

Клинкерный тротуарный кирпич - техническая информация

Планирование, дизайн и создание укрепленных площадей с клинкерным тротуарным кирпичом.

Введение

Эта брошюра рассказывает о возможностях оформления, строительско-технических и дизайнерских нормах, а также о технических возможностях выполнения площадей укрепленных клинкерным тротуарным кирпичом. Её содержание можно применить как в частном так и общественном строительстве. Применяя её можно получить долговечные покрытия из клинкерного дорожного кирпича.

Важнейшие технические требования и результаты научных исследований будут представлены Вашему вниманию. Рекомендации по планированию, дизайну и созданию площадей укрепленных клинкерным тротуарным кирпичом разработаны на основании практического опыта и описывают правильное планирование и технику выполнения частых случаев. Применение брошюры не освобождает от ответственности за собственные действия, но её соблюдение гарантирует безупречное техническое выполнение. Дополнительно рекомендуется в вопросах выбора строительного исполнения, измерения толщины слоёв, земляных работ, строительных материалов и дренажа проконсультироваться с соответствующими специалистами.

Рабочая группа Тротуарный клинкерный кирпич
Бонн, Октябрь 2010

■ Содержание

1 Преимущества и области применения покрытий из клинкерного дорожного кирпича	5
2 Основы	7
2.1 Сооружение слоёв для покрытий из клинкерного дорожного кирпича	7
2.2 Понятия	7
2.3 Области применения и их границы	8
3 Тротуарный кирпич/клинкерный тротуарный кирпич	9
3.1 Производство и обеспечение качества клинкерного тротуарного кирпича	10
3.2 Контроль качества на основании требований стандартов	12
3.3 Различие между клинкерным тротуарным кирпичом и клинкерной плитой	12
3.4 Требования к тротуарному кирпичу/клинкерному тротуарному кирпичу	13
3.5 Форматы	20
3.6 Особенности в производстве	22
3.7 Соединение	23
4 Планирование и строительное исполнение	28
4.1 Технические правила и их значение в строительном договоре	28
4.2 Дренаж	30
4.3 Расчёт и определение слоёв структуры укрепления	31
4.4 Планирование и исполнение укрепления	43
5 Использование, обслуживание, чистка и ремонт	62
5.1 Визуальная оценка	62
5.2 Гидрофобирование	63
5.3 Чистка	63
5.4 Ремонтные работы	64
5.5 Земляные работы	65
6 Специальные методы укладки	67
6.1 Связанная укладка	67
6.2 Водопроницаемые покрытия из клинкерного дорожного кирпича	71
Литература	75
Приложение 1 - Классификация грунта по стандарту и классы морозочувствительности	78
Приложение 2 - Примеры расчёта надстройки по стандарту	83
Приложение 3 - Примеры дизайна	86

■ Об авторах

Мартин Кёлер

Родился 21.12.1960 в Хилдесхайме, был студентом строительного факультета, направление "Пути сообщения" в университете Ганновера. 1989 - 1997 научный сотрудник в области строительства дорог в институте экономики путей сообщения и городского строительства в университете Ганновера. 1995 диссертация на тему "Статья о анализе и оценке структурного состояния подвижных укреплений проезжей части". 1995 - 1997 преподавание в университете Ганновера и институте в Хилдесхайме, с 1998 профессор по строительству дорог в области инженерного строительства в институте Оствестфален-Липпе, Детмольд. С 1992 консультативная, строительного-планировочная и экспертная деятельность в инженерной фирме КонВиа, член общества дорожного строительства и инженеров путей сообщения, немецкого научного общества путей сообщения и исследовательского общества дорог и путей сообщения.

адрес автора Martin Köhler:

Ingenieurgesellschaft ConVia
Hellerweg 52
32052 Herford

Дитер Розэн

Родился 28.09.1956 в Кёльне. Студент строительного факультета, направление "Конструктивное инженерное строительство" в институте в Кёльне, студент истории искусств, истории строительства, географии в институте в Аахене, руководитель строительства фасадов в Аахене, технический советник в государственном объединении немецких каменщиков и скульпторов во Франкфурте. Управляющий делами государственной группы высотного строительства в центральной организации немецкой строительной отрасли. С 1998 технический руководитель в государственном объединении немецкой кирпичной промышленности.

адрес автора Dieter Rosen:

Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
Schaumburg-Lippe-Straße 4
53113 Bonn

1 Преимущества и области применения покрытий из клинкерного дорожного кирпича.

Клинкерный тротуарный кирпич применяется для укрепления и оформления большого количества проезжих и пешеходных площадей, как в частном так и общественном строительстве. Клинкерный тротуарный кирпич в течение столетий является особенно подходящим строительным материалом и важнейшим элементом дизайна на основании следующих качеств:

- Устойчивость цвета
- Высокая устойчивость к механическим и погодным влияниям
- Устойчивость к химическим нагрузкам
- Экологически натуральные источники продукции
- Стойкость к старению
- Подлинность натуральной керамической игры цвета
- Качество быть одновременно строительным и оформительным элементом
- Удобные форматы
- Беспроблемная переработка.

Хорошо оформленные, клинкерным тротуарным кирпичом укрепленные площади создают желаемую гармонию. Поэтому клинкерный тротуарный кирпич часто используется при мерах уменьшения интенсивности движения и улучшению окружающей среды.



1-1 Историческое покрытие из клинкерного дорожного кирпича

Клинкерный тротуарный кирпич использовался ещё ассирийцами, египтянами и римлянами для укрепления полов и дорог. Особенно в местностях, в которых не было годных натуральных камней для производства тротуарного кирпича, используют в течение столетий клинкерный тротуарный кирпич. В Голландии и северной Германии покрытия из клинкерного дорожного кирпича принадлежат городской картине.



1-2 Покрытие из клинкерного дорожного кирпича в контексте с фасадами из клинкера

Клинкерный тротуарный кирпич позволяет дизайнерскую интеграцию дорожных площадей в уличные кварталы, чьи здания или стены сделаны из клинкера.



1-3 Дизайн пешеходных и велосипедных дорог

Предлагаемые сегодня формы и цвета клинкерного дорожного кирпича делают возможным дизайнерское многообразие. Клинкерный дорожный кирпич поэтому является идеальным строительным материалом для долговечных цветостойких сооружений современных и исторически выраженных площадей, пешеходных и велосипедных дорог и улиц. Это относится как к общественным так и к частным площадям, как например подъезды к зданиям, территория входа, террасы и дороги. В дальнейшем описывается стандартный метод строительства тротуарных площадей, укладка клинкерного дорожного кирпича с использованием несвязанных балластных и фуговых материалов. Особенности методы укладки, такие как связанный метод (укладка в бетонную основу с бетонными фугами) и сооружение водопроницаемых площадей будут объяснены в конце брошюры.

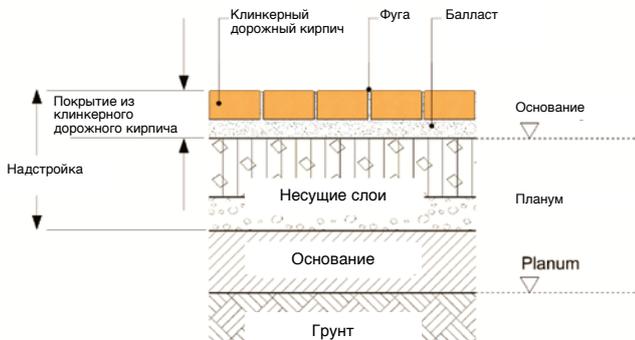


1-4 Клинкерный дорожный кирпич в частном секторе

2 Основы

2.1 Сооружение слоёв для покрытий из клинкерного дорожного кирпича.

Укрепление надстройки и проезжей части состоит обычно из многих слоёв. Задача состоит в том, чтобы статические и динамические транспортные нагрузки воспринимать, распределять по площади и передавать на грунт. Изображение 2 показывает сооружение слоёв. Надстройка площади из клинкерного дорожного кирпича состоит из покрытия из дорожного кирпича, как правило из одного, иногда из нескольких несущих слоёв. Под ней находится поверхность грунта, планум. Только там, где необходима насыпь, для создания равномерной высоты поверхности грунта, имеется основание.



2-1 Сооружение дорожной поверхности из клинкерного дорожного кирпича

При профессиональном планировании и исполнении поверхности из клинкерного дорожного кирпича достигают срок эксплуатации, соответствующий другим методам строительства проезжей части. Опыт и независимые научные исследования подтверждают хорошее деформационное поведение клинкерного дорожного кирпича. Исследования горизонтального сопротивления сдвигу показывают для клинкерного дорожного кирпича такие же хорошие результаты, как у других дорожных материалов.

В вертикальном сопротивлении сдвигу дорожный кирпич достигает даже лучших параметров. Эти положительные качества клинкерного дорожного кирпича даже усиливаются при увеличении количества изменения нагрузки.

2.2 Понятия

Для обозначения элементов сооружения слоёв дорожных укреплений используются следующие понятия:

Надстройка	покрытие из клинкерного дорожного кирпича, несущие слои
Основание	насыпь, для создания равномерной высоты поверхности грунта Грунт естественный грунт
Покрывтие из клинкерного дорожного кирпича	клинкерный дорожный кирпич, фуга, балласт
Балласт	нижняя часть покрытия, подушка
Основание	поверхность верхнего несущего слоя
Несущие слои	например щебень, галька или слой против замерзания
Планум	поверхность грунта как основание для надстройки
Связанный клинкерный кирпич	клинкерный дорожный кирпич, форма которого определяет особую связь кирпичей между собой и не допускает сдвига отдельных кирпичей под нагрузкой
Наполнитель фуг	смесь мелких камушков без связующих средств для заполнения фуг
Соединение	геометрический порядок укладки

2.3 Области применения и их границы.

Планирование и разработка внутригородских уличных пространств ведутся с целью соблюдения баланса между требованиями к эксплуатации и использованием окрестностей. Необходимо совмещать градостроительные моменты с экологическими. Особенно для градостроительных дизайнерских целей клинкерный дорожный кирпич в качестве укрепления проезжей части предлагает многочисленные преимущества.

При планировании и разработке внутригородских уличных пространств нужно соблюдать следующие правила и рекомендации:

- Правила по сооружению городских улиц
- Рекомендации по дизайну уличных пространств в застроенных районах
- Рекомендации по сооружениям стационарного

движения

- Рекомендации по пешеходным переходам
- Разработка тротуарных поверхностей часто опирается на дизайнерские аспекты. При выборе клинкерного дорожного кирпича, узора укладки и других материалов всё таки необходимо обращать внимание и на строительно-технические требования. Уровень строительно-технических требований определяется количеством и видом автомобильных и других транспортных средств. Обязательно нужно знать, что метод укрепления проезжей части клинкерным дорожным кирпичём как правило для поверхностей с высокой и очень высокой нагрузкой интенсивного движения не годится.

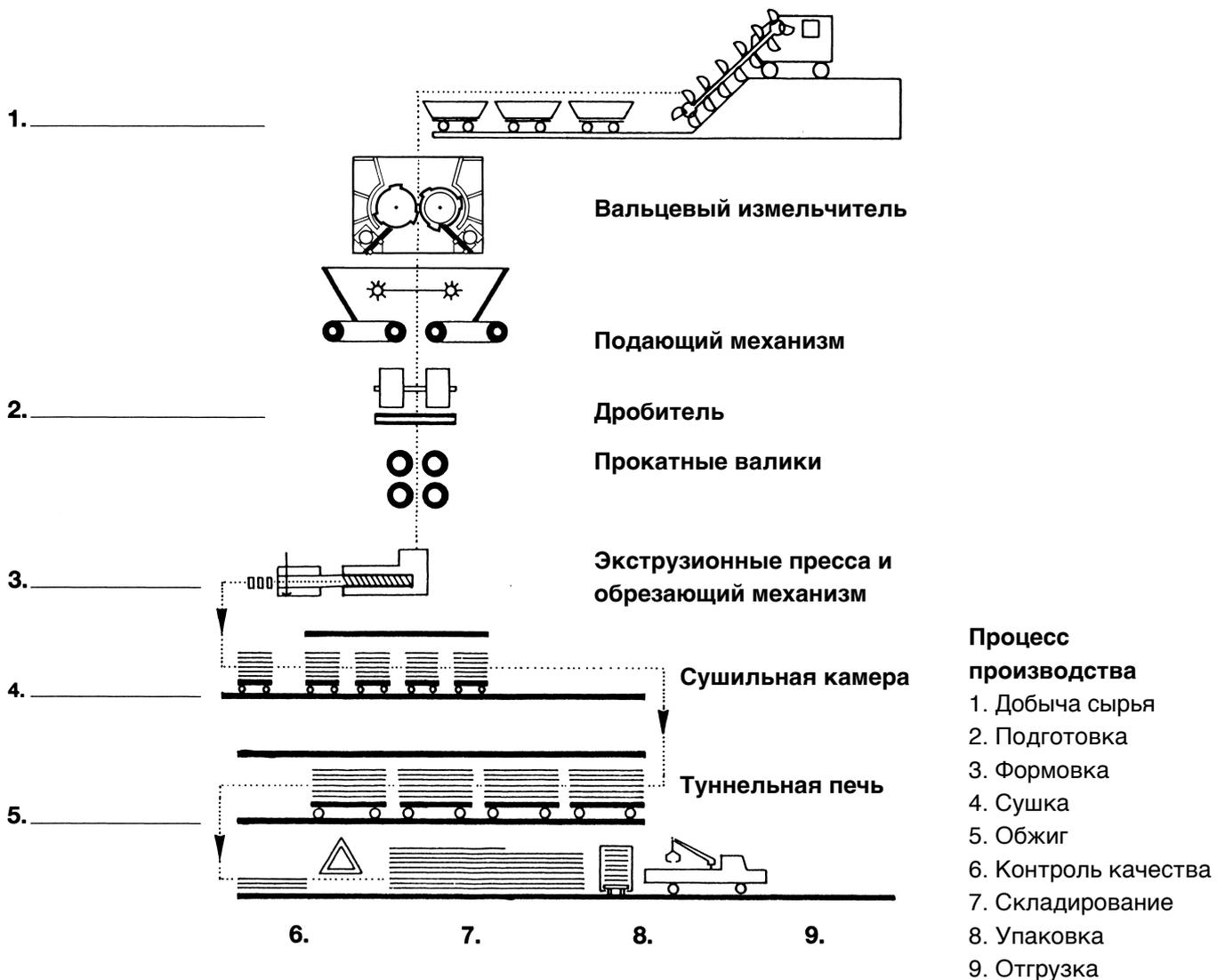
Категории применения и нагрузки		
1	2	3
высокая нагрузка	средние-умеренные нагрузки	особенные области применения
<ul style="list-style-type: none"> – высокие нагрузки на ось, высокие нагрузки интенсивного движения, высокие горизонтальные нагрузки, частые манёвры. 	<ul style="list-style-type: none"> – средние, низкие или только редкие нагрузки интенсивного движения, умеренные иные нагрузки 	<ul style="list-style-type: none"> – поверхности на строительных сооружениях, поверхности без нагрузок транспорта
<p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – улицы основного движения, главные улицы в жилых районах, площади дворов с движением грузовых машин, площади с движением автобусов, кольцевые развязки, места и пешеходные зоны с движением грузов, площади с промышленным движением. 	<p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – жилые улицы, места парковки для автомобилей, деревенские и лесные дороги, области и пешеходные переходы без движения грузовых машин и автобусов, пешеходные и велосипедные дороги, въезды на участки, площади дворов 	<p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – парки, террасы, сады

Таб. 2-1 Категории применения и нагрузки согласно ситуациям нагрузки

3 Тротуарный кирпич/ клинкерный тротуарный кирпич.

Тротуарный кирпич/клинкерный тротуарный кирпич это строительный материал, используемый в северной Германии и Голландии более чем 300

лет в строительстве дорог. Сегодня клинкерный дорожный кирпич формируется из глины или глинных масс с добавками или без и обжигается до спекания. Механизированное производство клинкерного дорожного кирпича можно разделить на 9 производственных шагов (3-1).



3-1 Схема производства клинкерного дорожного кирпича

3.1 Производство и обеспечение качества клинкерного тротуарного кирпича

3.1.1 Добыча сырья

Для производства клинкерного дорожного кирпича необходимые глины добываются механически в открытых горных работах. При этом используются многоковшовые экскаваторы или фронтальные погрузчики. Материал добывается и перегружается на грузовики.



3-2 Добыча сырья в карьере с красной глиной

Преобладающее количество сырья добывается вблизи клинкерных заводов, что обеспечивает короткие и экономичные транспортные пути. Изображение 3-1 показывает добычу сырья в карьере с красной глиной. Гамма цветов передаёт возможные цветовые нюансы. В зависимости от вида глины и температуры обжига достигаются различные цвета клинкера, от жёлтого до красного и до очень темных тонов.

3.1.2 Ступени подготовки сырья

Редко глина или шифер по своему составу и структуре являются такими, какие необходимы для производства клинкерного дорожного кирпича. Поэтому необходима подготовка сырья. Подготовка сырья для производства клинкерного дорожного кирпича состоит из следующих шагов:

- смешивание глин,
- добавка песка, глинной муки и других подходящих средств,
- отделение нежелаемых составляющих,
- размельчение слишком крупных и твёрдых составляющих,
- регулировка пластичности за счёт влажности.

Сырьё проходит при этом вальцевый измельчитель, подающий механизм, дробитель прокатные валики.

Особое значение при подготовке сырья имеет дробитель. Здесь грубые составляющие уже подготовленного материала дальше размельчаются, перед поступлением в прокатные валики, где он измельчается до размера 0-1 мм и становится мелкозернистым. Для придания пластичности материалу добавляется влага.



3-3 Дробитель

3.1.3 Формовка

По прокатным валикам подготовленное сырьё попадает через вакуумную камеру, в которой оно вентилируется, нагревается горячим паром и становится эластичным в пресс. В большинстве случаев это экструзионные пресса. Сырьё при этом выдавливается через мундштук в виде тяжа. Сформированный тяж проволокой разрезается на определённый размер. Полученные роллинги соответствуют форме готового клинкера, но по размерам больше чем готовые кирпичи. Это необходимо, потому что при сушке и обжиге роллинги уменьшаются. Уменьшение (7-12 %) зависит от сырья.

У роллингов для клинкерного дорожного кирпича с фаской на видимой стороне, эта фаска формируется в мундштуке.



3-4 Разрезание тяжа на отдельные роллинги с фаской

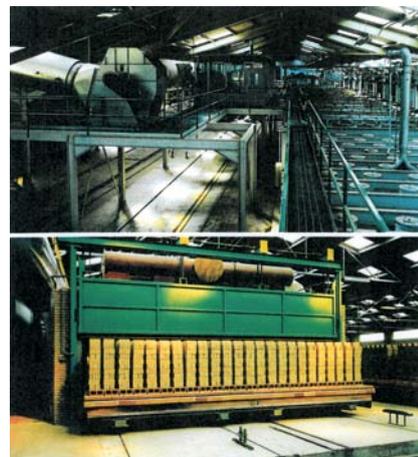
3.1.4 Сушка

Во влажном состоянии сформированные роллинги медленно сушатся в сушильных камерах при температурах до 100 °С. При этом вода испаряется. Высушенные роллинги автоматически ставятся

на специальные тележки туннельной печи таких образом, чтобы между роллингами осталось расстояние для продувания горячим воздухом при обжиге. На тележках роллинги подаются в туннельную печь.

3.1.5 Обжиг

Высушенные роллинги обжигаются во время проезжания тележки в туннельной печи. При температурах более чем 1100 °С компоненты сырья из-за физического преобразования спекаются. При этом возникает характерный материал клинкера. Во время обжига роллинги на тележке проезжают сначала зону подогрева, потом зону обжига и зону остывания. При этом они медленно нагреваются, обжигаются и остывают. За счёт этого гарантируется продукт свободный от трещин. Весь процесс обжига длится около 72 часов. За это время роллинги проезжают длину туннельной печи, которая в зависимости от конструкции может быть от 60 до 180 метров, чтобы выйти из печи готовыми клинкерными дорожными кирпичами.



3-5 Туннельная печь и тележка туннельной печи с готовыми клинкерными дорожными кирпичами в конце туннельной печи

Подача энергии к туннельной печи происходит обычно сверху, иногда также сбоку. Преимущественно используется природный газ для обжига клинкера, который при сгорании выделяет мало веществ. Оставшееся тепло перерабатывается и используется повторно, например в сушильной камере.

3.2 Контроль качества на основании требований стандартов

Для контроля качества клинкерного тротуарного кирпича определена система метода подтверждения соответствия. В этой системе происходит первичная проверка и заводской контроль продукции производителем. Подключение утверждённой комиссии для первичной проверки и проверки заводского контроля обычно не предусмотрено. Перед наделением клинкерного тротуарного кирпича знаком CE, проводится проверка образца и производителем вводится система заводского контроля продукции. Этим методом обеспечивается и документируется, что продукция соответствует стандарту и указанным производителем данным.

Заводской контроль продукции должен состоять из повторных проверок, инспекций и оценки результатов контроля сырья, оборудования, метода производства и конечного продукта, клинкерного тротуарного кирпича. Детали заводского контроля продукции регламентированы стандартом. Проверки образцов на морозоустойчивость, сопротивление стиранию и нескользкость должны проводиться минимум один раз в год.

По стандарту в рамках заводского контроля продукции проводятся также проверки готового продукта. Частота отбора проб регулируется статистическими правилами, которые гарантируют соответствие готового продукта критериям норм и указанным данным. Для контроля проверяются

минимум ежедневно средние данные размеров и минимум еженедельно нагрузка на изгиб/слом, результаты записываются. Выбор проб происходит по определённому плану, который указан в документации.

3.3 Различие между клинкерным тротуарным кирпичом и клинкерной плитой

Клинкерный тротуарный кирпич должен согласно стандарту иметь минимальную толщину 40 мм (минимальная толщина для укладки на строительный раствор 30 мм). Соответственно указанному размеру клинкерного тротуарного кирпича соотношение длины к толщине не должно превышать 6. Стандарт для тротуарного кирпича определяет что для клинкерного тротуарного кирпича соотношение длины к толщине не должно превышать 4. Если это соотношение превышает 4, речь идёт о клинкерной плите.

Указанное в стандарте различие между клинкерным тротуарным кирпичом и клинкерной плитой действует для всех тротуарных кирпичей и плит, независимо от материала. Оно происходит из различия между тротуарным кирпичом и плитами из бетона и основывается на соответствующем стандарте. На основании существенно более высокой прочности к слою на изгиб клинкерного тротуарного кирпича и клинкерной плиты в сравнении с изделиями из бетона клинкерный тротуарный кирпич может выполнить это требование также при соотношении длины к толщине >4 .

3.4 Требования к тротуарному кирпичу/клинкерному тротуарному кирпичу

3.4.1 Национальные и европейские требования

Клинкерный тротуарный кирпич один из первых строительных материалов, отмеченных действующим по всей Европе знаком соответствия CE и распространённых во всех странах Европейского Союза. С начала 2004 года потребитель может выбирать из двух продуктов: европейским тротуарным кирпичом по европейскому стандарту и зарекомендовавшим себя в Германии клинкерным тротуарным кирпичом по немецкому стандарту. Оба продукта имеют CE знак. Клинкерный тротуарный кирпич кроме того удовлетворяет особым требованиям по ограничению водопоглощаемости и к минимальной объемной плотности.

В стандарте определено для каждого качества клинкерного тротуарного кирпича какому классу (и каким требованиям) клинкерный тротуарный кирпич должен соответствовать, если он применяется в Германии. Указанные в стандарте требования к клинкерному тротуарному кирпичу действуют в договорах о строительных работах.

3.4.2 Клинкерный тротуарный кирпич по стандарту и обозначение CE

В июле 2002 вышедший европейский стандарт регулирует действующее по Европе определение качества, требований и метод контроля клинкерного тротуарного кирпича. Чтобы учесть разнообразие условий применения тротуарного кирпича в Европе европейский стандарт определяет различные классы требований. Для следующих качеств в европейском стандарте определены соответствующие данные.

а) Диапазон отклонения размера или соответствие размеру

Для проверки соответствия размеру и диапазона размера согласно стандарту измеряется длина, ширина и толщина десяти тротуарных кирпичей или клинкерных тротуарных кирпичей. Для каждого размера определяется среднее число и указывается минимальное и максимальное числа. Отклонение среднего числа для каждого размера не должно превышать 0,4 от корня указанного производителем размера в мм. Дополнительно требуется, что в одной партии продукции на один объект разница между минимальным и максимальным числами не должно превышать 0,6 от корня указанного производителем размера в мм.

класс	диапазон отклонения размера
R0	нет требований
R1	$\leq 0,6 \sqrt{d}$

б) Сопротивление замерзанию/оттаиванию

Для проверки сопротивления замерзанию/оттаиванию по стандарту тротуарные кирпичи помещаются в водяную баню при 80 °C на 24 часа. Затем тротуарные кирпичи складываются в проверочную рамку и замораживаются так, что только одна сторона непосредственно подвергается замораживанию. Тротуарные кирпичи замораживаются до тех пор, пока вся вода в них не замёрзнет. Вода рядом с поверхностью кирпича много раз подвергается замораживанию и оттаиванию. На основании повреждений тротуарных кирпичей или клинкерных тротуарных кирпичей после 100 раз замораживания и оттаивания проверяется их прочность.

класс	диапазон отклонения размера
F0	нет требований
FP100	прочен к замораживанию/оттаиванию

Класс Ф0 таким образом в Германии годится только для внутренних помещений. В классе ФП100 проверка на прочность к замерзанию/оттаиванию прошла без повреждений. На это качество не влияют соли от замерзания.

с) Нагрузка на изгиб/слом (прочность)

Нагрузка на изгиб/слом проверяется на 10 мокрых тротуарных кирпичах или клинкерных тротуарных кирпичах, которые лежат на концах и посередине нагружаются до слома. Различают 4 класса нагрузки на изгиб/слом.

Альтернативно к нагрузке на изгиб/слом может быть определена оцененная прочность на изгиб по уравнению:

$$\text{оцененная прочность на изгиб} = \frac{3}{2} \cdot \frac{LC}{BT^2}$$

При этом:

- Л нагрузка на изгиб, Н
- С расстояние между балками, мм
- В ширина кирпича, мм
- Т толщина кирпича, мм

Реакция при нагрузке одного кирпича в кирпичном покрытии зависит от несущей способности основания. При неравномерной позиции могут быть существенные нагрузки на сгиб. Для проезжей и подвергающейся существенным статическим нагрузкам площадям нужно использовать в любом случае класс нагрузки на изгиб/слом Т4.

класс	класс нагрузки на изгиб/слом (Н/мм) не меньше чем:	
	средняя величина	минимальная величина
Т0	нет указаний	нет указаний
Т1	30	15
Т2	30	24
Т3	80	50
Т4	80	64
замечание 1	Эти требования к нагрузке на изгиб/слом не действуют для дополнительных кирпичей или тротуарных кирпичей с общей длиной <80 мм.	
замечание 2	Класс Т0 применяется только для связанного метода укладки, при котором тротуарные кирпичи кладутся с фугами из строительного раствора или на раствор, который находится на фиксированном основании.	
замечание 3	Производитель имеет право указать среднюю величину и минимальную величину, которая выше указанной для класса Т4	
замечание 4	Производитель имеет право указать среднюю величину и минимальную величину для прочности на изгиб, который рассчитан по уравнению	

д) Сопротивление стиранию

Проверка сопротивления стиранию производится согласно стандарту тестом Капон на неполированных тротуарных кирпичах или клинкерных тротуарных кирпичах. Сопротивление стиранию определяется измерением потери объёма следа шлифовки, который наносится шлифовальным кругом при определённых условиях и добавлении абразивного материала. Сопротивление глубокой шлифовке рассчитывается по длине следа шлифовки и указывается как объём V стёртого материала в мм³. Различают 3 класса сопротивления стиранию.

класс	средний объём стёртого материала (не больше чем) мм ³
A1	2100
A2	1100
A3	450

е) Сопротивление скольжению

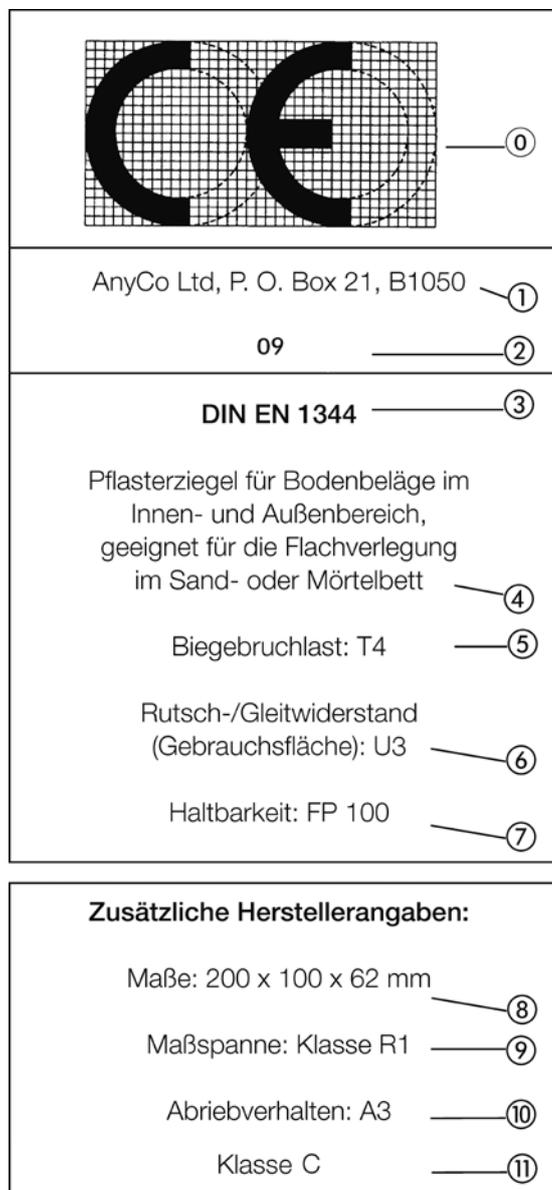
Сопротивление скольжению измеряется согласно стандарту маятниковым прибором на неполированных тротуарных кирпичах или клинкерных тротуарных кирпичах. На основании результатов измерения (USRV) происходит разделение на 4 класса. Производитель декларирует согласно таблице 5 предусмотренные классы от U0 до U3. Это указание действительно только для декларированной используемой поверхности (например при плоской укладке).

класс	USRV средняя величина
U0	нет требований
U1	35
U2	45
U3	55

СЕ-обозначение

В отличие от ранее для клинкерных тротуарных кирпичей установленных требований сегодня благодаря разделению на классы по стандарту могут быть описаны различные классы характеристики продукции. Пользователь должен сегодня в зависимости от предусмотренной цели использования обращать внимание какие классы характеристики продукции вместе с СЕ-обозначением гарантируются производителем.

Соответствие требованиям стандарта производитель гарантирует действительным в Европе единым знаком соответствия (СЕ-обозначение). СЕ-обозначение таким образом не является знаком качества, но документирует, что продукция соответствует стандарту и соответственно может продаваться и использоваться в Европе.



- 0) CE-Знак соответствия
- 1) производитель и/или поставщик: имя, товарный знак и адрес производителя клинкерных тротуарных кирпичей
- 2) год: число года (последние две цифры), в котором обозначение было нанесено (здесь 2009)
- 3) стандарт: название стандарта здесь 1344
- 4) область применения: тротуарные кирпичи/клинкерные тротуарные кирпичи как правило производятся для несвязанной укладки на песочной подушке, тротуарные кирпичи/клинкерные тротуарные кирпичи для укладки на строительный раствор должны особенно обозначаться
- 5) нагрузка на изгиб/слом: здесь класс Т4 (нагрузка на изгиб/слом в среднем, Н/мм)
- 6) сопротивление скольжению: здесь класс У3
- 7) сопротивление замерзанию/оттаиванию: здесь класс ФП100 (прочен к замерзанию/оттаиванию)
- 8) размеры: номинальные размеры, отклонение от номинального размера не должно превышать $\pm 0,4$ корня ² от номинального размера толщины в мм
- 9) диапазон отклонения размера: здесь класс Р1 (диапазон отклонения размера не должен превышать 0,6 от корня номинального размера в мм)
- 10) сопротивление стиранию: здесь класс А3 (средний объем стёртого материала ≤ 450 мм³)
- 11) кислотоустойчивость: тротуарные кирпичи/клинкерные тротуарные кирпичи являются кислотоустойчивыми для использования на фабриках, в химических заводах, в промышленности продуктов питания и сельском хозяйстве

3-6 пример CE-обозначения клинкерного тротуарного кирпича по стандарту

3.4.3 Клинкерный тротуарный кирпич по немецкому стандарту

Дополнительно к "европейскому" тротуарному кирпичу есть проверенный в Германии клинкерный

тротуарный кирпич, который удовлетворяет особым требованиям по ограничению водопоглощаемости и к минимальной объемной плотности.

а) Водопоглощаемость

Водопоглощаемость клинкерного тротуарного кирпича не должна превышать 6 %. Если забор пробы и измерения проводятся по стандарту, водопоглощаемость клинкерного тротуарного кирпича должна быть максимум 6 %.

б) Минимальная объемная плотность

Минимальная объемная плотность клинкерного тротуарного кирпича должна быть минимум 2,0 кг/дм³ (средний показатель) или минимум 1,9 кг/дм³ (отдельный показатель). Если забор пробы и измерения проводятся по стандарту, минимальная объемная плотность клинкерного тротуарного кирпича должна быть минимум 2,0 кг/дм³ (средний показатель) или минимум 1,9 кг/дм³ (отдельный показатель). При обозначении минимальной объемной плотности производителем указывается только минимум среднего значения.

3.4.4 Обозначение производителем (вкладыш в упаковке)

производитель и/или поставщик	
год	
стандарт	
область применения: тротуарные кирпичи/клинкерные тротуарные кирпичи как правило производятся для несвязанной укладки на песочной подушке, тротуарные кирпичи/клинкерные тротуарные кирпичи годны для укладки на строительный раствор	
пожароустойчивость	Klasse A1
нагрузка на изгиб/слом: при толщине ≥ 52 mm при толщине ≤ 45 mm	Klasse T4 Klasse T2
сопротивление скольжению	Klasse U3
сопротивление замерзанию/ оттаиванию	Klasse FP 100

дополнительные указания производителя по стандарту	
размеры	240 x 118 x 52 mm
сопротивление стиранию	Klasse A3
диапазон отклонения размера	Klasse R1
кислотоустойчивость	Klasse C
нагрузка на изгиб/слом средняя величина: отдельная величина:	≥ 10 N/mm ² ≥ 8 N/mm ²

качества клинкерных тротуарных кирпичей по немецкому стандарту	
водопоглощаемость	≤ 6 M.-%
минимальная объемная плотность	$\geq 2,0$ g/cm ³

<p>BLAU-BUNT-DF</p> <p>432 Stück mit Fase</p> <p>Pflasterklinker DIN EN 1344</p> <p>240 x 118 x 52 mm - E Maßspanne R1</p> <p>Klinkerzegelei Artikelnummer</p>

3-7 Пример вкладыша в упаковке

В отличие от вида CE-обозначения форма и содержание дополнительных указаний производителя стандартом не регулируются. Дополнительные указания производителя такие как размеры, сопротивление стиранию, диапазон отклонения размера и если необходимо кислотоустойчивость могут декларироваться в виде таблицы или в виде вкладыша.

Декларация качеств клинкерных тротуарных кирпичей по стандарту не регулируется. Но производитель может декларировать такие качества как водопоглощаемость и минимальная объемная плотность добровольно. Вместо отдельных добровольных дополнительных указаний на этикетке может быть знак качества "Настоящее проверенное качество клинкерных тротуарных кирпичей".

Обычная форма оформления этикеток не должна меняться хотя бы из-за обязательности CE-обозначения. Указания цвета, количества штук в палете, образования фуг могут использоваться без изменений. Важно не смешивать добровольные дополнительные указания производителя с предусмотренным законом CE-обозначением.

3.4.5 Тротуарные кирпичи и клинкерные тротуарные кирпичи по немецким техническим нормам

В немецких технических нормах определены требования к тротуарным кирпичам и клинкерным тротуарным кирпичам. Определение включает указание самого высокого класса по стандарту. Таким образом действуют следующие требования к качествам:

качество	класс
диапазон отклонения размера	R1
сопротивление замерзанию/оттаиванию	FP100
нагрузка на изгиб/слом	T4
сопротивление стиранию	A3

Для некоторых часто употребляемых номинальных размеров указаны полученные допускаемые диапазоны отклонения размеров.

	номинальный размер (мм)	допускаемый диапазон отклонения размера от средней величины (мм)	класс R1
			допускаемый диапазон отклонения размера (мм)
	d	± 0,4 √d	0,6 √d
толщина	45	± 3	4
	52	± 3	4
	62	± 3	5
	71	± 3	5
длина/ширина	100	± 4	6
	118	± 4	6
	200	± 6	8
	240	± 6	9

Tab. 3-1: Допускаемые диапазоны отклонения размера и диапазоны размеров

Требования к сопротивлению скольжению в нормах не определены, классы не указаны. Поэтому необходимо в зависимости от объекта выбрать класс и указать его в договоре.

Производитель "настоящего клинкерного тротуарного кирпича" обеспечивает знаком качества соблюдение высочайшего класса качества соответствующего стандарту и USRV-числу 55, замеренному на неполированных кирпичах. Это указание действует только для декларированной используемой поверхности (например только при плоской укладке). Этот показатель соответствует показателю о сопротивлении скольжению тротуарных покрытий для пешеходных дорог, это высочайший показатель для производства клинкерного тротуарного кирпича. Показатель в классе U3 для клинкерного тротуарного кирпича выбран так, что достаточное сопротивление скольжению достигается также после укладки кирпича.

Клинкерный тротуарный кирпич имеет во время использования достаточное сопротивление скольжению, при условии обычного ухода и необработки полированием. Конкретного показателя для нескользкости старых кирпичей нет. Рекомендации для оценки старых покрытий пешеходных дорог дают немецкие нормы-это могут быть показатели от -35 до 55. Снижение сопротивления скольжению на основании эффекта полирования неизбежно. Начальная шероховатость кирпичей должна быть настолько высокой, что при предусмотренном использовании и обычном уходе достаточное сопротивление скольжению остаётся на срок эксплуатации.

При на ребро укладываемых кирпичах уже при заказе нужно обращать внимание, указано ли сопротивление скольжению для предусмотренной используемой поверхности. Производители предлагают для этого клинкерные тротуарные кирпичи с "очищенной" поверхностью.

класс	USRV-средняя величина
U3	≥ 55

класс	нагрузка на изгиб/слом (Н/мм) не меньше чем	
	средняя величина	минимальная величина
T2	30	24
T4	80	64

замечание: для расчёта нагрузки на изгиб (кН) нагрузка на изгиб/слом (Нмм) умножается на измеренную ширину кирпича (мм), делится на 1000 и указывается округлённой до 0,1 кН

3.4.6 Клинкерные плиты

Клинкерные плиты должны выполнять те же требования, как и тротуарные кирпичи и клинкерные тротуарные кирпичи. Нагрузка на изгиб/слом клинкерных плит должна выполнять требования класса Т4. В отклонении от этого нагрузка на изгиб/слом у клинкерных плит с толщиной ≤ 45 мм должна соответствовать классу Т2.

3.4.7 Бордюрный кирпич

Бордюрные кирпичи должны выполнять те же требования, как и тротуарные кирпичи и клинкерные тротуарные кирпичи.

3.5 Форматы

3.5.1 Ширина фуг и шаг

При планировании поверхности из клинкерного тротуарного кирпича нужно обращать внимание на шаг, который определяется размерами кирпичей и строительско-технически необходимым размером фуги. Это действительно также при использовании различных размеров кирпичей на одной площади. Толщина клинкерного тротуарного кирпича 52, 62, 71 мм была ранее взята из обычного порядка измерения кирпичной стены в строительстве (тонкий формат, рейхформат, нормальный формат). Часто клинкерные тротуарные кирпичи и кирпичи для стен производятся на одних и тех же линиях. Производство, специализирующееся на клинкере для строительства улиц, при дальнейшем развитии к увеличению толщины материала установилось на толщинах от 80 до 100 мм.

3.5.2 Стандартные форматы

Клинкерный тротуарный кирпич в прямоугольном и квадратном формате производится в размерах от 100 до 300 мм. Кроме того в распоряжении также меньшие форматы, т.н. мозаичные клинкерные тротуарные кирпичи.

Форматы и размеры не регламентируются нормами. Размеры зависят от вида укладки и определяются перед заказом. При этом нужно иметь в виду, предусмотрен ли клинкерный тротуарный кирпич для

- укладки с узкой фугой
- укладки с фугой толщиной 3-5 мм
- укладки с широкой фугой шириной фуги 8-10 мм.

Потребность в клинкере определяется из выбранного формата с учётом фуги и обрезков в зависимости от вида укладки.

Клинкерный тротуарный кирпич может быть с фаской и без. Дополнительные размеры и особые форматы и клинкер с формованные упорами расстояния возможны по согласованию. Клинкерный тротуарный кирпич с формованные упорами расстояния делает возможным автоматическую укладку.

Толщина клинкерного тротуарного кирпича зависит от характеристик прочности и ожидаемой нагрузки.

изделие	вид укладки	размеры используемой поверхности	толщина (мм)
прямоугольные форматы	узкая фуга	200/100 220/108 240/118 300/150	45 – 100 52 – 71 52 – 80 52 – 71
	широкая фуга	240/115 220/105 300/145	52 – 100
	ригель	200/52 – 71 220/52 – 71 240/52 – 71 290/52 – 71 490/52 – 71	80 – 118
квадратные форматы	узкая фуга	100/100 118/118 120/120 150/150 180/180 200/200 205/205 240/240 300/300	45 – 100
мозаика		60/60	52 – 62 (80)
клинкер для травы		200/100 230/110 240/115 300/145	71 – 113
связной тротуарный кирпич – S-форма – форма рыбы – ТТ-форма – особая форма	узкая фуга	200/125 200/170 240/115 240/160	52 – 100
клинкер для пропускающих воду поверхностей	широкая фуга	размеры используемой поверхности	размеры используемой поверхности
особые форматы	узкая фуга	240/160 200/150 300/118	45 – 100

Tab. 3-2: Выбранные форматы и виды укладки клинкерного тротуарного кирпича

3.5.3 В дополнение к применяемым прямоугольным форматам предлагаются клинкерные тротуарные кирпичи в особых форматах.

Например для образования края диагональной или чешуйчатой укладки используются т.н. шапки епископа. Клинкерные тротуарные кирпичи предлагаются в форме треугольников, многоугольников и круглой форме. Кроме того бывает связной тротуарный кирпич и клинкер для пропускающих воду поверхностей (см. рис. 3-8).

3.6 Особенности в производстве

3.6.1 Отклонения цвета и структуры

Клинкерные тротуарные кирпичи имеют натуральный цвет, который не определяется химическими добавками, а получается в процессе обжига из-за находящихся в сырье минералов. Из-за типичных для керамики обусловленных сырьем и производством колебаний достигается игра цвета клинкера. При смешивании кирпичей из разных палет при укладке могут быть снижены колебания цвета готовых поверхностей.

3.6.2 Отклонения размера и формы

Клинкерные тротуарные кирпичи это грубое керамическое натуральное изделие. Поэтому нельзя исключить отклонения от номинальных размеров на основании производственного процесса и неизбежных колебаний в составе сырья. По стандарту для клинкерных тротуарных кирпичей в одной партии диапазон размера, то есть допустимое расхождение между минимальным и максимальным размером клинкера ограничено. Отклонения от номинальных размеров для класса P1 указаны в таблице 3-1.

Измерения для определения соответствия размерам тротуарных кирпичей проводятся в неукладенном состоянии на 10 пробах с помощью штангенциркуля.

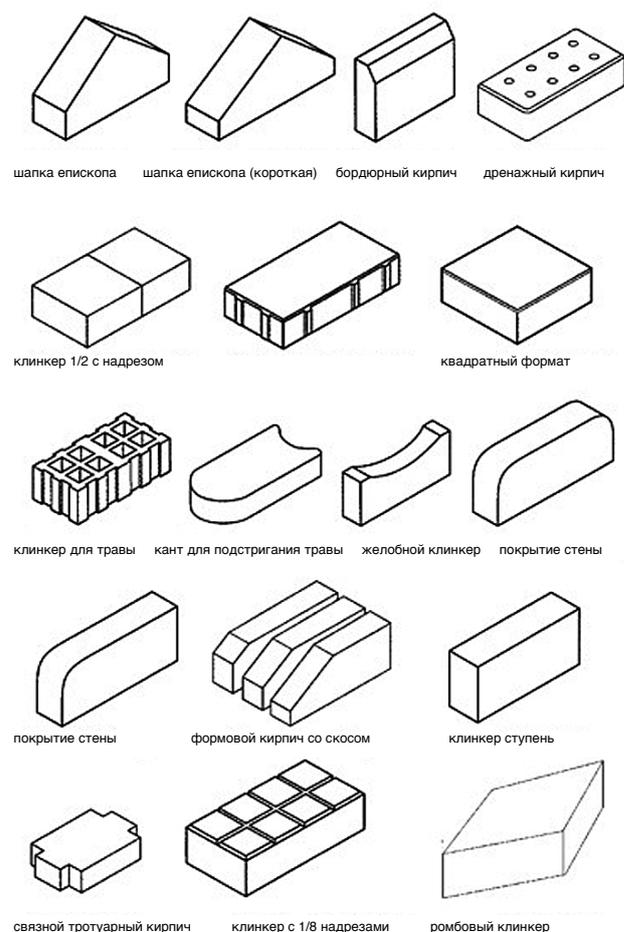


Abb. 3-8: формовой клинкер

3.6.3 Микротрещины

Тонкие микротрещины нельзя полностью избежать во многих используемых строительных изделиях. Эти микротрещины не влияют на строительно-физические качества клинкера, такие как например нагрузка на изгиб/слом и сопротивление замерзанию/оттаиванию. Микротрещины неизбежны, обусловлены процессом производства и не являются недостатком материала.

3.7 Соединение

С клинкерными тротуарными кирпичами можно создать множество различных соединений (узоров укладки). Только используя прямоугольные кирпичи, можно реализовать большое количество соединений. В комбинации с шапками епископов и квадратными кирпичами возможно множество других комбинаций.

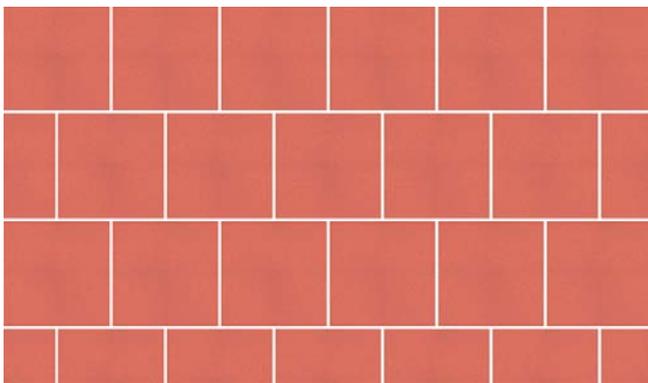
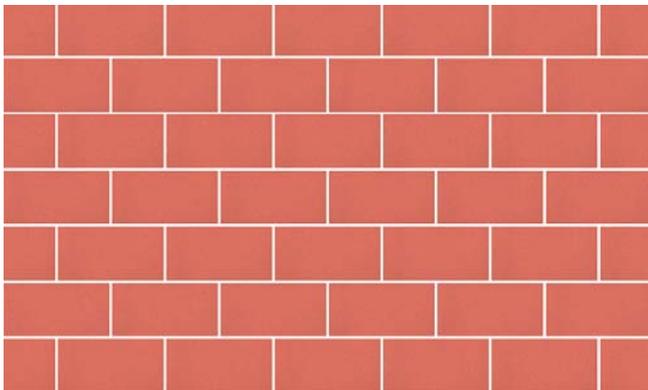


Abb. 3-9: Узор дорожки с прямоугольными или квадратными клинкерными тротуарными кирпичами

3.7.1 Узор дорожки

Для прямоугольных или квадратных клинкерных тротуарных кирпичей узор дорожки или рядовой узор это классическая и самая частая форма укладки. Узоры дорожки просты в исполнении и не требуют специальных частей. Также укладка в изгиб незначительно сложнее.

3.7.2 Чешуйчатое соединение

Чешуйчатое соединение хорошо годится для дорожек и подъёмов (например въезды в гаражи). Он особенно устойчивый, так как из-за на 45° сдвинутых кирпичей имеет лучшую способность погашения нагрузки, особенно горизонтальных сил. Им достигается из-за равномерно распределённых

фуг особенно хорошая нескользкость. На краях дороги необходимы или особые части, например шапки епископа или вырезанные части. При укладке чешуйчатого соединения в направлении движения (локотное соединение) достаточно половинок клинкера в качестве дополнительных частей.

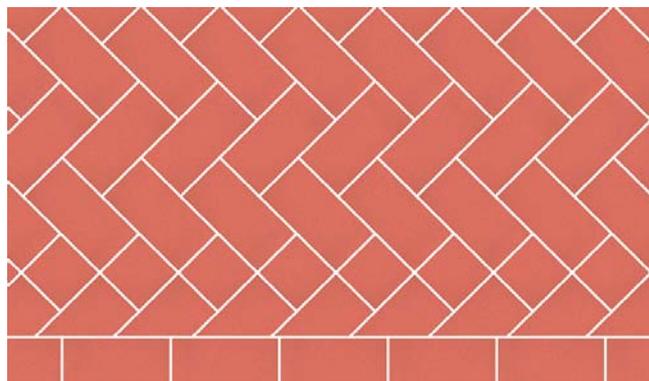
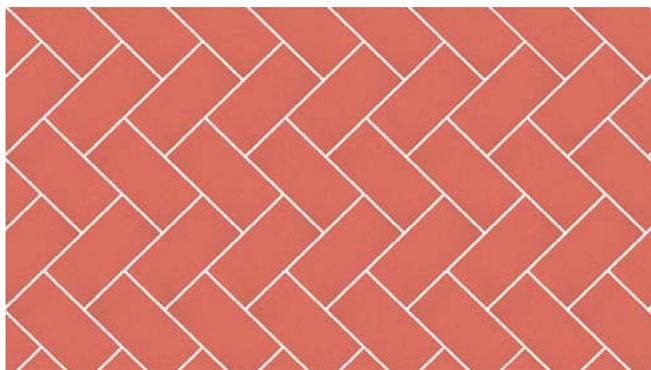


Abb. 3-10: чешуйчатое или кепер-соединение, край с применением половинок или разрезанных кирпичей

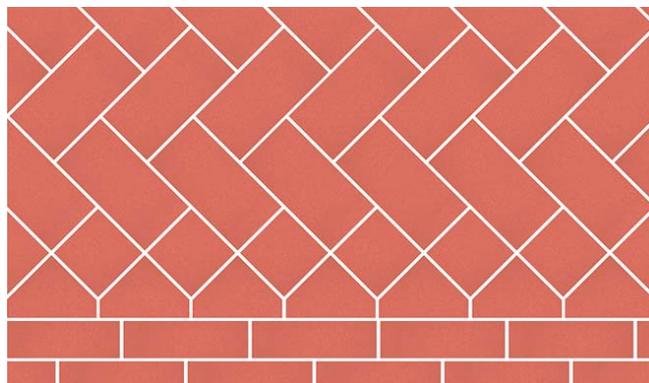
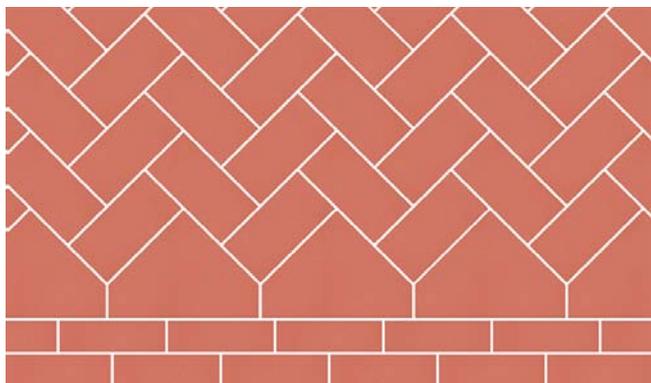


Abb. 3-11: край с применением шапок епископа

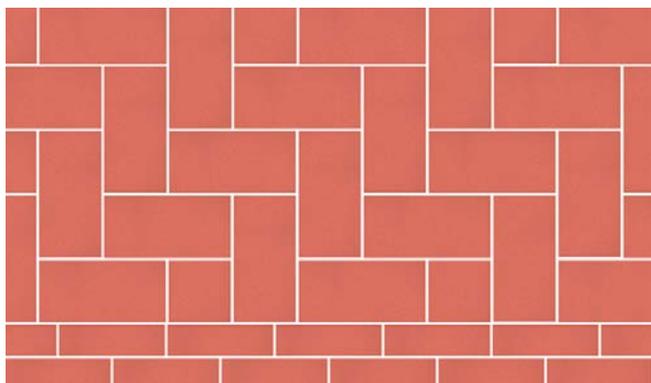


Abb. 3-12: локотное соединение



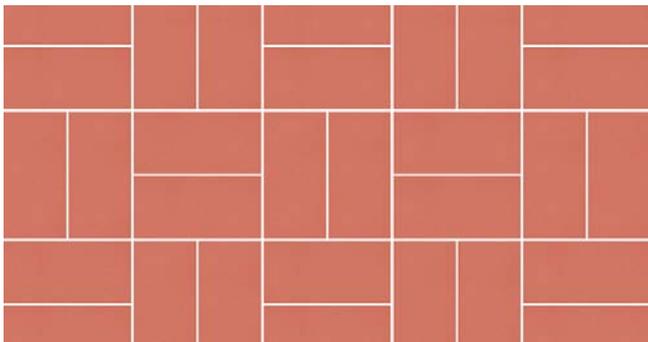
Abb. 3-13: диагональное соединение

3.7.3 Диагональное соединение

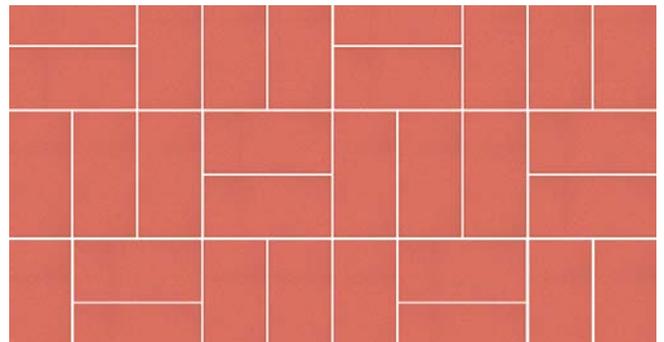
При диагональном соединении речь идёт об узоре дорожки или рядовом узоре, который укладывается под углом 45° к оси дороги. Для диагонального соединения действуют те же высказывания, как и для чешуйчатого.

3.7.4 Блочное или паркетное соединение

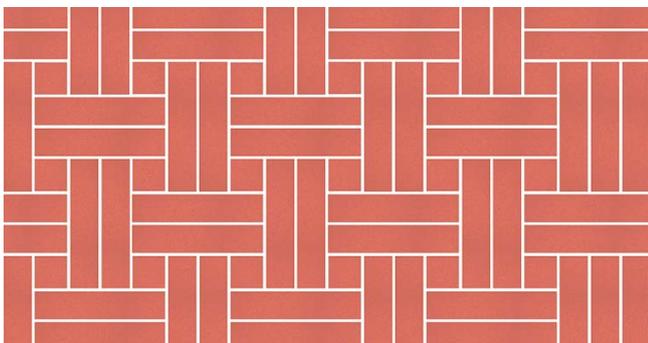
Для блочного или паркетного соединения клинкерные тротуарные кирпичи объединяются в маленькие блоки по 2-3 кирпича или укладываются вокруг среднего кирпича. Получаются узоры с большим количеством вариантов. Так как эти соединения имеют крестовые фуги и/или непрерывные длинные фуги, что придаёт поверхности невысокую устойчивость к деформации, нужно их использовать не для проезжей части. Поэтому они используются для украшения садов и террас. При укладке их на поверхностях с более высокой нагрузкой, например на пешеходных зонах, необходима укладка на строительный раствор.



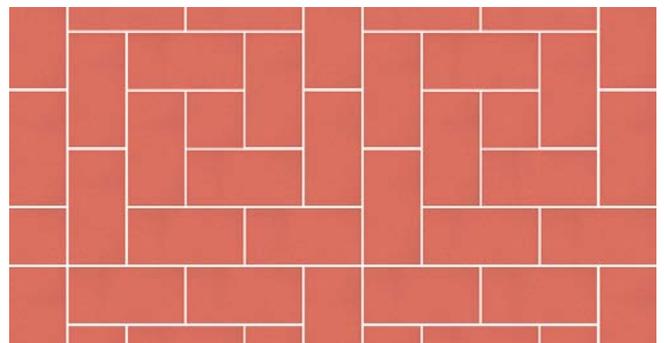
каждые два клинкера плоско уложенные в разных направлениях



каждые два-три клинкера поочередно плоско уложенные в разных направлениях



на край уложенное плетённое соединение с квадратными частями 8×8 или 6×6 см



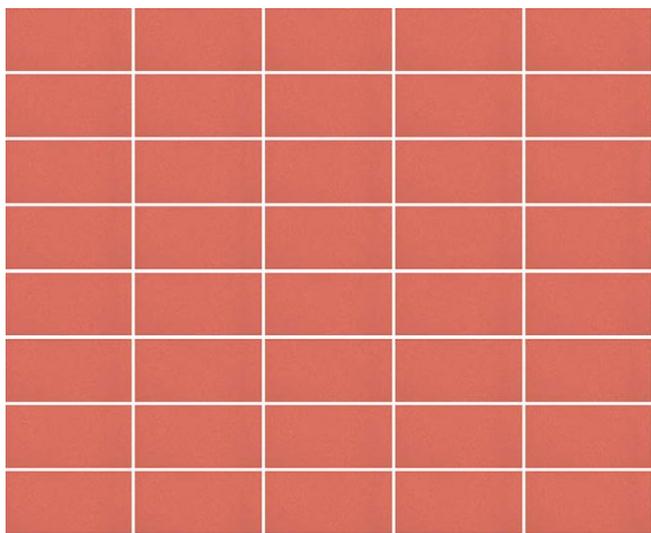
плоско уложенное соединение среднего кирпича. Образование маленьких блоков из каждых 12 кирпичей с половиной кирпича.

Abb. 3-14: Блочное или паркетное соединение

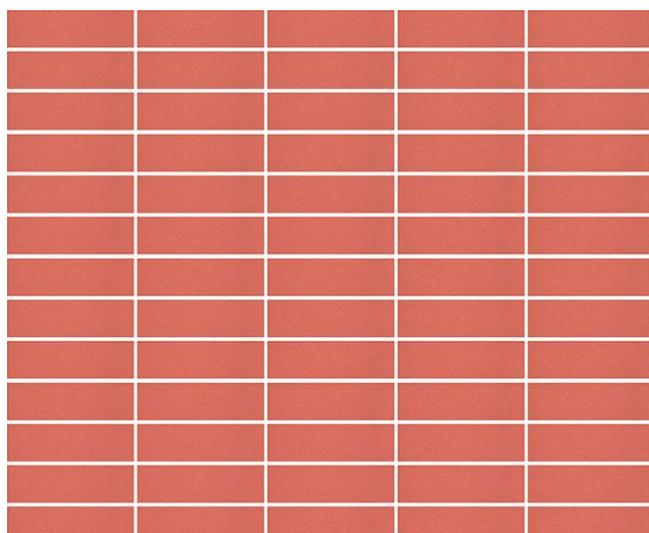
3.7.5 Линейные узоры укладки

Линейные узоры укладки позволяют создать строго линейную структуру поверхности. При укладке нужно обращать внимание, что кирпичи точно уложены в сетку для достижения ровных

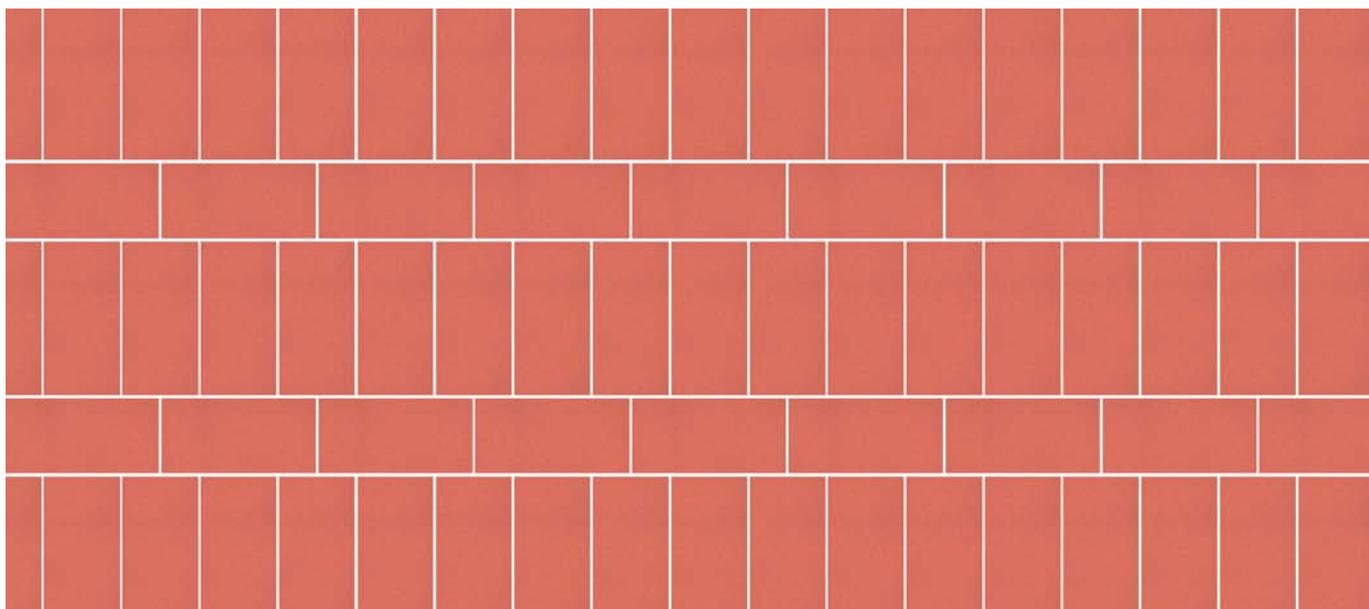
фуг. Этими соединениями невозможно выложить повороты. Так как эти соединения имеют крестовые фуги и/или непрерывные длинные фуги и поверхность не имеет связного действия, нужно их использовать не для проезжей части.



линейный узор из нормальных прямоугольных кирпичей



линейный узор из уложенных на кант кирпичей или из ремешков



в переменном направлении линейно уложенный узор

Abb. 3-15: линейные узоры

3.7.6 Примеры дизайна при использовании квадратных форматов клинкера

Наряду с преимущественно используемыми продольными форматами квадратные форматы также охотно используются для поверхностей и связок. При укладке нужно обращать внимание, что клинкер различных форматов должен иметь по возможности одну и ту же толщину.

Дальнейшие варианты дизайна такие как

- укладка клинкерных тротуарных кирпичей вокруг дерева или возле зданий
- мощёные дуги или круглые формы
- возведение стен и балюстрад в соединении с клинкерным тротуарным кирпичом
- мощёные лестницы и платформы, также выполнение мощёных поверхностей возле зданий

есть в приложении.

3.7.7 Подходящие соединения для проезжей части

Соединения, которые имеют крестовые фуги или непрерывные продольные фуги не годятся для поверхности, регулярно подвергающейся нагрузке автомобилей. Согласно стандарту для соединений с крестовыми фугами необходимо согласие заказчика.

В рамках лабораторных и местных испытаний фирмами Jungfeld, Krass и Rohleder было исследовано сопротивление сдвигу поверхностей из клинкерного тротуарного кирпича. Результаты исследований показывают, что соединения с узором дорожки поперёк и чешуйчатое или локтевое соединение имеют высокое горизонтальное сопротивление сдвигу. Они как и исследования фирм Gleitz, Rossberg и Wellner позволяют признать для соединений выполненных под углом 45° более высокое сопротивление деформированию, так как эти соединения лучше гасят горизонтальные силы.

4 Планирование и строительное исполнение

При планировании и дизайне укрепленных поверхностей в общественном и частном строительстве на первом плане стоят дизайнерские моменты. Особенно для площадей, подвергающихся нагрузке автомобилей кроме дизайна нужно обращать внимание на ряд строительно-технических основ и требований для достижения возможно долгого срока службы без повреждений.

При условии, что ряд читателей этой брошюры не очень знаком с техническими нормами, в дальнейшем представлены и объяснены важнейшие аспекты технических норм для создания строительных укреплений и проезжей части. Общественные заказчики принципиально требуют соблюдения норм как условие договора. Однако при строительных работах частных заказчиков должны выполняться здесь сформулированные правила.

4.1 Технические нормы и их значение в строительном договоре

При планировании и исполнении укрепленных поверхностей клинкерными тротуарными кирпичами нужно обращать внимание на следующие технические и дополнительные условия договора, условия поставки, нормы и правила.

Стандарты имеются в издательстве Beuth. Все другие технические правила издаются исследовательским обществом улиц и дорожного движения и имеются в издательстве FGSV.

4.1.1 Общие технические условия договора

Если в качестве части договора согласовывается порядок выполнений строительных работ по нормам и правилам, все общие технические

нормы и правила должны соблюдаться. Также все основополагающие нормы, предписания и технические условия поставки становятся частью договора. Следующие общие технические условия договора важны:

- Нормы для строительного исполнения проезжей части, дорожных покрытий в несвязанном исполнении, бордюры
 - Общие правила для строительных работ всех видов
 - Земельные работы
 - Нормы для строительного исполнения проезжей части, создания покрытий без связующих средств
 - Нормы для строительного исполнения проезжей части, создания покрытий с гидравлическими связующими средствами
 - Нормы для строительного исполнения проезжей части, создания покрытий из асфальта
- Предпосылкой является плоская укладка клинкерных тротуарных кирпичей в ряды. Это является основой сметы и выполненной работой при приёмке, если в договоре не указана другая форма укладки.

4.1.2 Технические условия поставки

К важным здесь техническим условиям поставки относятся:

- Технические условия поставки для строительных материалов для тротуарных покрытий и бордюров
- Технические условия поставки для строительных смесей и настилов для создания покрытий без связующих средств при строительстве дорог
- Технические условия поставки для гранулята при строительстве дорог

Технические условия поставки тротуарных кирпичей и в них также перечисленных камней при их упоминании становятся частью договора.

4.1.3 Нормы

На основании особой важности из-за в них названных требований к клинкерным тротуарным кирпичам здесь названы только:

- Стандарт 1344 тротуарный кирпич-требования и методы испытаний
- Стандарт 18503 клинкерный тротуарный кирпич-требования и методы испытаний

В дополнение нужно соблюдать многочисленные другие, здесь не названные нормы в качестве "признанных правил техники".

4.1.4 Дополнительные технические условия договора

Дополнение общих технических условий договора дополнительными техническими условиями договора необходимо тогда, когда минимальных требований, названных в общих технических условиях договора недостаточно. Содержание дополнительных технических условий действительно только, если они определено названы в договоре. Для общественных заказчиков договорённость о дополнительных технических условиях обязательно необходима. Частным заказчикам рекомендуется договорённость о дополнительных технических условиях хотя бы для проезжей части. Для тротуарных поверхностей важны:

- Тротуар-дополнительные технические условия договора и правила выполнения тротуарных поверхностей и бордюров
- Дополнительные технические условия договора и правила строительства дорог без использования связующих материалов
- Дополнительные технические условия договора и правила проведения земляных работ при строительстве дорог
- Дополнительные технические условия договора и правила для раскопок на проезжей части

- Дополнительные технические условия договора и правила укрепления сельских дорог
- Дополнительные технические условия договора и правила для дренажных сооружений при строительстве дорог

4.1.5 Директивные предписания

В дополнительных технических условиях содержащиеся директивные предписания дают определения и рекомендации, которые должны соблюдаться преимущественно в период планирования и проектирования. Договорённость о обязательном присутствии в договоре не предусмотрена. К директивным предписаниям относятся:

- Директивные предписания для стандартизации сооружения проезжей части
- Директивные предписания для сооружения дорог, часть дренаж
- Директивные предписания для сельского сооружения дорог
- Директивные предписания для экологического применения промышленных побочных продуктов и утилизации строительных материалов в строительстве дорог с экономией водных ресурсов

4.1.6 Памятки, рекомендации и рабочая документация

Содержание памяток и рекомендаций нужно рассматривать как технический уровень, в то время как в рабочей документации сформулирован средний уровень исследований или дальнейшей деятельности. При необходимости внесения в договор положений памяток и рекомендаций необходимо важные пункты записать в описание работ. Общая договорённость не предусмотрена. Для планирования и выполнения дорожных укреплений клинкерным тротуарным кирпичом

важны:

- Памятка для дорожных укреплений тротуарным кирпичём часть 1 стандартная конструкция (несвязанное выполнение)
- Рабочий документ Дорожные укрепления тротуарным кирпичом в связанном выполнении
- Связанное выполнение укрепления-исторический тротуарный кирпич
- Памятка для водопроницаемых укреплений проезжей части
- Памятка о сопротивлении скольжению тротуарных покрытий для пешеходных площадей
- Памятка для несущих слоёв из пористого бетона
- Памятка о выполнении несущих и покрывающих слоёв без связующих средств
- Памятка о строительстве проезжей части для автобусов
- Памятка о выполнении проезжей части вблизи железнодорожных путей и трамвайных линий
- Озеленённый тротуарный кирпич-рекомендации по планированию, выполнению и уходу
- Проезжая часть на строительных сооружениях-рекомендации по планированию и строительству проезжей части на строительных сооружениях

4.2 Дренаж

4.2.1 Дренаж поверхности

Дренаж поверхности укреплённой площади имеет особое значение как в связи с безопасностью движения, так и из-за долговечности поверхности. Разработка плана дренажа необходима поэтому во время технического проектирования и дизайнерской разработки улиц, дорог и площадей. При этом кроме всего прочего определяется поперечный и продольный уклон поверхности проезжей части в зависимости от выбранного метода укладки.

При определении уклона поверхности нужно обращать внимание на соответствующие предписания и рекомендации по продольному, поперечному и диагональному уклону проезжей части. Обычно за основу берут минимальный уклон 2,5 %. В стандарте для поверхностей из клинкерного тротуарного кирпича предусмотрена минимальная величина уклона для эффективного оттока (результат поперечного и продольного уклона) поверхностей 2,5 %. Эта величина может быть ниже только у целенаправленно водопроницаемых поверхностей для повышения производительности просачиваемости.

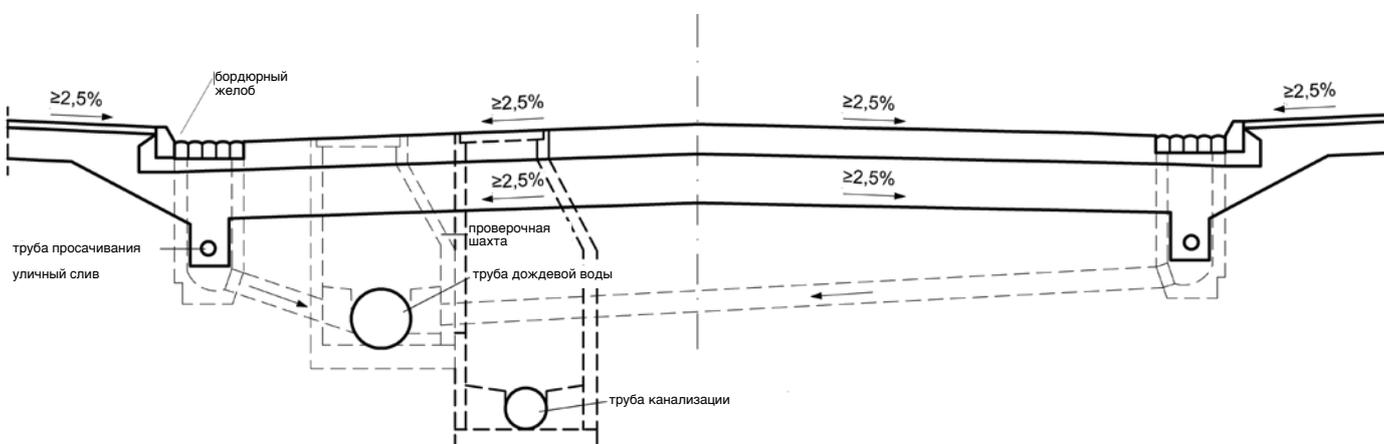


Abb. 4-1: Поперечные уклоны внутригородской улицы

Из-за конструктивно-технических причин необходимый уклон делается (минимальный поперечный уклон 2,5 % у дорог) во всех слоях укрепления проезжей части. Уже планум и также поверхности несущих слоёв должны иметь уклон клинкерного тротуарного покрытия.

Дополнительные указания по дренажу поверхности проезжей части есть в директивных предписаниях для сооружения дорог, часть дренаж.

4.2.2 Дренаж планума

Дренаж планума необходим в случае исполнения укрепления проезжей части на водочувствительном грунте. Водочувствительными считаются грунты Ф2 и Ф3 по дополнительным техническим условиям. Так как тротуарные покрытия часть воды поверхности через фуги принимают и передают в несущие слои до планума, дренаж планума имеет особое значение для долговечности укрепления. Он служит отводу проникающих в укрепление осадков и воды.

Дренаж планума реализуется за счёт достаточного поперечного уклона планума и выводу воды из укрепления в нижней точке планума, по возможности дренажными линиями или дренажной проводкой. Они определяются критериями гидравлической эффективности.

4.3 Расчёт и определение слоёв структуры укрепления

4.3.1 Образ действий

Расчёт укреплений проезжей части клинкерным дорожным кирпичом происходит на основании директивных предписаний для стандартизации сооружения проезжей части. Содержащиеся в них стандартные методы строительства включают как укрепления для шоссе так и другой проезжей части и для велосипедных и пешеходных дорог. Для частного строительства выбор последовательности слоёв и их толщины также должен проводиться на основании директивных предписаний для стандартизации сооружения проезжей части.

Расчёт укреплений проезжей части по директивным предписаниям состоит из многих, частично друг на друга опирающихся этапов.

Этап 1: Определение строительного класса

В директивных предписаниях в зависимости от объема перевозок и вида транспортных средств различают семь строительных классов. Для шоссе на основании ожидаемой во время эксплуатации нагрузки интенсивного движения по формально установленному методу рассчитывается важная для расчёта нагрузка Б.

строка	соответствующая расчёту нагрузка Б [эквивалентно 10-т.нагрузке на ось в миллионах в срок эксплуатации]	строительный класс
1	свыше 32	SV
2	свыше 10 до 32	I
3	свыше 3 до 10	II
4	свыше 0,8 до 3	III
5	свыше 0,3 до 0,8	IV
6	свыше 0,1 до 0,3	V
7	до 0,1	VI

Tab. 4-1: Соответствующая расчёту нагрузка Б и соответствующий строительный класс по стандарту

Если нет данных о ожидаемой нагрузке интенсивного движения, что часто происходит при сооружении внутригородских дорог, определение строительного класса может в порядке исключения происходить на основании вида дороги. Для поверхностей с автобусным

движением и парковочных площадей определение строительного класса происходит как правило на основании соответствующей таблицы. Также для частных площадей, которые подвергаются нагрузке автомобилей должен определяться строительный класс.

строка	вид дороги	строительный класс
1	дорога с быстрым движением, главным промышленным движением	SV / I / II
2	главная дорога, промышленная дорога, дорога в промышленном районе	II / III
3	главная дорога в жилом квартале, пешеходная дорога с движением загрузки отгрузки	III / IV
4	жилая улица, проезжая дорожка, пешеходная зона (без движения автобусов)	V / VI

Tab. 4-2: Вид дороги и соответствующие строительные классы

строка	площадь автобусного движения	соответствующая расчёту нагрузка Б для	строительный класс мин.
1	полосы дороги, используемые автобусами совместно с другими автомобилями	полосы дороги	1)
2	автобусные остановки на полосе дороги и на автобусной полосе дороги	полосы дороги	III ^{2) 3)}
3	автобусная полоса дороги	автобусная полоса дороги	III ²⁾
4	автобусные бухты	автобусные бухты	III ^{2) 3) 4)}
5	автобусные вокзалы	проезжие переулки	III ²⁾
		полосы остановок	III
6	автобусные парковки	проезжие переулки	III ²⁾
		полосы остановок	III

1) Нужно проверить, предъявляются ли к этой площади особые требования
2) если нагрузка больше чем 150 автобусов/день, нужно выбрать более высокий строительный класс
3) в отличии от указанного может быть целесообразно выбрать тот же строительный класс, что и для соседней полосы дороги
4) если нагрузка меньше чем 15 автобусов/день, можно выбрать более низкий строительный класс

Tab. 4-3: Площади автобусного движения и соответствующие строительные классы

Согласно строке 2 в таблице 4-3 полосы дороги, используемые автобусами совместно с другими автомобилями соответствуют строительному классу мин. 3, если автобусные остановки находятся на полосе дороги

строка	вид движения		строительный класс
1.1	постоянно используемая парковка	интенсивное движение	III / IV ¹⁾
1.2		автомобильное движение с небольшой частотой интенсивного движения	V
1.3		автомобильное движение	VI
2.1	иногда используемая парковка	интенсивное движение	IV / V
2.2		автомобильное движение с небольшой частотой интенсивного движения	V / VI
2.3		автомобильное движение	2)

1) если к этой площади не предъявляются особые требования
2) по необходимости

Tab. 4-4: Парковочные площади и соответствующие строительные классы

Этап 2: Определение минимальной толщины морозоустойчивой надстройки

Толщина морозоустойчивой надстройки укрепления проезжей части определяется так, чтобы во время периодов замерзания и оттаивания не возникало вредных деформаций. Необходимая минимальная толщина морозоустойчивой надстройки рассчитывается в зависимости от:

- класса морозоустойчивости грунта (прил. 1),
- местным климатическим условиям, зоны замерзания,
- местным строительно-техническим условиям, влияемым на замерзание
- строительного класса

В стандарте грунты по их морозоустойчивости разделены на классы морозоустойчивости: Ф1 (морозоустойчивый), Ф2 (чувствительный к морозу) и Ф3 (очень чувствительный к морозу).

2а) Толщина надстройки при не морозоустойчивом грунте/основании

Для грунтов Ф2 и Ф3 минимальная толщина морозоустойчивой надстройки определяется сложением исходного значения (минимальной толщины морозоустойчивого сооружения (таб. 4-5) и значения в результате местных условий (таб. 4-6). Если нет особого опыта или отдельных исследований, максимальная или минимальная толщина может определяться из отдельных параметров различных критериев согласно таблице 4-6:

$$\text{максимальная или минимальная толщина} = A + B + C + D$$

Зоны замерзания для всей Германии представлены изображением 4-2. Это разделение даёт только приблизительные показатели, местные особенности могут привести к отклонениям.

строка	класс морозоустойчивости	толщина (см) при строительном классе		
		SV / I / II	III / IV	V / VI
1	F2	55	50	40
2	F3	65	60	50

Таб. 4-5: Исходные значения для определения минимальной толщины морозоустойчивой надстройки

строка	местные условия ¹⁾		A	B	C	D
1.1	влияние холода	зона I	± 0 см			
1.2		зона II	+ 5 см			
1.3		зона III	+ 15 см			
2.1	положение градиента	разрез, надрез, насыпь (исключая 2.2)		+ 5 см		
2.2		в городской местности, пригл. высота местности		± 0 см		
2.3		насыпь > 2,0 м		- 5 см		
3.1	водные условия	благоприятные			± 0 см	
3.2		неблагоприятные согласно нормам			+ 5 см	
4.1	исполнение граничных участков (например боковая полоса, велосипедная и пешеходная дорожки)	за пределами городской местности и в городской местности с водопроницаемыми граничными участками				± 0 см
4.2		в городской местности с частично водопроницаемыми граничными участками и с дренажными установками				- 5 см
4.3		в городской местности с водонепроницаемыми граничными участками и закрытой сторонней застройкой и с дренажными установками				- 10 см

¹⁾ в случае других неблагоприятных воздействий на морозоустойчивость дорог (например северный склон или теневая сторона) толщина может быть увеличена на 5 см.

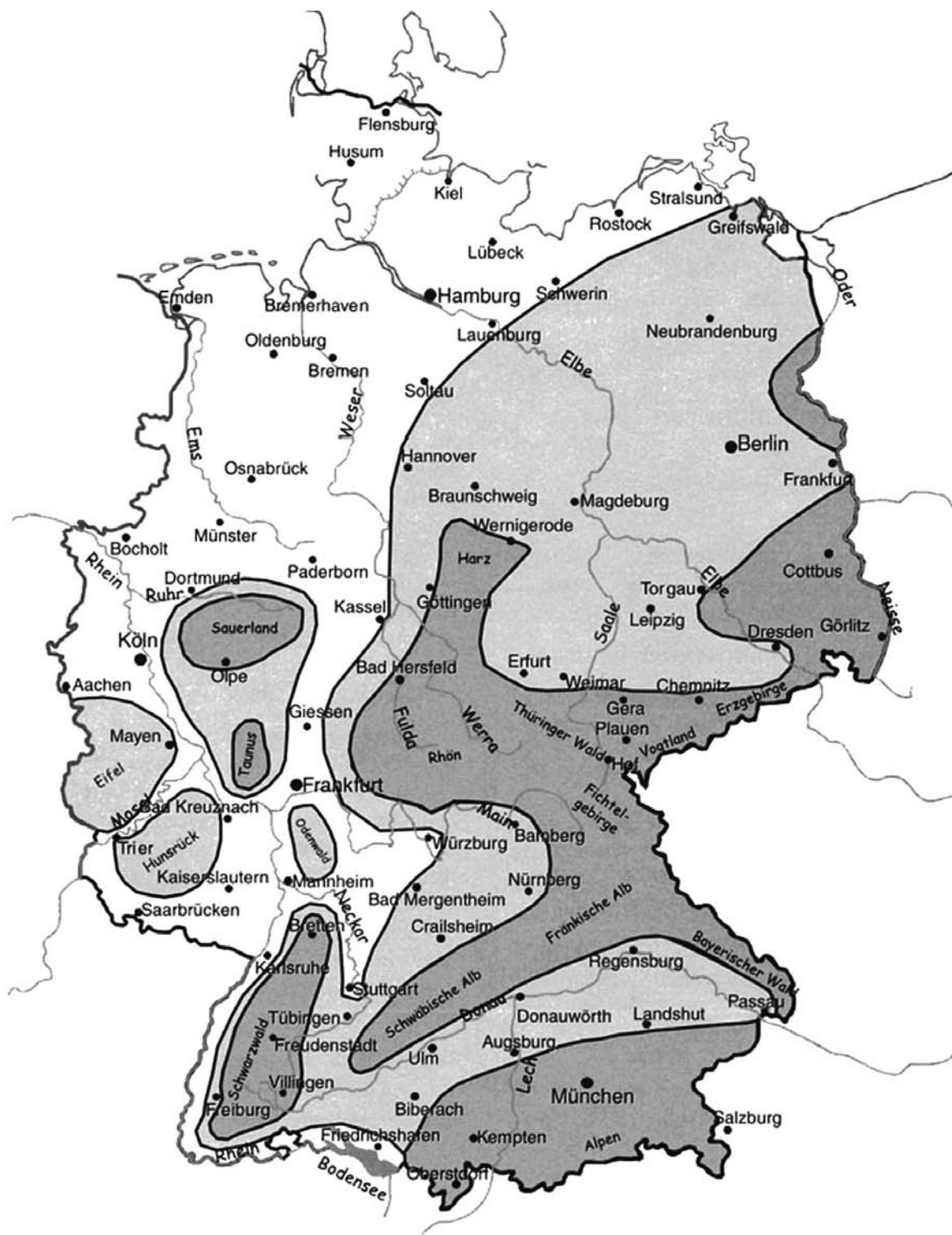
Tab. 4-6: Большие и меньшие толщины в зависимости от местных условий

Для велосипедных и пешеходных дорожек при грунте класса морозоустойчивости Ф2 и Ф3 за пределами городской местности достаточно минимальной толщины надстройки 30 см. В городской местности минимальная толщина морозоустойчивой надстройки принимается 20 см. Неблагоприятные климатические и водные условия должны учитываться в общей толщине надстройки. Для этого нужно принимать во внимание местный опыт.

Толщина укрепления переезда для машин (например подъезд к участку) определяется для соответствующей нагрузки движения.

Расположены переезды на коротких расстояниях рядом друг с другом выбранный метод строительства и толщина должен быть применён по всей площади велосипедных и пешеходных дорожек.

Также для укрепленных частных площадей, по которым не ездят машины, например дорожек и терасс, минимальная толщина морозоустойчивой надстройки должна быть 20-30 см для избежания повреждений из-за замораживания и оттаивания или усадки из-за статических нагрузок (например цветочный горшок, садовый гриль).



- Зона влияния мороза I
- Зона влияния мороза II
- Зона влияния мороза III

Abb. 4-2: Зоны влияния мороза

26) Толщина надстройки при морозоустойчивом грунте/основании

Состоит грунт/основание из морозоустойчивого грунта меры защиты от замерзания не нужны. Толщина вместо морозозащитного слоя используемого несущего слоя определяется на основании требований к несущей способности. Удовлетворяет грунт Ф1 одновременно все требования к морозозащитным слоям относительно степени уплотнения D и деформирования E, и показывает грунт Ф1 минимальную необходимую морозозащитную толщину на грунте с классом морозочувствительности Ф2 или Ф3, можно не делать морозозащитный слой. Остальные слои

группируются прямо на грунте/основании. Их последовательность-результат выбранного строительного метода по стандарту.

Удовлетворяет грунт Ф1 одновременно требования к морозозащитным слоям, кроме требований к несущей способности, необходимо вместо морозозащитного слоя сделать дополнительный несущий слой. Его толщина определяется на основании имеющейся на плане степени деформирования E и требования к обычно необходимому морозозащитному слою. Приблизительные величины могут быть взяты в таб. 4-7

грунт		E на плане				E на морозозащитный слой			
		≥ 45 MN/m ²		≥ 80 MN/m ²		≥ 100 MN/m ²		≥ 120 MN/m ²	
необходимый несущий слой без связующих средств		смесь из гравия, щебенки и песка	смесь из гравия и песка	смесь из гравия, щебенки и песка	смесь из гравия и песка	смесь из гравия, щебенки и песка	смесь из гравия и песка	смесь из гравия, щебенки и песка	смесь из гравия и песка
		E на морозозащитный слой	≥ 100 MN/m ²	20 см	25 см	15 см	20 см		
	≥ 120 MN/m ²	30 см	35 см	20 см	25 см				
E на несущий слой из гравия или щебенки	≥ 120 MN/m ²	25 см	30 см	15 см	20 см	15 см	20 см	-	-
	≥ 150 MN/m ²	30 см	40 см	20 см	30 см	20 см	30 см	15 см	20 см
	≥ 180 MN/m ²	-	-	-	-	30 см	-	20 см	-

Таб. 4-7: Приблизительные величины необходимых толщин несущих слоёв без связующих средств согласно нормам

После определения, нужен ли и какой толщины морозозащитный слой, по стандарту можно определить толщины других слоёв. Сумма всех толщин слоёв-это толщина надстройки. Для велосипедных и пешеходных дорог при грунте

класса морозоустойчивости Ф1 мероприятия морозоустойчивости не требуются. Однако нужно обеспечить несущую способность $E \geq 80 \text{ MN/m}^2$ на поверхности дорожного кирпича.

Этап 3 Выбор строительного метода

Строительные методы для дорожных покрытий для проезжей части собраны в таблице 4-8. Строительные методы для клинкерных покрытий для проезжей части могут использоваться для строительных классов от 3 до 6. Строительные методы для дорожных покрытий назначены при существенном принятии во внимание требований к строительству дорог в городской местности. При этом они могут быть неравнозначными между собой и в сравнении с для того же строительного класса соответствующими строительными методами с асфальтированной или бетонной поверхностью касательно их несущей способности и сроков эксплуатации.

Каждая строка в таб. 4-8 и 4-9 представляет строительный метод. Выбор для каждого проекта строительства технически и экономически выгодного строительного метода может происходить по следующим точкам зрения:

- доступные на местности строительные материалы
- региональный опыт
- работоспособность возможных строительных фирм
- ожидаемые нагрузки

ТОЛЩИНА В СМ ▼ МИНИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

строка	строительный класс	SV				I				II				III				IV				V				VI							
		B				> 32				> 10 - 32				> 3 - 10				> 0,8 - 3				> 0,3 - 0,8				> 0,1 - 0,3				≤ 0,1			
толщина морозостойчивой надстройки/нагрузок на ось в миллионах		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
несущий слой из щебенки на морозозащитном слое																																	
1	тротуарное покрытие																																
	несущий слой из щебенки													10 3				8 3				8 3				8 3							
	морозозащитный слой													25 38				20 31				15 26				15 26							
	толщина морозозащитного слоя													- - 27 ³⁾ 37				- - 34 ²⁾ 44				- 19 ³⁾ 29 39				- 19 ³⁾ 29 39							
несущий слой из гравия на морозозащитном слое																																	
2	тротуарное покрытие																																
	несущий слой из гравия													10 3				8 3				8 3				8 3							
	морозозащитный слой													30 43				25 36				20 31				20 31							
	толщина морозозащитного слоя													- - - 32 ²⁾				- - 29 ³⁾ 39				- - 24 ²⁾ 34				- - 24 ²⁾ 34							
несущий слой из щебенки или гравия на морозозащитном слое																																	
3	тротуарное покрытие																																
	несущий слой из щебенки или гравия													10 3				8 3				8 3				8 3							
	слой из морозостойчивого материала													30 ¹⁶⁾				30 ¹⁶⁾				25 ¹⁶⁾				25 ¹⁶⁾							
	толщина слоя из морозостойчивого материала													Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen																			
несущий слой из асфальта на морозозащитном слое																																	
4	тротуарное покрытие																																
	несущий слой из асфальта													10 3				8 3				8 3				8 3							
	морозозащитный слой													14 27				12 23				10 21				10 21							
	толщина морозозащитного слоя													- 28 ³⁾ 38 48				- 32 ²⁾ 42 52				- 24 ²⁾ 34 44				- 24 ²⁾ 34 44							
несущий слой из гравия или асфальта на морозозащитном слое																																	
5	тротуарное покрытие																																
	несущий слой из асфальта													10 3				8 3				8 3				8 3							
	кожухный несущий слой													15 38				15 34				15 34				15 34							
	толщина морозозащитного слоя													- - 27 ³⁾ 37				- - 31 ²⁾ 41				- - 21 ²⁾ 31				- - 21 ²⁾ 31							
несущий слой из асфальта и несущий слой из гравия на морозозащитном слое																																	
6	тротуарное покрытие																																
	несущий слой из асфальта													10 3				8 3				8 3				8 3							
	несущий слой из гравия													20 43				20 39				20 39				20 39							
	толщина морозозащитного слоя													- - - 32 ²⁾				- 26 ³⁾ 36				- 16 ³⁾ 26				- 16 ³⁾ 26							
несущий слой из пористого бетона на морозозащитном слое																																	
7	тротуарное покрытие																																
	бетонный несущий слой													10 3				8 3				8 3				8 3							
	морозозащитный слой													20 33				15 26				15 26				15 26							
	толщина морозозащитного слоя													- - 32 ²⁾ 42				- 29 ³⁾ 39 49				- 19 ³⁾ 29 39				- 19 ³⁾ 29 39							

1) при отличающихся показателях толщины морозозащитного слоя и слоя из морозостойчивого материала определяются по табл. 8
 2) применимо с круглозернистыми камушками только при местной проверке
 3) применимо с дробленными камушками только при местной проверке
 8) отличающаяся толщина камня см. 3.3.5
 15) смотри нормы
 16) при несущем слое гравия в строительных классах 3 и 4 40 см толщиной, в строительных классах 5 и 6 30 см толщиной

Таб. 4-8: Методы строительства тротуарного покрытия для проезжей части на грунте/основании Ф2 и Ф3

ТОЛЩИНА В СМ ▼ МИНИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

строка	методы строительства с	асфальтовое покрытие			бетонное покрытие			покрытие из кирпичей			покрытие из плит		
		толщина морозостойчивой надстройки			20	30	40	20	30	40	20	30	40
слой из морозостойчивого материала													
1	покрытие												
	слой из морозостойчивого материала	10	20	30	-	18	28	-	19	29	-	19	29
несущий слой из щебёнки или гравия на морозостойчивом материале													
2	покрытие												
	несущий слой из щебёнки или гравия	-	-	17	-	-	-	-	-	14	-	-	14
несущий слой из щебёнки или гравия на плане													
3	покрытие												
	несущий слой из щебёнки или гравия на плане	-	22	32	-	-	-	-	19	29	-	19	29

6) несущий покрывающий слой

14) также меньшая толщина возможна

Tab. 4-9: Методы строительства тротуарного покрытия для велосипедных и пешеходных дорог на грунте/основании Ф2 и Ф3

Этап 4: Определение толщин слоёв

Для выбранного метода строительства по таблице определяются толщины слоёв. Нормы основываются на толщинах клинкерного тротуарного кирпича для строительного класса 3 в 10 см, для строительных классов 4-6 и для велосипедных и пешеходных дорог в 8 см. Для проезжей части строительных классов 3-6 могут использоваться также клинкерные тротуарные кирпичи больших толщин. Меньшие толщины, но не меньше 6 см могут также использоваться при наличии достаточного положительного опыта с соответствующими региональными строительными методами. Для велосипедных и пешеходных дорог и для соответствующих частных укреплений поверхности могут использоваться клинкерные тротуарные кирпичи меньших толщин чем 6 см, например 45-52 мм. В норме толщина балласта указана 3 см, по стандарту между 3 см и 5 см, то есть должна быть в среднем 4 см.

Определённая толщина морозоустойчивой надстройки должна выполняться также при использовании клинкерных тротуарных кирпичей, которые отличаются от регулярной толщины. Отклонение выравняется изменением толщины морозозащитного слоя или слоя из морозоустойчивого материала. Толщина морозозащитного слоя получается из определённого размера морозоустойчивой надстройки за вычетом толщин слоя тротуарного кирпича, балласта и несущего слоя. Дополнительно по табл. 4-7 нужно проверить соблюдается ли необходимая минимальная толщина морозозащитного слоя в соответствии с несущей способностью. Если необходима большая толщина, нужно увеличить толщину морозозащитного слоя и соответственно надстройки.

Этап 5: Минимальные величины несущей способности на слоях без связующих средств

Для плана и отдельных несущих слоёв без связующих средств в таб. 4-8 и 4-9 указаны

минимальные величины несущей способности. Здесь речь идёт о рекомендациях. Для строительного исполнения действуют требования дополнительных технических условий. Для велосипедных и пешеходных дорог нужно предусматривать как правило показатель деформирования E минимум 80 MN/m^2 на основании (под балластом).

4.3.2 Дополнительные указания для особых видов укрепления поверхностей

4.3.2.1 Проезжая часть в области железнодорожных и трамвайных путей

Площади в области железнодорожных и трамвайных путей это проезжая часть, по которой ездит железнодорожный, трамвайный и автомобильный транспорт. Для этих площадей нужно выбирать минимум ту же толщину надстройки, как для прилегающей улицы. Детали содержатся в памятке о выполнении проезжей части в области железнодорожных и трамвайных путей.

4.3.2.2 Сельскохозяйственные дороги и другие сельскохозяйственные площади

Основой для строительства сельскохозяйственных дорог являются:

- предписания сельского дорожного строительства
- дополнительные технические условия договора и предписания для укрепления сельских дорог
- дополнительные технические условия договора и предписания для создания тротуарных покрытий и бордюров

Участки перехода в главные улицы должны выполняться как эти улицы.

Из-за высокой кислотоустойчивости клинкерных тротуарных кирпичей они часто применяются для укрепления сельскохозяйственных стоил и

элеваторов. Определение надстройки происходит при учёте нагрузке на эти участки по нормам и правилам.

4.3.2.3 Методы строительства с водопроницаемым клинкерным тротуарным кирпичом и клинкерным тротуарным кирпичом для травы

Водопроницаемые укрепления проезжей части водопроницаемым клинкерным тротуарным кирпичом и клинкерным тротуарным кирпичом для травы годятся для дорог строительных классов 5 и 6, для парковок и мало используемых дорог в жилых районах. К ним также относятся умеренно загруженные дороги в сельском хозяйстве, парковочные бухты и зоны спокойного движения. Определение толщины морозоустойчивой надстройки может

происходить на основании следующих таблиц. В них учтено, является ли грунт морозоустойчивым (Ф1), умеренно-средне морозочувствительным (Ф2) или сильно морозочувствительным (Ф3). Состоит грунт/основание из умеренно-средне морозочувствительного (Ф2) или сильно морозочувствительного (Ф3) грунтов необходимо ориентироваться на расчёт для грунта Ф3. Также при определении толщины морозоустойчивой надстройки нужно обращать внимание на неблагоприятные водные условия и водопроницаемые граничные участки. Кроме того нужно предусматривать увеличение толщины из-за направления градиента или других неблагоприятных условий для морозоустойчивости. Из этого получается у морозочувствительных грунтов Ф2 и Ф3 минимальная толщина морозоустойчивой надстройки в табл. 4-11 для перечисленных участков.

грунт достаточно водопроницаемый		необходимая толщина надстройки для		
класс морозочувствительности	вид несущего слоя	проезжая часть строительный класс		велосипедные и пешеходные дороги
		V	VI	
F 1	несущий слой из щебёнки	40 cm	40 cm	30 cm
	несущий слой из гравия	50 cm	50 cm	30 cm

Таб. 4-10: Ориентировочные величины необходимой толщины надстройки при морозоустойчивом и водопроницаемом грунте

грунт:		толщины морозоустойчивой надстройки для			
класс морозочувствительности	зона влияния мороза	проезжей части строительных классов 5 и 6		велосипедные и пешеходные дороги	
		min.	max.	min.	max.
Ф2 или Ф3	I и II	60 cm	70 cm	40 cm	50 cm
	III	70 cm	80 cm	50 cm	60 cm

Таб. 4-11: Толщины морозоустойчивой надстройки для водопроницаемых укреплений проезжей части водопроницаемым клинкерным тротуарным кирпичом и клинкерным тротуарным кирпичом для травы

4.4 Планирование и исполнение укрепления

При определении стандартизированных методов строительства в нормах ориентируются на три требования:

- морозоустойчивость
- достаточная несущая способность
- устойчивость к деформированию

во время планируемого срока эксплуатации для предполагаемой нагрузки движения

Для укреплений дорожным кирпичом, у которых хотя бы частично во время эксплуатации вода проникает в фуги, должна гарантироваться достаточная водопроницаемость с необходимой устойчивости к эрозии.

4.4.1 Грунт/основание

Для восприятия транспортных нагрузок, прежде всего для возможности создания и уплотнения первого несущего слоя, грунт/основание должен иметь достаточную несущую способность и устойчивость к деформированию. По плану можно ездить только при отсутствии при этом вредной сжимаемости, нарушающей сток воды.

Несущая способность

Для доказательства достаточной несущей способности планума нужно с помощью опыта нажатия плитой по стандарту доказать сопротивление деформированию E минимум 45 МН/м². При применении динамично работающего метода проверки, такого как динамичный опыт нажатия плитой для каждого проверяемого участка необходима калибровка на таком же грунте относительно к опыту нажатия плитой по стандарту. Если необходимая грузоподъёмность не достигается необходима замена грунта или его уплотнение, которое однако требует осушение планума.

Уплотнение

В качестве предпосылки для необходимой устойчивости к деформированию грунта/основания ожидаемый или добавленный грунт должен иметь показатели уплотнения, перечисленные в таблицах 4-13 и 4-14.

Дальнейшие указания находятся в памятке о уплотнении грунта и основания в дорожном строительстве.

	зона	группа почвы	показатель уплотнения D [%]
1	планум до 1,0 м глубиной при насыпи и 0,5 м глубиной при углублении	GW, GI, GE SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	100
2	1,0 м под планумом до основания насыпи	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	98
3	от планума до основания насыпи и до 0,5 м глубиной при углублении	GU*, GT*, SU*, ST* U, T, OU ¹⁾ , OT ¹⁾	97

¹⁾ для почв групп OU и OT требования действуют только если их пригодность и условия встраивания особенно исследованы и определены в согласии с заказчиком

Tab. 4-12: Требования к 10 % минимальному количеству для показателя уплотнения D

Плоскость и соответствующее профилю расположение

Планум должен создаваться соответствующим профилю, плоским и способным выдерживать нагрузку. Согласно нормам отклонение планума от нужной высоты не должно превышать +-3 см, если слой без связующих средств встроен сверху. Поперечный наклон планума должен соответствовать поперечному наклону дорожного покрытия. Минимальный поперечный наклон составляет 2,5 %. Только если грунт/основание состоит из водочувствительной почвы нужно делать поперечный наклон планума минимум 4,0 %.

Водопроницаемость

Грунт/основание должны иметь достаточную водопроницаемость для передачи воды, которая проходит через фуги и несущие слои в почву. Требуемые показатели пока не определены в нормах. Как правило можно предполагать, что почва с показателем проницаемости $k > 1 \times 10^{-6}$ м/с имеет достаточную водопроницаемость. Проявляет почва меньшую водопроницаемость или ожидается поднимающийся уровень воды или проникание воды со стороны, делается дренаж планума.

4.4.2 Несущие слои без связующих средств

Несущими слоями называют все верхние построенные слои под покрытием из дорожных кирпичей. Их задача распределять нагрузки на покрытие из дорожных кирпичей и отводить на основание. Поэтому несущие слои должны иметь как соответствующую требованиям грузоподъёмность, так и достаточные морозоустойчивость и устойчивость к деформированию. Используемые под покрытием из дорожных кирпичей несущие слои должны к тому же быть длительно водопроницаемыми для способности поглотить в покрытие воду передавать к грунту/основанию.

В качестве несущих слоёв в укреплениях из дорожных кирпичей используются преимущественно несущие слои без связующих средств. На участках, к которым на основании транспортной нагрузки предъявляются особенно высокие требования к устойчивости к деформированию несущих слоёв, иногда делаются несущие слои из пористого бетона или водопроницаемых асфальтовых несущих слоёв.

Для укрепления поверхностей покрытием из клинкерных дорожных кирпичей преимущественно используются несущие слои без связующих средств. Предъявляющиеся к этим слоям требования и указания к их созданию собраны в дальнейшем тексте. Информация о несущих слоях из пористого бетона есть в памятке о несущих слоях из пористого бетона. Водопроницаемые асфальтовые несущие слои создаются по памятке о водопроницаемых укреплениях проезжей части.

4.4.2.1 Требования к несущим слоям без связующих средств

Требования к почвам или смеси из щебёнки, используемых для создания несущих слоёв без связующих средств есть в технических условиях поставки для смесей строительных материалов и почв для создания слоёв без связующих средств в дорожном строительстве. Для используемых в них смесей из щебёнки действуют к тому же технические условия поставки для смесей из щебёнки в дорожном строительстве относительно состава, распределения размеров зёрен, формы зёрен, содержания мелких частей, сопротивления к дроблению и морозостойчивости. Качества смесей из щебёнки и требуемые категории (минимальные показатели) находятся в приложении.

Несущие слои без связующих средств по стандартам и нормам являются как слоями из морозостойчивого материала и морозозащитными слоями так и несущими слоями из щебёнки и гравия.

а) Слои из морозостойчивого материала и морозозащитные слои

Слои из морозостойчивого материала служат исключительно повышению толщины надстройки для создания запланированной толщины

морозостойчивой надстройки. Увеличение несущей способности, исходящее из планама этими слоями не достигается. Для их создания используются морозостойчивые почвы групп GE, GW, GI, SE, SW и SI согласно нормам. В отличие от слоёв из морозостойчивого материала морозозащитными слоями достигается увеличение несущей способности, исходящее из планама. Поэтому необходимо подтверждение достижения минимального показателя устойчивости к деформированию E на поверхности морозозащитного слоя с помощью опыта нажатия плиты по стандарту. Морозозащитные слои делаются из морозостойчивых строительных смесей и/или почв. Используются смеси строительных материалов калибром 0/2, 0/4, 0/5, 0/8, 0/11, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/56, 0/63, причём в верхних 20 см морозозащитного слоя самые крупные частицы должны быть минимум 8 мм. Требования к форме распределительной линии размеров частиц представлены в нормах. При поставке согласно нормам максимальное количество мелких частиц (до 0,063 мм) не должно превышать 5 %. Во встроеном состоянии (при учёте уменьшения частиц при строительстве) допускается максимальное количество мелких частиц 7 %. Минимальная толщина каждого слоя указана в нормах в зависимости от размера самых крупных частиц строительных смесей. После создания слоя нужно проконтролировать его ровность, соответствующее профилю положение, степень уплотнения и степень деформирования.

Несущая способность

Для подтверждения несущей способности определяется степень деформирования E с помощью опыта нажатия плиты по стандарту. Необходимо соблюдать показатели степени деформирования E названные в табл. 4-13.

Строительные классы	Степень деформирования E2 на морозозащитном слое исходя из степени деформирования на плане $\geq 45 \text{ MN/m}^2$
III и IV	$\geq 120 \text{ MN/m}^2 (\geq 100 \text{ MN/m}^2)^{1)}$
V и VI	$\geq 100 \text{ MN/m}^2 (\geq 80 \text{ MN/m}^2)^{2)}$
Требования не действуют для слоёв из морозоустойчивого материала	
¹⁾ если за счёт уплотнения находящихся выше несущих слоёв достигается степень деформирования $\geq 120 \text{ MN/m}^2$, можно в описании работ предусмотреть для морозоустойчивого слоя степень деформирования $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ ²⁾ если за счёт уплотнения находящихся выше несущих слоёв достигается степень деформирования $\geq 100 \text{ MN/m}^2$, можно в описании работ предусмотреть для морозоустойчивого слоя степень деформирования $\geq 80 \text{ MN/m}^2$	

Tab. 4-13: Минимальные показатели степени деформирования E на морозозащитном слое согласно нормам

Уплотнение

Морозозащитный слой или слой из морозоустойчивого материала нужно уплотнить так, чтобы была достигнута степень уплотнения D по таблице 4-14. Если вместо проверки степени уплотнения проверяется качество уплотнения действует следующее:

соотношение степеней деформирования E1/E2 не должно превышать 2,2, если предписана степень уплотнения $D > 103 \%$. Требуется степень уплотнения $D < 103 \%$ соотношение степеней деформирования E1/E2 не должно превышать 2,5. Более высокие соотношения степеней деформирования E1/E2 допускаются, если показатель E1 составляет минимум 0,6 от требуемого показателя E2.

номер	участки	строительные смеси и почвы по нормам	степень уплотнения D, %	
			строительные классы 3,4 и 5	строительный класс 6, велосипедные и пешеходные дороги, остальные площади
1	поверхность морозозащитного слоя глубиной до 0,2 м	0,8-0,63 и почвы GW и GI	103	100
2	морозозащитный слой под участком 1 и слой из морозоустойчивого материала	все строительные смеси и почвы участка 1 и SE, SW, SI, GE и калибров 0/2 и 0/4	100	

Tab. 4-14: Минимальные требования к степени уплотнения D строительных смесей и почв в морозозащитном слое или слое из морозоустойчивого материала по нормам

Ровность и соответствующее профилю расположение

Достаточная ровность и соответствующее профилю расположение морозозащитного слоя должны обеспечивать разумное ограничение потребности в материале для расположенных сверху несущих слоёв. Неровности на поверхности морозозащитного слоя под мерной рейкой 4 м (участок измерения 4 м) должны по стандарту не превышать 3 см. Соответствующее профилю расположение согласно нормам имеется, если отклонение поверхности морозозащитного слоя от нулевой высоты не превышает +2 см.

б) Несущие слои из гравия (KTS) и щебёнки (STS)

Строительные смеси для несущих слоёв из гравия и щебёнки механическими способами добываются в карьерах и целенаправленно смешиваются до определённого состава. Производятся строительные смеси 0/32, 0/45 и 0/56, причём для избежания больших расслоений смесей и с учётом необходимой стабильности фильтрации к балласту в укреплениях из тротуарного кирпича нужно использовать смеси 0/32 и 0/45.

Кривая распределения зёрен строительных смесей должна соответствовать области линий просеивания по нормам. Для обеспечения достаточной водопроницаемости и морозоустойчивости максимальное количество мелких частиц (до 0,063 мм) во встроеном состоянии не должно превышать 5 % (вместо 7 %). Рекомендуются смеси из натуральной щебёнки, линии просеивания которых проходят вблизи нижней граничной линии просеивания. Число неравномерности смеси U не должно превышать 13.

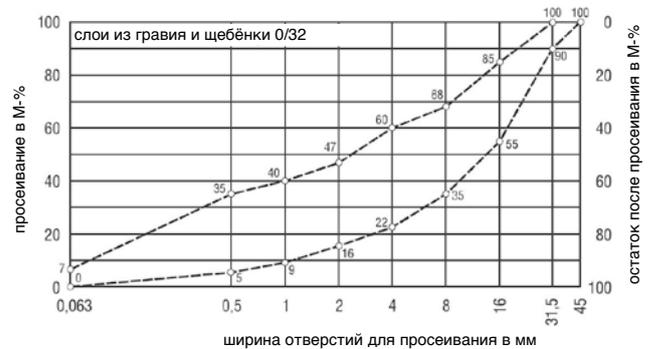


Abb. 4-3: Линии области просеивания для слоёв из гравия и щебёнки 0/32 во встроеном состоянии по нормам

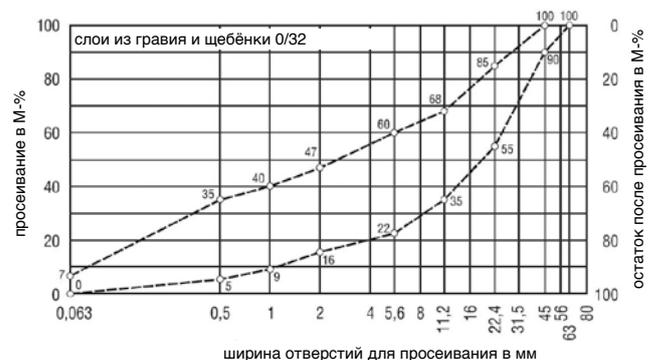


Abb. 4-4: Линии области просеивания для слоёв из гравия и щебёнки 0/45 во встроеном состоянии по нормам

Во избежание раздроблений и измельчения частиц во время встраивания смеси должны иметь высокое сопротивление раздроблению. Они должны в дополнение к нормам иметь по возможности показатель Лос Анжелес до 25 (альтернативно показатель раздробления ударом до 22).

Особое значение имеет хорошая способность к обработке и уплотнению строительных смесей для избежания смещения слоёв и соблюдения заданного содержания воды во встроеном состоянии (см. памятку о производстве несущих и верхних слоёв без связующих средств). Строительные смеси должны поэтому при их производстве равномерно смешиваться с

добавлением воды. На месте строительства они должны быть защищены от высыхания и тщательно уплотняться для предупреждения расслоения смеси. Расслоения происходят во время транспортировки и разгрузки, поэтому нужно количество этих процессов по возможности минимизировать.

Соответствующее профилю распределение материала и последующее уплотнение должны проводиться быстро, без длительных остановок работ. Вид и количество строительной техники нужно соответственно запланировать и обеспечить. При сооружении несущих слоёв из щебёнки и гравия должны по возможности применяться асфальтоукладчики для достижения необходимого качества несущих слоёв. В области строительства коммунальной проезжей части, предпочтительной области применения укреплений из тротуарных кирпичей, из-за многих сооружений и часто меняющихся поперечных размеров не всегда могут применяться асфальтоукладчики. Здесь предлагается применение грейдеров или бульдозеров. Однако для этого требуется опыт и особенная точность при исполнении.

При подвозе материала для несущих слоёв транспортные средства не должны вызывать деформаций в форме следов или уплотнений.

При умеренной несущей способности уже готового планама необходимо встраивание материала несущего слоя с головы. Дальнейшие указания есть в памятке для производства несущих и верхних слоёв без связующих средств .

После создания слоя контролируется его толщина, ровность и соответствующее профилю расположение.

Несущая способность

Для доказанной несущей способности определяется степень деформирования E с помощью метода нажатия плитой по стандарту. Нужно соблюдать названные в таблице 4-15 величины степени деформирования E .

По правилам у укреплений поверхностей строительных классов 3 и 4 верхний несущий слой без связующих средств должен иметь степень деформирования ≥ 180 МН/м². С учётом необходимой водопроницаемости несущего слоя нужно с помощью пробного строительства проверить выполнение в равной степени требований к несущей способности и водопроницаемости. В противном случае нужно использовать другую строительную смесь.

Строительный метод "Несущий слой из щебёнки на морозозащитном слое"			
Строительные классы 3 и 4		Строительные классы 5 и 6	
Толщина несущего слоя из щебёнки	Степень деформирования E несущего слоя из щебёнки¹⁾	Толщина несущего слоя из щебёнки	Степень деформирования E несущего слоя из щебёнки²⁾
≥ 15 см	≥ 150 MN/m ²	≥ 15 см	≥ 120 MN/m ²
≥ 20 см	≥ 180 MN/m ²	≥ 20 см	≥ 150 MN/m ²
1) подразумеваемая степень деформирования морозозащитного слоя ≥ 120 MN/m ²		2) подразумеваемая степень деформирования морозозащитного слоя ≥ 100 MN/m ²	

Строительный метод "Несущий слой из гравия на морозозащитном слое"			
Строительные классы 3 и 4		Строительные классы 5 и 6	
Толщина несущего слоя из гравия	Степень деформирования E несущего слоя из гравия¹⁾	Толщина несущего слоя из гравия	Степень деформирования E несущего слоя из гравия²⁾
≥ 20 см	≥ 150 MN/m ²	≥ 20 см	≥ 120 MN/m ²
≥ 25 см	≥ 180 MN/m ²	≥ 25 см	≥ 150 MN/m ²
1) подразумеваемая степень деформирования морозозащитного слоя ≥ 120 MN/m ²		2) подразумеваемая степень деформирования морозозащитного слоя ≥ 100 MN/m ²	

Строительный метод "Несущий слой из щебёнки на плане или слое из морозоустойчивого материала"				
Строительные классы 3 и 4		Строительные классы 5 и 6		Велосипедные и Пешеходные дорожки
Толщина несущего слоя из щебёнки	Степень деформирования E несущего слоя из щебёнки³⁾	Толщина несущего слоя из щебёнки	Степень деформирования E несущего слоя из щебёнки³⁾	Степень деформирования E несущего слоя из щебёнки³⁾
≥ 30 см	≥ 150 MN/m ²	≥ 25 см	≥ 120 MN/m ²	≥ 80 MN/m ²
3) подразумеваемая степень деформирования морозозащитного слоя ≥ 45 MN/m ²				

Строительный метод "Несущий слой из гравия на плане или слое из морозоустойчивого материала"				
Строительные классы 3 и 4		Строительные классы 5 и 6		Велосипедные и Пешеходные дорожки
Толщина несущего слоя из гравия	Степень деформирования E несущего слоя из гравия³⁾	Толщина несущего слоя из гравия	Степень деформирования E несущего слоя из гравия³⁾	Степень деформирования E несущего слоя из гравия³⁾
≥ 40 см	≥ 150 MN/m ²	≥ 30 см	≥ 120 MN/m ²	≥ 80 MN/m ²
3) подразумеваемая степень деформирования морозозащитного слоя ≥ 45 MN/m ²				

Tab. 4-15: Минимальные значения степени деформирования для несущих слоёв из щебёнки и гравия

Уплотнение

Для несущих слоёв из щебёнки и гравия требуется степень уплотнения минимум 103 %. Исключение составляет проезжая часть со многими сооружениями, препятствующими уплотнению. Здесь требуется степень уплотнения минимум 100 %. Если вместо определения степени уплотнения применяется соотношение E1/E2 по результатам опыта нажатия плиты действуют правила для морозозащитных слоёв.

Ровность и соответствующее профилю расположение

Поверхность несущих слоёв из щебёнки и гравия может иметь неровности на участке измерения длиной 4 м максимум 2 см. Для обеспечения равномерной толщины балласта рекомендуется к верхнему несущему слою предъявить повышенные требования к ровности и ограничить допустимые неровности ≥ 1 см на участке измерения длиной 4 м.

Соответствующее профилю расположение по стандарту имеется, если отклонения поверхности несущих слоёв от нужной высоты не больше 2 см.

Толщина встроенного слоя

Необходимо соблюдать указанные в нормах в зависимости от калибра материала несущего слоя указанные минимальные толщины слоёв. Отдельные величины толщины встроенных слоёв не должны быть ниже договорённых величин.

с) Водопроницаемость несущих слоёв без связующих средств

Требования к водопроницаемости несущих слоёв без связующих средств в нормах не сформулированы. Также стандарт предполагает

только достаточную водопроницаемость подстройки дорожных покрытий для отвода через фуги проникающей воды через надстройку. В памятке рекомендуется водопроницаемость несущих слоёв без связующих средств в уплотнённом состоянии $k \geq 10$ в степени 5 м/с. Так как только для немногих материалов несущих слоёв есть данные о водопроницаемости имеет смысл вместо водопроницаемости проверять на месте производительность просачивания после создания каждого слоя. Это может происходить с помощью инфильтрометра. Альтернативно предлагается простой, практичный метод определения водопоглощения k по стандарту. Водопоглощение $k \geq 10$ в степени 5 м/с считается доказанным, если 2 л воды в пределах герметично поставленного на поверхности несущего слоя металлического кольца диаметром 290 мм пройдёт за 50 минут. При этом вода не должна растекаться по всей площади поверхности несущего слоя. Рекомендуется метод проверки и требование к величине показателя водопроницаемости внести в договор.

д) Использование утилизированных строительных материалов и промышленных побочных продуктов

Вместо использования натуральных щебёнки и гравия часто рассматривают возможность использования утилизированных строительных материалов и промышленных побочных продуктов. Вода, которая поднимается из несущих слоёв на поверхность из клинкерного тротуарного кирпича и там испаряется может при использовании утилизированных строительных материалов и промышленных побочных продуктов привести к выцветанию.

При использовании утилизированных строительных материалов и промышленных побочных продуктов под поверхностями из клинкерного тротуарного кирпича, они должны подлежать не только контролю качества согласно

нормам. Производитель должен гарантировать, что их использование под поверхностями из клинкерного тротуарного кирпича безвредно и не может привести к выцветанию.

4.4.3 Покрытие из дорожных кирпичей

Покрытие из дорожных кирпичей состоит из клинкерного тротуарного кирпича, балласта и заполнителя фуг. Требования к клинкерному тротуарному кирпичу, материалам балласта и заполнителя фуг установлены в стандартах и нормах. Определения насчёт образа действий при создании покрытий из дорожных кирпичей и плит и требования к качеству исполнения дополнительно к стандарту есть в нормах.

Перед началом создания покрытия из дорожных кирпичей нужно проверить отвечает ли основание требованиям технического стандарта касательно:

- несущей способности,
- качеству уплотнения,
- водопроницаемости, планомерной высоте, уклону и ровности.

4.4.3.1 Балласт

При выполнении требований технического стандарта в качестве балласта используются несвязанные щебёнки и гравий. Требования к балласту описаны в нормах.

Роль балласта - выровнять расхождения размеров толщин клинкерного тротуарного кирпича. Во время срока эксплуатации нагрузки на поверхность должны с достаточным сопротивлением деформированию отводиться в основание. Щебёнки и гравий используемый в качестве балласта должен иметь следующие качества:

- гомогенное меланжирование для избежания перераспределений зёрен
- хорошая уплотняемость для выравнивания

расхождения размеров толщин клинкерного тротуарного кирпича

- достаточная водопроницаемость, также в уплотнённом состоянии благодаря соответствующему распределению зёрен
- достаточная прочность (например твёрдые камни такие, как диабаз, базальт)

Щебёнки и гравий со скрытыми гидравлическими качествами должны применяться только при наличии достаточного положительного опыта при сравнимой нагрузке.

В качестве материала балласта для проезжей части строительных классов 3 и 4 применяются строительные смеси из ломанных камешков с достаточной прочностью. Они должны иметь сопротивление раздроблению категории SZ (показатель сопротивления раздроблению) или LA (Лос Анжелес показатель). Рекомендуются ломанные твёрдые породы (например базальтовый мелкий щебень), который после обработки вибрацией покрытия из клинкерного тротуарного кирпича показывает высокую стабильность и во время транспортной нагрузки не раздавливается. Не рекомендуется менее твёрдый известняк в качестве балласта при равномерно повышенной транспортной нагрузке, так как он легко может быть разломан. В качестве материала балласта для проезжей части строительных классов 5 и 6 и дорожек и других площадей альтернативно могут использоваться круглозернистые щебёнки и гравий.

Для проезжей части строительных классов 3-6 используемые балластные материалы должны отвечать следующим требованиям к распределению зёрен разных размеров:

- балластный материал 0/4 и 0/5: просеивание 30 до 60 М% при размере отверстий сита 2 мм
- балластный материал 0/8: просеивание 30 до 75 М%

при размере отверстий сита 2 мм и 50 до 90 М%
при размере отверстий сита 4 мм

Рекомендуется предъявлять эти требования также к материалу балласта для поверхностей, подвергающихся меньшим нагрузкам.

Название фирмы



лист данных балластный материал		Sorten-Nr.	
Строительная смесь из дроблённой или недроблённой щебёнки для дорожных покрытий из кирпича и плит при несвязанном исполнении согласно стандарту Вид породы Доменный шлак и шлаки из доменных печей можно использовать согласно нормам только при соответствующем смешивании с натуральными породами			
Область применения			
Дорожные покрытия из кирпича до строительного класса 5 включительно согласно нормам			
Специфические качества породы¹⁾			
Форма зерна грубо измельчённых пород	Kornformkennzahl ≤ 50 bzw. Plattigkeitskennzahl ≤ 50	Kategorie Sl_{50} bzw. Kategorie Fl_{50}	TL Gestein-StB 04, Anhang H
Показатель сопротивления раздроблению или Лос Анжелес показатель	Soll: ≤ 26 Ist:	Soll-Kategorie SZ_{26} Ist-Kategorie	TL Gestein-StB 04, Anhang H
	Soll: ≤ 30 Ist:	Soll-Kategorie LA_{30} Ist-Kategorie	TL Gestein-StB 04, Anhang H
¹⁾ Alle hier nicht aufgeführten gesteinspezifischen Eigenschaften gemäß den TL Gestein-StB 04, Anhang H, werden ebenfalls eingehalten.			
Специфические качества смеси			
Часть раздроблённых поверхностей	keine Anforderung	Kategorie C_{NR}	--
Коэффициент текучести	Ist:	Kategorie E_{CS} angegeben	TL Gestein-StB 04, Anhang H bzw. TL Pflaster-StB 06, 2.
Максимальная часть мелких частиц	Durchgang 0,063 mm ≤ 5 M.-%	Kategorie UF_5	TL Pflaster-StB 06, 3.2.2
Минимальная часть мелких частиц	keine Anforderung	Kategorie LF_N	TL Pflaster-StB 06, 3.2.2
Часть крупных частиц	Прохождение 2 D 100 M.-% Прохождение 1,4 D 100 M.-% Прохождение D 90-99 M.-%	Kategorie OC_{90}	TL Pflaster-StB 06, 3.2.3
Состав строительной смеси находится в пределах классификационной линии			
Строительная смесь поставляется равномерно увлажнённой и равномерно смешанной			

Abb. 4-5: Пример листа данных балластного материала (здесь балласт 0/8 из круглозернистых и/или дроблённых пород)

Требования к материалу балласта для дорожных покрытий наглядно представлены в форме листов данных изделий. Их можно получить в немецкой ассоциации кирпичной промышленности или в интернете www.pflasterklinker.de

Большое значение имеет достаточная водопроницаемость балластного материала в уплотнённом состоянии и прежде всего стабильность фильтрации к под балластом находящимся несущим слоям, для избежания проявления эрозии на границе балласта с несущим слоем без связующих средств. Доказательство стабильности фильтрации происходит на основании линий распределения частиц материалов балласта и несущих слоёв. Стабильность фильтрации имеется если выполнены следующие условия:

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 5 \quad \text{условие безопасности против эрозии}$$

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} \leq 25 \quad \text{условие безопасности против контактной эрозии}$$

- C**
 D_{15}, D_{50} диаметры зёрен (мм) несущих слоёв при 15 или 50 М % просеивании
 d_{50}, d_{85} диаметры зёрен (мм) балласта при 50 или 85 М % просеивании

Материал балласта нужно встраивать с планомерной толщиной плюс размер на уплотнение (добавка на снижение толщины из-за уплотнения). Размер на уплотнение зависит от вида и размера клинкерного тротуарного кирпича, балластного материала и его влажность. Для дорожных покрытий, выполняемых машинами рекомендуется предварительное уплотнение перед стягиванием поверхности.

Толщина балласта в уплотнённом состоянии должна быть 3-5 см. Верхняя величина не должна нарушаться, для избежания усадки. По нормам допускается снижение нижней границы на 1 см (минимальная толщина балласта 2 см). Неровности верхних несущих слоёв нельзя выравнять

материалом балласта.

Смежные площади должны выполняться из клинкерного тротуарного кирпича одной толщины. Возможные отклонения толщин (например на переездах с большей толщиной кирпича) должны выравняться не балластом, а несущими слоями.



Abb. 4-6: Стягивание поверхности балласта при использовании предварительно выпрямленной металлической шины



Abb. 4-7: Стягивание поверхности балласта при использовании лекала

4.4.3.2 Слой из тротуарного кирпича

Как форма так и толщина клинкерного тротуарного кирпича имеют большое влияние на стабильность и срок эксплуатации покрытия из тротуарного кирпича. Выбор клинкерного тротуарного кирпича должен происходить в зависимости от ожидаемой транспортной нагрузки и категории использования.

Клинкерный тротуарный кирпич для проезжей части:

Для проезжей части с интенсивным движением грузовиков в строительных классах 4,5 и 6 по нормам толщина клинкерного тротуарного кирпича должна быть 80 мм. Клинкерный тротуарный кирпич меньшей толщины, но не ниже 60мм может использоваться альтернативно, если имеется достаточно положительного опыта в испытанных местных строительных методах. Разницы толщин к требуемым толщинам по стандарту выравниваются за счёт несущих слоёв.

В строительном классе 3 на основании высокой транспортной нагрузки необходим клинкерный тротуарный кирпич толщиной 100 мм. Альтернативно возможна укладка на ребро для достижения толщины слоя из кирпичей 100 мм. Кроме того необходимо выбрать соединения, обеспечивающие хорошее распределение нагрузки. При ожидании больших горизонтальных нагрузок (например из-за рулевых, тормозных маневров и ускорения на автобусных остановках, перед развилками, на площадях с большим уклоном или на местах разворотов) укладка должна проводиться в диагональном или чешуйчатом соединении.

Клинкерный тротуарный кирпич для велосипедных и пешеходных дорог:

Нормированная толщина клинкерного тротуарного кирпича для велосипедных и пешеходных дорог указанная в нормах 80 мм. Однако возможно использование кирпичей меньшей толщины, например 45мм или 52мм. Для переездов, например подъездов к участкам, на которых происходит

регулярный проезд машин, толщина кирпичей, при укладке на ребро толщина кирпичного слоя должны соответствовать транспортной нагрузке.

Клинкерный тротуарный кирпич для частных, не проезжих участков:

Не проезжие участки с умеренными нагрузками, как они встречаются на частных территориях, могут выполняться с меньшей толщиной тротуарного покрытия. Для дорожек вокруг дома, террас и подходов годятся клинкерные тротуарные кирпичи толщиной 45 мм, 52 мм, 62 мм и 71мм.

Уже при доставке клинкерных тротуарных кирпичей на стройплощадку необходимо проверить на основании доставочных документов, осмотра и сравнения с образцами, соответствует ли доставленный товар заказу. При сомнениях нельзя начинать укладочные работы. При поставке камней, отличающихся от заказанных укладочные работы можно начинать только после выяснения дела.

Клинкерные тротуарные кирпичи преимущественно укладываются вручную на до уровня вытянутый балласт. Укладка происходит от уже выложенной площади, причём кирпичи смешиваются из разных упаковок и плоско или на ребро кладутся рядом. При этом нужно соблюдать выбранный узор. Выполнение ровного хода фуг в продольном и поперечном направлениях должно регулярно контролироваться с помощью шнура и угла. Большое значение имеет соблюдение минимальной ширины фуги 3 мм согласно стандарту. При недостаточной ширине фуги не могут быть достаточно наполнены. Имеется прямой контакт между кирпичами, уже при вибрации тротуарной поверхности происходит отламывание краёв кирпичей. Также максимальная толщина фуг по стандарту 5 мм должна соблюдаться. Однако фуги до 7 мм должны толерироваться, так как из-за допустимых отклонений размеров клинкерных тротуарных кирпичей обычно размеренные, прямолинейные фуги не всегда возможны.



Abb. 4-8: Ручная укладка клинкерных тротуарных кирпичей

При достаточном размере площади укладки альтернативно может быть экономна механическая укладка клинкерных тротуарных кирпичей. Для механической укладки клинкерных тротуарных кирпичей необходимо наличие у кирпичей формованных выступов для зазоров и соответствующую укладку упаковку. С помощью укладочного зажима при укладке машиной берётся один слой с палеты. В зажатом состоянии благодаря выступам для зазоров получается минимальный зазор между кирпичами 2-2,5 мм. Из-за уменьшения силы зажимания при выкладывании кирпичей в соединение с помощью специального приспособления, которые имеют современные укладочные машины, кирпичи дугообразно выкладываются из зажима. Из-за этого увеличивается ширина фуг до соответствующего требованиям размера. Нужно избегать горизонтальное совместное сжатие кирпичей после выкладывания, например с помощью кувалды. При необходимости нужно выравнивать кирпичи для равномерной картины фуг. Но это не должно приводить к нарушению минимальной ширины фуг.

При планировании площадей с клинкерными тротуарными кирпичами ширина укладки должна по возможности соответствовать размеру шага. Размер шага получается из номинального размера клинкера с учётом толщины фуги. Так как в связи с производством размеры клинкера колеблются в допустимых пределах, перед укладкой нужно проверить доставленные кирпичи. После этого по необходимости подгоняют размер шага с учётом соответствующей норме ширины фуг.

Таким образом можно избежать ненужную обрезку на краях. Если необходимо вырезать подходящие камни, самая короткая сторона их не должна быть меньше чем половина самой большой стороны доставленных кирпичей. Также нужно избегать острых (угол менее 45 °) частей. Это необходимо, чтобы не подвергать опасности стабильность поверхности, так как слишком маленькие камни через короткое время расшатываются. Нужно пытаться снизить количество вырезанных камней. При следовании этой цели, необходимо изменение узора на участках присоединений, хотя это ведёт к неудовлетворительным дизайнерским решениям.

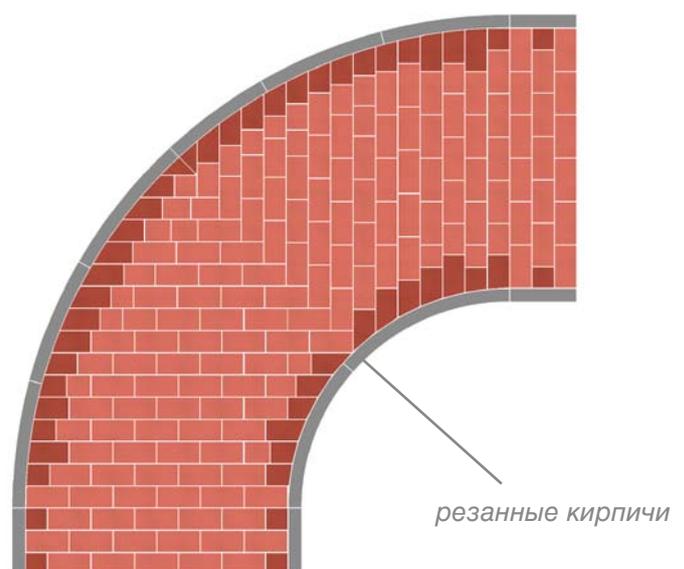


Abb. 4-9: Пример выполнения на закруглении

4.4.3.3 Уплотнение и заполнение фуг

Материал фуг

Обычный строительный метод по стандарту содержит применение несвязанной щебёнки в качестве материала фуг, причём дроблёные породы (раннее название смесь дроблёного песка с мелким щебнем) особенно годятся. Максимальный размер зерна должен соответствовать ширине фуг. Материал фуг должен легко заходить в фуги и иметь высокое сопротивление против выдувания из фуг, так что при последующей интенсивной чистке фуги по возможности полностью должны быть заполнены.

Нормы допускают строительные смеси с зернистостью 0/4 мм, 0/5 мм, 0/8 мм и 0/11 мм в качестве материала для фуг. Для обеспечения полного захода материала фуг и избежания блокирования отверстия фуг грубыми зёрнами, рекомендуется выбирать максимальный размер зерна не больше, чем максимальная ширина фуг. Должны применяться материалы для фуг 0/4 и 0/5.

Материал для фуг должен иметь минимальное содержание мелких частей (диаметр зерна <0,063 мм) 2 М % (категория LF). В соответствии с морозоустойчивостью материала фуг определено максимальное содержание мелких частей 9 М % (категория UF). Строительные смеси 0/4 и 0/5 должны иметь максимальное количество больших частиц 10 М % (категория G). При размере отверстий решета, соответствующему 1,4 величины больших частиц, скорость просеивания должна быть 100 М %. Строительная смесь 0/2 должна иметь максимальное количество больших частиц 15 М % (категория G 85). При размере отверстий решета 4 мм скорость просеивания должна быть 100 М %. Дополнительно для строительной смеси 0/2 из круглых зёрен действует правило, что при размере отверстий решета 2,8 мм скорость просеивания должна быть 95 М %.

Для проезжей части строительных классов 3-6 нужно применять материалы фуг, отвечающие следующим требованиям к распределению

размеров зёрен:

Строительные смеси 0/4 и 0/5: скорость просеивания 30-75 М %, размер отверстий решета 2 мм,

Для строительных смесей 0/8 и 0/11 предъявленные требования к скорости просеивания через решето указаны в нормах

Строительная смесь 0/2: скорость просеивания 40-70 М %, размер отверстий решета 1 мм.

Для проезжей части строительных классов 3-6 нужно применять материалы фуг, коэффициент течения которых соответствует категории E35. Количество сломанных поверхностей должно соответствовать категории C, это значит часть полностью или частично сломанных зёрен должно составлять 90-100 М %, часть полностью округлённых зёрен не превышать 3 М %. Эти требования как правило выполняются только строительными смесями из сломанных пород.

Строительные смеси из круглозернистых пород согласно нормам нельзя применять для строительных классов 3-6. В некоторых районах Германии до сих пор есть только смеси из круглозернистых пород. Ими также легче заполнять фуги, чем дроблёнными смесями, но они имеют меньшее сопротивление к выдуванию из фуг. Имеется региональный положительный опыт использования строительных смесей из круглозернистых пород, тогда они могут дальше использоваться. Однако это должно быть предусмотрено и договорено в описании работ. Материал фуг должен иметь тогда размер максимальных зёрен 4 мм и равномерное распределение зёрен.

Требования к материалу фуг для дорожных покрытий собраны в форме листов данных изделий. Их можно получить в немецкой ассоциации кирпичной промышленности или в интернете www.pflasterklinker.de.

Название фирмы



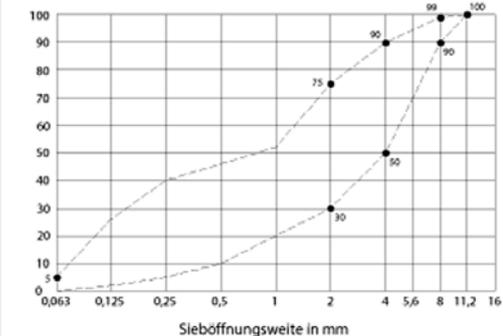
лист данных материала фуг		Sorten-Nr.	
Строительная смесь из недроблённой щебёнки для дорожных покрытий из кирпича и плит при несвязанном исполнении согласно стандарту Вид породы Доменный шлак и шлаки из доменных печей можно использовать согласно нормам только при соответствующем смешивании с натуральными породами			
Область применения			
Дорожные покрытия из кирпича до строительного класса 3 включительно согласно нормам			
Специфические качества породы¹⁾			
Форма зерна грубо измельчённых пород	Kornformkennzahl ≤ 50 bzw. Plattigkeitskennzahl ≤ 50	Kategorie SI_{50} bzw. Kategorie FI_{50}	TL Gestein-StB 04, Anhang H
Показатель сопротивления раздроблению или Лос Анжелес показатель	Soll: ≤ 26 Ist:	Soll-Kategorie SZ_{26} Ist-Kategorie	TL Gestein-StB 04, Anhang H
	Soll: ≤ 30 Ist:	Soll-Kategorie LA_{30} Ist-Kategorie	TL Gestein-StB 04, Anhang H
¹⁾ Alle hier nicht aufgeführten gesteinspezifischen Eigenschaften gemäß den TL Gestein-StB 04, Anhang H, werden ebenfalls eingehalten.			
Специфические качества смеси			
Часть раздроблённых поверхностей	Anteil vollständig gebrochener und teilweise gebrochener Körner 90-100 M.-%; Anteil vollständig gerundeter Körner 0-3 M.-%	Kategorie $C_{90/3}$	ZTV Pflaster-StB 06, 1.5.1.2
Коэффициент текучести	≥ 35	Kategorie $E_{CS,35}$	ZTV Pflaster-StB 06, 1.5.1.2
Максимальная часть мелких частиц	Durchgang bei 0,063 mm ≤ 9 M.-%	Kategorie UF_9	TL Pflaster-StB 06, 3.3.2
Минимальная часть мелких частиц	Durchgang bei 0,063 mm ≥ 2 M.-%	Kategorie LF_2	TL Pflaster-StB 06, 3.2.2
Часть крупных частиц	Прохождение 2 D 100 M.-% Прохождение 1,4 D 100 M.-% Прохождение D 90-99 M.-%	Kategorie OC_{90}	TL Pflaster-StB 06, 3.2.3
Состав строительной смеси находится в пределах классификационной линии			
Строительная смесь поставляется равномерно увлажнённой и равномерно смешанной			

Abb. 4-10: Пример листа данных материала фуг (здесь материал фуг 0/5G из дроблённых пород)

Особое значение имеет стабильность фильтрации материала фуг по отношению к материалу балласта. При отсутствии стабильности фильтрации, материал фуг может проникнуть в балласт. Фуги тогда не остаются длительно наполненными и не обеспечивается стабильность покрытия. Доказательство стабильности фильтрации происходит на основании линий распределения зёрен материалов фуг и балласта. Стабильность фильтрации считается достаточной, если выполнены следующие условия:

$$\frac{D_{15}}{d_{15}} \geq 1 \quad \text{Условие проницаемости}$$

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 4 \quad \text{Условие безопасности против эрозии}$$

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} \leq 5 \quad \text{Условие безопасности против контактной эрозии}$$

C
 D_{15}, D_{50} диаметры зёрен (мм) балласта 15 или 50 М % просеивании
 d_{50}, d_{85} диаметры зёрен (мм) материала фуг 50 или 85 М % просеивании

Для строительных смесей, используемых в качестве материала фуг, необходимо доказательство соответствия качества.

Заполнение фуг и вибрационное уплотнение

Заполнение фуг происходит постепенно по мере продвижения укладки. Перед этим по возможности нужно монтировкой выровнять линии прохождения фуг для обеспечения требуемого стандартом равномерного распределения фуг. Материал фуг наносится на дорожный кирпич, равномерно

распределяется и тщательно заметается в фуги. Слишком большие зёрна, которые не помещаются в фуги, сметаются. Для достижения полного заполнения фуг, материал фуг нужно дополнительно при добавлении воды втирать в фуги.

Втирание может происходить также механически предлагаемыми машинами и устройствами, которые все возможные материалы фуг полностью втирают в фуги. Фуги нужно по возможности полностью заполнять, чтобы при обработке вибрацией камни не сдвигались. Поверхности с незаполненными фугами нельзя обрабатывать вибрацией. После втирания обработка вибрацией должна происходить только после того, как балласт и основа достаточно высохли. В это время поверхность не должна подвергаться нагрузке машин.



Abb. 4-11: Обработка вибрацией предварительно сметённой поверхности клинкерного тротуарного кирпича

Перед обработкой вибрацией нужно смести лишний материал фуг с поверхности, иначе есть опасность загрязнения поверхности. Рекомендуется использовать среднетяжёлые вибрационные плиты с пластмассовой скользящей плитой (центрифугальная сила 20 КН, рабочий вес 130-160 кг). Поверхность тротуарных кирпичей

обрабатывается вибрацией до устойчивости. Обработка производится полосами, находящимися рядом и перекрывающимися, начиная с краёв к середине. При обработке вибрацией происходит уплотнение балласта. Из-за уплотнения и происходящего горизонтального сдвига кирпичей часть материала балласта снизу проникает в фуги и их дополнительно стабилизирует. Проникание материала балласта снизу в фуги уменьшается при предварительно увеличенном уплотнении материала балласта. После обработки вибрацией нужно повторно полностью наполнить фуги вметанием или втиранием материала фуг.

Закрытие фуг

Как показывают результаты научных исследований и практический опыт у новых и недавно сделанных (1-2 года) поверхностей имеется меньшая сопротивляемость к сдвигу, чем у тротуарных поверхностей с большим сроком. Предположительно это связано с попаданием мелких частей в фуги, которое увеличивается со временем и стабилизирует тротуарную поверхность.

Поэтому как окончание работ должно происходить т.н. закрытие фуг. Для этого мелкозернистый материал фуг (0/2) вметается в фуги и втирается. За счёт закрытия фуг стабилизируется поверхность и повышается сопротивление к выдуванию материалу фуг. Можно проводить втирание мелкого материала фуг много раз для улучшения сопротивляемости фуг.

Подходящие вибрационные плиты.

Применяемые для обработки вибрацией тротуарных поверхностей вибрационные плиты должны согласно указаниям производителя быть годными для этих работ. Они должны быть оборудованы плитно-скользящим приспособлением

для предотвращения повреждения поверхности. Нельзя использовать вибрационные валики. Нужно обращать внимание на достаточное высыхание поверхности после втирания материала фуг.

В зависимости от толщины слоя кирпичей (при плоской укладке соответственно толщины кирпичей) применяются плиты различного размера. Выбор плит рекомендуется следующий:

- **Толщина слоя клинкерных тротуарных кирпичей до 60 мм:**
Вибрационная машина с рабочим весом 130 кг и центрифугальной силой 18-20 КН.
- **Толщина слоя клинкерных тротуарных кирпичей 60-100 мм:**
Вибрационная машина с рабочим весом 170-200 кг и центрифугальной силой 20-30 КН.

Дополнительно вибрационные плиты должны соответствовать жесткости поверхности. Например при толщине слоя клинкерных тротуарных кирпичей больше чем 100 мм при связанном несущем слое нельзя использовать вибрационную плиту с рабочим весом больше чем 200 кг. Для поверхностей клинкерных тротуарных кирпичей на предуплотнённом балласте используются более тяжёлые вибрационные плиты чем для поверхностей на не предуплотнённом балласте.

4.4.4 Желоба, бордюры и встраивание

4.4.4.1 Бордюры

Для поверхностей клинкерных тротуарных кирпичей в несвязанном исполнении (обычное исполнение) необходимы стабильные бордюры для предотвращения сдвигов в сторону и вниз кирпичей на краях. Бордюры делают перед тротуарной поверхностью. Для бордюров можно использовать бордюрные, формовые или палисадниковые клинкерные тротуарные кирпичи. Для избежания резки камней необходимо предварительно определить точные расстояния для бордюра выкладыванием отдельных камней. Выполненные перед началом работ планировочные документы обычно основаны на номинальных размерах кирпичей с учётом фуг. Размеры поставленных кирпичей могут отличаться от номинальных размеров в рамках допустимых диапазонов размеров.

Бордюрные камни ставятся на неармированный бетонный фундамент 20 см толщиной со спинкой. Для достижения требуемой по стандарту прочности бетона в готовом виде минимум 8 Н/мм², у бордюров, переезжаемых машинами 15 Н/мм² нужно соблюдать допустимое время обработки.

Спинка для бордюрных камней номинального размера до 80 мм выполняется в опалубку минимум 10 см, иначе минимум 15 см. Бетон спинки перерабатывается вместе с бетоном фундамента. Верхний кант спинки зависит от толщины граничащего укрепления поверхности. Поверхность спинки должна быть немного скошена снаружи.

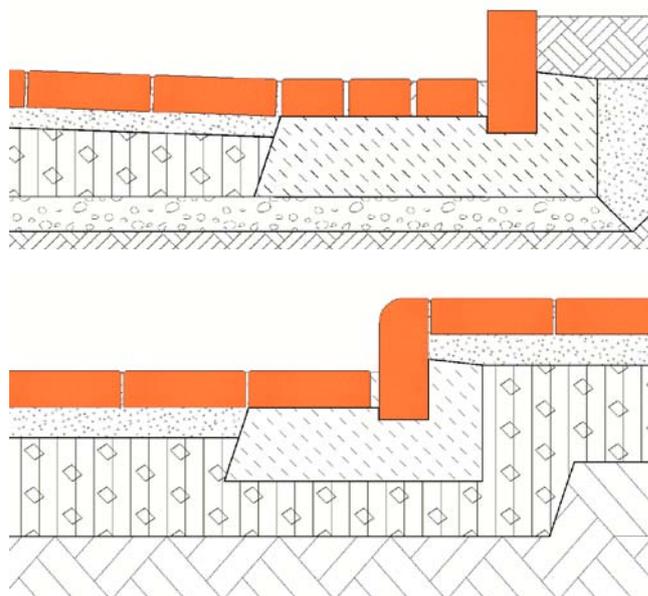


Abb. 4-12: Исполнение желобов с клинкерными, формовыми и канальными тротуарными кирпичами

В качестве бордюрного оформления можно использовать также лестницы и стены из клинкерных тротуарных кирпичей.

4.4.4.2 Желоба

Попадающая на поверхности из клинкерных тротуарных кирпичей вода осадков, если не просачивается через фуги, отводится по уклону тротуарной поверхности. Для отвода воды выполняется продольный дренаж желобами. Их делают вдоль или между проезжей части. Их задание принимать и отводить к уличным сливам или прямо в люк. Различают открытые и закрытые желоба. Открытые желоба это бордюрные и корытные желоба. Закрытые желоба это оконные желоба и прорезные.

Основы планирования дренажа проезжей части есть в нормах.

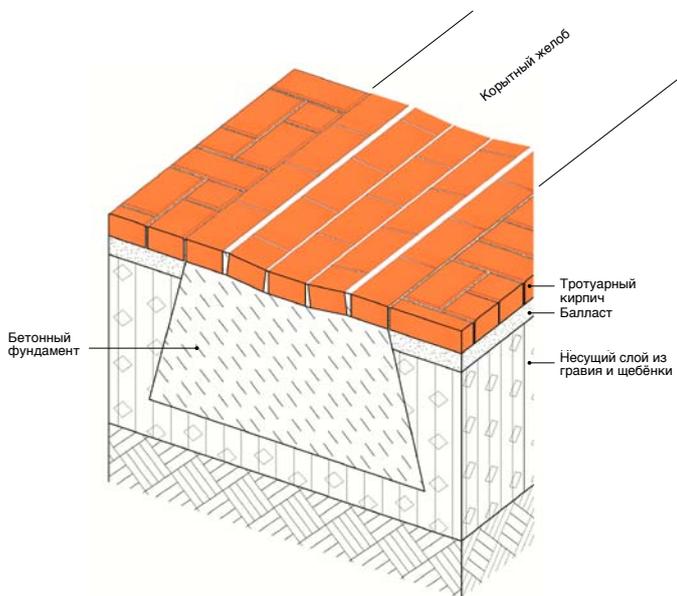


Abb. 4-13: Исполнение корытного желоба с использованием клинкерных тротуарных кирпичей

Дренажные желоба делаются перед сооружением приграничных тротуарных укреплений. Желобные элементы, например желобной клинкер вставляются с учётом данного уклона желоба с толщиной фуг 8-12 мм на 20 см неармированный бетонный фундамент с прочностью на сжатие минимум 15 Н/мм² (по стандарту). Фуги между элементами полностью закрываются строительным раствором для фуг. Ширина фуг может быть уменьшена до 5 мм, если материал фуг подходящий и достаточно текучий. Желобные кирпичи на строительном растворе не обрабатывают вибрацией.

Ширина желоба и фундамента зависят от вида и размера используемых дренажных элементов. Рекомендуется во время планирования делать чертёж сечения дренажного желоба в масштабе. Нужно обращать внимание, что находящийся под соседней поверхностью несущий слой по возможности по всей толщине охвачен бетоном.

Дренажные желоба выполняются с компенсаторными фугами шириной 8-12 мм на расстоянии максимум 12 м у проезжих желобов длиной 4-6 м по всему фундаменту и спинке. Их делают с вкладкой в фугу и закрытием фуги минимум 30 мм глубиной из материала фуг. Если дренажный желоб является частью бордюра, компенсаторные фуги тоже делаются по всему бордюру. Спинка в этом случае 15 см шириной. Фуги расширения делаются 8-15 мм шириной и в месте желобного элемента заливаются материалом для фуг.

4.4.4.3 Встраивания и соединения

Шахты, грядки и другие технические или дизайнерские сооружения - это встраивания на поверхности из тротуарного кирпича. Они выполняются как фиксированные встраивания или с бордюром вокруг. При искусном выборе компенсационных или клинковых кирпичей можно технически и дизайнерски удовлетворительно выполнить соединения и встраивания.

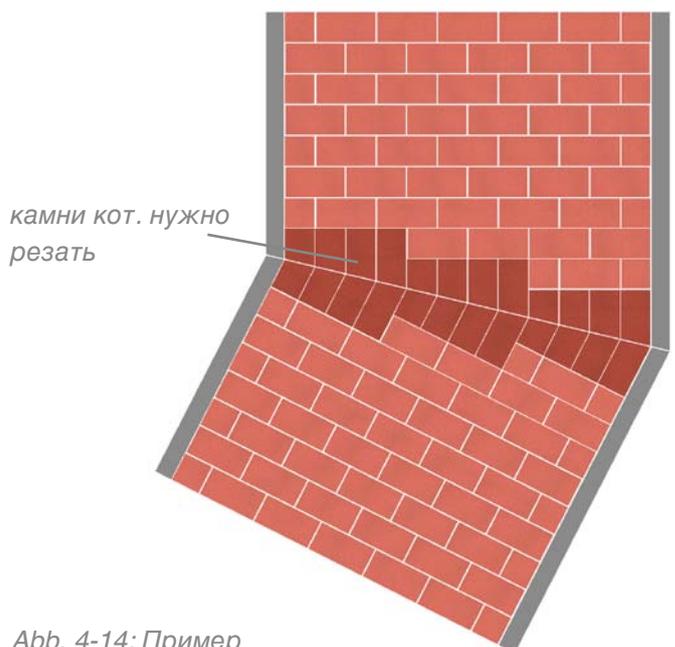


Abb. 4-14: Пример соединения на скосе

5. Использование, обслуживание, чистка и ремонт поверхностей из клинкерного тротуарного кирпича.

5.1 Оптическая оценка поверхностей

Поверхность из тротуарного кирпича всегда оценивается по внешнему виду. Для оценки важны обычное расстояние осмотра и соответствующее освещение. Требования к дизайну определяются заранее с помощью образцов или создания образцовой поверхности. С помощью граничащих образцов в любое время строительства можно оценить изменение цвета, структуры и желаемый внешний вид.

5.1.1 Соединение, ширина и расположение фуг

Согласованное соединение (узор) должно быть выполнено по плану и равномерно на соответствующей поверхности. Это действует также при автоматизированной укладке. При этом оси фуг должны по стандарту иметь равномерный ход. Допускаемые отклонения в стандарте не указаны. Для стандартной оценки рекомендуется не допускать отклонения больше чем ± 5 мм от оси фуг на участке измерения длиной 4 м. Такие отклонения по опыту воспринимаются субъективно как "ещё равномерный ход фуг".

Отмена равномерного расположения тротуарных кирпичей в местах присоединений, поворотов, закруглений или углов может быть необходима для выполнения требований стандарта.

Указанные в технических нормах минимальные ширины фуг должны в общем соблюдаться. Здесь указанные максимальные величины ширины фуг могут для равномерного вида фуг на основании допускаемых отклонений клинкерных кирпичей на

некоторых фугах слегка превышать.

5.1.2 Неровности, присоединения

Неровности поверхности в продольном и поперечном направлении у тротуарных поверхностей по стандарту не должны быть больше чем 10 мм на участке измерения длиной 4 м. Если из-за размеров поверхности невозможно использование мерной рейки длиной 4 м, рекомендуется применение 3 м или 2 м рейки. Допустимая неровность независимо от расстояния между самыми высокими точками должна быть не больше 10 мм.

Тротуарные кирпичи в тротуарной поверхности должны равномерно по высоте соединяться друг с другом в местах фуг и присоединений. По стандарту отклонение у присоединений одной высоты не должно превышать 2 мм.

Рядом с бордюрами и встроениями укрепления поверхностей по стандарту должны находиться на присоединениях 3-5 мм выше поверхности, рядом с дренажными желобами 3-10 мм выше желоба.

5.1.3 Скалывание краёв

Скалывание краёв как правило это результат ненадлежащего исполнения со слишком узкими фугами. Безопасность использования поверхности при этом обычно не ограничена. На основании некрасивого вида это всё-таки является недостатком укладки.

5.1.4 Отклонения цвета и структуры

Колебания, обусловленные сырьём и производством могут вызвать лёгкие отклонения в цвете и структуре. Тротуарный клинкерный кирпич из-за находящихся в сырье минералов имеет натуральный цвет без химических добавок, полученный в процессе обжига. Путём смешивания

кирпичей из многих палет можно снизить мешающие колебания цвета и структуры.

5.1.5 Выцветания

Под выцветаниями понимают видимые в сухом состоянии беловатые отложения на поверхности тротуарных кирпичей и плит, которые могут быть различно интенсивными и/или в виде пятен. Загрязнения, возникающие например при хранении строительных материалов, строительного мусора или предметов дизайна сада, могут иметь похожий вид, но не являются выцветаниями. Выцветания или названные загрязнения могут появиться у клинкерных кирпичей или плит например при неправильном заполнении фуг гидравлически связанным материалом фуг. Они технически безвредные и не влияют на механические свойства тротуарных кирпичей и созданных из них поверхностей. Иногда после укладки на поверхности может появиться серый налёт, который скоро исчезает после дождя. Так как здесь речь идёт о выходе соли, эти водорастворимые соединения могут быть смыты водой. Также бывает, что использовался материал балласта, не свободный от способных к выцветанию веществ. Перед использованием промышленных побочных продуктов (шлаков, утилизированных материалов) нужно проверить их годность относительно выцветания. Водорастворимые солевые отложения, попавшие через капилляры на поверхность, могут быть удалены смётыванием или смыванием. Если налёт таким образом не убирается, значит произошла реакция способных к выцветанию веществ на поверхности клинкера. Здесь необходимо убрать налёт полумеханически или камнечистителем. Выцветы это проходящее явление. Они проходят с использованием поверхности.

5.2 Гидрофобирование

Особенно у поверхностей из клинкерного тротуарного кирпича на крытых участках из-за недостающего выветривания может произойти накопление солей на поверхности. Эти изменения вида поверхности часто воспринимается как неприглядные или мешающие. Так как смывание водорастворимых солей на крытых участках из-за недостающего выветривания невозможно, поверхности нужно регулярно чистить с водой. Чистка клинкерной поверхности струёй воды под высоким давлением из-за опасности вымывания фуг не целесообразна. Опыт показал, что при чистке положительное действие оказывает добавление мытого песка в качестве чистящего средства.

Для поверхностей из клинкерного тротуарного кирпича на крытых участках предлагается последующее гидрофобирование, снижающее капиллярную впитываемость. При этом нужно иметь в виду, что при использовании средств покрытий могут измениться также другие качества, как например безопасность скольжения. Годность средств гидрофобирования всегда нужно проверять на образцовой поверхности. Указания производителя по использованию должны быть соблюдены.

5.3 Чистка

Покрытия из клинкерного тротуарного кирпича в несвязанном исполнении могут щадяще чиститься обычными уборочными машинами. При этом нужно обращать внимание, чтобы при чистке не выносился материал фуг. Нужно отказаться от всасывающей нагрузки. Если при планировании известен вид чистки, уже при выборе соответствующего материала фуг нужно учитывать опасность выноса фуг.

Вид чистки	Положение поверхности	Материал фуг
Вручную (сухо)	Без крыши	Строительные смеси зернистостью 0/4, 0/5, но также 0/2 из сломанных или несломанных пород
	Под крышей	Строительные смеси зернистостью 0/4, 0/5, но также 0/2 (коэффициент текучести категория E35)
Механически (мести, пылесосить, мыть)	Без крыши	Строительные смеси зернистостью 0/4, 0/5, из сломанных пород (часть сломанных поверхностей категория C, коэффициент текучести категория E35)

Tab. 5-1: Материал фуг в зависимости от вида чистки и положения поверхности (материал фуг для проезжей части строительных классов 3-6 см. 4.4.3.3)

Механическая чистка клинкерной тротуарной поверхности должна происходить только тогда, когда материал фуг с мелкими частицами настолько уплотнён, что становится достаточно устойчив против выноса фуг. В зависимости от положения и использования поверхности для этого необходимо различное время. Научные исследования, в которых распределителем меряли горизонтальное сопротивление сдвигу показывают, что новая поверхность до возраста 1-2 года имеет меньшее горизонтальное сопротивление сдвигу, чем более старые поверхности. Поэтому рекомендуется начинать механическую чистку не ранее чем через год после сооружения.

Если чистка приводит к тому, что фуги не полностью заполнены, это может привести к сдвигам и перекосам, особенно на проезжей части и существенно снизить работоспособность тротуарного покрытия. Клинкерные тротуарные покрытия необходимо регулярно контролировать. Вынесенный материал фуг нужно немедленно заменить.

При загрязнении клинкерных тротуарных покрытий жидкостями, возникающими например при жарке на гриле или от моторного масла, можно использовать для их удаления специальные предлагаемые чистящие средства. Клинкерный тротуарный кирпич при этом не портится и его цветоустойчивость не нарушается. У свободно обветриваемых площадей такие загрязнения со

временем проходят сами по себе.

Для удаления соли от гололёда рекомендуется обычное сметание поверхности. Благодаря естественному обветриванию соль постепенно удаляется. Альтернативно рекомендуется использование мелкого щебня вместо соли.

5.4 Поддерживающие работы

Как у всех укреплений проезжей части, так и у покрытий из клинкерного тротуарного кирпича необходим регулярный контроль состояния поверхности для возможности своевременно запланировать и провести необходимые работы. Особенно нужно обращать внимание на состояние фуг и их наполнение. Если фуги не наполнены полностью, нужно немедленно их заполнить. Иначе есть опасность, что покрытие не сможет распределять нагрузки между кирпичами и возникнет перенагрузка покрытия. Возникают сдвиги и перекосы. Из-за разрушенного соединения тротуарной поверхности может возникнуть дальнейшее распространение повреждения. Некоторые коммуны и города перешли к тому, в конкурсных описаниях работ по строительству тротуарных поверхностей оговаривать добавление недостающего материала фуг минимум дважды в течении гарантийного срока.



Abb. 5-1: Недостаточное действие соединения при пустых фугах

При обнаружении при контроле неровностей, например впадин или волнообразных деформаций и их настолько сильном выражении, что они могут вызвать удерживание воды, их нужно немедленно устранить.

На основании высокого сопротивления к механическим, химическим и биологическим нагрузкам клинкерный тротуарный кирпич очень долговечен. Срок эксплуатации поверхностей из клинкерного тротуарного кирпича определяется в основном долговечностью несущих слоёв, балласта и наполнения фуг. При необходимости проведения земляных или ремонтных работ во время использования, при несвязанном исполнении можно снять покрытие и после чистки основное количество кирпичей повторно использовать.

■ 5.5 Земляные работы

Покрытия из клинкерного тротуарного кирпича в несвязанном исполнении можно всегда полностью или частично снять и позже на той же площади снова положить. Земляные работы, например для проложения или ремонта линий снабжения могут без проблем проводиться. При профессиональном проведении работ укрепление проезжей части может быть восстановлено при использовании снятых кирпичей. Для этого снятые кирпичи нужно тщательно очистить от материала фуг и балласта и складировать. При необходимости замены отдельных кирпичей, нужно выбирать подходящие по форме и цвету. Заменяющий материал встраивается в смежные поверхности. Отклонения цвета между новыми и старыми кирпичами часто обусловлены только загрязнением старых кирпичей. После загрязнения новых кирпичей через время можно будет едва заметить различие цвета.

При создании канавы для проводки или строительной ямы нужно так широко снять тротуарное покрытие, чтобы при дальнейших работах оставшееся покрытие не было повреждено. По нормам на участке, ширина которого выходит за ширину канавы тротуарное покрытие должно быть снято так, чтобы ослабленные крайние участки несвязанного несущего слоя можно было уплотнить. Нужно предусмотреть террасы с каждой стороны канавы шириной минимум 15 см при глубине канавы до 2 м и минимум 20 см при глубине канавы свыше 2 м.

(5-2). У покрытых тротуарным кирпичом шоссе и парковочных полос нужно снять оставшиеся полосы с шириной до края меньше 40 см (или половина ширины дуги при дугообразном узоре). У пешеходных и велосипедных дорог нужно снимать оставшиеся полосы шириной одного формата или шириной до 20 см включая возможные связанные несущие слои.

В зависимости от имеющегося материала балласта есть опасность, что при уплотнении

наполнения канавы или несвязанного несущего слоя материал балласта под кирпичами на краю канавы высыпится и соединение ослабится. Если можно увидеть по ширине фуг, что тротуарное покрытие ослаблено на больших крайних участках, нужно снять соответственно большие крайние полосы. Та же проблема возникает, если тротуарные поверхности на несвязанном балласте находятся на связанном несущем слое (например слой асфальта). Здесь также перед укладкой связанного несущего слоя должна быть урезка

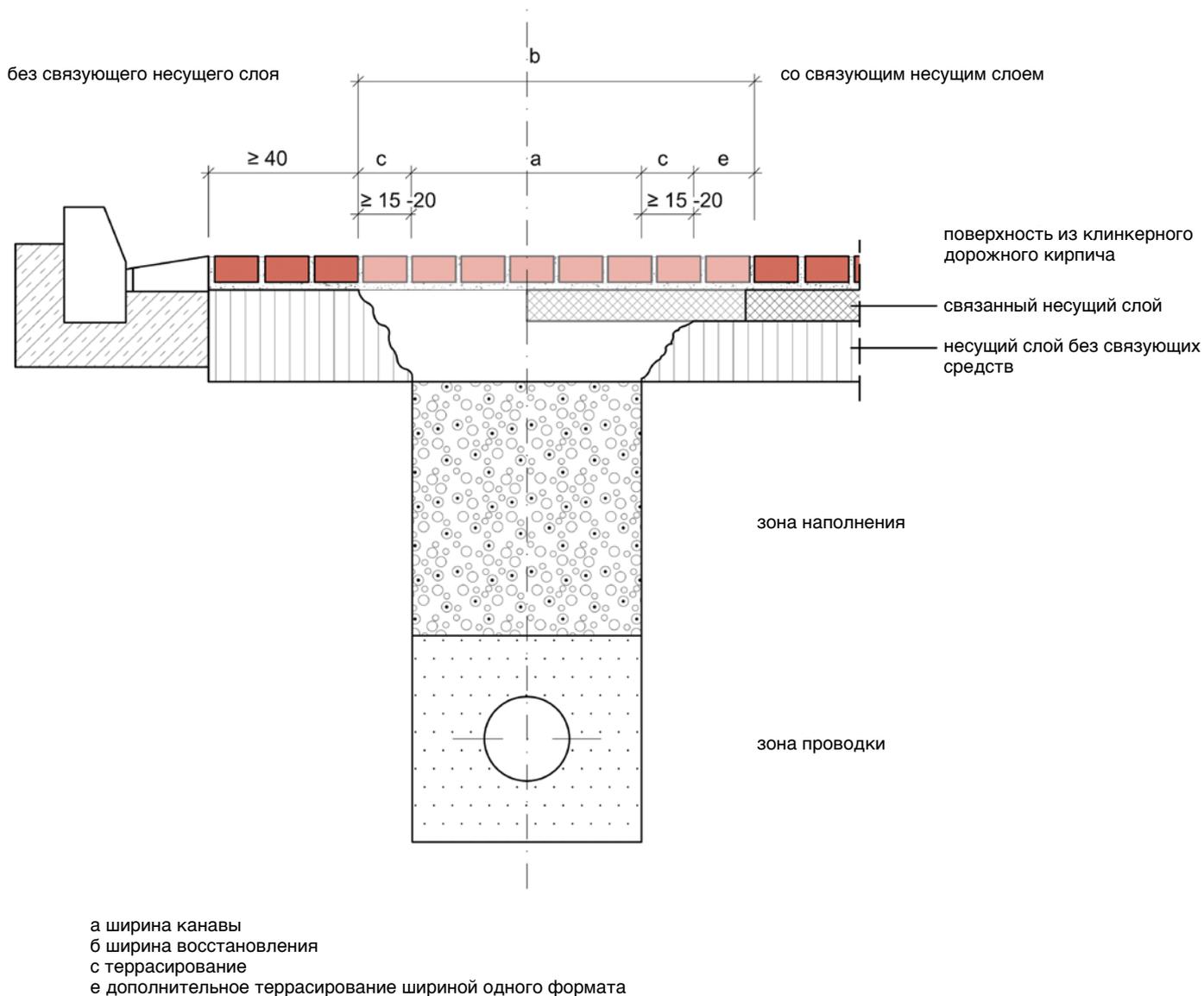


Abb. 5-2: Террасирование тротуарного покрытия по нормам

для возможности уплотнения находящегося снизу несущего слоя без связующих средств на крайних участках. В тротуарном покрытии необходимо дополнительное терассирование шириной одного формата. Дополнительно может быть необходимо снятие других кирпичей, если укрепление ослаблено. При укладке кирпичей на строительный раствор на связанный несущий слой, укрепление как правило не может быть ослаблено. Терассирование по нормам всё-таки необходимо.

При восстановлении тротуарной поверхности работы выполняют согласно стандарту и нормам. Особенно это касается восстановления клинчатых участков и присоединений и связанных с этим вырезанием подходящих камней. Как в отношении выбора материалов балласта и фуг, так и в отношении толщины балласта и ширины фуг стандарты и нормы содержат требования, которые также предъявляются при новом строительстве тротуаров.

При восстановлении тротуарного покрытия нужно обращать внимание, что повторно используемые кирпичи встраиваются в участки, откуда они были сняты. Нужно сохранять цвет, узор укладки, ширину фуг старой поверхности.

6 Специальные методы укладки.

6.1 Связанная укладка

6.1.1 Общее

Тротуарные поверхности связанной укладки производятся укладкой кирпичей на строительный раствор. Фуги заполняются строительным раствором для фуг. Связанное исполнение требует всегда использование строительных смесей со связующими средствами как для балласта так и

для фуг. Смешанные методы укладки, у которых только балласт или фуги связаны связующими средствами не являются профессиональными и поэтому здесь не рассматриваются.

Использование связанной укладки должно ограничиваться особыми случаями, когда требуется особенно высокая устойчивость к деформации, должна возникнуть закрытая поверхность или нужна дизайнерская адаптация к соседней стене из клинкера.

В прошлые годы было собрано много негативного опыта с этим видом укладки. С одной стороны это было из-за неправильных выбора материалов и выполнения. С другой стороны установили, что до сих пор нет достаточно научно и эмпирически обоснованных рекомендаций по планированию, исполнению и контролю качества тротуарных поверхностей в связанном исполнении. Текущие технические правила из стандартов и норм содержат исключительно несвязанное исполнение, которое там называется "стандартная конструкция". Связанное строительство преднамеренно не упоминается.

В то же время сегодняшний уровень знаний по связанному исполнению был собран исследовательским обществом улиц и движения в рабочем документе "Укрепления поверхностей тротуарными кирпичными и плитными покрытиями в связанном исполнении". Параллельно к этому научно-техническое рабочее общество Сохранность зданий и уход за памятниками разработало и выпустило памятку "Связанное исполнение - исторический дорожный кирпич". Далее принимается во внимание содержание рабочего документа "Укрепления поверхностей тротуарными кирпичными и плитными покрытиями в связанном исполнении".

Так как связанное исполнение отсутствует в текущих технических правилах, необходимо для проведения конкурса при выдаче заказа и договорного исполнения строительных работ в связанном исполнении разработать собственное описание работ. Там должны быть полностью сформулированы все указания относительно

используемых материалов, строительного исполнения и контроля качества. Указания на выше названный рабочий документ или памятку не достаточно, содержащиеся там тексты могут быть переписаны.

6.1.2 Характеристики связанного исполнения

При стандартной конструкции в несвязанном исполнении речь идёт о т.н. гибком виде связи, то есть тротуарный кирпич, несвязанные материалы балласта и фуг имеют разные механические качества. При трении в пределах зёрен строительных смесей и по отношению к нижним и боковым поверхностям тротуарных кирпичей возникает связывающее действие, позволяющее взаимную передачу нагрузки. Напряжения не могут компенсироваться, они приводят к открытию фуг.

При связанном исполнении говорят о жёстком укреплении. Тротуарный кирпич, раствор балласта и фуг составляют длительное соединение. Несущее поведение соответствует поэтому поведению жёсткой плиты и похоже этим на бетонное исполнение.

Из особого несущего поведения связанного исполнения следуют многие особенности, требования и специальные условия, на которые нужно обращать внимание при планировании, выборе материалов, исполнении и контроле:

– **Деформационные швы:**

На тротуарной поверхности должны предусматриваться деформационные швы на расстоянии 4-6 м в продольном и поперечном направлении и на встроениях, на которых могут уменьшаться температурно обусловленные напряжения.

– **Дренаж:**

Так как вся возникающая вода на поверхности должна равномерно с неё отводиться необходимо всегда в рамках планирования исполнения делать планирование дренажа по нормам. В принципе возникновение мелких трещин на или в фугах

из раствора неизбежно, так что нужно знать о проникании воды в конструкцию. Поэтому балласт и несущие слои должны выполняться достаточно водопроницаемыми.

– **Расчёт надстройки:**

Также тротуарные поверхности в связанном исполнении не должны использоваться для проезжей части строительных классов 1 и 2. После определения строительного класса и минимальной толщины морозоустойчивой надстройки по стандарту при выборе вида строительства нужно выбирать только виды строительства с асфальтовым несущим слоем или несущим слоем из пористого бетона для получения достаточно жёсткого и устойчивого к деформации основания тротуарного покрытия. Толщина балласта должна быть в уплотнённом состоянии 4-6 см. Толщина тротуарного кирпича должна как и при несвязанном исполнении соответствовать нагрузке движения.

– **Соединение клинкерный тротуарный кирпич/строительный раствор:**

Для получения монолитно как плита действующей тротуарной поверхности, очень важно, чтобы как раствор балласта так и фуг имели состав, обеспечивающий в соединении с кирпичами достаточную прочность сцепления. Часто необходима предварительная обработка кирпичей средством для прилипания или придание шероховатости поверхности. Рекомендуется получить консультацию производителя строительных растворов и применять продукцию одного и того же производителя. Для проверки достижения необходимой прочности сцепления при строительных условиях с выбранными строительными материалами, нужно выложить пробную поверхность минимум 2 м² и проверить прочность сцепления.

Качество	Проверка на годность (в лаборатории)	Контрольная проверка в готовом виде
Прочность на сжатие	В среднем ≥ 30 Н/мм ² 6 образцов	В среднем ≥ 25 Н/мм ² отдельная величина ≥ 20 Н/мм ²
Устойчивость к замерзанию/оттаиванию До/после нагрузок замерзания/оттаивания	Разница Средних величин < 10 %, Отдельных величин < 20 % 6 образцов	-
Прочность сцепления по стандарту	В среднем $\geq 1,5$ Н/мм ² отдельная величина $\geq 1,2$ Н/мм ² 6 образцов	$\geq 0,8$ 0,8 Н/мм ² минимум 3 образца
Водопроницаемость проверка согласно рабочему документу	$k_f \geq 1 \times 10000000$ м/с 6 образцов	-

Tab. 6-1: Требования к раствору балласта в рабочем документе "Укрепления поверхностей тротуарными кирпичными и плитными покрытиями в связанном исполнении".

6.1.3 Раствор балласта

Балласт должен изготавливаться из гидравлически связанного или пластмассомодифицированного гидравлически связанного раствора. Смоляные связанные растворы могут использоваться. Составляющие вещества должны отвечать требованиям технических правил. Нужно использовать заводские растворы, потому что растворы, сделанные на стройке обычно не могут быть требуемого качества.

Нужно обращать внимание на достаточную прочность сцепления между раствором и кирпичами. Раствор балласта должен быть достаточно водопроницаемым. Требования рабочего документа представлены в таблице 6-1. Более конкретные указания по проведению контролей есть в этом рабочем документе.

6.1.4 Раствор фуг

В отличие от раствора балласта раствор фуг должен быть в значительной степени водонепроницаемым. Наполнение фуг должно изготавливаться из гидравлически связанного или пластмассомодифицированного гидравлически связанного раствора. Смоляные связанные растворы могут использоваться. Составляющие вещества должны отвечать требованиям технических правил. Также для наполнения фуг нужно использовать заводские растворы. Растворы фуг, ведущие к изменениям цвета кирпичей не должны использоваться.

Растворы фуг должны иметь такие свойства, с которыми можно полностью заполнить фуги. Они должны быть достаточно текучими и самоуплотняющимися. У смоляных связанных растворов фуг нужно соблюдать указания производителя по использованию. Требования рабочего документа представлены в таблице 6-2. Более конкретные указания по проведению контролей есть в этом рабочем документе.

Качество	Проверка на годность (в лаборатории)	Контрольная проверка в готовом виде
Прочность на сжатие	В среднем ≥ 45 Н/мм ² отдельная величина ≥ 40 Н/мм ² 6 образцов	-
Устойчивость к замерзанию/ оттаиванию	Среднее время проведения ультразвука величины перед нагрузкой замерзанием/оттаиванием, выветривание отдельная величина < 500 г 3 образца	-
Прочность сцепления по стандарту	В среднем $\geq 1,5$ Н/мм ² отдельная величина $\geq 1,2$ Н/мм ² 6 образцов	$\geq 0,8$ Н/мм ² минимум 3 образца

Tab. 6-2: Требования к раствору фуг в рабочем документе "Укрепления поверхностей тротуарными кирпичными и плитными покрытиями в связанном исполнении".

6.1.5 Строительное исполнение

Создание связанной тротуарной поверхности начинают с основания. При этом тротуарные кирпичи как правило вручную прочно садятся на раствор балласта соответственно уровню высот. Раствор балласта должен при этом достигать максимум 1/3 высоты фуг. Нужно соблюдать допустимые наружные температуры и время переработки при использовании раствора. После посадки кирпичей нельзя их ни горизонтально ни вертикально корректировать. При работах посаженные кирпичи нужно тщательно очищать от остатков раствора балласта и загрязнений. Поверхность без фуг нужно защищать от вредных погодных влияний и загрязнений.

При посадке кирпичей нужно делать фуги толщиной 6-10 мм. В отличие от несвязанного исполнения при связанном исполнении желательны крестовые фуги для облегченного заполнения фуг и образования компенсаторных фуг. Посаженные на раствор балласта кирпичи и плиты нельзя обрабатывать вибрацией.

Время заполнения фуг зависит от используемых материалов, погодных условий и твердости раствора балласта. Сначала нужно, возможно при использовании сжатого воздуха удалить из фуг пыль и другие свободные частицы. Потом фуги полностью заполняются раствором фуг, причём поднявшийся, неуплотнённый раствор балласта должен быть вовлечён.

При использовании тротуарных кирпичей со скошенными или закруглёнными краями нужно заполнять фуги только до нижнего края фаски/закругления.

После заполнения фуг нужно тщательно почистить поверхность кирпичей. Нужно обращать внимание, чтобы при чистке не терялась прочность раствора фуг и фуги не вымывались. Незначительно ниже лежащее наполнение фуг происходит из-за чистки и неизбежно.

До достижения достаточной твердости раствора фуг тротуарную поверхность нужно оберегать от строительного, пешеходного и транспортного движения.

На тротуарной поверхности должны выполняться деформационные швы на расстоянии 4-6 м и на встроениях. Если у основания уже есть деформационные фуги, например в форме выемок в слое пористого бетона, деформационные швы тротуарного покрытия должны выполняться непосредственно над ними. У тротуарных покрытий, по которым ездят машины, на деформационных фугах на основании должны укрепляться металлические уголки. Для других тротуарных покрытий достаточно одной до основания разрезанной и почищенной фуги. Деформационные фуги должны наделяться наполнением из полос для фуг и последующей заливкой длительно эластичной массой согласно нормам. Более конкретные указания по исполнению есть в вышеназванных рабочем документе и памятке.

6.2 Водопроницаемые покрытия из клинкерного дорожного кирпича

6.2.1 Прохождение воды, задержка воды и вывод воды

Много лет предлагаются и используются специальные клинкерные тротуарные кирпичи для создания водопроницаемых клинкерных тротуарных поверхностей в форме поверхностей для прохождения воды и газонных укреплений. Такие кирпичи имеют пазы на или в кирпиче. При укладке пазы наполняются специальной щебёнкой или гравием для возможности прохождения воды через пазы через тротуарное покрытие к основанию. Альтернативно пазы могут наполняться смесью из щебёнки, почвенного субстрата и семян травы для пророста в пазах травы (газонные укрепления). Из-за возникающих корней газонные укрепления имеют со временем небольшую водопроницаемость. Но так как трава задерживает существенное количество воды при

сильных дождях и за счёт этого вода осадков позже попадает в дренажные приспособления газонные укрепления имеют положительный эффект в рамках распределения дождевой воды.

Памятка для водопроницаемых укреплений проезжей части определяет для поверхностей для прохождения воды и газонных укреплений показатель дренажа 0,5. Это значит, что при определённом дожде 50 % воды стекает с тротуарной поверхности. Она поступает в дренажные приспособления или в водопроницаемые сооружения. В случае определённого дождя 50 % воды проходит через поверхность для прохождения воды. У газонных укреплений 50 % воды задерживается на поверхности или позже выводится или испаряется. Как поверхность для прохождения воды так и газонное укрепление принимают при меньшем чем определённом дожде большее количество воды. За счёт этого сливная канализация действительно разгружается и это способствует образованию новых грунтовых вод.

Водопроницаемые тротуарные покрытия годятся только для проезжей части с умеренной нагрузкой движения (строительные классы 5 и 6), для велосипедных, пешеходных, частных дорог и непроезжих площадей. Их можно создавать только вне водозащитных областей. Для увеличения эффективности водопрохождения и водозадержки рекомендуется снизить до 1% действующий на слив уклон поверхностей, насколько

возможно по соображениям безопасности движения. При этом нужно учитывать кратковременный застой воды на поверхности при сильных дождях. С учётом защиты грунтовых вод зимой на этих участках нельзя применять соль для посыпки.

6.2.2 Системы клинкерного тротуарного кирпича

Водопроницаемые системы клинкерного тротуарного кирпича наряду с особыми формами различают по виду водопоглощения:

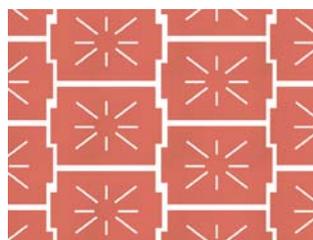
- **Клинкерный тротуарный кирпич с постоянно расширенными фугами:**
При соответствующей укладке получаются фуги как правило между 15 и 30 мм. Фуги заполняются водопроницаемыми щебёнками для способности водопропускания. Озеленение фуг может требоваться из дизайнерских соображений, но нужно учитывать, что газонные фуги существенно ухудшают способность водопропускания, но улучшает водозадержание и испарение.
- **Клинкерный тротуарный кирпич с пазами в или на кирпиче.**
Отверстия для водопропускания могут образовываться дырами, пустотами или камерами. Как правило достигается часть отверстий минимум 10 %. Отверстия нужно для способности водопропускания заполнять водопроницаемыми щебёнками. К таким кирпичам относятся кирпич для газонов, дренажный кирпич, звёздный кирпич и кирпич с проницаемыми шахтами.

6.2.3 Гидравлический расчёт

Для расчёта слива воды с проезжей части используются регионально имеющиеся данные осадков из таблиц немецкой погодной службы. Таким образом определение необходимой водопроницаемости тротуарных водопроницаемых покрытий происходит на основе региональных измерений осадочных явлений. Для унификации требований к водопроницаемости надстройки водопроницаемых покрытий были выведены для определённого количества осадков 270л/с*га



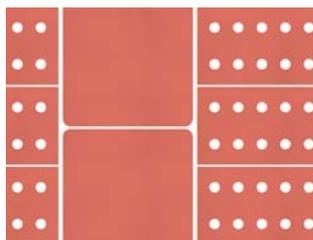
а). Тротуарное покрытие с шахтами для проницания воды в рядовом соединении



с). Тротуарное покрытие с шахтами для проницания воды



б) Звёздный клинкер



д) Дренажный клинкер



е) Клинкер для газонов

Abb. 6-1: Различные форматы клинкерного тротуарного кирпича для водопроницаемых тротуарных покрытий

следующие минимальные показатели проницаемости:

- Покрытие из клинкерного тротуарного кирпича::
Материал фуг/материал наполнения камер
- и материал балласта $k_f \geq 5,4 \cdot 10^{-4}$ m/s
- Несущие слои $k_f \geq 5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Основание/подстройка $k_f \geq 5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s

Повышенное требование к проницаемости покрытия (в начале эксплуатации) учитывает ожидаемое снижение водопроницаемости во время эксплуатации. Если водопроницаемость несущих слоёв больше чем у основания/подстройки, происходит кратковременное накопление воды в несущих слоях до прохождения в основание/подстройку. Достижение необходимой водопроницаемости слоёв должно контролироваться во время строительства инфильтрационными измерениями. При этом обнаруженная минимальная инфильтрационная величина соответствует половине выше названной величины проницаемости k .

Определение строительного класса происходит согласно стандарту. Сооружение проницаемых

укреплений проезжей части из соображений защиты грунтовых вод должно ограничиваться строительными классами 5 и 6. Определение толщины морозоустойчивой надстройки может согласно стандарту проводится упрощённо (см 4.3.2.3).

6.2.4 Основание/подстройка и несущие слои

Основание/подстройка должно выполнять требования представленные в пункте 4.4.1. В отличие от этого под водопроницаемыми тротуарными покрытиями основание/подстройка должно иметь показатель водопроницаемости $k \geq 5,4 \cdot 10^{-5}$ м/с. Для достижения необходимого чистящего действия в грунте, толщина проницаемого региона, то есть расстояние от планама до среднего самого высокого уровня грунтовых вод должна быть минимум 1 м.

Несущие слои без связующих средств особенно подходят в качестве основания для проницаемых покрытий, так как они сами по себе водопроницаемые. Исходя от планама может

Проницаемое углубление в качестве чрезвычайной помощи

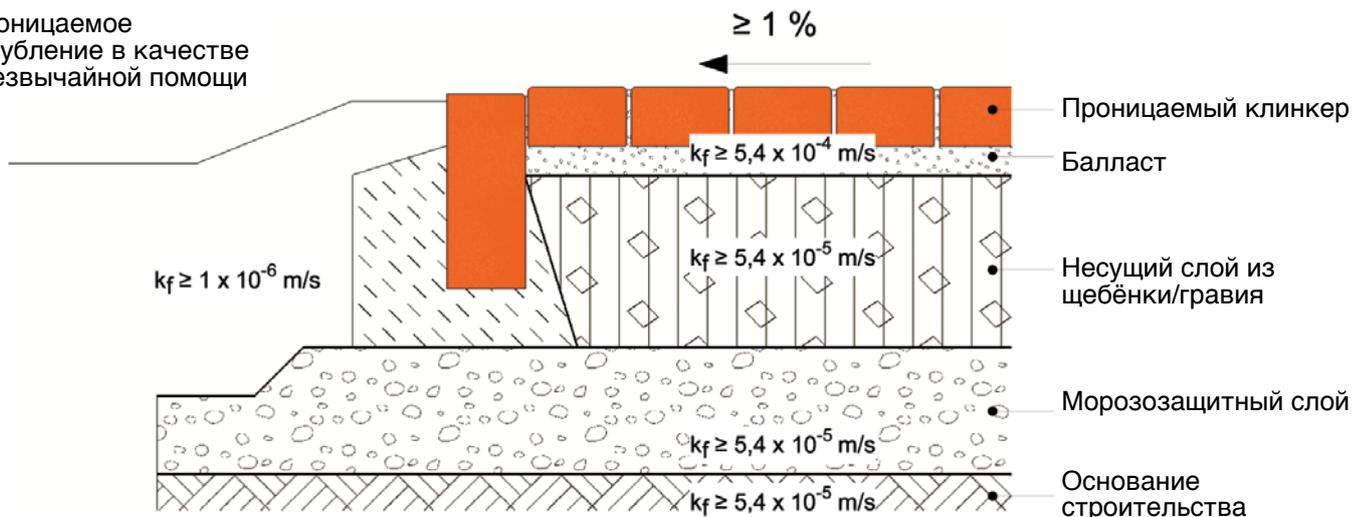


Abb. 6-2: Сооружение водопроницаемой клинкерной тротуарной поверхности и минимальные показатели проницаемости отдельных слоёв

расположиться морозозащитный слой и сверху несущий слой из щебёнки или гравия. Из-за особых требований к водопроницаемости ($k \geq 5,4 \cdot 1000000$ м/с) рекомендуется в качестве несущего слоя применять только зерноуровневые щебёнку и гравий, которые встраиваются прямо на планум. Кроме того несущие слои должны отвечать требованиям пункта 4.4.2.1.

6.2.5 Тротуарное покрытие

Проницательная способность тротуарного покрытия определяется в основном водопроницаемостью зёрен пород в фугах и отверстиях проницания, так как только здесь вода может проникнуть в укрепление. Поэтому нужно использовать специально сделанные водопроницаемые зёрна в качестве материала балласта и фуг. При этом речь идёт о ломанных зёрнах 1/3 или 2/5 мм. Нужно подчеркнуть, что для водопроницаемых покрытий выбор материалов фуг и балласта происходит прежде всего в аспекте водопроницаемости. Так как при применении этих материалов достигается пониженная стабильность покрытия, нужно акцептировать умеренную устойчивость к деформации водопроницаемых покрытий. Улучшение устойчивости к деформации можно достичь добавкой 10 % зёрен 0/2 к выше названным материалам балласта и фуг. Создание тротуарного покрытия происходит как уже описано в пункте 4.4.3.

■ Литературные источники:

В качестве источников использованы следующие нормы, технические правила и документы:

- | | | | |
|-------------|--|-------------|--|
| DIN 18299 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art, Ausgabe April 2010; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin April 2010 | DIN 18127 | Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte, Proctorversuch, Ausgabe November 1997; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin 1997 |
| DIN 18300 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten, Ausgabe April 2010; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin April 2010 | DIN 18130-1 | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes, Teil 1: Laborversuche, Ausgabe Mai 1998; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin 1998 |
| DIN 18315 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten ohne Bindemittel, Ausgabe April 2010; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin April 2010 | DIN 18134 | Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Plattendruckversuch, Ausgabe September 2001; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin 2001 |
| DIN 18316 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln, Ausgabe April 2010; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin April 2010 | DIN 18196 | Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Ausgabe Juni 2006; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin 2006 |
| DIN 18317 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten aus Asphalt, Ausgabe April 2010; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin April 2010 | | |
| DIN 18318 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen, Ausgabe April 2010; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin April 2010 | | |
| DIN 18125-2 | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Dichte des Bodens, Teil 2: Feldversuche, Ausgabe August 1999; Deutsches Institut für Normung e.V. – DIN (Hrsg.); Berlin 1999 | | |

В качестве источников использованы следующие технические правила и документы:

(изданные исследовательским обществом дорог и дорожного движения, Кёльн):

EAR 05	„Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, Ausgabe 2005; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2005“		flächen, Ausgabe 1998 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.) Köln 2009“
EAÖ	„Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs, Ausgabe 2003; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2003“	RAS-Ew	„Merkblatt über den Rutschwiderstand von Pflaster und Plattenbelägen für den Fußgängerverkehr, Ausgabe 1997 – FGSV (Hrsg.); Köln 1997“
EFA 02	„Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen, Ausgabe 2002; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2002“		„Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung, Ausgabe 2005; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2005“
ERA 10	„Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, Ausgabe 2010; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2010“	RAS-L	„Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Linienführung, Ausgabe 1995, berichtigter Nachdruck 1999; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 1999“
ESG 96	„Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete, Ausgabe 1996; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 1996“	RASt 06	„Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, Ausgabe 2006; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2006“
	„Merkblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel, Ausgabe 1995; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 1995“	RStO 01	„Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2001“
	„Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2003.“	RuA-StB 01	„Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau, Ausgabe 2001; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2001“
DBT	„Merkblatt für Dränbetontragschichten, Ausgabe 1996; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 1996“	TL BuB E-StB 09	„Technische Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erdbau des Straßenbaus, Ausgabe 2009; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2009“
M FP 1	„Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen Teil 1: Regelbauweise (Ungebundene Ausführung), Ausgabe 2003; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2003“	TL Pflaster-StB 06	„Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Ausgabe 2006; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2006“
	„Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, Ausgabe 1998; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 1998“	TL SoB-StB 04	„Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2007“
	„Änderungen und Ergänzungen zu dem Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigung von Verkehrs-		

TL Gestein- StB 04	„Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2007“
TP BF-StB Teil B 8.3	„Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau Teil B 8.3: Dynamischer Plattendruckversuch mit Leichtem Fallgewicht, Ausgabe 2003; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2003“
TP Eben-StB	„Technische Prüfvorschrift für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung, Ausgabe 2007; Teil Berührende Messungen (TP Eben – Berührende Messungen); Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2007“
ZTV A- StB 10	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Ausgabe 2010; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2010“, (in Vorbereitung)
ZTV Ew-StB 91	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau, Ausgabe 1991, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 1991“
ZTV SoB- StB 04	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2007“
ZTV E-StB 09	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2009“
ZTV Pflaster- StB 06	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Ausgabe 2006; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.); Köln 2006“

В качестве источников использована следующая литература:

- [1] Jungfeld, I.; Krass, K.; Rohleder, M.: Tragverhalten von Decken aus Klinkerpflaster; in: Straße und Autobahn 53 (2002), Heft 5, S. 241-247
- [2] Gleitz, T.; Roßberg, K.; Wellner, F.: Dynamische Belastungsversuche an Pflasterkonstruktionen, Forschungsbericht; Schriftenreihe des Lehrstuhls Straßenbau der Technischen Universität Dresden, Fachbereich Bauingenieurwesen, Heft 2; Dresden, 1995
- [3] Köhler, M.; Ulonska, D.: Schadensvermeidung bei Pflasterbefestigungen – Aufeinander abgestimmte Gesteinskörnungen für Bettung und Fugen; in: Betonwerk und Fertigteil-Technik 74 (2008), Heft 9, S. 16 - 27
- [4] Rohleder, M.: Horizontale Verschiebungen in Pflasterdecken und deren Visualisierung; Schriftenreihe des Instituts für Straßenwesen und Eisenbahnbau der Ruhr-Universität Bochum, Heft 15; Bochum, 2002
- [5] Krass, K.; Jungfeld, I.; Rohleder, M.: Ermittlung eines Bewertungshintergrundes für den horizontalen Verschiebungswiderstand von Pflasterdecken; Schlussbericht zum AIF-Forschungsprojekt 12126 N; Ruhr-Universität Bochum, Institut für Straßenwesen und Eisenbahnbau; 2002
- [6] Borgwardt, S.; Gerlach, A.; Köhler, M.: Versickerungsfähige Verkehrsflächen – Anforderungen, Einsatz und Bemessung –; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, 2000

Приложение 1

Классификация грунта по стандарту и классы морозочувствительности

Sp	Definition und Benennung						7	8			9	10-21 Sp											21 Sp				
	1	2	3	4	5	6		Erkennungsmerkmale (u.a. für Zellen 15 bis 22)		Beispiele		Anmerkungen*						Bau technische Eignung als									
Zeile		Hauptgruppen		Korngrößenklasse separatell	Korn- durchmesser ≤ 2 mm	Lage zur A-Linie (siehe Bild 1)	Gruppen	Kurzzeichen Gruppensymbol ^b	Trocken- festigkeit		Reaktion beim Schüttel- versuch	Plastizität beim Knet- versuch	Fuss- und Strandkies	+ +0	++	-	0	++	+	-	+	0	+	-	+	+0	Zeile
1	2	3	4							5																	
	grobkörnige Böden																										
	kleiner 5 %																										
	über 60 %																										
	bis 60 %																										
	Sand																										
	Kies (Grant)																										
	eng gestülpte Kiese						GE	stiele Kornungslinie infolge Vorwommens eines Korngrößenbereichs				Fuss- und Strandkies	+	+0	++	-	0	++	+	-	+	0	+	-	+	+0	1
	weit gestülpte Kies-Sand-Gemische						GW	über mehrere Korngrößenbereiche komplettlich verfallende Kornungslinie				Terrassen- schotter	++	++	++	-0	+	++	++	++	++	+	+	+	+	++	2
	intermittierend gestülpte Kies-Sand-Gemische						GI	meist terrapartig verfallende Kornungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche				vulkanische Schlacken	++	+	++	-	0	++	++	++	++	+	+	+	+	++	3
	eng gestülpte Sande						SE	stiele Kornungslinie infolge Vorwommens eines Korngrößenbereichs				Dünen- und Flugsand Flecksand Beckensand Tuffelsand	+	+0	++	-	+	++	+	-	+	+	+	+	+	4	
	weit gestülpte Sand-Kies-Gemische						SW	über mehrere Korngrößenbereiche komplettlich verfallende Kornungslinie				Moränen- und Terrassen- sand	++	++	++	-0	+0	++	++	++	++	+	+	+	+	+0	5
	intermittierend gestülpte Sand-Kies-Gemische						SI	meist terrapartig verfallende Kornungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche				Granitguss	+	+	++	-0	+0	++	++	++	++	+	+	+	+	+0	6

Таб. А1.1а Классификация грунта для строительно-технических целей по стандарту (1 часть)

Sp	1	2	3	4	Definition und Benennung			7	8			9	Anmerkungen ^b											Zeile
					Hauptgruppen				Kurzeichen Gruppensymbol ^a	Erkennungsmerkmale (u.a. für Zeilen 15 bis 22)			Bau technische Eigenschaften					Bau technische Eignung als						
7	Korngrößenklassenanteil	Korn- durchmesser ≤ 0,063 mm	≤ 2 mm	Lage zur A-Linie (siehe Bild 1)	Gruppen	Kornungsline Feinkornanteil ist schluffig	Kornungsline Feinkornanteil ist tonig	Kornungsline Feinkornanteil ist tonig		Trocken- festigkeit	Reaktion beim Schüttel- versuch	Plastizität beim Knet- versuch	Beispiele	Bau technische Eigenschaften					Bau technische Eignung als					
									Scherfestigkeit					Verdichtungsfähigkeit	Zusammendrückbarkeit	Durchlässigkeit	Erosionsempfindlichkeit	Frostempfindlichkeit	Baugrund für Gründungen	Erde- und Baustraßen	Straßen- und Bahndämme	Dichtungen	Stützkörper	Dränagen
17	feinkörnige Böden				/p ≤ 4 % oder unterhalb der A-Linie	Schluff	ausgeprägt plastische Schluffe	wl > 50 %	hohe	keine bis langsame	mittlere bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	gemischtkörnige Böden																							5 % bis 40 %
15	über 40 %				über 60 %	Sand-Schluff- Gemische	5 % bis 15 %	niedrige	schnelle	keine bis leichte	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	über 60 %																					5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %
13	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Schluff- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
12	5 % bis 40 %																					5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %
11	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-	-	-	-	-					
10	5 % bis 40 %																			5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte
9	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-	-	-							
8	5 % bis 40 %																	5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden
7	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-									
17	feinkörnige Böden															/p ≤ 4 % oder unterhalb der A-Linie	Schluff	ausgeprägt plastische Schluffe	wl > 50 %	hohe	keine bis langsame	mittlere bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-
16	gemischtkörnige Böden				5 % bis 40 %	Sand-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	niedrige	langsame	mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-									
15	über 40 %															über 60 %	Sand-Schluff- Gemische	5 % bis 15 %	niedrige	schnelle	keine bis leichte	vulkanische Böden Bimsböden	-	-
14	über 60 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-									
13	5 % bis 40 %															5 % bis 15 %	Kies-Schluff- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-
12	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-									
11	5 % bis 40 %															5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-
10	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-									
9	5 % bis 40 %															5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-
8	5 % bis 40 %				5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-	-	-									
7	5 % bis 40 %															5 % bis 15 %	Kies-Ton- Gemische	5 % bis 15 %	weit oder intermediär gestufte Kornungsline	keine bis leichte	keine bis mittlere	vulkanische Böden Bimsböden	-	-

Таб. А1.1а Классификация грунта для строительно-технических целей по стандарту (1 часть)

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8			9	10-21											Sp	
								Erkennungsmerkmale (u.a. für Zeilen 15 bis 22)				Beispiele	Anmerkungen ^{a)}											
Zeile	Hauptgruppen	Korngrößenklassenanteil Korn- durchmesser ≤ 0,063 mm ≤ 2 mm	Lage zur A-Linie (siehe Bild 1)	Ton	Kurzzeichen Gruppensymbol ^{b)}	nicht brenn- oder nicht schwelbar	Definition und Benennung	Trocken- festigkeit	Reaktion beim Schüttel- versuch	Plastizität beim Knet- versuch	Geschlebeermenge Bänderchen		Bau technische Eigenschaften					Bau technische Eignung als					Zeile	
												Scherfestigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Zusammendrückbarkeit	Durchlässigkeit	Erosionsempfindlichkeit	Frostempfindlichkeit	Baugrund für Gründungen	Baustoff für		Dichtungen	Stützkörper		Dränagen
18	feinkörnige Böden	über 40 %		$I_p \geq 7\%$ und oberhalb der A-Linie	TL	leicht plastische Tone	leichtere bis hohe	keine bis langsame	leichte	lössig, tonig, schluffig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
19	feinkörnige Böden	über 40 %			TM	mittelpastische Tone	hohe	keine	mittlere	Schluff, tonig, schluffig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
20	feinkörnige Böden	über 40 %			TA	ausgesprägt plastische Tone	sehr hohe	keine	ausgesprägt präge	Ton, Schluff, tonig, schluffig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
21	organogene ^{c)} und Böden mit organischen Beimengungen	über 40 %		$I_p \geq 7\%$ und unterhalb der A-Linie	OU	Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene ^{c)} Schluffe	mittlere	langsame bis sehr schnelle	mittlere	Schluffe mit organischen Beimengungen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
22	organogene ^{c)} und Böden mit organischen Beimengungen	über 40 %			OT	Tone mit organischen Beimengungen und organogene ^{c)} Tone	hohe	keine	ausgesprägt präge	Schluffe mit organischen Beimengungen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
23	organogene ^{c)} und Böden mit organischen Beimengungen	bis 40 %			OH	grob- bis gemischt-körnige Böden mit Beimengungen humoser Art	Beimengungen pflanzlicher Art, meist dunkle Färbung, Modergeruch, Glühverlust bis etwa 20 % Massenanteil	Beimengungen nicht pflanzlicher Art, meist helle Färbung, leichtes Gewicht, großes Porenvolumen	Beimengungen pflanzlicher Art, meist dunkle Färbung, Modergeruch, Glühverlust bis etwa 20 % Massenanteil	Mittlerboden Paläoböden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
24	organogene ^{c)} und Böden mit organischen Beimengungen	bis 40 %			OK	grob- bis gemischt-körnige Böden mit kalkigen, kieseligen Beimengungen	Beimengungen nicht pflanzlicher Art, meist helle Färbung, leichtes Gewicht, großes Porenvolumen	Beimengungen nicht pflanzlicher Art, meist helle Färbung, leichtes Gewicht, großes Porenvolumen	Beimengungen nicht pflanzlicher Art, meist helle Färbung, leichtes Gewicht, großes Porenvolumen	Kalk, Tuffsand, Wiesenkalk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24

Tab. A1.1a Klassifikation der Böden für bautechnische Zwecke nach DIN 19680 (3. Teil)

Zeile	Hauptgruppen			Lage zur A-Linie (siehe Bild 1)	Gruppen	Kurzzeichen Gruppensymbol ²	Erkennungsmerkmale (u.a. für Zeilen 15 bis 22)			Beispiele	Anmerkungen ³														
	Korngrößenmasseanteil	Korn-durchmesser $\leq 0,063$ mm	≤ 2 mm				Trockenfestigkeit	Reaktion beim Schüttelversuch	Plastizität beim Knetversuch		Bau technische Eigenschaften														
										Bau technische Eignung als Baustoff für															
										Scherfestigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Zusammendrückbarkeit	Durchlässigkeit	Erosionsempfindlichkeit	Frostempfindlichkeit	Baugrund für Gründungen	Erdb- und Baustraßen		Straßen- und Bahndämme		Dichtungen	Stützkörper	Dränagen		
25	organische Böden				brenn- oder schweißbar	HN	an Ort und Stelle aufgewachsene Humusbildungen	Zeretzungsgrad 1 bis 5 nach DIN 19892-12, faserig, holzreich, hellbraun bis braun	Niedermoor-, Hochmoor-, Bruchwaldtorf	-	-	-	0	+0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
26	organische Böden				brenn- oder schweißbar	HZ	unter Wasser abgesetzte (sedimentäre) Schlamm aus pflanzenresten, Kot und Mikroorganismen, oft von Sand, Ton oder geränlich bis gelbbraun, gefährlich dunkelgelbbraun bis blauschwarz, febrnd, weicheschwammig	Zeretzungsgrad 6 bis 10 nach DIN 19892-12, schwarzbraun bis schwarz	Mulle, Faulschlamm	-	-	-	+0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	
27	organische Böden				brenn- oder schweißbar	F	unter Wasser abgesetzte (sedimentäre) Schlamm aus pflanzenresten, Kot und Mikroorganismen, oft von Sand, Ton oder geränlich bis gelbbraun, gefährlich dunkelgelbbraun bis blauschwarz, febrnd, weicheschwammig	Zeretzungsgrad 6 bis 10 nach DIN 19892-12, schwarzbraun bis schwarz	Mulle, Faulschlamm	-	-	-	+0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	
28	Auffüllung				Auffüllung aus natürlichen Böden (jeweiliges Gruppensymbol in Klammern)	[]			Mull, Schlacke, Bauschutt, Industrieabfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	
29	Auffüllung				Auffüllung aus Fremdstoffen ⁴	A			Mull, Schlacke, Bauschutt, Industrieabfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	

a Die Spalten 10 bis 21 enthalten als grobe Leitlinie Hinweise auf bautechnische Eigenschaften und auf die bautechnische Eignung nebst Beispielen in Spalte 9. Diese Angaben sind keine normalen Festlegungen.
 b An den Kurzzeichen U und T darf anstelle des Stems auch der Querbalke verwendet werden, siehe Tabelle 3.
 c Unter Mikwirkung von Organismen gebildete Böden.
 d Die Klassifizierung ist kein Ersatz für die atvraltechnische Bewertung.

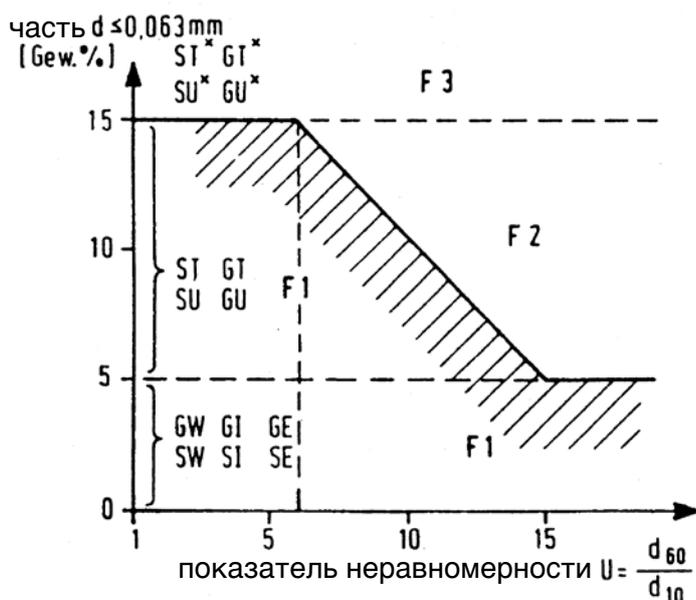
Spalte 10		Spalte 11		Spalten 12 bis 15			Spalten 16 bis 21		
--	sehr gering	--	sehr schlecht	--	sehr groß	--	ungeeignet	--	weniger geeignet
-	gering	-	schlecht	-	groß	-	weniger geeignet	-	weniger geeignet
-0	mäßig	-0	mäßig	-0	groß bis mittel	-0	mäßig brauchbar	-0	mäßig brauchbar
0	mittel	0	mittel	0	mittel	0	brauchbar	0	brauchbar
+0	groß bis mittel	+0	gut bis mittel	+0	gering bis mittel	+0	geeignet	+0	geeignet
+	groß	+	gut	+	sehr gering	+	gut geeignet	+	gut geeignet
++	sehr groß	++	sehr gut	++	vernachlässigbar klein	++	sehr gut geeignet	++	sehr gut geeignet

Таб. А1.1а Классификация грунта для строительно-технических целей по стандарту (4 часть)

	морозочувствительность	группы грунта (по стандарту)
F1	не чувствительно к морозу	GW, GI, GE SW, SI, SE
F2	умеренно до средне чувствительно к морозу	TA OT, OH, OK ST, GT } ¹⁾ SU, GU } ¹⁾
F3	очень чувствительно к морозу	TL, TM UL, UM, UA OU ST*, GT*, SU*, GU*

¹⁾ Zu F 1 gehörig bei einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von 5,0 M-% bei $C_U \geq 15,0$ oder 15,0 M-% bei $C_U \leq 6,0$.
Im Bereich $6,0 < C_U < 15,0$ kann der für eine Zuordnung zu F 1 zulässige Anteil an Korn unter 0,063 mm linear interpoliert werden (siehe Bild 2).

1-2 Классы морозочувствительности по нормам



Соответствие классов морозочувствительности

Приложение 2

Примеры расчёта надстройки по стандарту

Примеры расчёта надстройки по стандарту объясняют подход к расчёту. Применение примеров при планировании объектов не должно происходить без профессионального планирования.

1.) Жилая главная улица с автобусным

движением

Данные планирования:

- внутригородская главная улица в районе Ниенбург
- автобусное движение (40 автобусов/день и направление) с остановками у края дороги
- на пространстве дороги между прилегающими зданиями имеются только непроницаемые поверхности
- грунт/основание: илистый песок
- Ф2-грунт (низко до средне- морозоустойчивый)
- грунтовые воды-благоприятные условия

Строительный класс:

Согласно 4-3 Таб. 4-3 при автобусных остановках у края дороги нужно определить влияющую на расчёт нагрузку Б на основании нагрузки интенсивного движения. Полученный при этом строительный класс является определяющим, но должен на основании нагрузки автобусного движения до 150 автобусов/день быть минимум строительным классом 3. Часто нагрузка автобусного движения важна для определения строительного класса. Дополнительно на основании нагрузки проезжей части при торможении, ускорении и рулевых манёврах нужно обращать внимание на особые нагрузки.

Минимальная толщина морозоустойчивой надстройки:

Так как основание не состоит из морозоустойчивого грунта Ф1, минимальная толщина морозоустойчивой надстройки определяется складыванием исходной величины и большей или меньшей толщины в зависимости от местных условий:

Большая или меньшая величина = A+B+C+D

Исходная величина	Строительный класс 3		50 см
	Грунт/Основание Ф2		
Д о б а в л е н и е / Снижение	Зона морозоустойчивости 1	A =	± 0 см
	В закрытом месте расположения	B =	± 0 см
	Благоприятные условия грунтовых вод (уровень грунтовых вод >=2 м под планумом)	C =	± 0 см
	Водонепроницаемые границы	D =	- 10 см
Сумма			40 см

Слой тротуарного кирпича

10 см	Балласт
3 см	Несущий слой из щебня
30 см	Альтернативно несущий слой из гравия 40 см
_____	Толщина надстройки
43 см	Образование проезжей части, из стандарта

Примерный выбор строительных материалов при учёте особых нагрузок (только основное):

10 см	10 см тротуарный кирпич, 10 см толщиной или в вертикальной укладке, укладка в чешуйчатом соединении (диагонально), толщина фуг 3-5 мм, наполнение фуг из смеси ломанных пород 0/5 согласно листу данных продукции Ф 0/5 Г.
3–5 см	балласт из смеси ломанных пород 0/8 согласно листу данных продукции В 0/5 Г.
50 см	несущий слой из щебёнки 0/45 по стандартам, Е на поверхности ≥ 180 МН/м ² . Толщина слоя возможно должна быть увеличена для достижения необходимой величины Е.
64 см	толщина надстройки в среднем

Альтернативно образование проезжей части по нормам (только основное):

10 см	тротуарный кирпич, 10 см толщиной или в вертикальной укладке, соединение и наполнение фуг как сверху
3–5 см	балласт как сверху
10 см	водопроницаемый несущий слой из асфальта 0/22, на нём геотекстиль (например механически укрепленный флисовый материал ГРК 4, 250 г/м ²)
15 см	несущий слой из щебёнки 0/45 по стандартам, Е на поверхности ≥ 150 МН/м ²
35 см	несущий морозоустойчивый слой по стандарту из круглозернистых смесей пород, Е на поверхности ≥ 120 МН/м ² , толщина слоя получается как минимальная величина по таблице
74 см	толщина надстройки в среднем

На основании строительно-технических требований стандарта из-за особых нагрузок необходимы некоторые изменения надстройки. Толщина надстройки при этом

превышает согласно нормам определённую минимальную толщину морозоустойчивой надстройки.

Сравнение обеих альтернативно указанных конструкций надстройки позволяет обнаружить, что в нормах указанные виды строительства как в отношении стоимости так и относительно ожидаемого поведения во время эксплуатации может очень различаться. При выборе строительных материалов нужно обращать внимание на региональный опыт, доступность строительных материалов и работоспособность региональных строительных фирм. При наличии положительного опыта, при строительстве с несущим слоем из асфальта толщина тротуарного кирпича может быть сокращена до 8 см.

2.) Автостоянка, используемая только легковыми машинами

Планировочные данные:

- В качестве автостоянки используемая площадь
- Грунт/основание: сильно илистый песок (SU по стандарту)
- Ф3-грунт (очень морозочувствительный)
- неблагоприятные условия грунтовых вод
- Строительный класс
- По таб. 4-4 парковка относится к строительному классу 6. Возможные частые рулевые манёвры машин должны быть учтены при выборе устойчивого к деформации соединения (узора).

Минимальная толщина морозоустойчивой надстройки:

Так как основание не состоит из морозоустойчивого грунта Ф1, минимальная толщина морозоустойчивой надстройки определяется сложением исходной величины и.

добавления/снижения толщины вследствие местных условий:

Большая или меньшая величина = A+B+C+D

Исходная величина	Строительный класс 6		50 см
	Грунт/Основание Ф3		
Д о б а в л е н и е / Снижение	Зона морозоустойчивости	A =	+ 5 см
	В закрытом месте расположения	B =	± 0 см
	неблагоприятные условия грунтовых вод (уровень грунтовых вод < 2 м под планумом)	C =	+ 5 см
	Водопроницаемые границы	D =	± 0 см
	Сумма:		60 см

Образование проезжей части, из стандарта

8 см	Слой тротуарного кирпича
3 см	Балласт
15 см	Несущий слой из щебня
34 см	Морозозащитный слой
60 см	Толщина надстройки

Примерный выбор строительных материалов (только основное):

8 см	тротуарный кирпич, 8 см толщиной, укладка в локтевом соединении, толщина фуг 3-5 мм, наполнение фуг из смеси ломанных пород 0/5 согласно листу данных продукции Ф 0/5 Г.
3–5 см	балласт из смеси пород 0/5 согласно листу данных продукции В 0/5 Г.
15 см	несущий слой из щебёнки 0/45 по стандартам, E на поверхности ≥ 120 МН/м ² .
34 см	морозозащитный слой по нормам из круглозернистых смесей пород, E на поверхности ≥ 100 МН/м ²
61 см	толщина надстройки в среднем

Образование слоёв укрепления проезжей части по нормам:

8 см	Слой тротуарного кирпича
3 см	Балласт
19 см	Несущий слой из щебня (минимальная толщина)
30 см	Толщина надстройки

Примерный выбор строительных материалов (только основное):

6 см	тротуарный кирпич, 6 см толщиной, укладка соответственно дизайну, толщина фуг 3-5 мм, наполнение фуг из смеси пород 0/4 или 0/5 (см. листы данных продукции).
3–5 см	балласт из смеси пород 0/5 согласно листу данных продукции В 0/5 Г.
20 см	несущий слой из щебёнки по стандартам, E на поверхности ≥ 80 МН/м ² .
30 см	толщина надстройки в среднем

3.) Терраса

Данные планирования:

- Использование поверхности для расстановки садовой мебели и маленьких цветочных горшков, без проезда машин, грунт/основание слегка глинистая галька (ГТ по стандарту)
- грунт Ф2 (умеренно до средне морозочувствительный)
- неблагоприятные условия грунтовых вод

Строительный класс:

Так как это не проезжая часть, нет необходимости в определении строительного класса. Площадь классифицируется как велосипедная или пешеходная дорога. Из-за статической нагрузки от маленьких цветочных горшков нужно использовать несущий слой с повышенной несущей способностью и устойчивостью к деформации.

Минимальная толщина морозоустойчивой надстройки:

Так как грунт умеренно до средне морозочувствительный и неблагоприятные условия грунтовых вод минимальная толщина морозоустойчивой надстройки выбирается до 25 см.

Приложение 3 Примеры дизайна

Использование меняющихся форматов

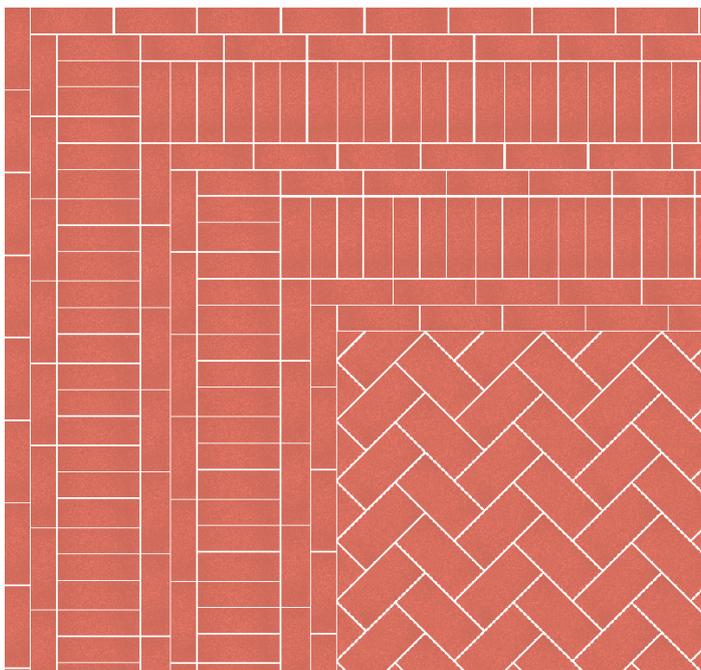


Abb. 3-1 Образование границ кирпичами установкой на ребро в меняющемся узоре в качестве присоединения к чешуйчатому соединению, уложенному плоско.

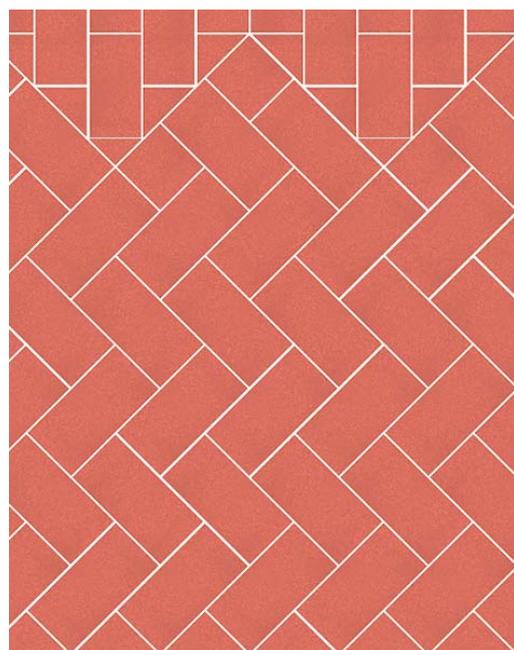


Abb. 3-2 Образование границ кирпичами установкой на ребро и плоско в качестве присоединения к чешуйчатому соединению, уложенному плоско.

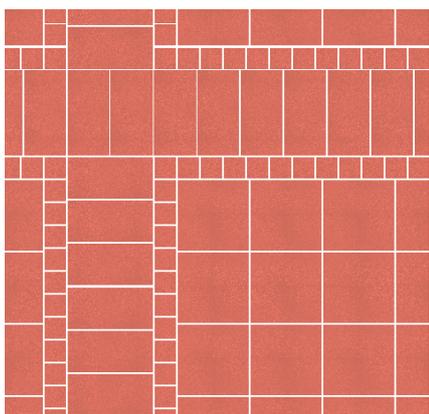


Abb. 3-3 Орнаментно сформированная структура поверхности при использовании 3 различных форматов клинкера

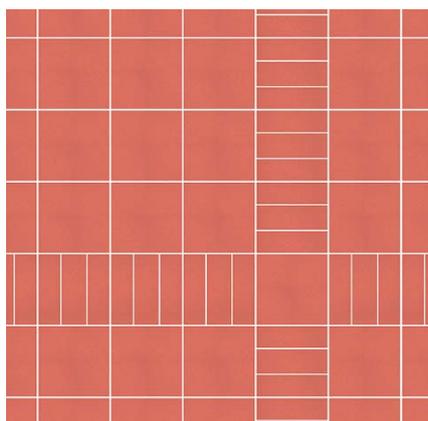


Abb. 3-4 Площадь из квадратных форматов с установленными на ребро кирпичами

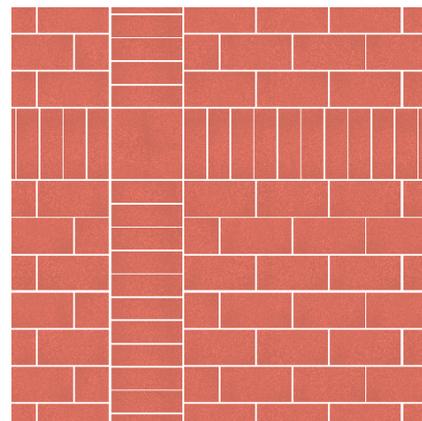


Abb. 3-5 Квадратные форматы в узловых точках в полсоединения уложенной площади

Укладка на круглых краях и на закруглениях

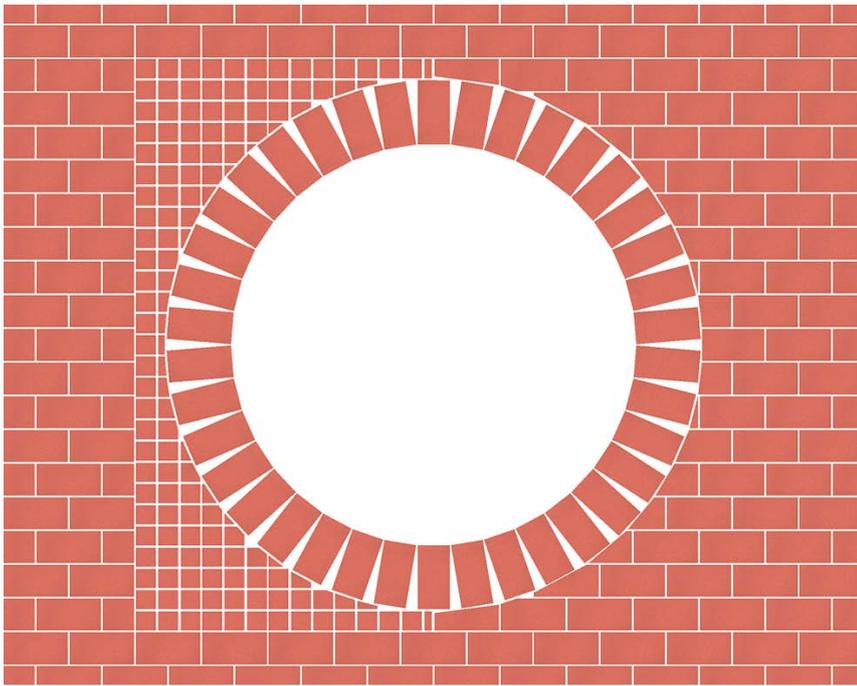


Abb. 3-6 Круг вокруг дерева из клинкера нормального формата плоско уложенного с клиновой фугой. Присоединение к клинкеру в нормальном формате или в мозаичном формате.

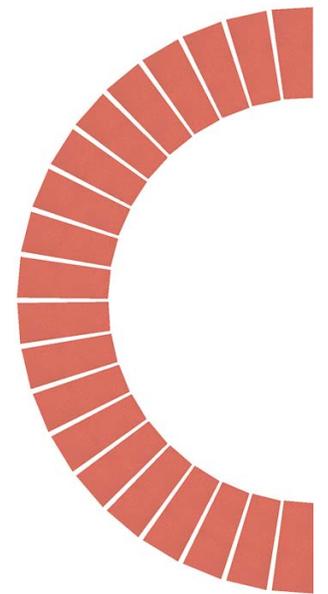


Abb. 3-7 Круг вокруг дерева с клиновыми кирпичами

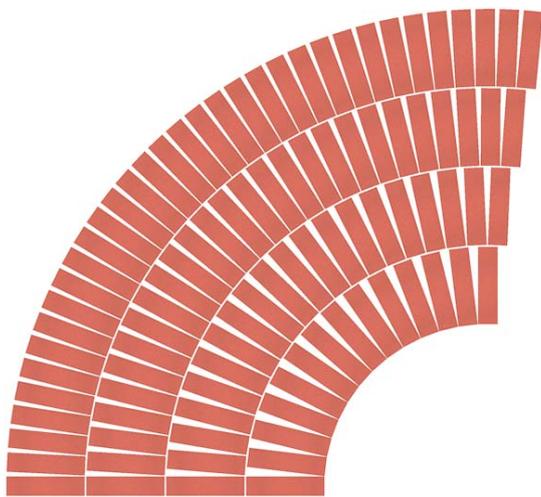


Abb. 3-8 Дуга из тротуарных кирпичей длинного формата или уложенных на ребро

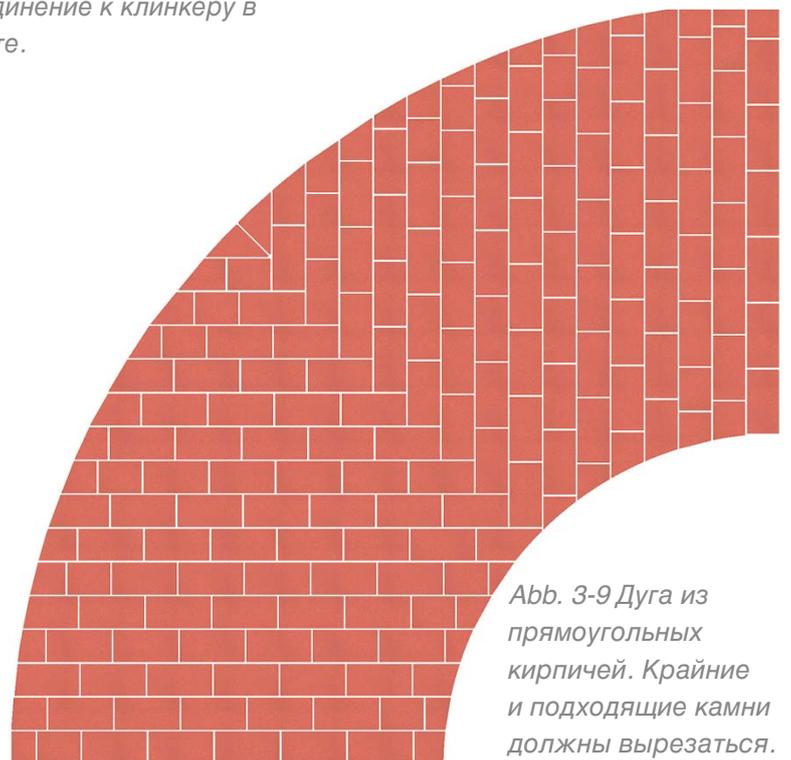


Abb. 3-9 Дуга из прямоугольных кирпичей. Крайние и подходящие камни должны вырезаться.

Укладка на угловых участках

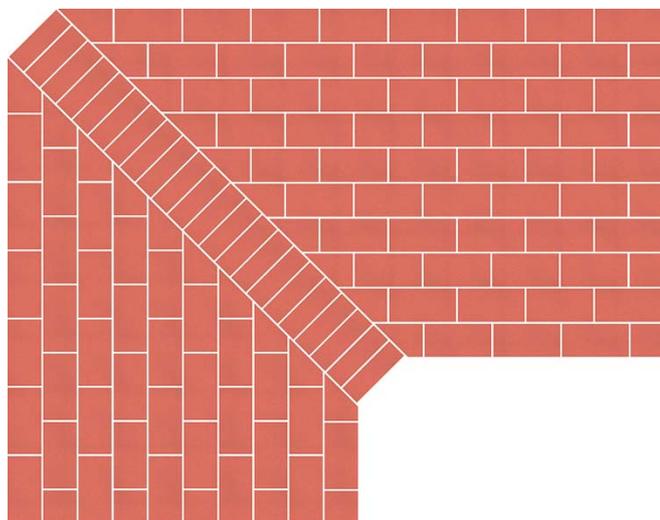


Abb. 3-10 Скос из кирпичей

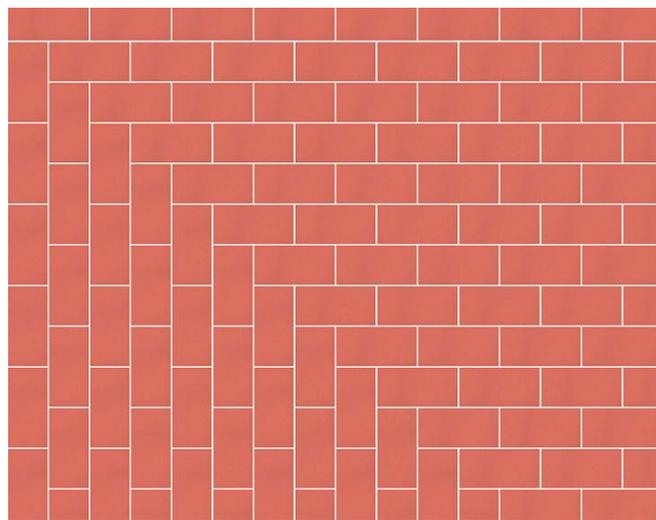


Abb. 3-11 Скос из кирпичей смещением фуг

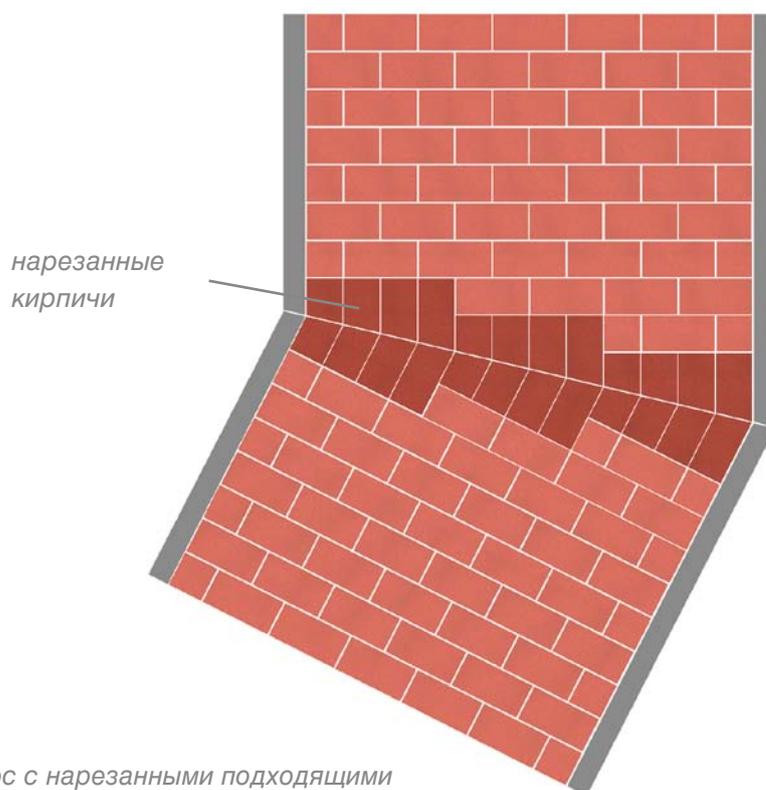


Abb. 3-12 Скос с нарезанными подходящими кирпичами