

**МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СВОД ПРАВИЛ

СП .1325800.20...

**МОЩЕНИЕ
С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕТОННЫХ
ВИБРОПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Правила проектирования, строительства
и эксплуатации**

Проект, вторая редакция

**Москва
2020 г**

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ – Ассоциация производителей мелкоштучных бетонных изделий (Ассоциация ПМБИ), Ассоциация производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ).

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2020

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения.....	5
2 Нормативные ссылки	6
3. Термины и определения.....	8
4. Общие положения.....	9
5 Проектирование дорожной конструкции.....	9
5.1 Порядок проектирования.....	9
5.2 Назначение параметров покрытия.....	9
5.3 Уклоны. Водоотвод. Гидроизоляция.....	14
5.4 Закрепление краев мощения. Примыкания.....	15
5.5 Комбинированные и дренирующие покрытия.....	16
5.6 Конструирование основания. Дренаж.....	16
5.7 Расчет конструкций.....	18
6 Строительство и контроль качества	23
6.1 Устройство основания.....	23
6.2 Устройство покрытия.....	27
6.3 Контроль качества камней/плит.....	32
6.4. Приемка дорожного покрытия.....	32
7 Эксплуатация дорожных покрытий из плит/камней мощения.....	35
Приложение А. Виды вибропрессованных камней и плит мощения.....	43
Приложение Б. Методы расчета дорожных одежд с покрытием из камней/плит мощения.....	45
Приложение В. Методика для контроля качества устройства конструктивных слоев дорожных одежд с покрытием из камней/плит мощения.....	50
Приложение Г. Правила приемки вибропрессованных изделий для мощения на строительном объекте	57
Приложение Д. Порядок отбора вибропрессованных изделий для мощения на объекте строительства для проверки качества и проведения испытаний.....	59
Приложение Е. Контрольный лист этапа работ: устройство покрытия из вибропрессованных изделий (камней/плит мощения)	60
Библиография	61

Введение

Настоящий свод правил разработан с целью реализации основных положений Федеральных законов от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Текстовая часть документа подготовлена Ассоциацией производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ).

СВОД ПРАВИЛ

МОЩЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕТОННЫХ ВИБРОПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Правила проектирования, строительства и эксплуатации

Paving with concrete blocks and slabs. Design, construction and maintenance

Дата введения _____
(год, месяц, число)

1 Область применения

Настоящий свод правил устанавливает правила проектирования, устройства и эксплуатации дорожных покрытий из бетонных вибропрессованных камней и плит мощения. Свод правил также распространяется на эксплуатируемые кровли зданий и сооружений с покрытием из вибропрессованных камней и плит мощения.

В своде правил не рассматриваются покрытия из камней и плит мощения, швы и подстилающий слой которых выполняются с применением растворов на основе трассово-цементных, полимерных вяжущих или вяжущих из синтетических смол.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 6665-91 Камни бетонные и железобетонные бортовые. Технические условия.

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 13015-2012 Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.

ГОСТ 17608-2017 Плиты бетонные тротуарные. Технические условия.

ГОСТ 22856-89 Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия.

ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов.

ГОСТ 31424-2010 Материалы строительные нерудные из отсеков дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия.

ГОСТ 32018-2012 Изделия строительно-дорожные из природного камня. Технические условия.

ГОСТ 32960-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения.

ГОСТ 32961-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Камни бортовые. Технические требования.

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

ГОСТ Р 51261-2017 Устройства опорные стационарные реабилитационные. Типы и технические требования.

ГОСТ Р 51256-2018 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования

ГОСТ Р 51671-2015 Средства связи и информации технические общего пользования, доступные для инвалидов. Классификация. Требования доступности и безопасности.

ГОСТ Р 52131-2019 Средства отображения информации знаковые для инвалидов. Технические требования.

ГОСТ Р 52289-2019 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.

ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.

ГОСТ Р 52875-2018 Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования.

ГОСТ Р 55028-2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения

СП 34.13330.2012 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги».

СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.

СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения.

СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги.

СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий.

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то целесообразно использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то целесообразно использовать версию этого документа с указанным годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте используются следующие термины с соответствующими им определениями:

3.1 бетонные тактильные плиты: Камни/плиты мощения с продольными или конусообразными рифами по ГОСТ Р 52875-2018.

3.2 бортовой камень: Строительное изделие, изготовленное из бетона или из естественных каменных материалов, и предназначенное для отделения проезжей части улиц и дорог от тротуаров, газонов, площадок и т.п.

3.3 выцветы (высолы): Отложение на поверхности плит кристаллов растворимых соединений из состава бетона (ГОСТ 17608-2017).

3.4 геосинтетический материал: Материал из синтетических или природных полимеров, неорганических веществ, контактирующий с грунтом или другими средами, применяемый в дорожном строительстве (ГОСТ Р 55028-2012 п.2.1.1).

3.5 дренажный слой: Слой для отвода воды, выполненный из песка, гравия, щебня, либо из дренажных профилированных мембран и геокомпозигов.

3.6 дренирующий (дренажный) бетон (раствор): Бетон, содержащий крупный заполнитель при отсутствии или минимальном содержании мелкого заполнителя, а также недостаточное для заполнения пор и пустот количество цементного теста.

3.7 доборный камень (доборная плита): Изделие или его часть, применяемое для заполнения промежутков между элементами дорожного покрытия и обеспечивающее сплошное (полное) покрытие поверхности (ГОСТ 17608-2017)..

3.8 дорожная одежда с покрытием из плит/камней мощения: Многослойная конструкция, воспринимающая внешнюю нагрузку и передающая ее на подстилающий массив грунта –земляное полотно.

3.9 изделия для мощения бетонные вибропрессованные: Плиты бетонные тротуарные мелкоштучные (камни мощения) и плиты бетонные тротуарные крупноразмерные (плиты мощения, в т. ч. крупноформатные). Примеры изделий представлены в Приложении А.

3.10 камень мощения: Строительное изделие, изготовленное из бетона и предназначенное для устройства дорожных покрытий, отношение длины и ширины которого к его толщине не превышает четырех, при этом все горизонтальные размеры (в плане) должны на расстоянии 50 мм от каждого ребра составлять не менее 50 мм.

3.11 колормикс: Технология производства камней/плит с многоцветной лицевой поверхностью путем смешивания бетонной смеси двух и более цветов (ГОСТ 17608-2017).

3.12 лицевая поверхность: Видимая при эксплуатации поверхность камня или плиты, подвергающаяся воздействию факторов внешней среды, в т. ч. противогололедных реагентов и предназначенная для образования поверхности дорожного покрытия.

3.13 морозное пучение дорожной одежды: Неравномерное поднятие поверхности дорожной одежды по причине замерзания влаги, накапливающейся в зоне промерзания.

3.14 морозоустойчивость дорожной одежды: Способность дорожной одежды ограничивать морозное пучение допустимыми пределами.

3.15 мощение: Устройство покрытия территории земельного участка способом укладки бетонных вибропрессованных изделий.

3.16 мультиформат (смешанная коллекция): Камни и плиты нескольких типоразмеров в одной упаковочной единице.

3.17 основание: Часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои или грунт земляного полотна.

3.18 плита мощения: Строительное изделие, изготовленное из бетона и предназначенное для устройства дорожных покрытий, длина и ширина которого превышают его высоту (толщину) в четыре и более раза, толщина при этом составляет не менее 40 мм.

Примечание – Оба условия не распространяются на доборные плиты.

3.19 плита мощения крупноформатная: Строительное изделие, изготовленное из бетона и предназначенное для устройства дорожных покрытий, длина которого составляет от 400 до 1250 мм. Минимальная номинальная толщина составляет не менее 120 мм. Отношение длины к ширине должно быть не более 2.

3.20 подстилающий слой: Нижняя часть покрытия из камней/плит мощения, необходимая для выравнивания неровностей основания и компенсации допусков по толщине изделий для мощения.

3.21 покрытие из плит/камней мощения: Верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая воздействие от автомобильного и/или пешеходного движения (истирающие, ударные и сдвигающие нагрузки), и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов. Покрытие включает собственно покрытие из камней мощения или плит, заполнение швов между ними и подстилающий слой (Приложение В2).

3.22 растровый размер камней/плит: Размер камней/плит в плане (длина, ширина) с учетом минимального необходимого шва в укладке.

3.23 рисунок мощения (раскладка камней/плит мощения): Геометрическая схема, по которой укладываются камни и плиты мощения.

3.24 упаковка: Совокупность материалов (транспортный поддон, полиэтиленовая пленка, стретч-пленка, лента из полиэстера и пр.), обеспечивающая целостность и сохранность изделий при транспортировке и хранении

3.25 шовообразователь: Выступающий профиль на боковой поверхности плиты для создания зазора при укладке между смежными изделиями.

4 Общие положения

Требования к бетонным вибропрессованным камням и плитам мощения приведены в ГОСТ 17608 и стандартах организаций - изготовителей.

Правила приемки вибропрессованных изделий для мощения на объекте строительства приведены в приложении Г. Порядок отбора изделий на объекте строительства для дополнительных испытаний и требования к их проведению указан в приложении Д.

Совместно с бетонными вибропрессованными камнями и плитами применяются сопутствующие изделия: доборные камни/плиты; бетонные тактильные плиты; бортовые камни металлические и пластиковые полосы для фиксации краев мощения; элементы водосборной системы; осветительное оборудование; элементы системы снеготаяния; якоря для фиксации плит от смещения при воздействии нагрузки от автотранспорта; фиксаторы одинаковой ширины шва (для “зеленых” и дренирующих швов); камни и плиты из естественных каменных материалов; элементы подпорных стен; элементы ступеней лестниц; палисады; газонные решетки.

5 Проектирование

5.1. Порядок проектирования

Порядок проектирования включает:

- выбор конструкции покрытия (камень/плита мощения, форма, размеры, материал и толщина подстилающего слоя, материал заполнения швов, закрепление краев покрытия);
- назначение числа конструктивных слоев с выбором материалов для устройства слоев,
- размещение слоев в конструкции и назначение их ориентировочных толщин;
- расчет конструкции дорожной одежды с покрытием из камней/плит мощения на прочность, морозоустойчивость и осушение.

Проектирование дренажа является обязательным для дорожных одежд с покрытием из камней/плит

5.2. Назначение параметров покрытия

Размеры и формы камней/плит мощения

Размеры камней/плит мощения определяются в техническом задании заказчика, проектом строительства или ремонта покрытия.

При проектировании покрытия-необходимо стремиться к тому, чтобы ширина покрытия была кратна размерам в плане используемых камней/плит мощения с учетом ширины швов.

Камни мощения применяются для устройства покрытий пешеходных коммуникаций и покрытий, подвергающихся динамическим нагрузкам от движения автомобилей, технологического транспорта и т.п.

Плиты мощения применяются для дорожных покрытий пешеходных коммуникаций и дорог с ограничением скорости движения автотранспорта до 20 км/час.

Толщина камней/плит назначается для каждого конкретного случая применения мощения с учетом особенностей объекта, интенсивности и состава движения, опыта строительства и эксплуатации аналогичных участков мощения.

Минимальная толщина камней мощения для устройства покрытий:

- тротуаров городских улиц и дорог – 60 мм;
- для заезда автомобилей – 80 мм;
- для промышленных территорий и автомобильных дорог -100 мм.

Толщина плит определяется исходя из расчетов на прочность в зависимости от их габаритных размеров, действующих на покрытие нагрузок и вида основания. При определении допустимой толщины плит следует использовать данные таблицы 4.

Таблица 4 –Минимальная толщина плит

Типовая ситуация при проектировании	Длина (наибольший размер) плиты	Толщина плиты, мм
Пешеходные улицы и тротуары	до 400 мм	≥ 40-50
	> 400 мм до ≤ 600 мм	≥ 60
	> 600 мм до ≤ 800 мм	≥ 80
	> 800 мм до ≤ 1 000 мм	≥ 80
Пешеходные улицы и дороги с возможностью заезда обслуживающего транспорта с полной массой до 3,5 т (или 0,875 т/колесо)	до 400 мм	≥ 80
	> 400 мм до ≤ 600 мм	≥ 80
	> 600 мм до ≤ 800 мм	≥ 100
	> 800 мм до ≤ 1 000 мм	≥ 100
Пешеходные улицы и дороги с возможностью заезда обслуживающего транспорта с полной массой до 9 т (или 2, 25 т/колесо)	до 400 мм	≥ 100
	> 400 мм до ≤ 600 мм	≥ 120
	> 600 мм до ≤ 800 мм	≥ 120 мм
	> 800 мм до ≤ 900 мм	≥ 120 мм
	> 900 мм до ≤ 1 000 мм	≥ 140 мм
Автомобильная дорога, ведущая к отдельному зданию для движения автотранспорта с полной массой до 9 т (или 2,25 т/колесо)	> 400 мм до ≤ 600 мм	≥ 140 мм
	> 600 мм до ≤ 800 мм	≥ 160 мм
Автомобильная дорога, ведущая к жилому массиву для движения автотранспорта с полной массой до 9 т (или 2,25 т/колесо)	> 400 мм до ≤ 600 мм	≥ 160 мм
	> 600 мм до ≤ 800 мм	≥ 180 мм
Автомобильные дороги для движения автобусов и	> 400 мм до ≤ 600 мм	≥ 180 мм

автомобилей с полной массой до 18 тонн (или 4,5 т/колесо) (до 65 автобусов в день)		
---	--	--

При выборе толщины камней/плит мощения необходимо учитывать возможные особые нагрузки, возникающие:

- при движении транспортных средств по колее, в узких поворотах и пространстве;
- на перекрестках и примыканиях дорог и на участках дорог и площадях с продольным уклоном более 5%;
- при воздействии статических сосредоточенных нагрузок (выносные опоры строительно-дорожной техники, фитинги контейнеров).

Для дорожных покрытий, которые подвергаются особым нагрузкам, требуется принимать дополнительные меры при проектировании:

- увеличение толщины камней/плит выше рекомендованных значений;
- уменьшение общей длины плит;
- применение камней/плит специальной формы.

Статические точечные нагрузки, например, от опор кранов или опор какого-либо оборудования требуют применения распределяющей нагрузку промежуточной прокладки, которая укладывается по возможности на несколько камней/плит.

Фигурные камни мощения (с зацеплением) или камни/плиты мощения с ребристой боковой поверхностью следует использовать на участках дорог со значительным продольным уклоном и на участках дорог с движением автомобильного или технологического транспорта.

Камни/плиты с рифленой (мелкорребристой) опорной поверхностью имеют повышенные сцепные свойства с основанием.

При автомобильном движении следует избегать в покрытии применения камней/плит, более чем в 2 раза различающихся размерами в плане.

Боковые грани камней могут быть прямыми, наклонными или фигурными. В случае использования элементов с наклонными или фигурными гранями усложняется устройство и разборка покрытия.

Рисунок мощения

Раскладки камней/плит, особенно смешанной коллекции (мультиформат), должны быть запрошены у производителя.

При автомобильном движении продольная ось мощения не должна совпадать с направлением движения.

Необходимо заблаговременно увязывать форму, размеры и раскладку камней с конкретным участком для мощения с целью уменьшения количества пиленых стыков. Прежде всего, ширина покрытия должна соответствовать размерам камней/плит или поставляемых дополнительно доборных камней/плит, чтобы сократить необходимость обрезки или образование неровных кромок реза.

Предпочтительно использовать доборные камни и плиты с целью уменьшения работ по подрезке или колке изделий на месте строительства.

Различные типы камней/плит не согласуются между собой габаритами и формой. На границе их стыков можно использовать бортовой камень, металлические или пластиковые полосы, натуральные мелкоштучные колотые или пиленые брусчатые камни (шашку), булыжник.

На стадии проектирования должен быть определен способ укладки покрытия – ручной или механизированный. Механизированная укладка, как правило используется при мощении больших, протяженных территорий с однотипным рисунком мощения. Не все формы плит/камней могут использоваться для механизированной укладки.

Количество камней/плит необходимое для мощения определяется по растровым размерам изделий.

Подстилающий слой

Материал подстилающего слоя должен:

- легко уплотняться (проседать) под действием вибрации для обеспечения посадки камней/плит при мощении и проникать в швы снизу, частично обеспечивая их заполнение;
- пропускать сквозь себя воду, не накапливая ее;
- обладать наименьшим объемом межзерновых пустот в связи с чем предпочтение следует отдавать материалам с разнофракционным грансоставом (непрерывным).

Для подстилающего слоя в зависимости от особенностей объекта применяются:

- пески для строительных работ по ГОСТ 8736 I или II класса с крупностью не ниже мелкого (мелкий, средний, крупный, повышенной крупности);
- песок, укрепленный 8-12 % цемента;
- пески из отсеков дробления по ГОСТ 31424 с крупностью не ниже мелкого (мелкий, средний, крупный, повышенной крупности, очень крупный) с маркой по дробимости не ниже 600;
- щебень и гравий из плотных горных пород ГОСТ 8267 фракции от 5 (3) до 10 мм;
- щебень, извлекаемый при рассеивании отсеков дробления по ГОСТ 31424 фракции от 5 (3) до 10 мм с маркой по дробимости не ниже 600.

Содержание пылевидных и глинистых частиц во всех материалах не более 3 %, а также глины в комках не должно превышать 0,35 %.

Содержание частиц менее 0,05 мм в материалах подстилающего слоя должно быть не более 4 %.

Допустимое содержание пород и минералов, относимых к вредным компонентам и примесям, в материале подстилающего слоя не должно превышать значений, указанных в приложении А ГОСТ 8736.

Коэффициент фильтрации материалов подстилающего слоя должен быть не менее 1 м/сут.

Материалам подстилающего слоя должна быть дана радиационно-гигиеническая оценка, по результатам которой устанавливают область их применения в соответствии с приложением А ГОСТ 30108.

Применение для подстилающего слоя щебня и крупных, повышенной крупности, очень крупных песков целесообразно для дренарующих покрытий (п.5.2.8).

Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии должна быть 3-5 см для камней/плит толщиной до 12 см и 4-6 см для камней/плит свыше 12 см (таблица 13). Чем выше нагрузка на покрытие, тем к меньшей толщине подстилающего слоя следует стремиться. Минимальная толщина подстилающего слоя – 3 см.

Зернистость подстилающего слоя должна быть меньше или равной зернистости материала для заполнения швов (за исключением материалов для заполнения швов на основе вяжущих заводского изготовления) во избежание в процессе эксплуатации перемещения зерен из швов в подстилающий слой. Дренажность (водопроницаемость) подстилающего слоя должна быть больше дренажности швов.

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

В обоснованных случаях (например, при устройстве водосборных лотков) для подстилающего слоя могут использоваться дренажные растворы заводского изготовления

Швы

Ширина швов между камнями/плитами принимается в зависимости от их толщины (таблица 13). На путях движения маломобильных групп населения ширина швов должна быть не более 5 мм. Ширина дренарующих и «зеленых» швов устанавливается проектом. Предпочтительная ширина дренарующих швов 15 мм, «зеленых» – не менее 50 мм.

Для заполнения швов должны применяться следующие материалы:

- пески для строительных работ по ГОСТ 8736 I или II класса с крупностью не ниже мелкого (мелкий, средний, крупный, повышенной крупности);
- пески из отсевов дробления по ГОСТ 31424 с крупностью не ниже мелкого (мелкий, средний, крупный, повышенной крупности, очень крупный) с маркой по дробимости не ниже 600;
- песок декоративный из природного камня по ГОСТ 22856;
- щебень декоративный из природного камня по ГОСТ 22856 фр. от 5 до 10 мм.

Содержание пылевидных и глинистых частиц во всех материалах не более 3 %, при этом не допускается содержание глины в комках.

Содержание частиц менее 0,05 мм в песках должно быть не более 4 %.

Допустимое содержание пород и минералов, относимых к вредным компонентам и примесям, в материале для заполнения швов не должно превышать значений, указанных в приложении А ГОСТ 8736.

Материалам для заполнения швов должна быть дана радиационно-гигиеническая оценка, по результатам которой устанавливают область их применения в соответствии с приложением А ГОСТ 30108.

Коэффициент фильтрации материалов для заполнения должен быть не менее 1 м/сут.

Применение для заполнения швов сухой песчано-цементной смеси недопустимо.

Максимальный размер зерна материала для заполнения швов должен быть меньше ширины шва не менее чем на 20 %.

Материал для заполнения швов может быть дополнительно обработан стабилизатором на основе полимеров.

Объем материала для заполнения швов в покрытии (P , m^3) приблизительно можно определить по формуле:

$$P = [S / (a \cdot b)] \cdot (a + b) \cdot h \cdot t, (3)$$

где S – площадь дорожного покрытия, m^2 ;

a – длина элемента мощения, m ;

b – ширина элемента мощения, m ;

h – толщина элемента мощения, m ;

t – ширина шва, m

Расчетная ширина швов между вибропрессованными камнями/плитами принимается в зависимости от толщины камней и плит (таблица 13).

Температурных швов в покрытиях из вибропрессованных камней/плит не устраивают.

Деформационные швы выполняются над швами в несущей конструкции и основании. Для их устройства могут быть использованы специальные профили заводского изготовления.

5.3. Уклоны. Водоотвод. Гидроизоляция

Дорожные покрытия из камней/плит мощения должны иметь минимальный и достаточный наклон, что особенно актуально для протяженных покрытий с несколькими высотными отметками. Избыточный наклон может послужить причиной вымывания материала для заделки швов при сильном дожде, снегопаде или гололеде.

При проектировании поперечных уклонов следует учитывать, что водоотводящая способность дорожных покрытий из плит/камней мощения (за исключением комбинированных покрытий, см. п. 5.5) ниже, чем асфальтобетонных. Результирующий уклон к лоткам или другим водоотводящим устройствам должен быть не менее 2,5 %. На путях движения МГН поперечный уклон пешеходных путей должен составлять от 5 до 20 ‰ (от 1:200 до 1:50).

Наиболее правильным является установка линейно проложенного водосборного желоба или строительство мощеного желоба. Швы между камнями желоба могут быть заполнены водонепроницаемыми растворами на основе

вяжущих. Поверхность мощения должна быть выше кромки водосборного лотка на 3-10 мм.

Для обеспечения отвода воды от водосточных труб и предотвращения вымывания материала заполнения швов дождевыми стоками необходимо предусматривать специальные изделия: приемные лотки, короба, желоба, которые встраиваются в мощение.

Встроенные элементы водосборной системы требуют тщательного проектирования и последующего исполнения.

Учитывая водопроницаемость покрытия из камней/плит мощения за счет швов, необходимо предусмотреть меры по защите ограждающих конструкций зданий, примыкающих к зоне мощения, от фильтрации грунтовых и поверхностных вод. Гидроизоляция должна отвечать требованиям нормативных документов.

Проектирование дренажа является обязательным в случае с покрытием из камней/плит.

5.4. Закрепление краев мощения. Примыкания

Для предотвращения вымывания или выноса материала подстилающего слоя и разрушения мощения, края покрытия из плит/камней мощения должны быть зафиксированы бортовыми гранитными или бетонными камнями, пластиковыми или металлическими полосами, натуральными камнями.

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

Толщина пластиковых полос должна быть не менее 2 мм, а металлических не менее 3 мм.

В местах примыкания мощения к асфальтовому покрытию или в местах перехода покрытий различных типов, следует закреплять край покрытия.

Места примыканий покрытий из камней/плит мощения к колодцам, опорам и другим, встраиваемым в покрытие элементам, могут быть выполнены гранитными или бетонными мелкоштучными камнями.

Требования к закреплению бортовых камней представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Требования к закреплению бортовых камней в зависимости от применения покрытия

Применение покрытия из камней/плит мощения	Толщина бетонного основания (Н), см	Ширина бетонной обратной опоры (t), см
Пешеходные улицы и площади	≥ 8	≥ 8
Улицы и дороги местного значения	≥ 10	≥ 10
Магистральные улицы общегородского и районного значения	≥ 15	≥ 15
Морские порты, аэродромные покрытия, контейнерные терминалы	≥ 15	≥ 15

Вокруг колодцев должно выполняться обрамление из камней (бетонных, натуральных) по возможности, в форме трапеции и квадратов. Подгонка рисунка мощения производится за пределами обрамления из камней.

5.5 Комбинированные и дренирующие покрытия

Комбинированные покрытия представляют собой сочетание плит/камней мощения с газонным покрытием или с природными сыпучими материалами (песок, щебень, песок из отсеков дробления щебня и др.).

Не допускается применение комбинированных покрытий на основных путях движения МГН. Покрытия с применением зеленых швов допускаются на второстепенных путях движения, дублирующих основные пути движения маломобильных групп населения.

На площадках с пешеходным движением малой интенсивности или как элемент укрепления допускается устройство покрытий из камней мощения с «зелеными» швами. «Зеленые» швы следует заполнять щебеночно-песчаной, гравийно-песчаной или щебеночно-гравийно-песчаной смесью песчано-гравийной смесью, перемешанной с растительным грунтом в отношении около 1:1.

При использовании покрытия с «зелеными» швами их ширина назначается проектировщиком. Ширина таких швов – не менее 50 мм. Для устройства «зеленых» швов могут использоваться специальные фиксаторы (из дерева, пластмассы) для обеспечения одинаковой ширины швов.

Для устройства комбинированных покрытий и «зеленых» швов используют травы, образующие плотную дернину, устойчивые к неблагоприятным условиям и вытаптыванию.

Для уменьшения нагрузки на канализационную систему, а также для сбора и последующего использования дождевой воды могут быть использованы дренирующие покрытия из камней/плит мощения.

Дренирующие дорожные покрытия могут быть выполнены:

- из специальных решетчатых плит/камней мощения (Приложение А) с заполнением пустот (ячеек) мелким гранитным щебнем, галькой или песком из отсеков дробления щебня; а также другими мелкозернистыми материалами; материалы могут быть дополнительно закреплены эпоксидными вяжущими;
- из камней мощения с увеличенными выступами на ребрах (Приложение А) с заполнением швов мелкозернистыми материалами (например, гранитная крошка) или водопроницаемыми растворами на основе вяжущих;
- из проницаемых камней и плит мощения, обладающих свойством фильтрации воды атмосферных осадков.

Комбинированные и дренирующие покрытия используются на улицах и дорогах местного значения.

5.6 Конструирование основания. Дренаж.

При конструировании оснований для покрытий из камней/плит следует руководствоваться следующими принципами:

а) конструкция одежды в целом должна удовлетворять транспортным, эксплуатационным и экологическим требованиям, предъявляемым к территориям той или иной застройки;

б) конструкция дорожной одежды должна быть дренируемой,

в) при технико-экономической необходимости взамен стандартных (традиционных) «каменных» материалов могут использоваться малопрочные «каменные» материалы (слабые известняки, опока, гравийные материалы, дресва, отсеvy горных пород), побочные продукты промышленности и грунты, свойства которых могут быть улучшены обработкой их вяжущими (цемент, цемент с полимерной добавкой, битум, битумная эмульсия, известь, активные золы уноса, нефелиновый шлам, смеси щебеночно-песчаные шлаковые и др.) и полимерными добавками;

г) конструкция должна быть технологичной и обеспечивать возможность максимальной механизации и индустриализации дорожно-строительных процессов, число слоев и видов материалов в конструкции должны быть минимальными;

д) при конструировании дорожных одежд необходимо широко применять местные материалы с предварительной их переработкой или укреплением;

е) минимальный модуль упругости u грунта земляного полотна в независимости от типа грунта должен быть равен 45 МПа.

Основание должно быть, как правило, двухслойным:

- несущий слой из прочных, жестких и сдвигоустойчивых слоев и материалов (тощий, малоцементный и легкий бетоны, дренажные бетоны, щебень, гравий, щебеночно- или гравийно-песчаные смеси неармированные и армированные геосинтетическими материалами, материалы и грунты, укрепленные неорганическими вяжущими и добавками);

- дополнительный слой, выполняющий морозозащитные и дренирующие функции.

Дополнительные слои основания должны совместно с верхними слоями и покрытием обеспечивать необходимую прочность конструкции, морозоустойчивость, а также дренирующую способность.

Дренирующие слои устраивают из песка, гравийных материалов, щебня, дренажного бетона, дренажных профилированных мембран и других материалов, обладающих высокими показателями фильтрации.

Коэффициент фильтрации слоев основания должен быть не ниже 1 м/сут.

При использовании в конструкции дренажных композитов или профилированных мембран, требуется предусматривать место сброса воды.

В случае использования водонепроницаемого основания (например, бетона) необходимо обеспечить отвод воды с его поверхности, проникающей через швы в мощении. Результирующий уклон поверхности бетонного основания в сторону водосборных устройств должен быть не менее 2,5 %. В водосборных устройствах должны быть установлены фильтры из геотекстильного материала для предотвращения вымывания подстилающего слоя.

Для предотвращения переувлажнения земляного полотна, а также для осушения дорожной конструкции эффективно производить укрепление верхних слоев подстилающих грунтов различными вяжущими.

Для обеспечения возможности назначать однотипную дорожную одежду на участках большой длины или площади при различных грунтово-гидрогеологических условиях и при воздействии разных нагрузок рекомендуется:

- укреплять верхние слои грунтов;
- использовать в дорожных одеждах армирующие геосинтетические материалы по ГОСТ Р 55028;
- использовать легкие бетоны (газофибробетон).

Между покрытием и основанием следует предусматривать не уплотняемый до укладки покрытия подстилающий слой (требования к материалу для подстилающего слоя см. п.5.2).

Подстилающий слой в качестве несущего конструктивного слоя не рассматривается и в расчетах не учитывается.

Толщину конструктивных слоев в уплотненном состоянии следует принимать не менее приведенных значений в таблице 6.

Таблица 6- Толщина конструктивных слоев

Материалы конструктивных слоев дорожной одежды	Толщина слоя, см
Легкие, тощие, малцементные бетоны, дренажные бетоны	10
Щебеночно-гравийно-песчаные смеси	15
Щебеночные смеси	15
Гравийные смеси	15
Шлаковая щебеночно-песчаная смесь	15
Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическими вяжущими	8
Щебень, обработанный органическим вяжущим по способу пропитки	8
Щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущими:	
- на песчаном основании	15
- на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	8
Каменные материалы и грунты, обработанные органическими или неорганическими вяжущими	10
Песок	20
Примечания:	
1. Толщину конструктивного слоя следует принимать во всех случаях не менее чем 1,5 размера наиболее крупной фракции применяемого в слое минерального материала.	
2. В случае укладки каменных материалов на глинистые и суглинистые грунты следует предусматривать прослойку из песка, высевок, укрепленного (стабилизированного грунта), толщиной не менее 10 см или геосинтетические материалы (геосетки, тканые и нетканые геотекстилы, геомембраны и т.п.).	

5.7 Расчет конструкции

Порядок расчета

Расчет выполняется в следующем порядке.

1) Определяется давление от расчетной нагрузки на несущее основание с учетом слоя из камней/плит мощения или покрытию присваиваются определенные свойства.

2) В зависимости от вида покрытия (камни или плиты) и конструктивных слоев основания выполняется расчет дорожной одежды по действующим методикам расчета жестких или нежестких дорожных одежд.

3) Плиты мощения дополнительно рассчитываются на изгиб.

Конструкция дорожной одежды назначается по результатам расчета, опыта строительства и эксплуатации аналогичных покрытий с учетом особенностей объекта.

Определение давления на основание

Расчетные нагрузки принимаются в зависимости от назначения территории, где устраивается мощение из соответствующих нормативных документов (ГОСТ Р 32960) или принимаются на основе фактических данных.

Для определения давления, которое воздействует на несущий слой основания, находящийся под покрытием, рассматривается следующая расчетная схема (рис. 1).

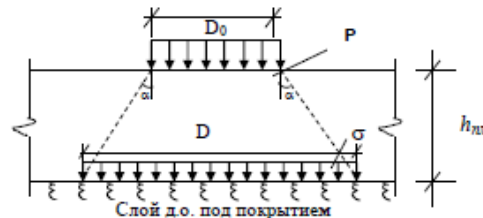


Рисунок 1 - Расчетная схема

D_0 - диаметр отпечатка колеса на покрытие;

D - диаметр отпечатка на несущее основание с учетом распределяющей способности покрытия;

P - давление на покрытие от колеса;

σ -давление на поверхности несущего основания (легкий бетон, тощий бетон, асфальтобетон, асфальтогранулобетон, цементобетон и т.п.);

$h_{пл}$ - толщина покрытия из камней мощения или плит;

α - угол распределения вертикального давления ($\alpha = 45$ градусов).

Если давление от колеса P передается через отпечаток диаметром D_0 , то благодаря распределяющему действию покрытия, на поверхности подстилающего основания будет действовать напряжение σ , передающееся через штамп диаметром D . Из условий статического равновесия следует:

$$\frac{\pi D^2 \sigma}{4} = \frac{\pi D_0^2 P}{4}, (4)$$

Откуда давление на поверхности несущего основания

$$\sigma = P \cdot \frac{D_0^2}{D^2}, \text{ где } D = D_0 + 2 h_{пл} \cdot \operatorname{tg} 45^\circ = D_0 + 2 h_{пл} \quad (5)$$

Давление σ на несущее основание может быть определено с учетом реакции слоя камней $R_{\delta n}$ в зависимости от их высоты (толщины):

при $h_{\delta n} = 60 \text{ мм}$ — $R_{\delta n} = 0,50 P$

$h_{\delta n} = 80 \text{ мм}$ — $R_{\delta n} = 0,62 P$

$h_{\delta n} = 100 \text{ мм}$ — $R_{\delta n} = 0,74 P$.

Предполагается, что прикладываемая нагрузка P распределяется на нижележащее грунтовое основание под углом в 45° по площади F_1 . Интенсивность нагрузки, действующей на несущее основание, учитывая реакцию слоя блоков $R_{\delta n}$ равна:

$$\sigma = (P - R_{\delta n})/F_1. (6)$$

Расчетные характеристики покрытия

Покрытие из камней может моделироваться сплошным слоем, путем присвоения ему определенных свойств:

- покрытию назначают модуль упругости равный нижележащему несущему основанию или асфальтобетона;
- покрытию назначают модуль упругости сборного покрытия (табл. 7).

Таблица 7 - Расчетные модули упругости покрытия тротуаров (площадок) из камней/плит мощения в зависимости от категории городской дороги и улицы

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

Примечания:

- $K_{лп}$ - коэффициент прочности для городских улиц и дорог (табл. 8)
- E_1 - расчетный модуль упругости для искусственных камней простой формы с плоскими гранями; E_2 - то же для камней с горизонтальной связью.
- Средние значения модулей упругости по результатам испытаний: $E_1 = 3000$ МПа; $E_2 = 3400$ МПа.

Таблица 8 – Коэффициенты прочности для городских улиц и дорог

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

Прочностные расчеты покрытия из плит

Прочностные расчеты покрытия из плит мощения ведут исходя из их категории по жесткости, характеризуемой показателем жесткости S :

- при $S \leq 0,5$ или при $r/h_{nl} \leq 2,5$ плиты относят к категории абсолютно жестких и на прочность, т.е. на сопротивление растяжению при изгибе (предельный изгибающий момент) не рассчитывают;
- при $0,5 < S \leq 10$ плиты относят к категории плит конечной жесткости и их рассчитывают на прочность.

Показатель жесткости S плиты определяют по формуле:

$$S = \frac{3 \cdot E_0^3}{E} \cdot \left(\frac{r}{h_{пл}} \right)^3, \quad (7)$$

где r -радиус круглой плиты; радиус круга равновеликого многоугольной плите, половина стороны квадратной или полудлина прямоугольной, м;

$h_{пл}$ -толщина плиты, м;

E - расчетный модуль упругости бетона, МПа, принимаемый по таблице 9;

E_0^3 -эквивалентный модуль упругости основания, МПа, определяемый по формуле 8.

Таблица 9 – Расчетный модуль упругости бетона

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	Средняя прочность бетона на растяжение при изгибе R_{pi} , МПа	Расчетный (начальный) модуль упругости бетона E , МПа	
		Тяжелого	Мелкозернистого
$B_{тв} 4,4$	5,76	36 000	28 000
$B_{тв} 4,0$	5,24	33 000	26 500
$B_{тв} 3,6$	4,71	32 000	25 500
$B_{тв} 3,2$	4,19	30 000	24 000
П р и м е ч а н и е. Для определения расчетного модуля упругости мелкозернистого бетона, приготовленного из песков с модулем крупности менее 2,0 следует соответствующие табличные значения умножить на 0,9.			

Методы расчета конструкций с покрытием из камней/плит мощения

В зависимости от типа покрытия (камни или плиты), применяемых материалов в конструктивных слоях, их прочностных и деформативных характеристик дорожную одежду по характеру работы под внешней нагрузкой относят к жесткой и нежесткой.

Жесткая дорожная одежда обладает способностью воспринимать растягивающие напряжения при изгибе (моменты). Покрытие или монолитное несущее основание под нагрузкой работает как плита на упругом основании.

К жестким следует относить дорожные одежды:

- из плит мощения конечной жесткости на всех типах основаниях;
- из камней и плит мощения с несущим основанием из монолитных слоев (тощий и легкие ячеистые бетоны, дренажные бетоны и т.п.) с прочностью на растяжение при изгибе не менее 0,8 МПа.

Нежесткие дорожные одежды воспринимают растягивающие напряжения в меньшей мере.

К нежестким следует относить дорожные одежды с покрытиями из камней мощения или «абсолютно жестких» плит на слабосвязных основаниях или

монолитных основаниях, не способных воспринимать растягивающие напряжения при изгибе (легкие ячеистые бетоны с прочностью на растяжение при изгибе менее 0,8 МПа, укрепленные грунты, пески, отсева дробления горных пород и т.п.). К нежестким следует относить дорожные одежды с покрытиями из камней мощения или плит на монолитных основаниях из асфальтобетона, асфальтогранулобетона и т.п.

Эквивалентный модуль упругости основания, как многослойной конструкции, определяется путем последовательного приведения слоистой системы к двухслойной по формуле:

$$E_o^o = \frac{E_n}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot \left[1 - \left(\frac{E_n}{E_e} \right)^{\frac{4}{3}} \right] \cdot \arctg \left[1,1 \cdot \left(\frac{E_e}{E_n} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{h}{D} \right]}, \quad (8)$$

где E_n - модуль упругости нижнего слоя дорожной конструкции, МПа;

E_e - модуль упругости вышележащего слоя дорожной конструкции, МПа;

h - толщина верхнего слоя, м;

D - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса, м (по формуле 9).

$$D = 2 \cdot R = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot p}}, \quad (9)$$

где R - радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса, м;

F_d - расчетная величина нагрузки на колесо, кН;

p - внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, кПа.

При выполнении конструирования и расчета дорожной одежды, в независимости от типа грунта должна быть принята минимальная величина модуля упругости у земляного полотна равная 45 МПа.

Расчет земляного полотна и слоев жестких и нежестких дорожных одежд из условий обеспечения необходимой морозоустойчивости производят по существующим методикам.

Методы расчета конструкций с покрытием из камней/плит приведены в Приложении Б.

6 Строительство и контроль качества

6.1. Устройство основания

Подготовка земляного полотна и основания

Каждый слой следует разровнять, сделать уклон 2-4 % и уплотнить. Разновидности и состояния грунтов, отсыпаемых в несущий слой, плотность слоя должны соответствовать требованиям, установленным СП 34.13330 для дорог категории II-IV.

При устройстве основания из щебня методом заклинки необходимо, чтобы расклиновка была выполнена в соответствии с требованиями СП 78.13330. Песок из подстилающего слоя не должен диффундировать в слой основания, из-за чего может произойти потеря устойчивости камней/плит в покрытии.

При устройстве тротуаров из плит/камней мощения вдоль жилых и общественных зданий обязательно после подготовки земляного полотна следует провести гидроизоляционные работы.

Основание для мощения выполняется с уклонами, что и покрытие. В случае водонепроницаемого основания (например, бетона) необходимо обеспечить отвод воды с его поверхности, проникающей через швы в мощении. В водосборных устройствах должны быть установлены фильтры из геотекстильного материала.

Работу по устройству дренажей, водосборных колодцев и других сооружений, предназначенных для перехвата и отвода от дорожного покрытия ливневых, паводковых и талых вод, прокладке инженерных коммуникаций в основании земляного полотна следует выполнять до начала работ по устройству слоев основания дорожной одежды.

Уплотнение грунтовых оснований и конструктивных слоев

С учетом возможности попадания влаги через швы между камнями/плитами мощения в нижележащие слои дорожной одежды, нормы плотности несущего слоя грунта должны быть в пределах $(0,98-1,0)\delta_{\max}$, где $\delta_{\max}$ —максимальная стандартная плотность.

Достижение высокой плотности ($K_u \geq 0,98 \div 1,00$) обусловлено параметрами уплотняющих машин, выбором рациональной толщины уплотняемого слоя, поддержанием влажности близкой к оптимальной, увеличением количества проходов уплотняющих машин по следу.

Уплотнение выполняется разнообразными типами машин с разными режимами их работы, которые зависят от вида и состояния грунта, а также конструктивных параметров уплотняемого слоя.

Выбор типа и режима работы уплотняющих машин следует назначать в зависимости от особенностей объекта строительства (реконструкции) и условий производства работ.

Уплотнение грунта проводят при влажности близкой к оптимальной. При малой и большой влажности грунт уплотняется плохо. Грунты, уплотненные при повышенной влажности могут позже давать усадку, проваливаться или менять свое положение. В зависимости от разновидности грунта его влажность должна находиться в пределах: глина – 16-26%; суглинок – 12-18%; песок – 8-14%; супесь – 9-15%.

Отсутствие стесненных условий производства работ

При отсутствии стесненных условий используются дорожные вибрационные катки массой от 3 т. Максимальная толщина уплотняемого слоя в зависимости от массы катка и проходов по следу приведена в таблице 10.

Для повышения производительности и качества работ по уплотнению рыхло отсыпанного слоя грунта, первые проходы следует производить легкими катками статического действия, пневмокатками или вибрационными катками массой до 6 тонн с выключенной вибрацией. Окончательное уплотнение слоя грунта, доведения его до высокой плотности, выполняется тяжелыми катками статического действия или вибрационными катками в соответствии с таблицей 10. На завершающем этапе – выполняют 1-2 прохода статическим или пневмокотком для ликвидации разрушений верхней тонкой части уплотняемого слоя.

Таблица 10 – Максимальная толщина уплотняемого слоя (см) в зависимости от массы катка и проходов по следу

Вид и состояние грунта	Требуемая степень уплотнения	Масса вибровальцового модуля или прицепного виброкатка, т.					Кол-во проходов катка по следу
		3-4	5-6	7-8	9-11	12-14	
Скальный крупнообломочный с несвязным заполнителем, валунно-галечный	0,95	-	55-65	75-85	95-120	130-150	8-10
Моренный несвязный и малосвязный	0,98	-	30-35	40-45	50-55	60-70	8-10
Песок обычный, пылеватый, песчано-гравийная смесь	0,98	20-30	40	50	55-60	65-75	8-10
Песок однородный с влажностью: 4% – 5% 6% - 7%	0,98	20	30	35	40	45	4-6
	0,98	20-25	30-35	40-45	50	60	6-8
	0,98	-	20-25	25-30	30-40	40-45	8-10
Супесь пылеватая оптимальной влажности*.	0,98	-	20-25	25-30	30-40	40-45	8-10
Суглинок с влажностью близкой к оптимальной*	0,95	-	20-25	25-35	30-35	40-45	10-12
* Для кулачковых катков.							

Для достижения высокой степени уплотнения, требуемой для конструкций с покрытием из камней/плит мощения толщина уплотняемого слоя должна быть уменьшена в $1,5 \div 2,0$ раза относительно величины, рекомендуемой в таблице или следует увеличить в три раза количество проходов катков.

На больших площадях уплотнение щебеночных оснований следует выполнять поэтапно (СП 82.13330.2016, п.6.5) - катками на пневматических шинах массой не менее 15 т с давлением воздуха в шинах до 0,6-0,8 МПа, или самоходными гладковальцовыми катками массой не менее 10 т, или вибрационными катками с возмущающей силой более 60 кН.

Стесненные условиях работы

При стесненных условиях используется легкое уплотняющее оборудование: поверхностные вибрационные плиты массой от 80 кг, легкие вибротрамбовки (50-70 кг), а также малогабаритные катки различных типов массой до $1,5 \div 3$ т.

Толщина уплотняемого виброплитами слоя зависит от параметров машины, вида и влажности грунта, количества проходов по одному следу.

Для достижения высокой плотности уплотнения, требуемой для дорожных одежд с покрытием из камней/плит мощения, толщина отсыпаемого слоя должна быть не более 15 см (СП 82.13330.2016, п.6.8) для грунта и песка 5-6 см, для щебня 10-15 см.

Уплотнение щебеночного слоя следует выполнять в два этапа. На первом этапе производится – предварительное уплотнение основной фракции щебня за 4-10 проходов по одному следу (первая цифра для малогабаритных вибрационных катков, вторая – для виброплит). На втором этапе производится уплотнение после россыпи расклинивающей фракции. Общее количество проходов по одному следу составляет 8-20 (первая цифра для малогабаритных вибрационных катков, вторая для виброплит). Приведенные типы машин относятся к уплотнению слоя минимальной толщины 15 см. Схема уплотнения – от краев к центру.

Толщина уплотняемого слоя гладковальцовым малогабаритным виброкатком конструктивного слоя дорожной одежды (при влажности грунта близкой к оптимальной) может быть примерно определена по таблице 11.

Таблица 11 – Толщина уплотняемого слоя

Разновидности грунта или конструктивный слой	Толщина слоя уплотненного грунта, приходящаяся на 1 т массы вибровальцового модуля
пески крупные, средние, ПГС	9–10 см
пески мелкие, в том числе и пылеватые	6–7 см
супеси легкие и средние	4–5 см
легкие суглинки	2–3 см
щебень с расклиновкой (при максимальном диаметре камня D_{max} 40 мм)	10-12 см

Уплотнения грунта при обратной засыпке траншей

Уплотнение грунта в траншеях следует производить в соответствии с СП 45.1330.2012 и ВСН 52-96.

Для уплотнения грунта при обратной засыпке траншей используют вибротрамбовки, виброплиты, электротрамбовки и легкие катки. Выбор оборудования осуществляется в зависимости от условий производства работ: размеров траншеи, места её расположения (проезжая часть дороги, тротуар и т.п.), вида и состояния грунта и др.

Перед укладкой инженерных коммуникаций дно котлована тщательно трамбуется виброплитой или вибротрамбовкой. После уплотнения грунта засыпают тонкий слой песка, немного смочив его водой, и снова трамбуют. Поверх всей подушки снова нужно выполнить уплотнение. Для этой работы используются виброплита, вибротрамбовка массой порядка 100 кг.

Засыпка траншей с уложенными подземными коммуникациями производится в следующей последовательности.

1)Послойно засыпаются и подбиваются (уплотняются) вручную пазухи между трубой и стенками траншеи (лопаты, совки, деревянные трамбовки). По возможности используются ручные механизмы (виброплиты, вибротрамбовки).

2)Присыпаются трубопроводы. Толщина защитного слоя над трубопроводами должна быть не менее 0,20-0,25 м для металлических и железобетонных труб и не менее 0,4-0,5 м для керамических, асбестоцементных и пластмассовых труб. Защитный слой непосредственно над коммуникациями уплотняется с применением ручных механизмов (виброплиты, вибротрамбовки). Уплотнение производится равномерно с двух сторон.

3)Производится послойная дальнейшая засыпка и уплотнение грунта над уложенными трубопроводами.

Контроль качества устройства слоев основания

Контроль и приемка работ по устройству земляного полотна и слоев основания должны осуществляться согласно СП 78.13330.2012. По контролируемым параметрам каждого слоя для оценки их качества должны производиться соответствующие замеры (например, толщин слоев, ровности и т.д.), результаты которых должны документально оформляться.

При визуальной оценке, в щебеночном несущем слое не должно быть пустот, через которые материал подстилающего слоя может проникать в основание и вызывать местную деформацию покрытия. Признаками окончательного уплотнения служат: отсутствие подвижности щебня или гравия, отсутствие вдавливания щебенки или зерен гравия в верхний слой.

Для инструментального контроля качества (достижения проектных деформативных характеристик и коэффициентов уплотнения) подстилающего грунта (грунта земляного полотна) и конструктивных слоев дорожной одежды (песчаного, щебеночного и других слоев) должны выполняться штамповые испытания и/или испытания с применением малогабаритных установок динамического нагружения (Приложение В).

Контроль качества устройства подстилающего грунта, а также песчаных, щебеночных и других слоев производится путем сопоставления фактического статического поверхностного модуля упругости конструктивных слоев дорожных

одежд с расчетным статическим эквивалентным модулем упругости по методике, изложенной в Приложении В.

При одновременном использовании методов статического и кратковременного (динамического) нагружений проводят тарифовочные испытания, т.е. определяют переводной коэффициент или зависимость, которые позволяют от значений динамического модуля упругости перейти к значениям статического модуля упругости. Эти испытания проводят последовательно методами статического и кратковременного нагружения на не менее трех характерных участках.

6.2 Устройство покрытия

Подготовка подстилающего слоя

Материал подстилающего слоя распределяется по поверхности основания вручную или механизированным способом. При отсыпке подстилающего слоя дополнительно следует иметь запас по толщине на просадку камней. Величина этого запаса зависит от формы и размера камней и материала подстилающего слоя. Она устанавливается по месту (примерно 20-30 % от толщины подстилающего слоя). Для песка запас составляет примерно 1,0-1,5 см.

Подстилающий слой должен быть профилирован до укладки камней. Он устраивается с теми же уклонами, которые предусмотрены для поверхности покрытия.

При механизированной укладке камней/плит подстилающий слой следует прикатать ручным или легким катком с гладкими вальцами за 1-2 прохода.

Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии зависит от вида и толщины изделий и устанавливается по таблице 13. Превышение толщины подстилающего слоя может явиться причиной дополнительных пластических деформаций и местных просадок покрытия при эксплуатации. Для автомобильных дорог, аэродромных покрытий и контейнерных терминалов следует стремиться к минимальной толщине подстилающего слоя – 3 см.

При устройстве подстилающего слоя следует учитывать, что после строительной операции посадки камней/плит поверхность покрытия должна возвышаться над верхом борта (бордюра) примерно на 3-5 мм, как запас на осадку покрытия в ходе эксплуатации.

Для устройства подстилающего слоя, особенно на больших площадях рекомендуется применять специальные машины и оборудование – планировщики основания, планировочные рубанки, в которых распределение материала и выравнивание объединены в единый процесс. Это позволяет достигать большой производительности и точности высотных отметок.

Укладка камней/плит мощения

Перед укладкой все изделия для мощения должны быть приняты потребителем согласно Приложению Г. В случае возникновения разногласий по качеству изделий осуществляется отбор образцов для контрольных испытаний согласно Приложению Д.

Плиты с транспортных поддонов следует брать и приподнимать одновременно со всех сторон, чтобы не повреждать поверхность изделий нижнего ряда.

Камни/плиты мощения следует укладывать в направлении “от себя” на подготовленный подстилающий слой соблюдая ширину швов согласно рисунку, установленному проектом. Для укладки плит, особенно крупноформатных толщиной 120 мм и более, следует использовать специальные механические или вакуумные захваты. Укладка крупноформатных плит без использования захватов запрещена.

Камни/плиты следует брать и укладывать сразу с нескольких транспортных поддонов вперемешку для создания равномерного цвета по всей площади покрытия. Разборку пакета следует вести в вертикальном направлении, а не послойно.

Ширина швов зависит от вида и толщины изделий (таблица 13). Ответственность за соблюдение требуемой ширины шва лежит на мостовщиках. Для фиксации швов на боковых гранях бетонных вибропрессованных камней и плит, как правило, имеются шовообразователи. Следует учитывать, что шовообразователи не определяют ширину шва, а служат защитой от сколов граней камней/плит при их производстве и транспортировке. На некоторых видах изделий шовообразователи могут не выполняться или быть меньше требуемого размера шва.

Ширина «зеленых» и дренирующих швов назначается проектом с учетом настоящих рекомендаций (см. п. 5.5).

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

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

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

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

Для мощения больших и протяженных территорий простых конфигураций, а также при мощении крупноформатными плитами следует использовать механизированные укладчики.

Участки мощения, которые находятся в зоне производства смежных работ следует предохранять от возможных загрязнений.

В качестве защитных материалов не подходят гофрокартон, бумага, фанера, доски, геотекстиль. Эти материалы при длительном контакте с мощением могут способствовать образованию трудно устранимых пятен и следов. Для защитных целей также иногда используется песок. Следует иметь ввиду, что при длительном нахождении на покрытии он может оставлять пятна. Полиэтиленовая пленка также, при длительном нахождении, может нарушить цвет мощения.

Заполнение швов и уплотнение покрытия

Заполнение швов должно производиться параллельно с укладкой. Требования к материалам заполнения швов приведены в разделе 5.2.

Песок в сухом состоянии следует равномерно распределить по поверхности уложенного покрытия и с помощью мягкой щетки ввести в швы до полного их заполнения. Лишний материал заполнения следует удалить с покрытия перед окончательной посадкой камней. Операция заполнения швов может быть выполнена несколько раз до полного и прочного заполнения швов.

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

Для сохранения внешнего вида камней/плит и предотвращения на ней трещин, царапин и сколов на основание виброплиты закрепляют полиуретановый коврик. Для таких работ целесообразно применять виброплиты с параметрами, принимаемыми по таблице 12.

Предварительную посадку следует производить от краев покрытия к середине. Вибропосадка должна быть произведена до занятия камнями прочного устойчивого положения.

Таблица 12 – Параметры виброплит для посадки покрытия

Толщина камня/плиты, см	Масса, кг	Центробежная сила, кН
6	до 110	18-20
8-10	110-200	20-30
10	200-600	30-60

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

Перед проведением вибропосадки покрытие и подошва виброплиты должны быть вычищены. Вибропосадку (особенно цветных и камней с поверхностной обработкой лицевого слоя) не следует производить при влажном покрытии.

Недопустимо подвергать вибропосадке покрытие, устанавливая виброплиту:

- на линию перелома в месте сопряжения плоскостей с разными уклонами;
- на зону стыка камней, уложенных на песок, с камнями, уложенными на раствор или бетон (в месте сопряжения с люками подземных коммуникаций и т.д.);
- на камни, имеющие частичные обнажения боковых граней (на съездах, примыканиях и т.п.).

Окончательную посадку покрытия следует производить, осторожно подводя к ним виброплиту с разных сторон, а также вручную.

После окончательной посадки необходимо снова заделать швы.

Не следует оставлять излишний песок на покрытии, так как он может оставлять трудноустраняемые пятна на поверхности изделий.

Подрезка

Примыкания выполняются путем подрезки камней. Неточно подогнанные или плохо закрепленные доборные элементы (части камня/плиты после подрезки) под действием внешних нагрузок могут потерять устойчивое положение и быть вынесены с дорожного покрытия.

Значительно уменьшить количество доборных камней и как следствие, сократить операции по резке камней можно на этапе проектирования, назначая оптимальный рисунок раскладки и ширину мощения с учетом размеров применяемых камней/плит.

При подрезке следует выполнять следующие правила:

- для камней: наименьшая сторона отрезанного камня должна быть не менее одной трети длины целого изделия;
- для плит: соотношение длины и ширины отрезанной части должно составлять не более 2,0, а оставшаяся короткая сторона должна минимум в два раза превышать толщину изделия.
- обрезанные камни/плиты не должны иметь острых углов (менее 45°).

При устройстве орнаментов, знаков и символов на поверхности дорожного покрытия с применением камней/плит мощения от правил подрезки могут быть отступления, которые фиксируются в проектной документации.

На отрезанных частях камней/плит может выполняться фаска.

Вокруг колодцев сначала выполняется обрамление из камней (бетонных или натуральных) в форме трапеции или небольших квадратов размерами в плане 50х50 мм.

Резка камней осуществляется калиберными резаками (гильотинами, камнекольными станками), отрезными станками или машинками.

При устройстве аэродромных покрытий используются только отрезные станки или машинки. Колка камней запрещена.

Установка бортовых камней

Стыки между бортовыми камнями или другими фиксирующими край мощения элементами (металлическими полосами, природными камнями и т. п.) должны быть тщательно заполнены.

Швы между бортовыми камнями должны быть не более 10 мм (СП 82.13330.2016, п. 6.25). Для предотвращения загрязнения лицевой поверхности камней (особенно цветных) стыки между ними заделывать с их внутренней стороны.

При изменении направления бортовых камней их углы должны быть запилены. Предпочтительно использовать специальные бортовые камни: угловые, радиусные.

Ширина шва между покрытием из камней/плит и бортовым камнем должна быть не более 10 мм.

Поверхность покрытия должна возвышаться над бортовым камнем примерно на 3-5 мм, как запас на осадку покрытия в ходе эксплуатации.

Поверхностная обработка мощения

Для улучшения эксплуатационных и эстетических показателей покрытия могут использоваться различные специальные средства: очистители, гидрофобизаторы, цветные пропитки (восстановители или интенсификаторы цвета).

При использовании средств для поверхностной обработки мощения следует соблюдать указания по их применению и перед началом обработки всего покрытия произвести пробную обработку на тестовом участке.

Особенности мощения в зимнее время

Выполнять работы по устройству покрытия в зимнее время не рекомендуется.

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

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

По окончании прогрева основания производится замена тепляка высотой 1,5 м на тепляк высотой 2,5 м с установкой теплогенератора для поддержания внутри

тепняка температуры в пределах +5 °С. В этом укрытии выполняются работы по мощению.

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

Над замощенной площадью устанавливается укрытие-тепляк высотой 1,5 м, внутри которого с помощью теплогенератора поддерживается температура +5 °С. Такой тепловой режим поддерживается с целью проведения операций по окончательному заполнению швов.

При укладке плит/камней на бетонное основание поверхность его должна быть тщательно очищена от грязи, снега и льда и затем прогрета. Очистку и прогрев бетонного основания производят с помощью газовых горелок.

По очищенному и подогретому бетонному основанию выполняют подстилающий слой из подогретого песка и выполняют мощение.

За участками, выполненными в зимнее время устанавливается наблюдение. В теплое время года выполненное покрытие должно быть дополнительно проверено.

6.3 Контроль качества камней/плит

Правила приемки изделий на объекте строительства приведены в Приложении Г.

Отбор образцов на объекте строительства для дополнительных испытаний осуществляется согласно Приложению Д.

При использовании цветных камней/плит все камни должны соответствовать цвету, установленному проектом, и образцам, на основании которых заключается договор на производство и поставку камней. Автор проекта и заказчик должны иметь в виду реальные возможности выдерживания оттенков цветовой характеристики при производстве камней/плит, в связи с чем цвет образцов должен рассматриваться как примерный.

6.4 Приемка дорожного покрытия

При приемке покрытия следует контролировать высотные отметки, ровность и ширину швов. Контрольный лист по устройству покрытия приведен в Приложении Е.

Контролируемые параметры, их предельные значения и величины отклонений при устройстве покрытия из искусственных плит/камней представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Контролируемые параметры при устройстве покрытий из камней/плит

Требования	Допустимые значения
Расположения границ или осей мощения	±20 мм
Соответствие вертикальных отметок проектным	±20 мм
Бортовые камни:	
- прямолинейность линии бортового камня на участках длиной 3 м	±5 мм
- превышение одного бортового камня над другим	±5 мм
Плоскостность для различных типов конструкций	Табл. 15

Разность высот:	
- между смежными камнями/плитами с плоской поверхностью	±2 мм
- между камнями/плитами с рельефной поверхностью	±5 мм
- рядом с желобами	+3...10 мм
- рядом со встраиваемыми элементами	+3...5 мм
- рядом с прилегающими покрытиями	+3...5 мм
Наклон (для плит)	± 0,4 %
Ширина шва:	
- камни мощения толщиной до 12 см	3...5 мм
- камни мощения толщиной от 12 см	5...8 мм
- плиты мощения толщиной до 12 см	3...5 мм
- плиты мощения толщиной более 12 см	5...10 мм
Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии*:	
- камни мощения толщиной до 12 см	30...50 мм
- камни мощения толщиной от 12 см	40...60 мм
- плиты мощения толщиной до 12 см	30...50 мм
- плиты мощения толщиной более 12 см	40...60 мм
Продольный уклон желобов	> 0,5 %
Плоскостность желобов	< 5 мм/4м**
* Толщина подстилающего слоя с учетом запаса на вибропросадку камней должна быть увеличена на 10...15 мм.	
** Измерения производятся с применением 4-х метровой рейки.	

При сдаче тротуара в эксплуатацию швы должны быть заполнены на всю высоту.

Проектные прямолинейные в плане швы в натуре не должны иметь видимых отклонений от прямой линии.

Поверхность покрытия должна иметь результирующий общий уклон в сторону водоприемных устройств не менее 2,5 % (табл. 14). На путях движения МГН поперечный уклон пешеходных путей должен составлять от 5 до 20 ‰ (от 1:200 до 1:50). Результирующий уклон должен определяться на каждом проектном поперечнике, но не реже, чем через 10 м по длине покрытия.

На поверхности покрытия не должно быть местных углублений, в которых может застаиваться вода. Поперечный уклон, измеренный на базе 0,5 м, в любом месте покрытия должен быть не менее 2,5 мм или 0,5 %.

Таблица 14 — Контроль ровности дорожных покрытий из плит/камней мощения.

Категория использования	Вид покрытия	Уклон %	Максимальный просвет под рейкой, мм		
			1 м	2 м	3 м
N1	Камни/плиты	≥ 2,0-2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10
N2,N3	Камни/плиты	≥ 2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10

N1,N2,N3	Водопроницаемые покрытия	≥ 1	≤ 5	≤ 8	≤ 10
	Комбинированные покрытия	≥ 1	≤ 15	≤ 17	≤ 20

Соответствие вертикальных отметок проектным должно проверяться на каждом проектном поперечнике и не реже 20 м. Отклонение не должно превышать ± 20 мм.

Максимальный просвет под рейкой – см. табл. 14.

Несущее основание устраивается с такими же уклонами, что и покрытие.

Определение ровности и поперечного уклона

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

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

Под 3-х метровой рейкой просветы определяются в 5 точках, расположенных на расстоянии 0.5 м между собой и от концов рейки. После измерения пяти просветов рейка перемещается вдоль тротуара на 3 м.

Ровность в поперечном направлении для односкатных тротуаров, ширина которых равна или превышает длину рейки, определяется аналогичным образом. При измерении ровности в поперечном направлении на тротуарах другой ширины рейка укладывается по диагонали так, чтобы ее края совпадали с краями покрытия – положение 1 (см. рис.2). Измерения выполняются по изложенной выше методике, после чего рейка поворачивается вокруг центра в положение 2 и измерения повторяются. Затем рейка перемещается вдоль тротуара, как указано выше.

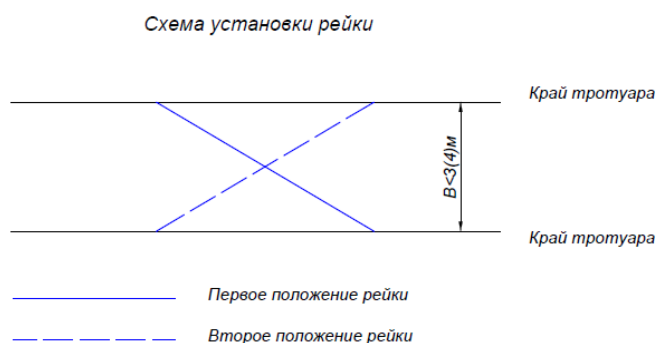


Рисунок 2– Измерение ровности в поперечном направлении
(B - ширина тротуара, меньше длины рейки)

Резльтирующий уклон определяется по формуле:

$$i = (i_{\text{поп}}^2 + i_{\text{прод}}^2)^{1/2} \quad (10)$$

где - $i_{\text{поп}}$ - поперечный уклон покрытия;

$i_{\text{прод}}$ - продольный уклон покрытия.

Поперечный уклон определяется или по данным нивелирования точек, расположенных по краям покрытия, или специальным уклономером. Продольный уклон определяется нивелированием или уклономером по оси или по краю тротуара. Если по условиям водоотвода покрытие тротуара предусмотрено с пилообразным продольным профилем, то при приемке проверяется продольный уклон по краю, по которому предусмотрен пилообразный профиль.

Поперечный уклон на базе 0,5 м следует проверять точным нивелированием или специальным уклономером. Может быть использован уровень с рейкой длиной 0,5 м. Схема проверки поперечного уклона для этого случая представлена на рис. 3.

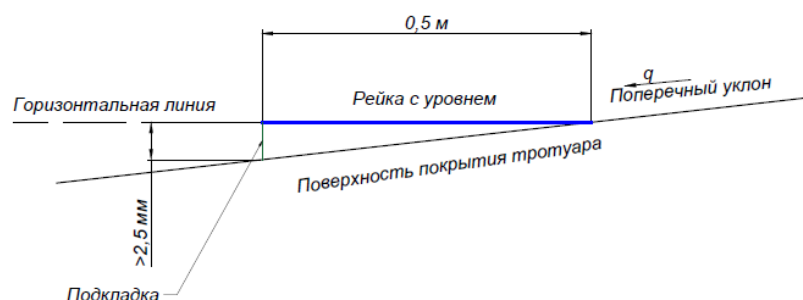


Рисунок 3 – Пример проверки поперечного уклона

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

Примыкания к канализационным люкам, водосборным лоткам, каким-либо другим встроенным в покрытие элементам, изменение направления рисунка мощения должны быть выполнены с учетом правил выполнения подрезки (п. 6.2).

В течение 1-3 месяцев с начала эксплуатации должен быть организован контроль покрытия с целью проверки заполнения швов, функционирования ливневой системы и устранения возможных местных деформаций.

7 Эксплуатация дорожных покрытий из плит/камней мощения

Начало эксплуатации

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

Не следует оставлять песок на поверхности мощения в течение длительного срока, так как это приводит к изменению цвета поверхности мощения и пятнам, пылеобразованию и загрязнению окружающей среды.

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

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

При нанесении гидрофобизаторов и других составов на поверхность изделий, эксплуатацию покрытия следует разрешать только после завершения их высыхания (закрепления, стабилизации) согласно инструкции производителя.

Оценка технического состояния

Регулярный контроль и технический уход повышают срок службы дорожных покрытий из камней мощения. Минимум один раз в год проводят визуальный контроль с целью заблаговременного выявления возможно начинающихся разрушений (см. таблица 15). Не следует запускать обнаруженные разрушения, так как они способствуют быстрейшему износу и разрушению соседних участков покрытия.

Текущий ремонт дорожных покрытий из камней/плит необходимо проводить два раза: весной и осенью перед началом зимы. В течение всего времени эксплуатации покрытия следует следить за заполнением швов. Швы должны быть заполнены на всю высоту материалом заполнителя.

Таблица 15 – Периодичность осмотра и ремонта дорожных покрытий из камней мощения

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

Оценка технического состояния мощения осуществляется в рамках работ по содержанию. Систематическое выполнение работ по оценке технического состояния является базой для эффективного использования средств и материальных ресурсов.

Мероприятия по содержанию

Дорожные покрытия из плит/камней мощения обычно светлее, чем, например, асфальтобетонные. Поэтому кроме санитарно-гигиенического значения их очистка обуславливается эстетическими требованиями. Очистку покрытий от

пыли и грязи можно выполнять с помощью тротуароуборочных машин и при необходимости использовать уличные пылесосы и системы для очистки под высоким давлением. При очистке водой следует следить, чтобы не размывался материал заполнения швов.

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

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

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

Зимой, во избежание разрушения лицевой поверхности камней/плит, нельзя использовать для уборки инструменты с металлической рабочей частью или поверхностью. Отвалы снегоуборочных машин должны быть снабжены резиновыми отбойниками. Противогололедные материалы могут использоваться в ограниченном количестве для труднодоступных мест, где уборка щетками может быть затруднена. При их использовании, по возможности, рекомендуется оценить их коррозионное воздействие на камень мощения в лабораторных условиях. Рекомендуется применять противогололедные материалы на основе магния и кальция. Наибольшее разрушающее воздействие на камень мощения при его замораживании и оттаивании оказывает хлорид натрия. В качестве противогололедных материалов рекомендуется применять мытую (очищенную от посторонних примесей) мраморную (предпочтительно) или гранитную крошку фр.0,16-3 мм. После таяния снега/льда крошка должна быть обязательно удалена с покрытия, так как может оказать на него абразивное воздействие.

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

Некоторые вопросы эксплуатации, можно решать на стадии проектирования. Например, применение систем снеготаяния исключает механическое воздействие на дорожное покрытие из камней мощения при уборке и вывозе снега. Положительным эффектом также является снижение травматизма и аварийности.

Для борьбы с сорняками в швах между плитами/камнями используют гербициды сплошного действия.

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

Применение специальных материалов заводского изготовления для заполнения швов существенно снижает риск зарастания швов сорняками.

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

Используются средства для удаления следов ржавчины, высолов и остатков цемента, пасты для удаления масляных загрязнений, цветные пропитки для восстановления цвета.

Общий перечень необходимых мероприятий по содержанию покрытий из камней/плит мощения приведен в табл. 16.

Таблица 16 – Перечень необходимых мероприятий по содержанию покрытий из камней/плит мощения

Срок с момента начала эксплуатации	Мероприятия
1-3 месяца	•Проверить заполнение швов •Устранить возможные местные деформации (просадки, сдвиги). •Проверить функционирование ливневой системы •При появлении высолов (белых налетов), в целях улучшения внешнего вида покрытия, произвести поверхностную обработку специальными средствами – очистителями и гидрофобизаторами. Рекомендуется произвести предварительную обработку на тестовом участке покрытия. •Соблюдать минимальный скоростной режим и ограничить интенсивность движения (при мощении дорог)
от 3-х месяцев до 1 года	•Удаления семян, сорной травы из швов (прометание, механическое удаление).
1 год и более	•Один раз в месяц тщательная уборка покрытия щетками или мойка. При мойке покрытия рекомендуется направлять струю воды под малым углом к покрытию, чтобы снизить до минимума любой риск повреждения швов. После уборки покрытия или мойки следует убедиться, что материал заполнения швов не поврежден. При необходимости восстановить заполнение швов. •Обработка швов гербицидом, если имеется нежелательный рост в швах сорняков, лишайников, мхов и т.д. •Обработка швов мощения средствами от насекомых (при необходимости).

	•Визуальный осмотр покрытия (не менее 1 раза в год) и при необходимости его ремонт.
--	---

Удаление высолов и белых налетов

Во время эксплуатации (как правило, в начальный период) возможно выветривание (выцветание) бетонных плит/камней, подвергающихся воздействию влаги с переменной интенсивностью и входящего в состав воздуха углекислого газа. Поверхность мощения покрывается белыми инееобразными, кристаллическими солевыми налетами (высолами). Декоративные свойства покрытия при этом нарушаются. Сам по себе белый налет не является дефектом и относится к ненормируемым параметрам при приемке покрытий.

Механизм высолообразования на плитах/камнях заключается в следующем. Свежеприготовленное изделие из бетона обладает системой капиллярных пор, заполненных раствором гидроксида кальция, образовавшегося в результате гидролиза и гидратации. Гидроксид кальция, находящийся на выходе пор, вступает в реакцию с углекислым газом воздуха. При этом образуется карбонат кальция нерастворимый в воде. Некоторое время карбонат препятствует выходу на поверхность гидроксида кальция, накапливающегося в поровом пространстве материала. Однако дальнейшее взаимодействие карбоната кальция с углекислым воздухом и атмосферной влагой приводит к образованию растворимого гидрокарбоната. Последние обстоятельства не препятствуют миграции гидроксида кальция на открытую поверхность мощения, поэтому образование солевых налетов продолжается.

В процессе высолообразования участвуют и иные факторы – сернистый газ, присутствующий в атмосфере, который может изменять состав кристаллизующихся солевых налетов. В качестве вторичных продуктов на поверхности тротуарной плитки могут образовываться карбонаты и сульфаты металлов с переменным содержанием кристаллизационной воды. Следует учитывать также воздействие на дорожное покрытие кислотных дождей и общее количество атмосферных осадков. Отсутствие дренажа или затрудненное дренирование основания также может стать причиной появления высолов на поверхности мощения.

В процессе службы мощения ещё одним источником растворимых солей могут являться бетонное основание и цементно-песчаная смесь, на которую может выполняться укладка плит/камней. Поэтому, укладка камней/плит на подстилающий слой из цементно-песчаной смеси не допускается.

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

Для удаления высолов и их профилактики, а также для устранения других загрязнений с поверхности мощения, применяются специальные чистящие средства. Средства следует использовать в соответствии с указаниями производителя. При воздействии чистящих средств возможно изменение цвета лицевой поверхности камней/плит. Перед началом обработки всего покрытия,

следует произвести пробную обработку на небольшом (тестовом) участке. Следует избегать контакта чистящих средств с растениями.

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

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

Ремонт и восстановление после вскрытий

При ремонте участков дорожного покрытия из плит/камней мощения, разборке и восстановлении дорожных покрытий из плит/камней после прокладки и ремонта располагаемых под ними подземных коммуникаций следует выполнять следующие указания.

Использовать максимальное количество старых камней/плит мощения. Перед укладкой очистить снятые камни/плиты от старого налипшего материала заполнителя швов и основания

Края мощения, примыкающие к ремонтируемому участку, должны быть надежно зафиксированы; при этом должен иметься необходимый запас для устройства подстилающего слоя от края существующего мощения до ремонтируемого участка.

Толщина подстилающего слоя должна обеспечивать высотные отметки восстанавливаемого дорожного покрытия.

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

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

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

При замощении вскрытого места необходимо установить за ним наблюдения в течение 1-3 месяцев и при деформациях покрытия его восстанавливать.

Технически правильное восстановление мощения характеризуется одинаковым количеством камней, с одинаковой шириной шва, как и на площади не затронутой ремонтом. Широкие швы и отрезанные камни (добавки) недопустимы. Разность высот между восстанавливаемой и не затронутой ремонтом частями мощения не должна превышать (или только незначительно) общие допуски для разности высот.

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

Дефекты

Наиболее часто встречаемые дефекты дорожных покрытий из камней/плит мощения и причины их возникновения, следующие:

- отшелушивание декоративного поверхностного слоя: до начала эксплуатации – производственный дефект, после начала эксплуатации – производственный дефект или неправильная эксплуатация (обильное применение противогололедных средств, металлических инструментов для очистки от льда и т.п.);

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

- разрушение камней/плит мощения в местах расположения смотровых и канализационных люков. Это объясняется недостаточной подготовкой основания перед укладкой камней, наличием динамических усилий в местах примыканий;

- преждевременные деформации, возникающие из-за повышенной нагрузки от трафика. Обычно, такие деформации становятся очевидными после длительной эксплуатации. Причины такого явления, как правило, возникают на этапе проектирования. Должны быть выполнены точная оценка ожидаемой нагрузки на дорожную одежду и дан ее надежный прогноз в зависимости от трафика движения и подтвержденных особенностей условий эксплуатации проектируемого объекта. Только соблюдение этих требований приводит к корректному проектированию конструкции, ее толщины, выбору минеральных заполнителей для швов, выбору элементов мощения и вида укладки;

- горизонтальное смещение камней/плит мощения, вызванное несоответствующими материалами швов или не полностью заполненными швами. Горизонтальная нагрузка от трафика может компенсироваться только полностью заполненными швами. Если швы не полностью заполнены или заполнитель швов не соответствует требованиям, относящимся к фракциям, форме элементов или стабильности при раздавливании, элементы мощения будут смещаться в горизонтальном направлении;

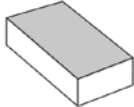
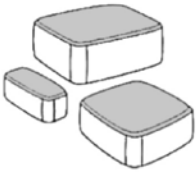
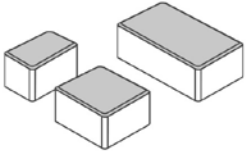
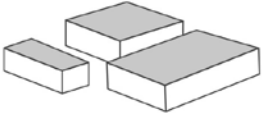
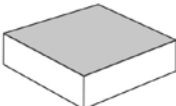
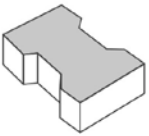
- пластические деформации покрытия вследствие периодических нагрузок сжатия с сильными осевыми нагрузками на недостаточно уплотненные слои основания, ведущих к образованию неровностей поверхности. Длительные постоянные деформации следует отличать от точечных (локализованных или

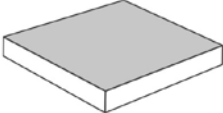
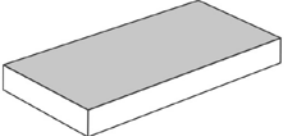
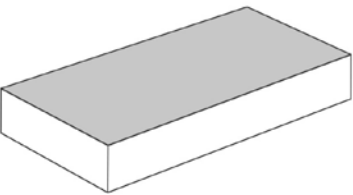
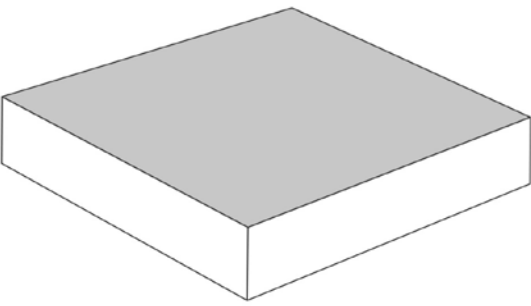
неравномерно распределенных) деформаций, вызванных неравномерно уложенным и/или слишком толстым слоем основания.

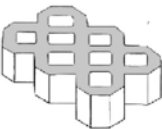
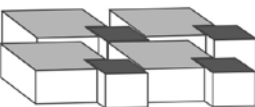
Кроме рассмотренных выше видов повреждения мощения имеется широкий ряд ошибок, связанных с несоответствием высотных отметок проектным значениям, нарушением ровности, уклонов и прямолинейности рядов.

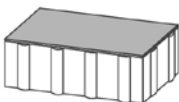
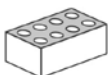
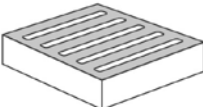
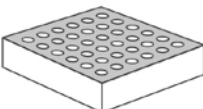
Приложение А

Виды вибропрессованных камней и плит мощения

Общий вид изделия	Габаритные размеры (длина x ширина x высота)
Камни мощения с прямолинейными боковыми гранями (без зацепления)	
	200x100x40; 200x100x60; 200x100x80; 200x100x100
	180x120x60/80 120x120x60/80 120x60x60/80
	160x160x60/80 260x160x60/80 100x160x60/80
	160x160x60 240x160x60 80x160x60
	200x200x60
Камни мощения с криволинейными боковыми гранями (с зацеплением)	
	222x109,5x60 222x109,5x80 222x109,5x100
	197x162x60 197x162x80

Общий вид изделия	Габаритные размеры (длина x ширина x высота)
	197x197x100
Плиты мощения	
	300x300x40 300x300x50 300x300x60
	600x300x60 600x300x80
	1000x500x100
Плиты мощения крупноформатные	
	1000x1000x160

Общий вид изделия	Габаритные размеры (длина x ширина x высота)
Плиты и камни для устройства комбинированных покрытий	
	596x396x80
	500x500x80
	300 x150x80 450x225x80
	197x197x80 97x97x80

Общий вид изделия	Габаритные размеры (длина x ширина x высота)
Камни мощения для устройства дренажных покрытий	
	239x119x80
Камни и плиты мощения с тактильными указателями	
	300 x300 x80 300 x300 x80 200 x100 x80
	
	

Приложение Б

Методы расчета дорожных одежд с покрытием из камней/плит мощения.

Б 1. Методы расчета жестких дорожных одежд

Метод расчета №1 применим для конструкций дорожных одежд (рис. Б1.1) с покрытиями из плит мощения конечной жесткости с основаниями не способными воспринимать растягивающие напряжения при изгибе.

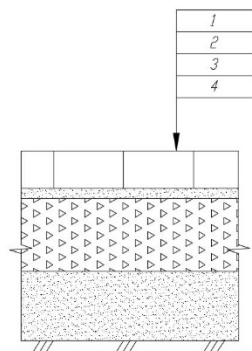


Рис. Б1.1. Принципиальная схема дорожной одежды:

1 - покрытие из плит мощения конечной жесткости; 2 – подстилающий слой (песок, отсеvy дробления горных пород); 3 - несущее основание (щебень, гравийно-песчаные смеси, щебень с расклинцовкой, щебеночные смеси, щебень, обработанный органическими и неорганическими вяжущими, отсеvy дробления горных пород, побочные продукты промышленного производства, обработанные и необработанные вяжущими, тощий (малоцементный) укатываемый и ячеистые бетоны; 4 - дополнительный слой (песок, гравийно-песчаные смеси, щебень однофракционный (открытая смесь), гравий, укрепленный грунт, легкие бетоны).

Критерии прочностного расчета:

- на сопротивление растяжению при изгибе (предельный изгибающий момент) плит мощения;
- сопротивление сдвигу слабосвязных слоев основания и подстилающего грунта.

Расчет производится по методикам для жестких дорожных одежд.

Условие прочности плит покрытия конечной жесткости проверяют по неравенству:

$$K_{np} \cdot \sigma_{pi} \leq R_{pi}^{расч}, \quad (1)$$

где K_{np} - коэффициент прочности, $K_{np}=1,0$;

$R_{pi}^{расч}$ - расчетная прочность плит мощения на растяжение при изгибе, МПа.

$$R_{pi}^{расч} = B_{tb} \cdot K_{нп}, \quad (2)$$

где B_{tb} - класс бетона по прочности на растяжение при изгибе, МПа (табл. 9, п.5.7);

$K_{нп}$ - коэффициент набора прочности бетона со временем, $K_{нп} = 1,2$;

σ_{pt} - расчетное напряжение растяжения при изгибе, возникающее в плите покрытия от действия нагрузки и изменений температуры по толщине плиты, МПа.

$$\sigma_{pt} = \frac{6 \cdot Q_H \cdot K_{усл} \cdot (M_A + 0,255)}{\kappa h_{пл}^2}, \quad (3)$$

где Q_H - нормативная нагрузка на колесо, кН;

$K_{усл}$ - коэффициент, учитывающий условия работы, $K_{усл} = 0,80$;

M_A - безразмерный единичный момент, определяемый по таблице Г1.1 в зависимости от показателя жесткости плиты;

$h_{пл}$ - толщина плиты, м;

κ - коэффициент, учитывающий конфигурацию плит: $\kappa = 1$ - для круглых и квадратных;

$\kappa = \frac{\pi}{n_c \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{n_c}}$ - для плит с числом сторон более четырех; $\kappa = \frac{2}{c + \frac{1}{c}}$ - для

прямоугольных плит;

n_c - число сторон правильного многоугольника;

c - отношение сторон (большой к меньшей) прямоугольника.

Таблица Б 1.1

S	до 0,5 включ.	0,75	1	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
M_A	-0,0521	-0,0544	-0,0567	-0,0611	-0,0632	-0,0653	-0,0693	-0,0731	-0,0767

S	4	4,5	5	6	7	8	9	10
M_A	-0,0801	-0,0833	-0,0863	-0,0917	-0,0963	-0,1001	-0,1031	-0,1053

Минимально допустимая толщина плит независимо от результатов расчета не должна быть меньше указанной в таблице 6 (раздел 5.6).

Метод расчета №2 применим для конструкций дорожных одежд (рис. Б1.2) с покрытиями из камней мощения и плит (с конечной жесткостью или “абсолютно жестких плит”) с монолитными основаниями способными воспринимать растягивающие напряжения при изгибе.

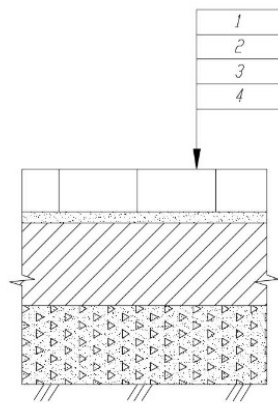


Рис. Б1.2. Принципиальная схема дорожной одежды:

1 - покрытие (камни/плиты); 2 - подстилающий слой (песок, отсеvy дробления горных пород); 3- несущее монолитное основание (цементобетон, легкий бетон, тощий бетон, дренажные бетоны с прочностью на растяжение при изгибе не менее 0,8 МПа.); 4 - щебень, гравийно-песчаные смеси, щебень с расклинцовкой, щебеночные смеси, щебень, обработанный органическими и неорганическими вяжущими, отсеvy дробления горных пород, побочные продукты промышленного производства, обработанные и необработанные вяжущими, тощий (малоцементный) укатываемый и ячеистые бетоны, грунт, обработанный вяжущими, песок, гравий.

Критерии прочностного расчета:

- на сопротивление растяжению при изгибе (предельный изгибающий момент) плит мощения конечной жесткости;
- на сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев несущего основания;
- сопротивление сдвигу слабосвязных слоев основания и подстилающего грунта.

Расчет производится по методикам для жестких дорожных одежд.

Давление на поверхности несущего основания определяется с учетом распределительной способности покрытия (см. п. 5.7).

Покрытие из камней/плит мощения может моделироваться сплошным слоем (см.п.5.7).

Б 2. Методы расчета нежестких дорожных одежд

Метод расчета №1 применим для конструкций дорожных одежд (рис. Б2.1) с покрытиями из камней мощения или «абсолютно жестких» плит с основаниями не способными воспринимать растягивающие напряжения при изгибе.

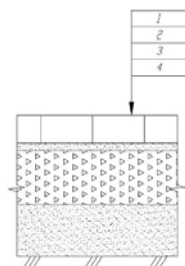


Рис. Б2.1 Принципиальная схема дорожной одежды:

1 - покрытие (камни мощения, «абсолютно жесткие» плиты); 2 - подстилающий слой (песок, отсеvy дробления горных пород); 3 - несущее основание (щебень, гравийно-песчаные смеси, щебень с расклинцовкой, щебеночные смеси, щебень, обработанный органическими и неорганическими вяжущими, отсеvy дробления горных пород, побочные продукты промышленного производства, обработанные и необработанные вяжущими, тощий (малоцементный) укатываемый и ячеистые бетоны, грунт, обработанный вяжущими; 4- дополнительный слой (песок, гравийно-песчаные смеси, щебень однофракционный (открытая смесь), гравий).

При расчете дорожной одежды с покрытием из камней мощения или «абсолютно жестких» плит расчет покрытия на прочность не производится.

Критерии прочностного расчета:

- сопротивление сдвигу слабосвязных слоев основания и подстилающего грунта.

Расчет производится по методикам для нежестких дорожных одежд.

Давление на поверхности несущего основания определяется с учетом распределительной способности покрытия (см. п. 5.7).

Покрытие из камней/плит мощения может моделироваться сплошным слоем (см.п.5.7).

Метод расчета №2 применим для конструкций дорожных одежд (рис. Б2.2) с покрытиями из камней мощения или “абсолютно жестких” плит с несущими основаниями способными воспринимать растягивающие напряжения при изгибе.

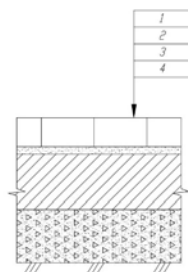


Рис. Б2.2. Принципиальная схема дорожной одежды:

1 - покрытие (камни мощения, плиты); 2 - подстилающий слой (песок, отсеvy дробления горных пород); 3 - асфальтобетон, асфальтогранулобетон и т.п.; 4 - щебень, гравийно-песчаные смеси, щебень с расклинцовкой, щебеночные смеси, щебень, обработанный органическими и неорганическими вяжущими, отсеvy дробления горных пород, побочные продукты промышленного производства, обработанные и необработанные вяжущими, тощий

(малоцементный) укатываемый и ячеистые бетоны, грунт, обработанный вяжущими, песок, гравий.

При расчете дорожной одежды с покрытием из камней мощения и плит расчет покрытия на прочность не производится.

Критерии прочностного расчета:

- сопротивление монолитных слоев основания (асфальтобетона, асфальтогрунубетона) растяжению при изгибе;
- сопротивление сдвигу слабосвязных слоев основания и подстилающего грунта.

Расчет производится по методикам для нежестких дорожных одежд.

Давление на поверхности несущего основания определяется с учетом распределительной способности покрытия (см. п. 5.7).

Покрытие из камней/плит мощения может моделироваться сплошным слоем (см.п.5.7).

Приложение В

Методика для контроля качества устройства конструктивных слоев дорожных одежд с покрытием из камней/плит мощения

1. За основной критерий оценки качества уплотнения грунтов земляного полотна (подстилающий грунт) и конструктивных слоев дорожных одежд принято обеспечение требуемой величины упругого прогиба слоев, которое проверяется путем сопоставления фактически измеренных эквивалентных (общих) поверхностных модулей упругости грунтов в период строительства с величинами, удовлетворяющими условиям надежной эксплуатации покрытий с применением искусственных камней мощения. Методика применима для контроля качества уплотнения грунтов земляного полотна и конструктивных слоев дорожных одежд, в том числе с покрытиями из искусственных камней мощения.

2. Контроль осуществляется путем сопоставления теоретических значений эквивалентных (общих) модулей упругости E_t^i с модулями упругости, полученными при фактических испытаниях в процессе строительства $E_{стр}^i$:

$$E_{стр}^i \geq E_t^i$$

3. Теоретические значения эквивалентных модулей упругости E_t^i , определяются на основе проектных решений (п.5.4.5.6, формула 8), а также при помощи номограмм Д.1, Д.2, Д.3.

4. Фактические значения модулей упругости $E_{стр}^i$ определяются при помощи малогабаритных установок динамического нагружения.

5. В качестве малогабаритной установки динамического нагружения может использоваться оборудование, имеющее в своей конструкции датчик измерения силы и датчик измерения перемещения (рис. В.1). Подобное оборудование предназначено для измерения модуля упругости на основе прямых измерений амплитуды перемещения штампа и ударной силы, действующей на круглый, жесткий штамп.

6. Диапазон измерений силы при помощи малогабаритной установки динамического нагружения: 0,1 – 19,0 кН.

7. Диапазон измерений перемещения штампа малогабаритной установки динамического нагружения: 50 – 9999 мкм.

8. Значения модулей упругости у конструктивных слоев назначаются в соответствии с типом грунта, заложенного в проектной документации и применяемого в процессе строительства по данным лабораторных испытаний или табличным данным, представленным в соответствующей нормативной документации.

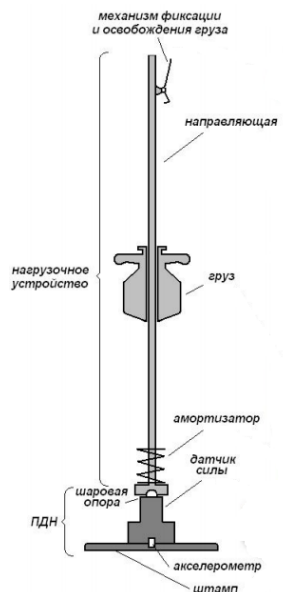


Рис. В.1 – Общая (принципиальная) схема малогабаритной установки динамического нагружения

9. Методика применима для нового строительства и для реконструкции дорожных одежд с покрытием из искусственных камней мощения.

10. При выполнении контроля поверхностного модуля упругости, толщины слоев не должны превышать значения 0,45 м.

11. При новом строительстве для определения теоретических значений эквивалентных модулей упругости необходимо использовать номограммы В.1 или В.2. Последовательность определения представлена на рисунке В.2.

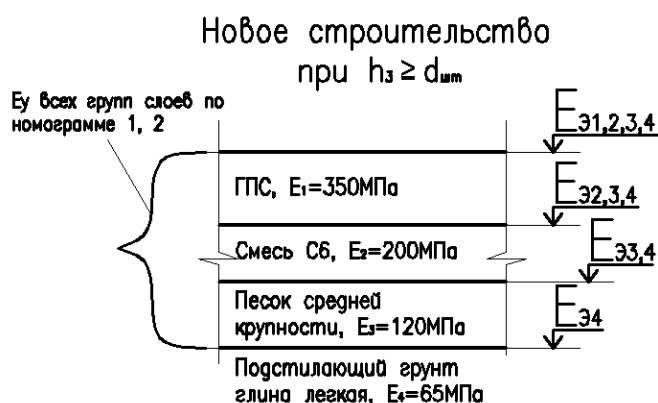


Рис. В.2 – Последовательность определения эквивалентного модуля групп слоев по номограммам при новом строительстве

12. При выполнении работ по реконструкции, контроль модуля упругости земляного полотна (подстилающего грунта) допускается не выполнять, в случае, когда толщина первого отсыпанного слоя будет меньше диаметра плиты малогабаритной установки динамического нагружения, т.е. при

$$h_{i+1} < d_{шт} = 0.30\text{м}$$

13. При реконструкции для определения теоретических значений эквивалентных модулей упругости, учитывая п. Д.13, для первой пары грунтов (рис. В.3), необходимо использовать номограмму Д.3. Для последующих групп слоев, при послойной отсыпке – необходимо использовать номограммы Д.1 или Д.2. В случае, когда толщина нижнего слоя больше одного диаметра плиты измерителя модуля упругости, т.е. при

$$h_{i+1} \geq d_{шт} = 0.30\text{м},$$

то определение всех теоретических значений общих модулей упругости следует вести с использованием номограммы В.1 или В.2 с первой группы слоев (рис. В.4).

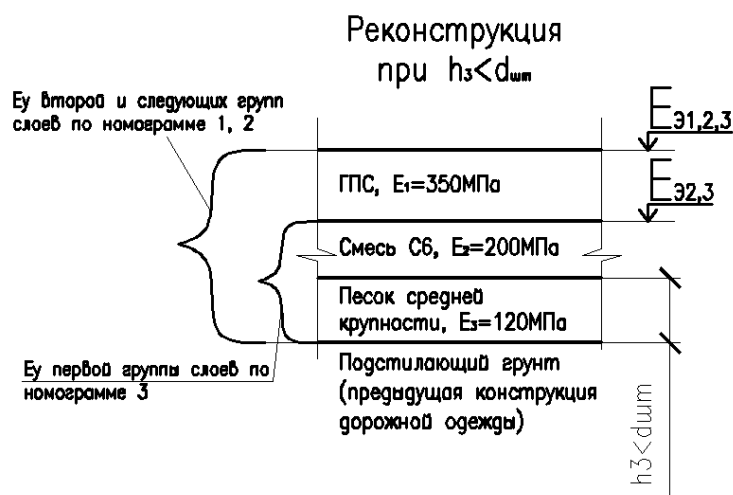


Рис. В.3 – Последовательность использования номограмм при реконструкции (пример).

Условие $h_{i+1} < d_{шт} = 0.30\text{м}$

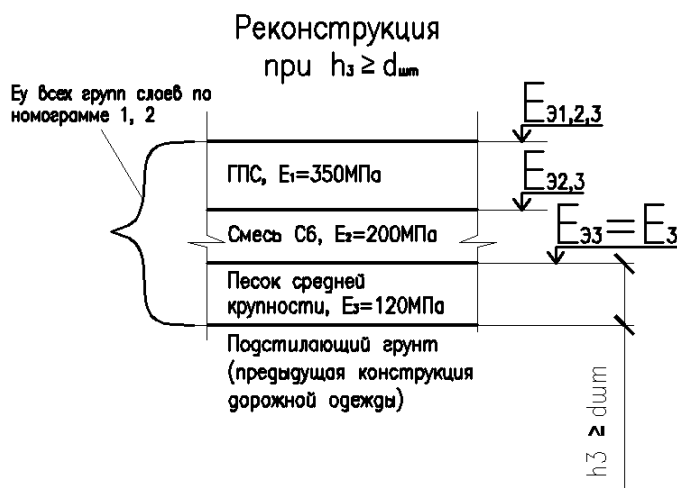


Рис. В.4 – Последовательность использования номограмм при реконструкции (пример).

Условие $h_{i+1} \geq d_{шт} = 0.30\text{м}$

14. При устройстве дорожной одежды на бетонном фундаменте или на иных искусственных основаниях, модуль упругости которых превышает значение 400 МПа, контроль модуля упругости первого отсыпаемого слоя допускается не выполнять, в случае, когда толщина этого слоя будет меньше 0,30 м (рис. В3).

15. По результатам выполненных испытаний разница в фактически измеренных и теоретических значениях общих модулей упругости не должна превышать 10%.

16. В случае, когда при проведении трех промежуточных измерений в одной точке был выявлен большой размах результатов измерений, то необходимо изменить положение исследуемой точки для повторного испытания. Если при выполнении повторного испытания снова возникает большой размах результатов измерений – требуется выполнение, представленных ниже рекомендаций.

17. В качестве рекомендаций по устранению выявленных несоответствий следует принимать следующее:

- в случае, когда по результатам выполненных измерений не достигнуто теоретических значений по модулю упругости, следует произвести дополнительное уплотнение грунта;
- если конструктивный слой представлен малосвязным грунтом, то перед уплотнением следует увеличить его влажность до оптимальной.

- если слой грунта обработан неорганическими вяжущими, то требуется либо увеличение процентного содержания в смеси связующего той же марки, либо изменение марки связующего в большую сторону, с последующим уплотнением.

18. Частота расположения точек исследований вдоль линейного объекта должна регламентироваться техническим заданием, но не реже чем через 10 метров. Поперек – с шагом через 3 – 5 метров.

19. Располагать точки исследований необходимо не ближе 1 м к краю покрытия.

20. В процессе устройства конструктивных слоев должна обязательно контролироваться их толщина.

21. Границы применимости методики:

– в каждом случае с целью определения использования конкретной номограммы В.1, В.2 или В.3 необходимо выполнить тестовое испытание земляного полотна (подстилающего грунта). Если значение модуля упругости подстилающего грунта выше значения нижнего слоя конструкции дорожной одежды, то необходимо использовать для первой пары слоев номограмму В.3 с учетом пп. 13 и 14. Если значение модуля упругости подстилающего грунта ниже значения модуля первого слоя дорожной одежды снизу, то необходимо использовать номограммы В1 или В.2 с учетом п.12;

– значения поверхностных модулей упругости контролируемых конструктивных слоев должны находиться в диапазоне от 10 МПа до 370 МПа;

– толщины контролируемых конструктивных слоев должны быть не более 0,45 м;

– эквивалентный модуль упругости определяется для каждой группы слоев.

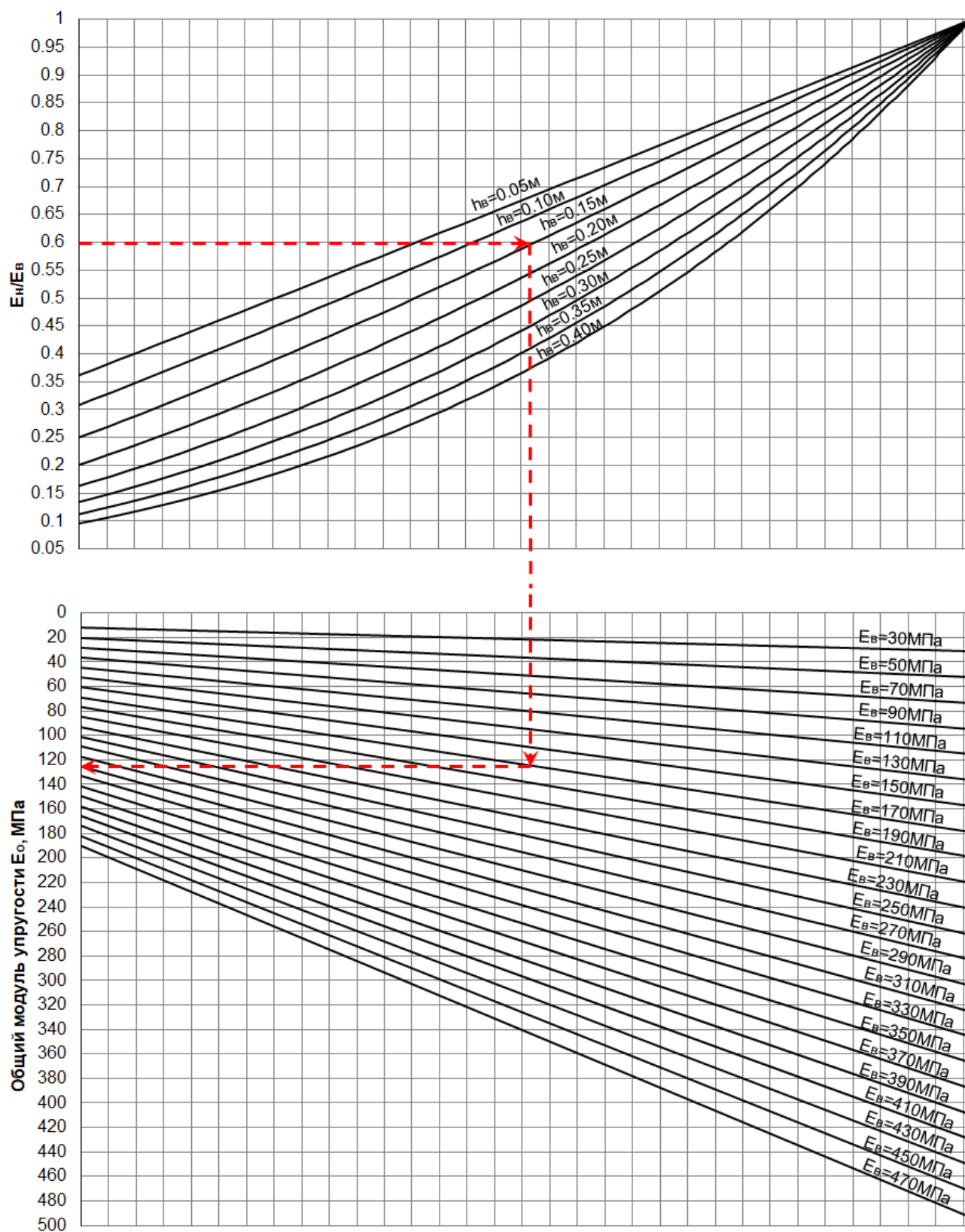
22. При использовании малогабаритных установок динамического нагружения не допускается чрезмерное снижение высоты падающего груза. Нормальное положение – это положение в котором груз максимально, исходя из конструктивных особенностей инструмента, поднят и зафиксирован относительно поверхности конструктивного слоя.

23. Для приближенного определения значений эквивалентных модулей упругости на поверхности несущего слоя основания – слое щебня, допускается использование значений из Таблицы В.1.

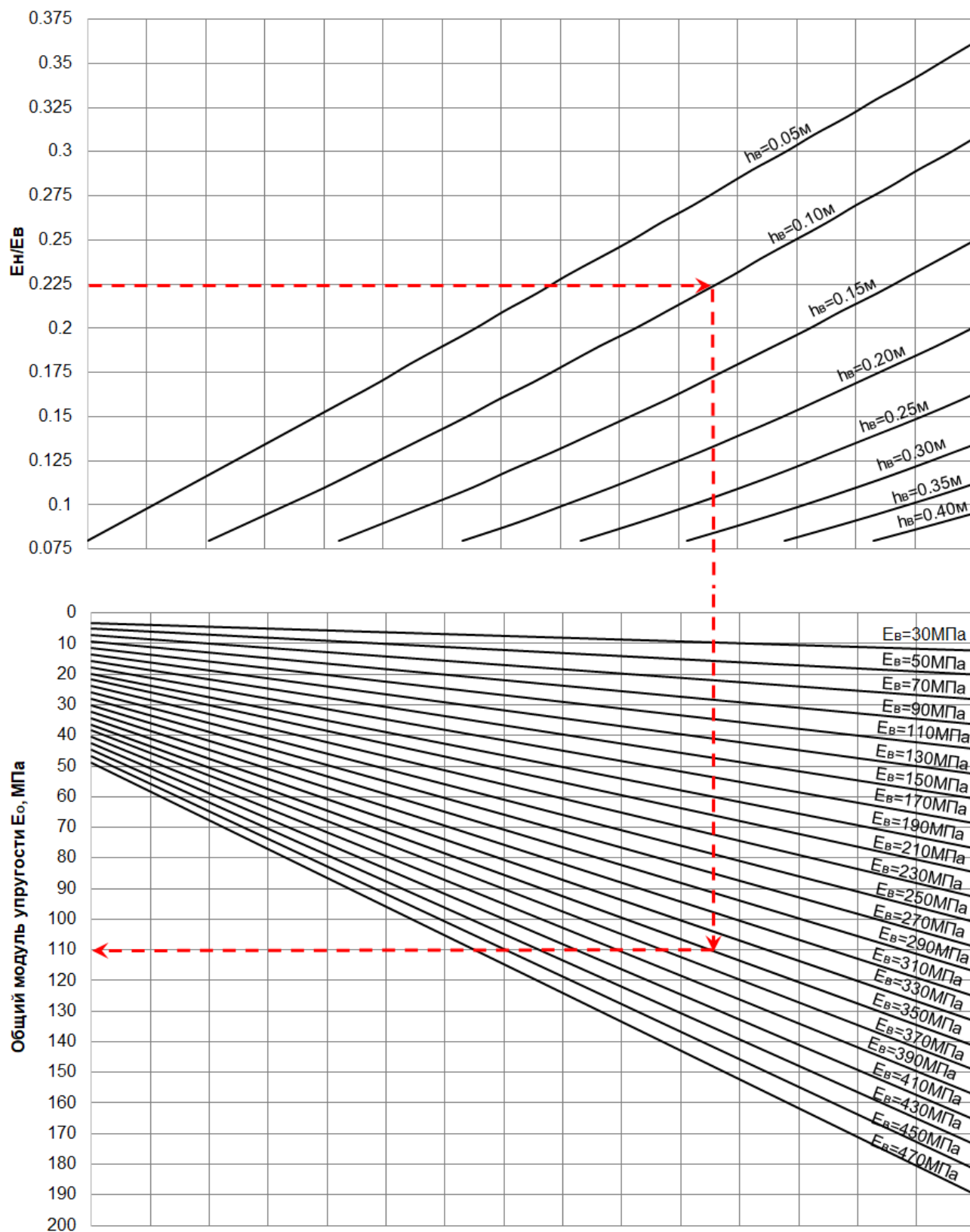
24. Минимально допустимое значение модуля упругости у подстилающего грунта (грунт основания) конструкции дорожной одежды должно составлять 45 МПа.

Таблица В.1 – Минимальные значения эквивалентных модулей на несущем слое основания (слой щебня)

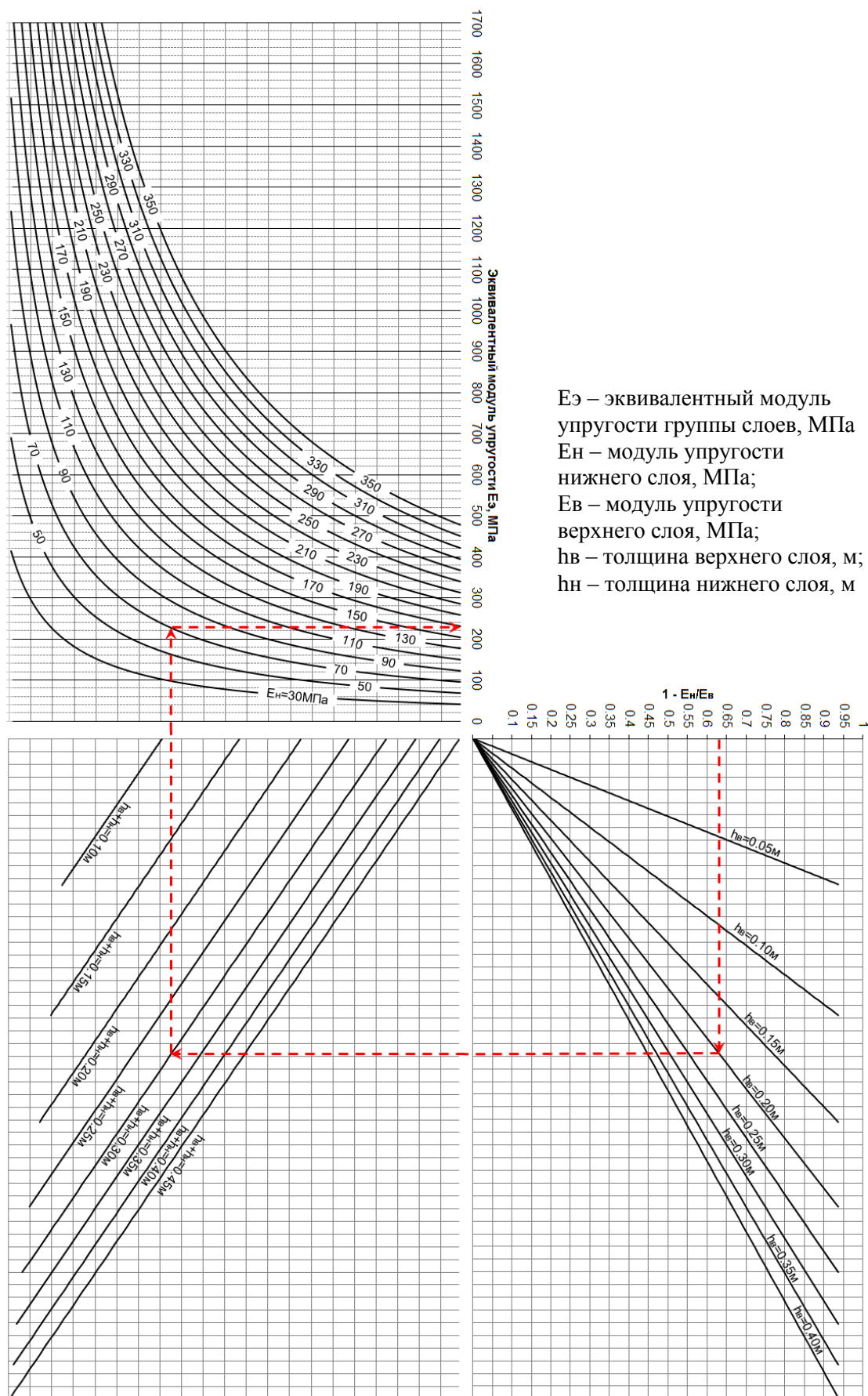
Принципиальная схема	Эквивалентные модули упругости, МПа в зависимости от класса нагрузок				
	N1	N2	N3	Автомобильные дороги	Портовые территории, контейнерные терминалы
-камни мощения; - монтажный слой; -несущий слой основания (щебень фракционированный 20-40 мм с заклинкой); - дополнительный слой основания; -грунт земляного полотна	105	180	180	195	240
Примечания: 1) N1 –N3 – по таблице 1 (раздел 4.1). 2) в таблице не учитываются конструкции с горизонтальными связями между блоками и возможное армирование с помощью геосинтетических материалов					



Номограмма В.1 для определения теоретических значений эквивалентного модуля упругости для нового строительства



Номограмма В.2(увеличенная) для определения теоретических значений эквивалентного модуля упругости для нового строительства



Номограмма В.3 для определения теоретических значений эквивалентного модуля упругости для реконструкции

Приложение Г

Правила приемки вибропрессованных изделий для мощения на строительном объекте

1. Поступающие на объект поддоны (транспортные пакеты) с продукцией должны сопровождаться документами, подтверждающими ее соответствие НД (документ о качестве (паспорт), сертификат соответствия при наличии). Сразу же после прибытия продукции на строительную площадку необходимо: проверить на основании накладной соответствует ли поставка заказу, произвести ее осмотр на предмет наличия дефектов. В случае возникновения вопросов, работы по укладке камней/плит не могут быть начаты до тех пор, пока эти вопросы не будут прояснены.

2. Каждый транспортный пакет должен иметь соответствующую этикетку с маркировочными надписями и знаками согласно п.5 ГОСТ 17608.

3. Транспортные пакеты не должны иметь нарушения целостности и значительных видимых повреждений упаковочного материала

4. Погрузка и выгрузка вибропрессованных изделий должна осуществляться способами, исключающими повреждения изделий и упаковки, погрузка плит навалом и разгрузка их сбрасыванием не допускаются. Пакеты необходимо складировать на выровненное твердое покрытие с уклоном 1-2 % в сторону внешнего контура с устройством водостоков. Высота штабеля изделий при хранении не должна превышать 2-х пакетов. В условиях хранения на неподготовленном основании обязательно обеспечение горизонтально устойчивого положения штабеля с плотным прилеганием нижнего пакета по всему периметру к данному основанию. Высота штабеля при этом не должна превышать 1-го пакета.

5. Необходимо провести визуальный контроль верхних рядов изделий в поступивших транспортных пакетах на наличие (отсутствие) дефектов внешнего вида, соответствие цвета лицевой поверхности паспортным данным. Допускается наличие раковин, сколов и иных дефектов, размеры которых не превышают требований ГОСТ 17608 к поверхности изделий

6. При приемке потребителем вибропрессованных изделий на объекте, производитель не несет ответственность за дефекты (потертости, трещины, сколы) в количестве до 3% от числа изделий (ГОСТ 17608, п.8.11).

7. Допускается запыленность верхних рядов изделий, являющаяся следствием хранения продукции на открытой площадке.

8. Допускается наличие высолов (выцветов) на поверхности изделий, как результат процесса гидратации цемента, не оказывающих влияние на эксплуатационную пригодность покрытия.

9. При использовании цветных камней/плит все камни должны соответствовать цвету, установленному проектом, и образцам, на основании которых заключается договор на производство и поставку камней. Автор проекта и заказчик должны иметь в виду реальные возможности выдерживания оттенков цветовой характеристики при производстве камней/плит, в связи с чем цвет образцов должен рассматриваться как примерный.

10. Оценка равномерности окрашивания лицевого слоя продукции со смешанными и переходными оттенками (колормикс) не проводится ввиду того, что равномерность распределения цвета достигается при правильной укладке плит и камней мощения (п.10.4 ГОСТ 17608).

11. При входном контроле партии продукции на объекте следует выборочно осуществлять проверку геометрических размеров (в частности, толщины изделия). Значения предельных отклонений геометрических параметров камней/плит приведены в п. 4.5.1 ГОСТ 17608-2017.

Для определения толщины изделия необходимо с транспортного пакета отобрать в произвольном порядке не менее 10 изделий и линейкой с ценой деления 1 мм или штангенциркулем провести измерения.

Если более трех единичных значений толщины будут превышать предельные отклонения, то необходимо отобрать дополнительно 10 изделий и повторить процедуру определения толщины. В случае, если в этих дополнительно отобранных образцах более трех единичных значений толщины будут превышать предельные отклонения, то запрещается укладка изделий с пакета. В этом случае дополнительно проводится оценка геометрических размеров изделий в поступившей партии еще с двух транспортных пакетов (по десять изделий). В случае подтверждения значительного колебания толщины партия бракуется и составляется рекламация поставщику.

12. В случае возникновения претензий по качеству, отсутствия документов о качестве, нарушении целостности упаковки не следует данную продукцию использовать для мощения и необходимо обратиться к поставщику для решения спорных вопросов.

Приложение Д

Порядок отбора вибропрессованных изделий для мощения на объекте строительства для проверки качества и проведения испытаний

1. Отбор изделий для проверки качества должен производиться на объекте мощения непосредственно из поддонов (транспортных пакетов) перед укладкой.
2. Отбор изделий для проведения испытаний осуществляется при совместном участии Поставщика продукции и Заказчика с составлением акта отбора в 2-х экземплярах для каждой из участвующих сторон. Испытания изделий осуществляются при участии Поставщика (см.п.8).
3. Отбор изделий из одного и того же ряда одного и того же транспортного пакета не допускается.
4. Рекомендуются дополнительно указывать в акте отбора образцов наименование лаборатории, в которую направляются отобранные изделия для испытаний.
5. Для испытаний отбирают не менее 5 изделий классов А и Б — с каждых 150 м² камней/плит (3 точки), классов В и Г – с каждых 100 м² камней/плит (2 точки). Не допускается отбор изделий из одного и того же ряда транспортного пакета. Количество изделий должно обеспечивать проведение испытаний по всем нормируемым показателям качества, но не более 50 шт.
6. Отобранные изделия в выборке должны иметь одинаковую толщину в мм. Наличие сколов, шероховатостей, дефектов поверхностей (свыше установленных требованиями ГОСТ 13015 к нормируемой категории поверхности) на отобранных образцах не допускается.
7. Отобранные таким образом образцы необходимо передать на испытания в независимый аккредитованный испытательный центр (лабораторию).
8. Заказчик обязан заблаговременно уведомить Поставщика продукции о месте и дате проведения испытаний изделий и обеспечить возможность его присутствия при испытаниях.

Приложение Е

Контрольный лист этапа работ: устройство покрытия из вибропрессованных изделий (камней/плит мощения)

Информация об объекте	
Ежедневный отчет № _____	Дата _____
Объект _____	Захватка (площадь, расположение) _____

Изделия для мощения
Производитель _____ Маркировка _____ Паспорт качества _____ Наличие видимых повреждений: Да ☐ Нет ☐ Выборочная проверка толщины изделий: Да ☐ Нет ☐ Изделия соответствуют проектной документации*: Да ☐ Нет ☐ *При необходимости дополнительно проводятся испытания изделий по СТО 46505580-001-2018 (Приложение Е)

Несущее основание для мощения
Визуальное обследование. Пустоты, трещины, неровности: Да ☐ Нет ☐ Высотные отметки соответствуют проекту: Да ☐ Нет ☐ Контроль уплотнения. Проектный эквивалентный (общий) модуль упругости на поверхности несущего слоя (из проектной документации на дорожные покрытия) <i>ET</i> : Есть ☐ Нет ☐ Значение <i>ET</i> _____ МПа Рекомендуемый общий модуль упругости на поверхности несущего слоя* Значение <i>ET</i> _____ МПа Фактически измеренный общий модуль упругости на поверхности несущего слоя <i>E_{CTP}</i> Прибор для измерения (ПДУ МГ-4 “Удар”, “Dynatest 3031 и т.п.”) _____ Значение <i>E_{CTP}</i> _____ МПа Соответствует ли основание требованиям для мощения (<i>E_{CTP} ≥ ET</i>): Да ☐ Нет ☐ Какие меры приняты _____ *СТО 46505580-001-2018 (Приложение Д. Табл. Д1)

Устройство подстилающего слоя
Материал подстилающего слоя соответствует проектной документации*: Да ☐ Нет ☐ Толщина подстилающего слоя в уплотненном состоянии _____ Толщина подстилающего слоя не превышает установленные значения**: Да ☐ Нет ☐ *Требования к материалу подстилающего слоя – п.5.2.3 СТО 46505580-001-2018; ** СТО 46505580-001-2018 (табл.13)

Укладка камней/плит
Сведения о квалификации рабочих (разряд мостовщика) _____ Контроль ровности. Рейка _____ м. Среднее значение _____ мм. Ширина швов _____ Окончательная посадка камней/плит. Виброплита _____ Масса _____ Полиуретановый коврик на подошве виброплиты: Да ☐ Нет ☐ Повторное заполнение швов: Да ☐ Нет ☐ Запас на осадку покрытия в процессе эксплуатации 3-10 мм: Да ☐ Нет ☐ Превышение уровня мощения над элементами водосборной системы 3-10 мм: Да ☐ Нет ☐ Соблюдаются ли правила подрезки камней/плит*: Да ☐ Нет ☐ *СТО 46505580-001-2018 (п.6.3.5)

Отметки инженерно-технического персонала
Площадь мощения, завершенная сегодня _____ Дата _____ Прораб _____ Руководитель строительства _____

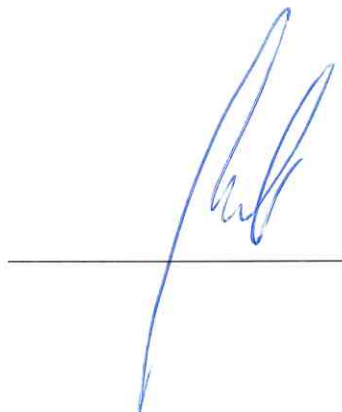
Библиография

1. ПНСТ 265-2018 "Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование нежестких дорожных одежд"

ИСПОЛНИТЕЛЬ

**Ассоциация производителей
мелкоштучных бетонных
изделий
(Ассоциация «ПМБИ»)**

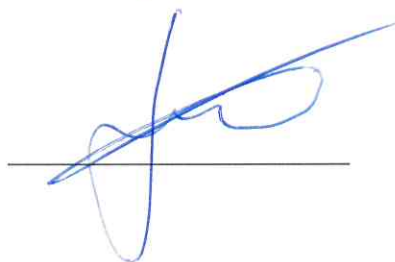
Президент Ассоциации «ПМБИ»



Логвинов А.В.

**Ассоциация производителей
вибропрессованных изделий
для строительства, мощения
и благоустройства (АПВИ)**

Директор «АПВИ»



Костиков Ю.Б.