 3.06.03-85 “Автомобильные дороги”
- СНиП III-10-75 “Благоустройство территорий”;
- Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ (Общероссийский общественный фонд



“Центр качества строительства”, Санкт-Петербургское отделение)

В последнее время, при благоустройстве территорий памятников истории и культуры, на других территориях, совместно с бетонным искусственным камнем используют булыжник. Правила мощения булыжником представлены в Приложении 2.

Швы увеличенной ширины - “зелёные” и “дренирующие” (до 35 мм), заполняются плодородной

смесью, куда высаживают декоративные травы, легко переносящие вытаптывание, галькой, отсевом гранитного щебня и другими материалами. Для заполнения “зелёных” швов рекомендуется использовать песчано-гравийную смесь или смесь песка со щебнем фракции 0–10, перемешанным с растительным грунтом примерно 1 : 1.

Бортовые камни устанавливаются на свежеуложенное бетонное или песчаное основание, в соответствии с требованиями проекта.

## 6. Эксплуатация

Дорожные покрытия из искусственных камней мощения требуют тщательного содержания и ухода. В течение всего времени эксплуатации покрытия следует следить за заполнением швов. Швы должны быть заполнены на всю высоту материалом заполнителя.

Для уборки дорожных покрытий из искусственных камней мощения используется специальные малогабаритные машины, оборудованные

пылесосами и моющими щётками (рис. 43).

В зимний период, при уборке покрытия нельзя применять средства, содержащие техническую соль. Во избежание разрушения декоративного слоя камня и его лицевой поверхности, не рекомендуется использовать для уборки инструменты с металлической рабочей частью или поверхностью.



Рис. 43. Моечная машина EC 60 “PROBST”.

Для контейнерных терминалов и складских площадок может быть использован опыт зимней эксплуатации крупных магистралей Швеции, на которых специально создают наледь. Снег не вывозится, а укатывается машинами, поливается горячей водой, смешанной со щебнем. Холодный щебень выносит за границу дороги, а горячий щебень вплавляется в лед и образует шершавую поверхность.

Наиболее часто встречаемые дефекты дорожных покрытий из искусственных камней мощения и причины их возникновения следующие [1] (рис. 44):

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

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

3. Разрушение искусственных камней моще-

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



а



б



в



г



д



е

Рис. 44. Дефекты дорожных покрытий из искусственных камней мощения.

а), б), в) отшелушивание декоративного лицевого слоя и разрушение камней вследствие нарушения технологии их изготовления; г) разрушение лицевого слоя по причине нарушения правил зимней уборки (на поверхности видны следы ледоруба); д) разрушение камней мощения в зоне водостока, вследствие отсутствия приёмного водосборного лотка; е) разрушение дорожного покрытия в местах расположения смотровых и канализационных колодцев, вследствие некачественного выполнения строительных работ.

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

Некоторые вопросы эксплуатации, можно решать ещё на стадии проектирования. Например, применение систем снеготаяния (разд. 4.5.5) исключает механическое воздействие на дорожное покрытие из искусственных камней мощения при уборке и вывозе снега, что способствует увеличению срока его службы. Положительный эффект также достигается за счёт снижения травматизма и аварийности.

В настоящее время нормативные и методические документы не позволяют оценивать эксплуатационное состояние дорожных покрытий из искусственных камней мощения и принимать решение по его ремонту. Предложения по методике оценки эксплуатационного состояния содержатся в Приложении 4.

Иногда на поверхности камней мощения возникают белые соляные налеты – “высолы”, которые образуются из-за перемещения воды вместе с солями внутри бетона. В сухую погоду соленый незамерзающий раствор устремляется к лицевой поверхности камня. Вода испаряется, а соли кристаллизуются, оставаясь на лицевой поверхности в виде белого налета.

В Руководстве [14] указывается следующее: “В течение первого (иногда и второго) года эксплуатации возможно выветривание поверхности бетонных искусственных камней, подвергающихся воздействию влаги с переменной интенсивностью и входящего в состав воздуха углекислого газа. При этом на поверхности камней выделяются продукты их взаимодействия с химическими соединениями, входящими в состав бетона; появляются обесцвеченные области (пятна). В отдельных случаях возможен белый налет. В очень небольших объёмах такое явление допустимо, поскольку не влияет на прочностные свойства покрытия. Однако оно свидетельствует о происходящей карбонизации, которая может вести к снижению морозостойкости и прочности бетона”.

Образование “высолов” или выцветание поверхности искусственных камней мощения – процесс многофакторный, и борьба с ним достаточ-

но трудна. До настоящего времени не выявлены закономерности процесса высолообразования, знание которых позволяет научно обоснованно подойти к решению проблемы высолов.

Избавится от высолов при помощи воды и щеток не всегда возможно. Вода проникает внутрь материала и “вытаскивает” на поверхность следующую порцию соли. Под действием атмосферы и агрессивных техногенных выбросов растворимые соли преобразовываются в нерастворимые. Такие соединения можно удалить только специальными составами.

Для удаления высолов и их профилактики существуют специальные средства - очистители и гидрофобизаторы. Например, компанией ПЕНТА ([www.penta-91.ru](http://www.penta-91.ru)) предлагаются следующие составы.

Нейтральный порошковый очиститель для удаления высолов, следов цементных штукатурок и строительных растворов. Очиститель разводят горячей водой в соотношении 1:10 -1:20 в зависимости от степени загрязнения. Расход очистителя определяется экспериментально на пробной поверхности и составляет обычно 0,02-0,10 кг/м. кв. Очиститель наносится при помощи кисти, щетки или валика, выдерживают в течение 10-30 мин, после чего остатки смывают водой.

Чтобы избавиться от образования высолов необходимо исключить возможность вымывания солей из камней мощения. Этого достигают, обрабатывая очищенную поверхность специальным составом – гидрофобизатором, придающим материалам водоотталкивающие свойства. После обработки вода не впитывается в поверхность, а стекает с нее. Составы могут применяться как в чистом виде, так и разбавленными водой или органическим растворителем (Уайт-спиртом) в соотношении 1:1. Расход составов зависит от впитывающей способности строительного материала и определяется экспериментально.

Природа образования высолов и способы борьбы с ними изложены в работах [4, 12].

Правила транспортировки, укладки и эксплуатации искусственных камней мощения изложены в Приложении 5.

## Литература

1. Анохин С. А., Кузнецов В. Д. Причины разрушения тротуарной плитки. Строительные материалы, 2000, № 12.
2. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования. Москва, 2002 г.
3. Конструкции стен, покрытий и полов с теплоизоляцией из экструзионных вспененных пенополистирольных плит “Пеноплэкс”. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. Шифр М24.24/04. ОАО “ЦНИИПРОМЗДАНИЙ”. М., 2004.
4. Корнеев В. И. Высолы на цементных строительных изделиях.- Популярное бетоноведение, 2006, № 6 (14).
5. Костиков Ю. Б. Влияние параметров покрытия из искусственных камней мощения на прочность дорожной одежды. Дис. канд. техн. наук. - СПб.: СПбГАСУ, 2005.
6. Лукина В. А. Оценка транспортно-эксплуатационных показателей и технического состояния автомобильных дорог. Учебное пособие./ Архангельский государственный технический университет. – Архангельск, 1999.
7. Львович. К. И. Эффективная программа городского благоустройства-производство плит для покрытий трамвайных путей. - Популярное бетоноведение, 2007, № 1 (15).
8. Нефедов В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды.- СПб.:2002.
9. Никеров Н. С. Дорожные одежды автомобильных дорог общего пользования. Часть 1. Учебное пособие. – СПб: Петербургский государственный университет путей сообщения, 1997
10. Петраков Б. И., Марышкин А. Л. Выцветы на поверхности бетонных изделий и методы их предотвращения//Современные направления технологии строительного производства. Вып. 9. Статьи и тезисы докладов постоянно действующего межвузовского научно-практического семинара. – СПб.: ВИТУ, 2005. – С.83...89.
11. Покрытия портовых территорий. Методическое пособие. ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ, 2006 г. (Проект).
12. Пустовгар А.П. Предотвращение образования высолов на каменных конструкциях зданий и сооружений.- Технологии строительства,2007, № 3(51).
13. Рекомендации по конструкции дорожной одежды с покрытием из искусственных камней мощения. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Автомобильно-дорожный институт. Санкт-Петербург, 2006 г [ ].
14. Руководство по конструкциям, технологии устройства и требованиям к дорожным покрытиям из искусственных камней в Санкт-Петербурге, Департамент по благоустройству и дорожному хозяйству Мэрии Санкт-Петербурга, 1995 г.
15. Руководство по проектированию и устройству эксплуатируемых кровель с зелёными насаждениями с применением материала с усиленной защитой от прорастания кровельных систем растений Техноэласт-Грин, производства компании “ТехноНИКОЛЬ”. М., 2004.
16. Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ. Общероссийский общественный фонд “Центр качества строительства”, Санкт-Петербургское отделение. СПб.: Издательский Дом KN+, 2000.
17. Технические указания по устройству гидрозащиты подземных конструкций зданий. ГОУ ДПО ГАСИС. М., 2007.
18. Тимофеев А. А. Сборные бетонные и железобетонные покрытия городских дорог и тротуаров. – М.: Стройиздат, 1986.

## Оценка сцепных свойств лицевой поверхности бетонных камней мощения

В качестве критерия оценки сцепных свойств лицевой поверхности искусственных камней мощения, по аналогии с асфальтобетонными дорожными покрытиями (ГОСТ 30413-96 “Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием”), может быть принят коэффициент сцепления.

Коэффициент сцепления характеризует способность покрытия оказывать сопротивление скольжению автомобильных шин и представляет собой отношение максимальной силы  $T$ , затрачиваемой на перемещение заторможенного колеса по покрытию, к вертикальной силе  $G$  (сцепной вес), воздействующей через колесо на покрытие и приложенной перпендикулярно к его поверхности:  $\varphi = T/G$  (ГОСТ 17697-72. Автомобили. Качество колеса).

Технически, определение коэффициента сцепления на автомобильных дорогах реализуется с помощью прицепной динамометрической тележки, предназначенной для измерения коэффициента трения скольжения заблокированного колеса, движущегося со скоростью 60 км/час по увлажненному покрытию. Минимально допустимое значение коэффициента сцепления на автомобильных дорогах – 0,45 (СНиП 2. 05. 02 – 85 “Автомобильные дороги”). Применение прицепной динамометрической тележки на дорожных покрытиях, где используется искусственный камень мощения (тротуары, пешеходные зоны и т. п.) – практически невозможно.

Для измерения коэффициента сцепления лицевой поверхности искусственных камней мощения предлагается использовать разработанный НПП “ВРТ” совместно с лабораторией строительных и дорожных машин Санкт-Петербургского государственного политехнического университета прибор ДТ-М (дорожный трибометр, механический; рис.1). Он предназначен для оперативной оценки сцепных качеств дорожного покрытия, а также других поверхностей с покрытием капитального типа для сооружений промышленного, гражданского и спортивного назначения. Наряду с высокой скоростью и точностью измерений, основными достоинствами прибора являются малые габариты и вес. Это особенно актуально при измерении коэффициента сцепления на тротуарах

в стесненных городских условиях. Прибор одобрен ГУ ГИБДД МВД России и Государственным комитетом РФ по стандартизации и метрологии. По результатам опытной эксплуатации прибора получен ряд положительных отзывов от ряда научных и дорожно-строительных организаций.

Процесс измерения коэффициента сцепления лицевой поверхности камней мощения показан на рис. 2. Результаты измерения коэффициента сцепления прибором ДТ-М представлены в табл. 7 (раздел 3). Коэффициент сцепления бетонных камней мощения различных видов, по результатам испытаний, находится в диапазоне 0,27...0,57.

Следует обратить внимание, на факторы, которые не оценивались и не принимались во внимание авторами, при измерении коэффициента сцепления:

1. состояние лицевой поверхности плиток (загрязненность, увлажненность);
2. температура окружающей среды;
3. резина имитатора прибора ДТ-М (рис. 1, поз. 9) имитирует материал протектора шины колеса автомобиля, а не материал подошвы обуви пешехода (резина имитатора изготавливается из протекторной смеси, являющейся базовой для разработчиков шин).

Несмотря на выше оговоренные допущения, анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

1. Установить связь между категорией бетонной лицевой поверхности камня и ее сцепными свойствами не представляется возможным. Камень мощения с одинаковой категорией поверхности (табл. 1) имеет различные сцепные свойства. Это означает, что существующие нормативные документы не в полном объеме отражают эксплуатационные характеристики выпускаемых изделий и требуют доработки.

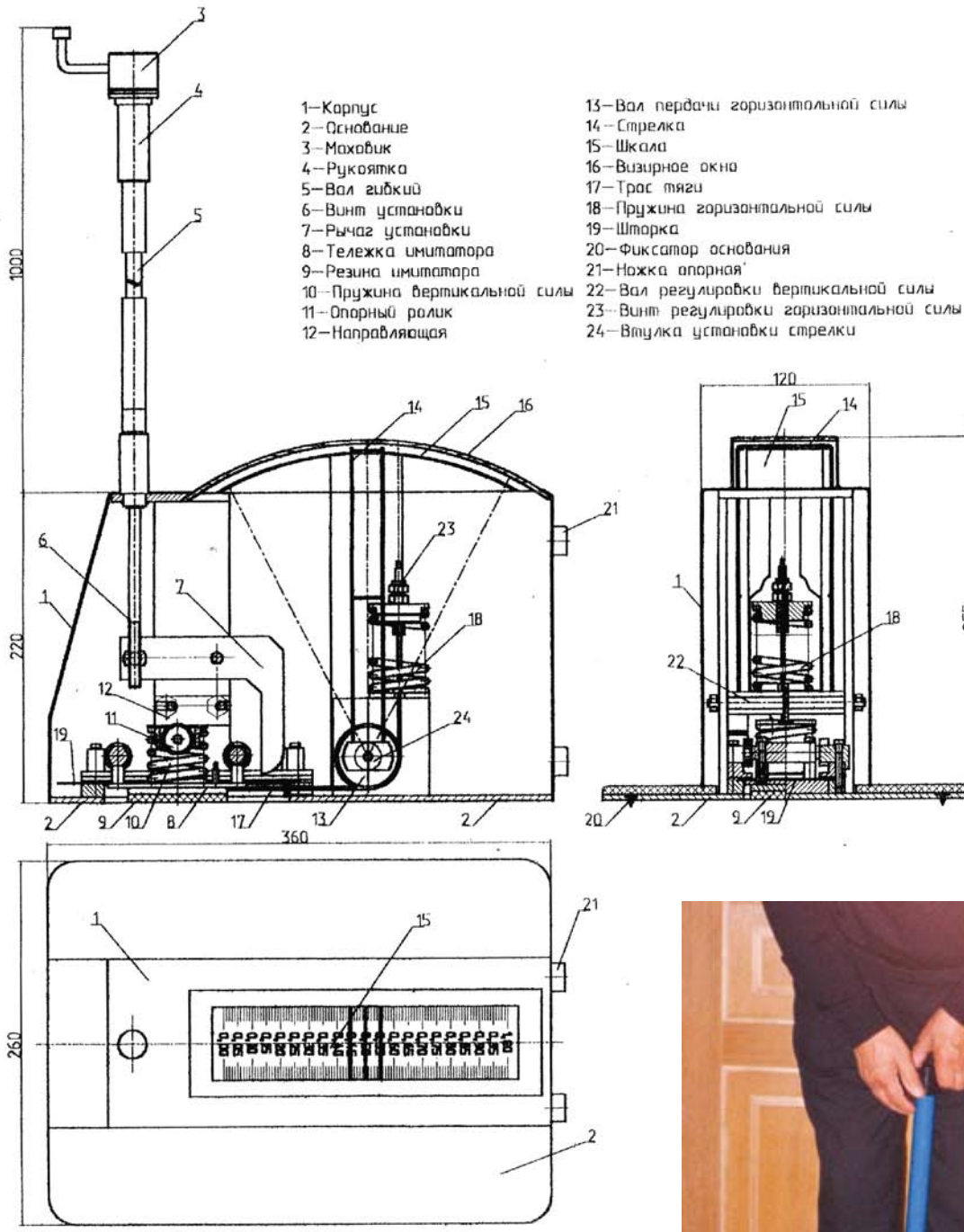


Рис. 1. Прибор для определения сцепных качеств дорожного покрытия ДТ-М;



Рис. 2. Процесс измерения коэффициента сцепления лицевой поверхности камней мощения.

Определение категории лицевой поверхности камней мощения  
(испытательный центр Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета,  
протокол испытаний № 1533 от 01 сентября 2005 года)

Вид камня	Дефекты поверхности				Категория лицевой поверхности
	Наибольший размер раковин	Высота местного напыла или глубина впадины	Глубина окола на ребре, измеряемая по поверхности	Суммарная длина окол на 1 м ребра	
Вибролитьевой с гладкой поверхностью	Раковин нет	Напылов и впадин нет	Околов нет	0	А2
Вибролитьевой с шероховатой поверхностью		До 1 мм			
Вибропрессованный с гладкой поверхностью (раздел 3, рис. 2,а)		Напылов и впадин нет			
Вибропрессованный с размытой поверхностью (раздел 3, рис. 2,б)	Качество поверхности должно соответствовать эталону отделки утвержденному предприятием- изготовителем изделия по согласованию с заказчиком.				

2. Наименьший коэффициент сцепления соответствует камням производимым по методу вибролитья. Причем камень с гладкой лицевой поверхностью имеет минимальный коэффициент сцепления по сравнению с другими образцами. Полученные значения коэффициента сцепления не соответствуют минимально допустимому для дорожного покрытия при движении автомобилей ( $\varphi=0,45$ ). Это не значит, что от применения вибролитьевого камня следует отказаться. Действующие нормы допускают его использование. Кроме того, преимущество вибролитьевого метода производства перед вибропрессованием – возможность производства большого ассортимента продукции по формам, что несомненно, привлекательно для ландшафтных архитекторов и дизайнеров. Однако, при выборе места его использования, следует

учесть назначение площади на которой устраивается покрытие, интенсивность пешеходного и автомобильного движения, рельеф местности, поперечные и продольные уклоны, а также другие факторы.

3. Наилучшим коэффициентом сцепления, по сравнению с другими образцами, обладает камень мощения с размытой (фактурной) поверхностью. Его предпочтительно использовать на пешеходных зонах с большой интенсивностью движения, на участках дорог и площадей с выраженным уклоном рельефа. Кроме того, как показали выполненные ранее испытания, данный камень имеет повышенную прочность и износостойкость, по сравнению с обычными вибропрессованными камнями.

### Порядок мощения булыжником

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

Мощение булыжником включает в себя следующие операции: подготовка основания, сортировка булыжника по высоте и ширине (в плане), укладка булыжника, расщепка пустот, трамбование, засыпка песком и укатка.

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

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

2. Промежутки между камнями заполняются мелкофракционным щебнем.

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

4. Камень должен ставиться так, чтобы он соприкасался с окружающими его камнями не менее, чем в трех точках, расположенных по его периметру, а не сосредоточенных в какой-нибудь одной его части. Не допускается укладка камней с оставлением четырехугольных зазоров между ними; зазоры должны быть треугольными и иметь наименьший возможный по величине размер.

Правила проиллюстрированы на рис. 1.

Порядок мощения при различных профилях дорожного покрытия показан на рис. 2. При несоблюдении вышеуказанных правил, возможна потеря устойчивости отдельных камней в дорожном покрытии, их выжимание под ударами колеса и, как следствие, разрушение целых участков мостовой.

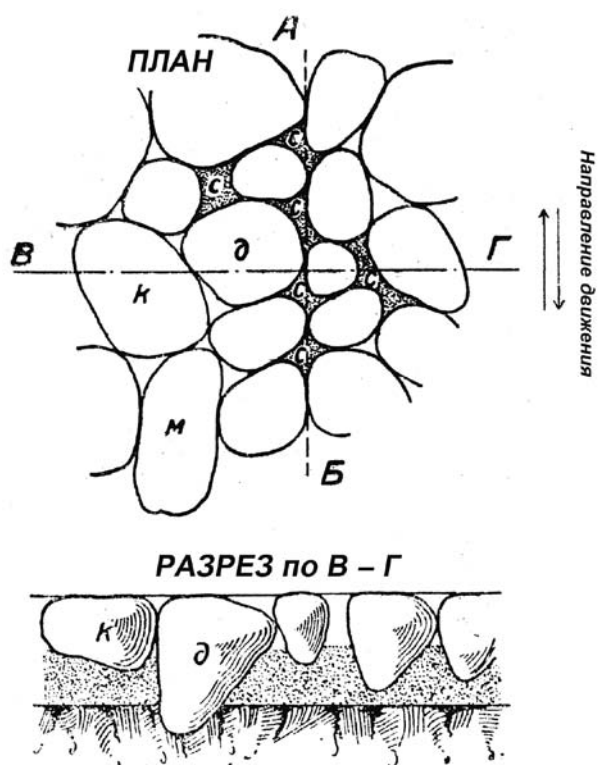


Рис. 1а. Пример неправильного мощения булыжником

Недочёты:

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



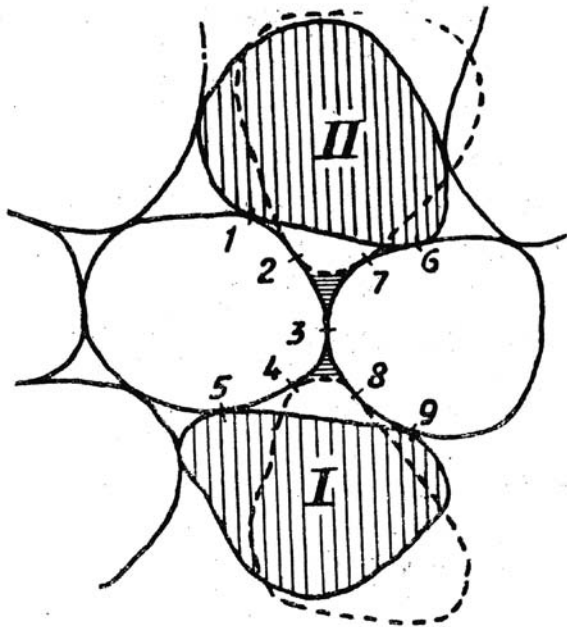
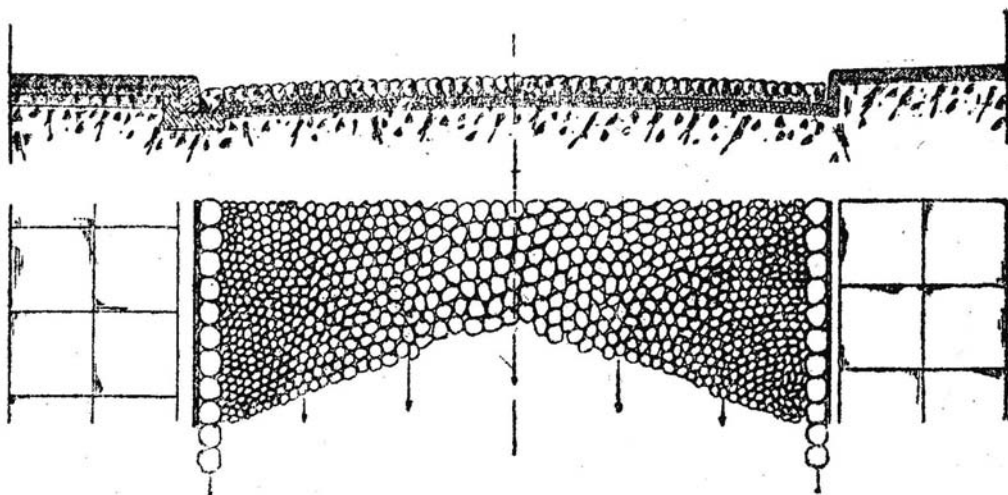


Рис. 16. Пример правильной и неправильной укладки булыжных камней.

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

Порядок мощения при выпуклом профиле



Порядок мощения при вогнутом профиле

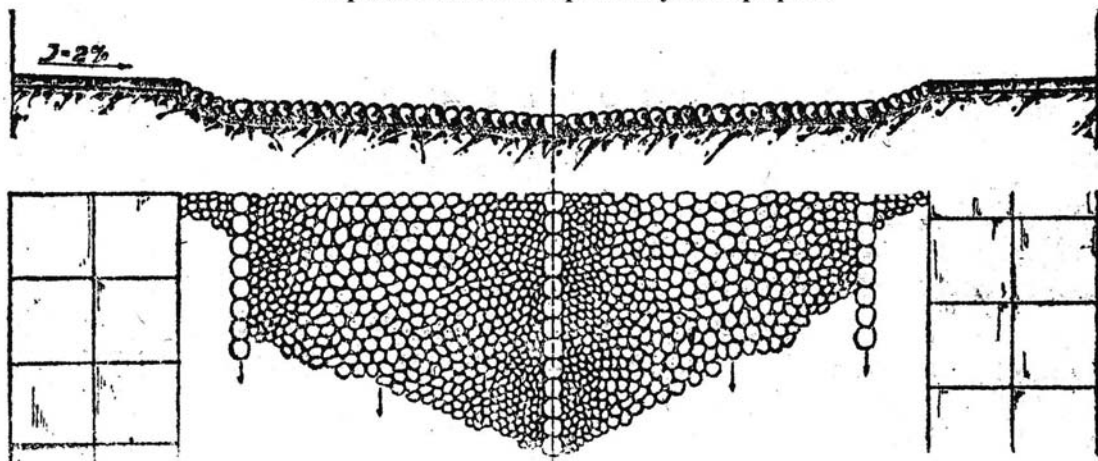


Рис. 2. Мощение булыжником при различных профилях дорожного покрытия

### Анализ требований нормативных документов по вертикальным уступам между соседними камнями

Проанализируем существующие требования нормативных документов по ровности дорожных покрытий из искусственных камней мощения

Основное неравенство (уравнение) для установления показателей ровности сборного дорожного покрытия из искусственных камней мощения [см. Тимофеев А. А. Сборные бетонные и железобетонные покрытия городских дорог и тротуаров. – М.: Стройиздат, 1986. – 313 с.] имеет следующий вид (рис. 1):

$$[\pm\delta_{n1}] + [\pm\delta_{o1}] + [\pm\delta_{n2}] + [\pm\delta_{o2}] \leq \Delta,$$

где  $\delta_{n1}$  – отклонение в толщине в одной из плит сборного покрытия;  $\delta_{o1}$  – отклонение в ровности основания под первой плитой;  $\delta_{n2}$  – отклонение в толщине другой, примыкающей к первой плите;  $\delta_{o2}$  – отклонение в ровности основания под второй плитой;  $\Delta$  – допустимые отклонения по ровности покрытия или уступов между плитами.

Техническими условиями, действующими в Санкт-Петербурге, ТУ 5746-001-33157194-97 “Камни искусственные покрытий дорог”, установлены следующие допуски размеров искусственных камней мощения (табл. 1).

Таблица 1

Допуски размеров искусственных камней мощения

Номинальная толщина, мм	Допуски по		
	длине	ширине	толщине
до 80	± 3 мм	± 3 мм	± 3 мм
80 и более	± 3 мм	± 3 мм	± 5 мм

Нормативными документами СНиП III–10–75 “Благоустройство территорий” (пп. 3.23, 3.25) и СНиП 3.06.03–85 “Автомобильные дороги” оговариваются следующие предельные отклонения: в вертикальных смещениях в швах между соседними камнями  $\Delta$  – не более 2 мм; ровности песчаного основания при проверке двухметровой рейкой  $\delta_{o1}$ ,  $\delta_{o2}$  – 5 мм.

Таким образом, подставив в формулу (1) значения предельных отклонений (например, для камней мощения толщиной 60 мм), получим следующее неравенство:

$$[\pm 3 \text{ мм}] + [\pm 5 \text{ мм}] + [\pm 3 \text{ мм}] + [\pm 5 \text{ мм}] \leq 2 \text{ мм}$$

Данные подсчетов предельных отклонений с указанными выше допусками приведены в табл. 2.

Таблица 2

Размерные цепи при устройстве сборного дорожного покрытия из искусственных камней мощения

№	Первый камень	Основание под первым камнем	Второй смежный камень	Основание под вторым камнем	$\Delta h$ превышения или понижения, мм	Примечание
1	+3	+5	+3	+5	0	-
2	+3	+5	+3	-5	+10	Необходима перекладка камней
3	+3	+5	-3	+5	+6	
4	+3	+5	-3	-5	+16	
5	+3	-5	+3	+5	-10	
6	+3	-5	+3	-5	0	-
7	+3	-5	-3	+5	-4	Необходима перекладка камней
8	+3	-5	-3	-5	+6	
9	-3	+5	+3	+5	-6	
10	-3	+5	+3	-5	+4	

11	-3	+5	-3	+5	0	-
12	-3	+5	-3	-5	+10	Необходима перекладка дорожного покрытия
13	-3	-5	+3	+5	-16	
14	-3	-5	+3	-5	-6	
15	-3	-5	-3	+5	-10	
16	-3	-5	-3	-5	0	-

Из таблицы видно, что при существующих допусках основания и толщине камней мощения, только в четырех случаях из шестнадцати, не требуется перекладка покрытия. Это свидетельствует о том, что – либо нормативные допуски по вертикальным уступам между соседними камнями

ми завышены или, наоборот, требуется ужесточение допусков по ровности основания и толщине камней. В любом случае, формальное соблюдение действующих в настоящее время допусков по вертикальным уступам между соседними камнями не возможно.

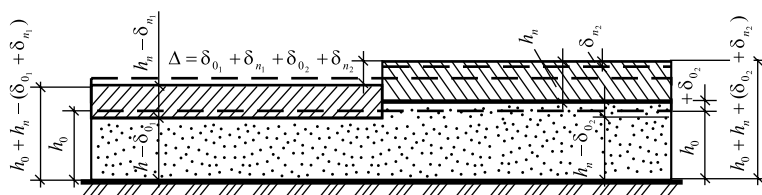


Рис. 1. Анализ нормативных отклонений сборного дорожного покрытия.

## **Предложения по методике оценки эксплуатационного состояния дорожных покрытий из искусственных камней мощения**

Отсутствие в настоящее время нормативных и методических документов не позволяет однозначно оценивать эксплуатационное состояние дорожного покрытия из камней мощения и принимать решение по его ремонту.

Под эксплуатационным состоянием понимается степень соответствия нормативным требованиям переменных параметров и характеристик дороги, инженерного оборудования и обустройства, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий и уровня содержания [ОДН 218.0. 006 – 2002 “Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог”].

Критерием для назначения ремонта дороги является такое состояние дорожного покрытия, при котором его ровность и сцепные качества снизились до предельно допустимых значений или когда на других элементах дороги и дорожных сооружениях накопились деформации и разрушения, устранение которых работами по содержанию дороги невозможно или экономически нецелесообразно [Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования. Москва, 2002 г].

За основу методики для принятия решений эксплуатирующими организациями о проведении ремонтных работ дорожных покрытий из искусственных камней мощения может быть принята система оценки эксплуатационного состояния, разработанная в ФГУП “Союздорнии” для асфальтобетонных покрытий. В ее основе лежит замер просветов под рейкой и определение состояния покрытия: “хорошее”, “критическое” и “плохое”

[см. Гурьев Т. А. Техническое состояние автомобильных дорог: Учебное пособие. – Л.: изд. ЛТА., 1985. – 64 с]:

- хорошее – трещин нет, просвет под рейкой длиной 2 м меньше 10 мм;

- критическое – трещин нет, просвет под рейкой 10..20 мм;

- плохое – трещины по всей колее, просвет под рейкой более 20 мм.

Данная шкала позволяет конкретизировать результаты визуальных осмотров и может быть использована для оценки состояния покрытий из бетонных камней мощения в части определения их ровности.

Помимо условий по ровности следует установить требования к участкам дорожного покрытия из искусственных камней мощения с местными дефектами (разрушение лицевого слоя камней, нарушение сплошности покрытия: расползание рядов мощения, провалы и т. п) в расчете на единицу площади. Например, в ГОСТ Р 50597-93 приведены предельные размеры повреждений по площади асфальтобетонных и цементобетонных, отнесенные к единице измерений, принятой за 1 тыс. м. кв. покрытия. Площадь повреждений составляет от 0,3 до 2,5 м. кв. на 1 тыс. м. кв. покрытия. Предельные размеры отдельных разрушений не должны превышать по глубине 5 см, по длине – 15 см и по ширине - 60 см.

Создание стандартных методов контроля за состоянием дорожных покрытий из бетонных камней мощения связано с проведением научных исследований, включающих работы в лабораториях и натуральных условиях.

## Правила транспортировки, укладки и эксплуатации искусственных камней мощения

Настоящие правила распространяются на искусственные камни мощения производства ОАО “Ленстройдеталь”.

Требования к искусственным камням мощения содержатся в следующих документах: ГОСТ 17608-91 “Плиты бетонные тротуарные. Технические условия”, ТУ 5746-001-33157194-97 “Камни искусственные покрытий дорог”, ТУ 5746-018-03984296-2004 “Изделия бетонные тротуарные” и ТУ 5746-020-03984296-2005 “Плиты бетонные тротуарные с фактурной поверхностью”.

1. Искусственные камни мощения поставляются в штабелях, уложенных на деревянные поддоны. Штабеля обернуты упаковочной пленкой или стальной упаковочной лентой, предотвращающих рассыпание камней мощения из штабеля. Не допускается погрузка камней мощения, а также их разгрузка сбрасыванием.

2. Разгрузка штабелей камней мощения из автотранспорта должна осуществляться:

- автопогрузчиком;
- мягкими ленточными стропами;
- обычными металлическими стропами через деревянные прокладки, устанавливаемые снизу и сверху штабеля для исключения его разрушения.

3. Укладка камней мощения производится вручную, либо при помощи специальной укладочной техники. Подгонка плитки производится при помощи специальных резиновых молотков. При подгонке плитки запрещается бить одной плиткой по другой, использовать металлические инструменты, либо молотки из твердых пород дерева.

4. Ввод в эксплуатацию дорожного покрытия из искусственных камней мощения осуществляется не ранее, чем через 7 дней после устройства слоя основания из материала, обработанного цементом. До указанного срока запрещается движение автотранспортных средств.

5. В начальный период эксплуатации (1 месяц), когда происходит дополнительная осадка камней, следует ограничить возможность движения по дорожному покрытию подвижной нагрузки.

6. Песок для заполнения швов между камнями мощения, по возможности, следует оставить

на покрытии на 1-2 недели. Удаление песка механическим способом возможно только после стабилизации камней в покрытии и четкого обозначения стыковых швов.

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

8. В течении первого (иногда и второго) года эксплуатации возможно выветривание поверхности бетонных искусственных камней, подвергающихся воздействию влаги с переменной интенсивностью и входящего в состав воздуха углекислого газа. При этом на поверхности камней выделяются продукты их взаимодействия с химическими соединениями, входящими в состав бетона (высолы). В небольших объемах такое явление допустимо, поскольку не влияет на прочностные свойства покрытия. Для удаления высолов и их профилактики следует применять специальные средства - очистители и гидрофобизаторы, например, компании ПЕНТА ([www.penta-91.ru](http://www.penta-91.ru)).

9. Во избежание разрушения декоративного слоя камня и его лицевой поверхности, не рекомендуется использовать для уборки инструменты с металлической рабочей частью или поверхностью. В зимний период, при уборке покрытия нельзя применять средства, содержащие техническую соль. В качестве антигололедных средств рекомендуется применять песок или гранитную крошку. Уборка промышленных территорий (контейнерные терминалы, складские площадки и др.) осуществляется по специально разработанному регламенту.

10. Запрещается резкое торможение и старт с пробуксовкой автомобилям, имеющим шипованные колеса.

11. В течение всего времени эксплуатации покрытия следует следить за заполнением швов. Швы должны быть заполнены на всю высоту материала заполнителя.

12. Для сохранения однородности цвета искусственных камней мощения необходимо следить, чтобы на дорожном покрытии не было разливов маслянистых жидкостей и химических реактивов.

**Поставщики материалов и изделий для строительства и благоустройства**

## 1. Искусственный камень мощения. Бортовой камень.

ОАО “Ленстройдеталь”.

Отдел продаж и склад готовой продукции:

Санкт-Петербург, Промзона Парнас, 5-й Верхний проезд, д. 16.

тел/факс (812) 318 3106, 318 3105; [www.lensdet.ru](http://www.lensdet.ru)

## 2. Гидроизоляционные материалы, экструдированный пенополистирол.

ООО “ПЕНОПЛЭКС СПб”, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, д. 31/1.

Техническая поддержка и информация о представительствах:

тел. (812) 329 5411, факс (812) 329 5421; [www.penoplex.ru](http://www.penoplex.ru)

Московское представительство: тел. (495) 982 5559, 982 5543

“ТехноНИКОЛЬ” Москва, Техническая поддержка и информация о представительствах  
тел. (095) 105 5775, факс: (095) 105 8155; [www.tn.ru](http://www.tn.ru)

“ТехноНИКОЛЬ” Санкт-Петербург, пр. Обуховской обороны, д. 76М  
тел. (812) 320 7777, факс: (812) 320 7777

## 3. Геотекстильные материалы (“Турар SF”, “Дорнит”, полимерные геомембраны, георешетки, геотекстиль).

ЗАО “Ареан-Геосинтетикс”, Санкт-Петербург, Коломяжский пр. д. 18

тел/факс (812) 305 9040, 305 9041, 305 9042 [www.areangeo.ru](http://www.areangeo.ru)

## 4. Элементы водосборной системы; материалы для армирования газонов, защиты склонов, укрепления берегов водоемов и рек; входные группы (системы защиты помещений от уличной грязи); промышленные настилы и ступени из оцинкованной стали; садовые бордюры.

Компания “Стандартпарк”. Санкт-Петербург, Курская ул. д. 21

тел. (812) 320 3250, факс (812) 320 2474 [www.standartpark.ru](http://www.standartpark.ru)

## 5. Системы поверхностного водоотвода.

ООО “Пальмира-стройпласт”, Санкт-Петербург

тел. (812) 322 9829, 393 3158 [www.plast.spb.ru](http://www.plast.spb.ru)

## 6. Системы озеленения кровель ZinCo.

ООО “Торгово-строительная компания “Алькров”

Москва, 1-й Институтский проезд, д. 3, оф. 230

тел. (495) 921 3394, 921 3338 [www.alkrov.ru](http://www.alkrov.ru)

## 7. Малые архитектурные формы (декоративные фигуры, бетонные ограждения, скамьи, металлические ограждения, урны, вазоны (цветочницы), вертикальные вазоны, пляжное оборудование, контейнерное оборудование).

ООО “ТЕРРА-СВ”, Санкт-Петербург, ул. Ванеева, 10

тел. (812) 327 1459, 327 6237 [www.terrasv.ru](http://www.terrasv.ru)

## Варианты благоустройства жилой среды

- Набережные • Площади • Парки • Улицы • Дворы •
  - Индивидуальные участки •
- Комбинация натуральных и искусственных камней •
  - Зелёные и дренажные покрытия •
  - Лестницы •

Использованы фотографии: Нефедова В. А.; Бадишяна В. Ш.; ООО “ЛандшафтДизайнПроект”, ЗАО “АМАТИКО”; брошюры “Super Dutch. Современный ландшафтный дизайн городов Нидерландов. Генеральное консульство Королевства Нидерланды в Санкт-Петербурге, 2008 (Авторы: Керимова Н.А, Черепанова И. В”); журнала “ Topos IMPRINT. Concept and Form”, 65/ 2008.

### 1. Набережные



## 2. Площади.



Использование динамичной конфигурации декоративного мощения для усиления эмоционального воздействия пешеходного пространства. *Париж.*



Применение белых и чёрных камней мощения для обеспечения контрастных эффектов.



Разграничение пространств с различным характером пребывания человека (статичные и динамичные пространства) средствами ландшафтного дизайна.





Территория вокруг бизнес центра  
“Балтийская жемчужина”



Фонтан на поверхности площади  
без водосборного бассейна.



Создание “островной” модульной  
композиции растительности с  
ортогональной геометрией плана.  
*Юрмала.*





### 3. Парки.

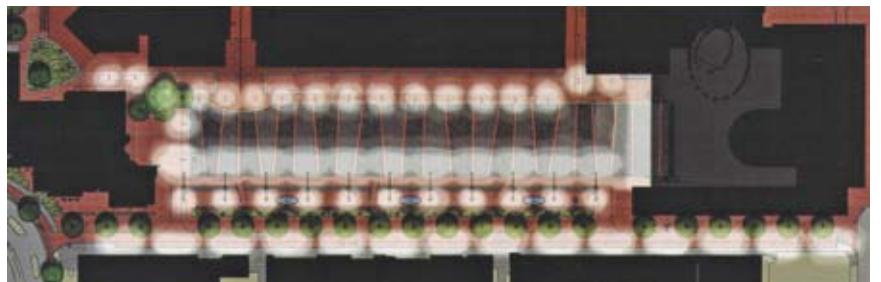
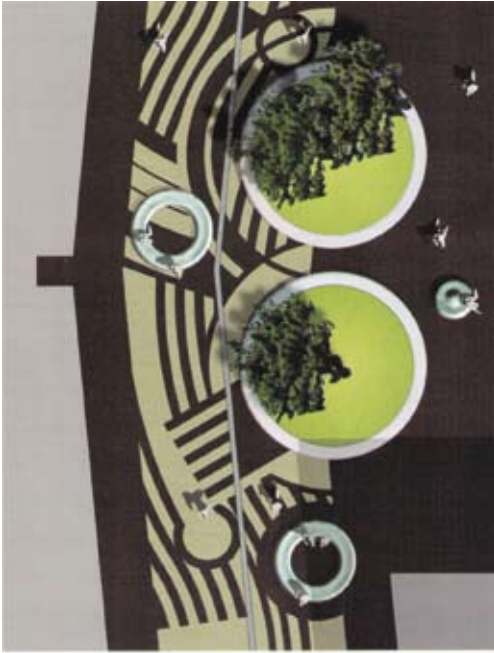


Укладка бетонной плитки с разрывами для заполнения травой

Экономичное решение для выразительного благоустройства – комбинация серых и белых камней



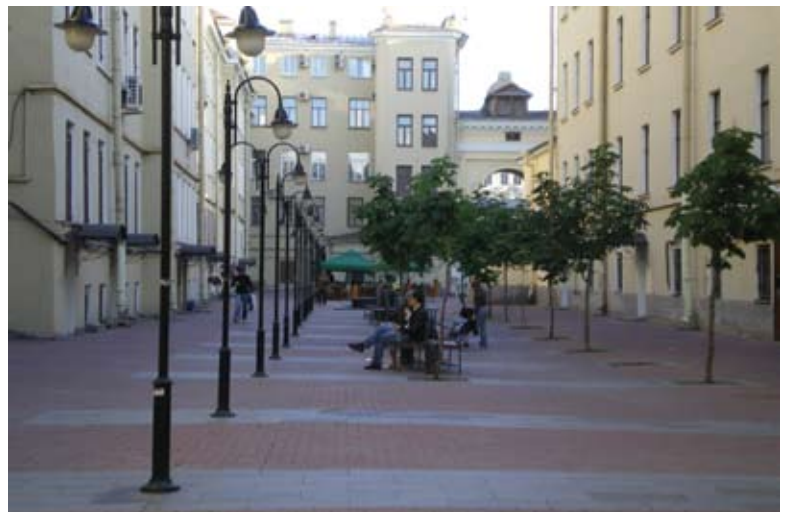
#### 4. Улицы.



Шпалеры и “ковровое” мощение на площади *Redeplein*.  
*Дронтен, Нидерланды.*



Уникальное мощение и трансформация клумб в проекте *Luxury Village*. *Барвиха, Москва.*

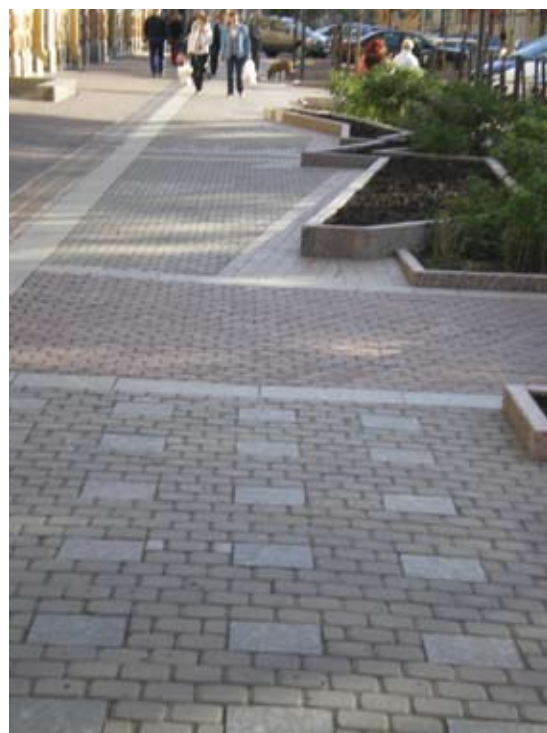




Использование плит с рельефной поверхностью на границе тротуара и проезжей части для облегчения ориентации людей с ослабленным зрением. *Берлин.*



“Хаотичная” раскладка в дорожном покрытии камней мощения различных цветов.



Большая Московская улица.  
*Санкт-Петербург.*



## 5. Дворы.



Ограничение границы паркинга с применением рядов кустарника и контрастного материала покрытия поверхности земли.





Выделение пешеходного направления.



## 6. Индивидуальные частные участки.

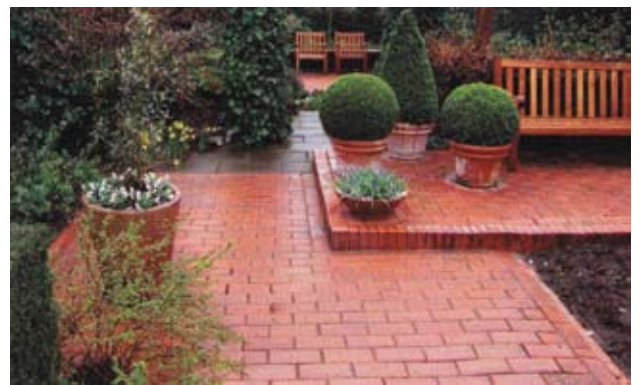




Современное мощение дорожек и площадок, помимо своей функциональности, может носить и информационный характер. Комбинируя в дорожном покрытии камни различных форм и цветов, можно обозначать направление движения, входные зоны и места для отдыха

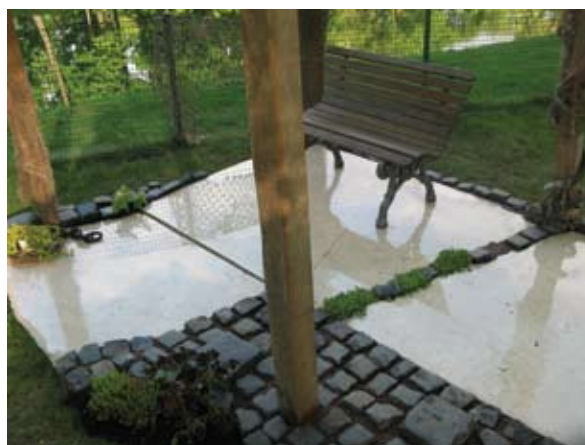






## 6. Комбинация натуральных и искусственных камней.

При оформлении дорожек и площадок искусственный камень часто сочетают с булыжниками, галькой, деревянными элементами, клинкерным дорожным кирпичём. Комбинация этих материалов в дорожном покрытии разрушает привычное однообразие, однако, к выбору компонентов следует подходить со вкусом, учитывая эстетический эффект их взаимодействия.





Закрепление краёв мощения натуральным камнем.





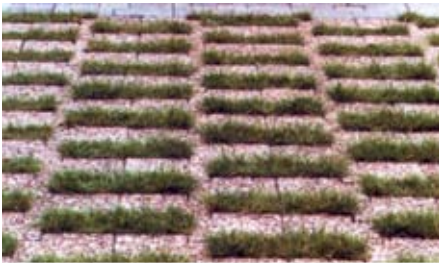
Использование динамической кривизны контурной линии поверхности с твёрдым покрытием



## 6. Зелёные и дренирующие покрытия.

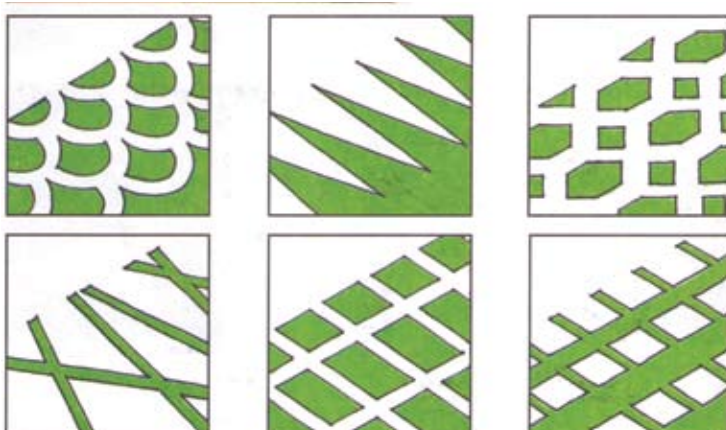


Переход на использование бетонной решётки с заполнением травой у общественного здания. Анже.



Камни мощения  
“Ехеск” и “Квадрат”

Примерно 30% поверхности открыто для водопроницаемости и дренирования. осадки понижают в грунт, не перегружая канализационные системы. Растительный мир получает необходимую влагу для развития и жизни. Для заполнения зелёных швов рекомендуется использовать песчано-гравийную смесь или смесь песка со щебнем фракция 0–10, перемешанным с растительным грунтом в соотношении примерно 1:1



## 6. Лестницы.



Использование камней мощения для устройства лестниц.

