

УДК 712.6

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-51-58

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ ОТ РИМСКИХ ДОРОГ ДО НАШИХ ДНЕЙ

В.А. Фролова

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

frolova@mgul.ac.ru

Представлена технология создания дорог данного типа, специфика производства работ, уделено большое внимание деталям. История технологии создания дорожных одежд из натурального камня, логика применения материалов в конструкции основания, оценка достоинств и недостатков дают возможность современным проектировщикам придти к целесообразному использованию каменной брусчатки и избежать ошибок при производстве работ. Мощение из каменной колотой брусчатки в современном благоустройстве городов имеет много альтернатив, однако сохраняет популярность не только благодаря высокому эстетическому качеству, но и высокой несущей способности и износостойчивости. При изготовлении каменной брусчатки даже на современном производстве присутствует в большом количестве ручной труд. Укладка каменной брусчатки в рисунок мощения выполняется вручную и представляет собой кропотливую работу по подгонке камня по форме и фактуре. Именно рукотворность данного типа материала создает уникальность и неповторимость образа. В статье использованы рисунки автора.

Ключевые слова: мостовая, брусчатка, конструкция дорожного покрытия, технология укладки, натуральный камень, римские дороги

Ссылка для цитирования: Фролова В.А. Эволюция технологии создания дорожных одежд из натурального камня от римских дорог до наших дней // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 1. С. 51–58. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-51-58

Мощение из каменной колотой брусчатки в современном благоустройстве городов имеет много альтернатив, однако сохраняет популярность не только благодаря высокому эстетическому качеству, но и высокой несущей способности и износостойчивости. Рукотворность материала данного типа создает уникальную неповторимость образа, связывающую нас с далекой культурой предыдущих поколений строителей.

Принципиальная конструкция слоев дорожного основания под мощение из натурального камня развивалась в несколько этапов со времени строительства дорог Римской империей. Верхнее покрытие во времена античности создавалось из разных по размерам и форме камней, которые, удерживая и цепляясь краями один за другой, представляли собой устойчивое дорожное покрытие, дошедшее до наших дней в рабочем состоянии.

Цель работы

В статье рассматривается технология создания дорожных одежд из натурального камня, изучение которой, следуя логике применения материалов в конструкции основания, позволит современным проектировщикам придти к использованию каменной брусчатки, избегая ошибок и заблуждений в работе с данным материалом.

Материалы и методы

В настоящее время в городском благоустройстве распространены случаи быстрого изнашивания дорожных покрытий, их преждевременной деформации и разрушения, что связано не только

с ошибками, допущенными при проектировании и выборе конструкции, но и с нарушениями технологии производства строительных работ. При проектировании дорожных покрытий широко применяются типовые конструкции дорожных одежд, выбор которых происходит автоматически — не оценивая значение каждого слоя. В связи с этим актуальным вопросом на сегодня является разумный подход к проектированию покрытий из колотого камня. Изучение истории технологии создания дорожных одежд из натурального камня, логики применения материалов в конструкции основания, оценка достоинств и недостатков позволит современным проектировщикам придти к целесообразному использованию каменной брусчатки и избежать ошибок при производстве работ.

Брусчатка колотая (англ. paving stone, cube, tile stone) представляет собой элементы мощения, по форме обычно близкие кубу, изготовленные из твердых горных пород — базальта, гранита, порфира, габборо-диабазы путем раскалывания каменных глыб на близкие по форме и размеру фрагменты (рис. 1).

Производство брусчатки колотой из гранита остается низко-автоматизированным процессом с высокой долей ручного труда. Раскалывание каменных глыб осуществляется преимущественно мощным гидравлическим прессом, но поскольку каждая глыба камня по своему уникальна, ее позиционирование для раскалывания рабочий осуществляет вручную, что позволяет уменьшить количество брака в конечном продукте.

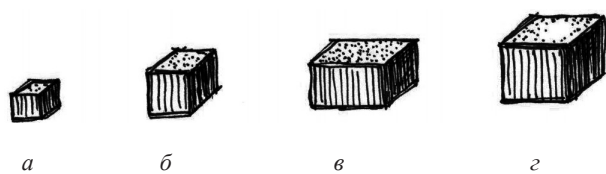


Рис. 1. Виды и размеры каменной брусчатки, см: а — 6×6×6; б — 10×10×10; в — 10×20×10; г — 12×12×12

Fig. 1. Types and sizes of paving stones, cm: а — 6×6×6; б — 10×10×10; в — 10×20×10; г — 12×12×12

В классификации мощения брусчатка относится к наборным дорожным покрытиям и занимает промежуточную позицию между природным камнем (галькой, булыжником) и каменными плитами правильной формы, сочетая в себе пропорции размеров природного камня и рукотворную геометрию.

История

Первые дорожные покрытия — мостовые — из крупного необработанного камня найдены в сохранившихся до наших дней поселениях римлян, возраст которых насчитывает около 2000 лет. Римские дороги (англ. Roman roads) были построены между населенными пунктами, предназначенными для передвижения войска и торговых караванов. Для их строительства применялись крупные по размеру камни без определенной формы, которые дополняли мелкими камнями. Настоящим шедевром римской инженерии стали знаменитые *Via publicae* — мощеные общественные дороги, построенные по технологии, пережившей тысячелетия. Технология римского дорожного строительства достаточно подробно описал выдающийся архитектор и механик античного мира (I век до н.э.) Марк Витрувий Поллион (Marcus Vitruvius Pollio).

Использование обработанного камня для создания дорожных покрытий широко распространилось значительно позднее, начиная с середины XVI в. в эпоху Возрождения, в городах Италии. Это были обтесанные вручную камни черного базальта, по форме близкие к параллелепипеду, т. е. *sampietrini* (*sanpietrini*) — от названия площади *Piazza San Pietro* в Риме, где в 1725 г. такой тип камня использовали при ее реконструкции [1]. Достаточно крупные по размеру — 12×12×18 см — камни укладывали рядами со сдвигом один относительно другого. Такой тип мощения активно использовался на протяжении последующих 200 лет, что обеспечивало достаточно ровное, устойчивое и долговечное дорожное покрытие.

Брусчатка колотая среднего и мелкого размера появилась в Европе во второй половине XIX в. с развитием пневматического оборудования для колки натурального камня, и широко распространилась уже в XX в. [2].

Москва также известна своими мостовыми из натурального камня. Первая — появилась в Кремле в 1643 г. на территории Патриаршего двора.

В начале XVIII в. использование камня для мощения улиц отражено в указах императора Петра I. Так, в 1700 г. был дан указ «собирать мостовые деньги со всех московских дворов в Стрелецкий приказ» [2], а крестьяне были обязаны добывать и привозить в Москву «дикий» камень, и чтобы каждый был не меньше гусиного яйца, что таким образом компенсировало отсутствие в окрестностях Москвы природных месторождений камня. Центральным районам предписывалось сплошное мощение камнем улиц и переулков: «в Кремле и Китае всякому перед своим домом мостить каменные мосты» [2].

Первая брусчатка колотая появилась на улицах Москвы в 1870-е гг., как один из вариантов экспериментального покрытия мостовых наряду с асфальтом. «Для значительного движения весьма хороша брусчатка. В Москве она применяется трех типов: нормальная брусчатка высотой 15–16 см, устраиваемая на песчаном основании; в путях трамвая применяется облегченная брусчатка, высотой 12–14 см; бруккенштейн или пониженная брусчатка, укладываемая на слое бетона; клейнпфлястер или мозаика с кубиками высотой 8–10 см (например, на Тверской, в форме круговых дуг), на бетонном основании с песчаной прослойкой между бетоном и мозаикой» [3].

В 1912–1914 гг. 57 % площади новых московских мостовых уложили из гранитной брусчатки, 18 — асфальтом и 22 % — булыжником [3, 4].

На Красной площади в Москве положена брусчатка крупного размера (10×20×20 см), по своему внешнему виду напоминающая средневековую итальянскую. Камни для Красной площади были специально изготовлены в начале 1930-х гг., когда износившееся булыжное покрытие заменили брусчаткой колотой из габбро-диабазы. Поскольку блоки добывались колотым способом, каждая плитка на поверхности имеет неповторимый рисунок, значительную толщину, что обеспечивает устойчивость перед нагрузкой до 30 т. Рязанские мостовщики-брусчатники осуществляли укладку по следующей технологии: снимали неровный, износившийся булыжник, укладывали полуметровый слой речного песка, на него — слой известнякового щебня, уплотняя катками. Затем вручную снова насыпали слой речного песка и на него выкладывали брусчатку по специальной схеме. Такая же брусчатка уложена на Баррикадной улице и Троицком мосту г. Москвы [4].

Конструкция

Древние римляне в конструкции основания дороги использовали три основных слоя из ма-

териалов, которые были добыты в прилегающих к строительству окрестностях [5].

Строительство дороги начиналось с разметки трассы, обозначенной двумя параллельными траншеями, которые были расположены на расстоянии, соответствующем ширине будущей дороги (2,5...4,5 м). Отмечалась зона производства работ и строителям объясняли характер почв в данной местности. Затем между траншеями извлекали грунт, формируя выемку для закладки основания дороги (рис. 2).

Нижним слоем основания дороги служил Statumen — опора, которую устраивали из крупных обломков камня твердых пород размером 20...50 см, укладывая на выровненную поверхность грунта слоем толщиной 30...60 см. На него насыпали следующий слой — Rudus (или Ruderatio) — щебень толщиной 25...30 см из камня более мелкой фракции с добавлением известняка и золы кремния или пемзы вулканического происхождения (pozzolana). Мелкие камни расклинивали крупные осколки камня основания, создавая более ровную поверхность, одновременно с этим при попадании воды, известняк и кремний вступали в химическую реакцию, в результате которой слой затвердевал (цементировался), создавая слой, препятствующий проникновению влаги с поверхности внутрь основания дороги.

Третий слой основания — Nucleus (ядро), слой из смеси песка и битого камня, толщиной около 15 см, который могли заменять осколки керамических горшков и кирпича. Он принимал на себя основную нагрузку от колес движущихся по дороге повозок и колесниц.

Если дорога находилась на подъезде к городу или была в пределах римского города, в конструкцию добавляли еще один — четвертый слой Agger (или Pavimentum), т. е. мостовую.

Для верхнего слоя покрытия применялись большие каменные плиты в виде многоугольников свободной формы (породы камня могли быть разные, в зависимости от местности, например, вулканический кремнезем или известняк). Камни обтесывали так, чтобы они максимально плотно прилегали один к другому. Тяжелые камни укладывали на слой песка и утапливали их в нем. Промежутки между большими плитами заполняли камнями меньшего размера, с добавлением pozzolana, создавая клинья в целях обеспечения поддержки крупных камней, что не позволяло им смещаться под нагрузкой.

Таким образом, разные по размерам и форме камни оказывались прочно связанными между собой, удерживая и цепляясь краями один за другой. В совокупности они представляли собой устойчивое дорожное покрытие, дошедшее до наших дней в рабочем состоянии (рис. 3).

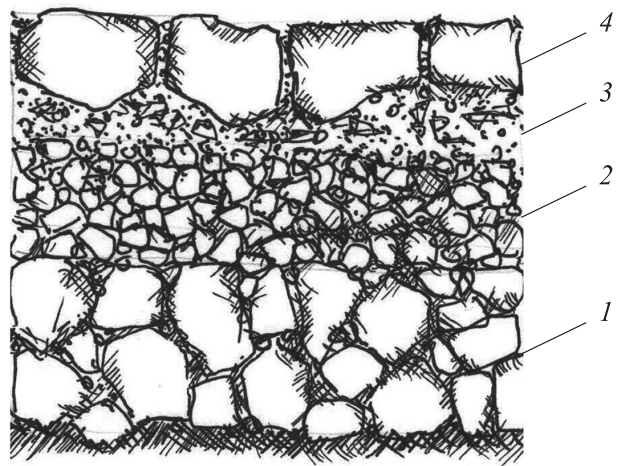


Рис. 2. Конструкция римской дороги: 1 — Statumen (30...60 см); 2 — Rudus (25...30 см); 3 — Nucleus (15 см); 4 — Pavimentum

Fig. 2. The construction of the Roman road: 1 — Statumen (30...60 cm); 2 — Rudus (25...30 cm); 3 — Nucleus (15 cm); 4 — Pavimentum



Рис. 3. Внешний вид городской улицы в г. Помпеи (Италия)
Fig. 3. The view of the city street in Pompeii (Italy)

Римские дороги имели симметричный двухскатный выпуклый поперечный профиль. Самая высокая высотная отметка располагалась на оси дороги, от которой уклоны покрытия, направленные к краям, обеспечивали быстрое удаление дождевых вод с поверхности дороги. По краям дороги по контуру мощения в грунт вертикально устанавливали крупные массивные камни (Umbones), которые удерживали края дорожной конструкции от разрушения.

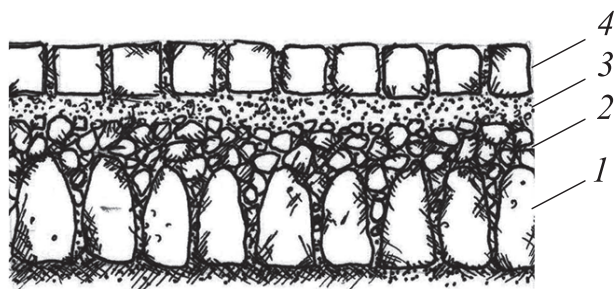


Рис. 4. Конструкция мощения из брусчатки на основании из пакеляжа (капитальная): 1 — пакеляж толщиной 15...17 см; 2 — щебень толщиной 8...9 см; 3 — цементно-песчаная смесь толщиной 3...4 см; 4 — брусчатка или мозаика толщиной 10...12 см

Fig. 4. The design of paving from paving stones on the basis of the hand-packed stones (capital): 1 — hand-packed stones with a thickness of 15 ... 17 cm; 2 — crushed stone with a thickness of 8 ... 9 cm; 3 — cement-sand mixture with a thickness of 3 ... 4 cm; 4 — paving stones or mosaics with a thickness of 10 ... 12 cm

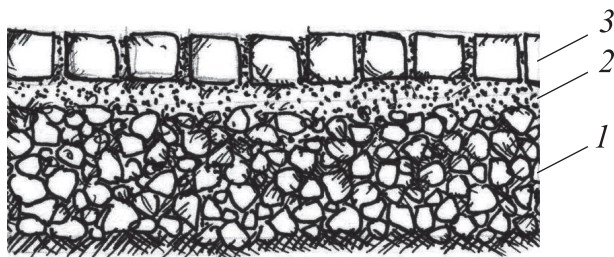


Рис. 5. Конструкция мощения из брусчатки на основании из щебня (капитальная): 1 — щебень толщиной 18...25 см; 2 — цементно-песчаная смесь толщиной 3 см; 3 — брусчатка или мозаика толщиной 9 см

Fig. 5. The design of paving with paving stones on the basis of crushed stone (capital): 1 — crushed stone with a thickness of 18...25 cm; 2 — cement-sand mixture with a thickness of 3 cm; 3 — paving stones or mosaic 9 cm thick

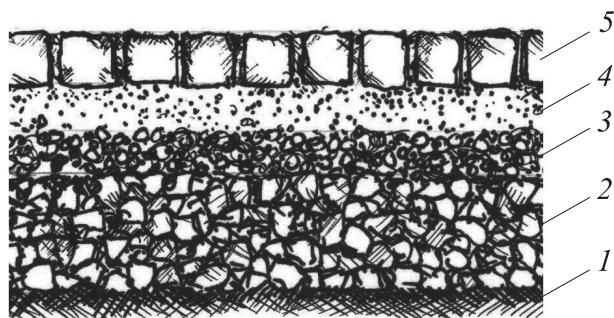


Рис. 6. Конструкция покрытия из брусчатки колотой на основании из щебня: 1 — грунтовое основание; 2 — несущее основание (крупный щебень); 3 — несущее основание (средний щебень); 4 — слой, связывающий основание и верхнее покрытие; 5 — брусчатка 10×10×10 см

Fig. 6. The design of the coating with chipped paving stones on the basis of crushed stone: 1 — soil base; 2 — bearing base (large crushed stone); 3 — bearing base (middle crushed stone); 4 — a layer connecting the base and top coating; 5 — paving stones 10 × 10 × 10 cm

В послевоенные годы мозаичные покрытия из натурального камня активно использовались для устройства мостовых. Справочник архитектора 1946 г. предлагает два типа конструкций: капитальную и облегченную [6]. Конструкция капитального типа похожа на конструкцию римской дороги, где в качестве статумента используется пакеляж — каменно-щебеночное основание из каменной шашки, устанавливаемое на слое песка вертикально острием вверх с выравниванием поверхности слоем щебня (рис. 4). Слой пакеляжа могли заменять слоем крупного щебня, на который мелкая брусчатка («мозаика») укладывалась с фиксацией на цементно-песчаную смесь (рис. 5) [7].

Современная конструкция слоев дорожной одежды из брусчатки колотой по-прежнему включает в себя четыре основных слоя, опирающихся на подготовленное грунтовое основание (рис. 6).

Несущее основание состоит из двух слоев щебня разных фракций, переносит на себя нагрузку от движущихся по поверхности транспорта и пешеходов и обеспечивает дренирование слоев покрытия, предотвращая его подтопление. Нижний слой основания выполняется крупным щебнем из твердых пород камня, верхний — щебнем среднего размера, который при уплотнении расклинивает крупные камни нижнего слоя и выравнивает поверхность. Поверх слоев несущего основания насыпают подстилающий слой, в который и помещают брусчатку. Он связывает между собой щебеночное основание и верхний слой конструкции. Лучшим материалом для него является мелкий щебень (фракция 1...3 мм) или песок (1...4 мм), можно использовать смесь щебня с песком или смесь песка и цемента (в соотношении 4:1) [8].

В случаях устройства дороги временного типа из брусчатки с разборным покрытием, например «при неупорядоченности подземного хозяйства» [7], использовалась облегченная конструкция. Брусчатку укладывали на основание из песка с добавлением цемента 200 кг/м², в садово-парковом строительстве — на основание из чистого песка без добавления цемента [9–11] (рис. 7).

В настоящее время мощение из брусчатки колотой редко применяется для строительства

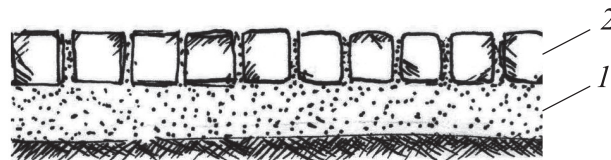


Рис. 7. Конструкция покрытия из брусчатки на основании из песка, стабилизированного цементом: 1 — цементно-песчаная смесь; 2 — брусчатка

Fig. 7. The design of the coating with paving stones on the basis of sand stabilized by cement: 1 — cement-sand mixture; 2 — paving stones

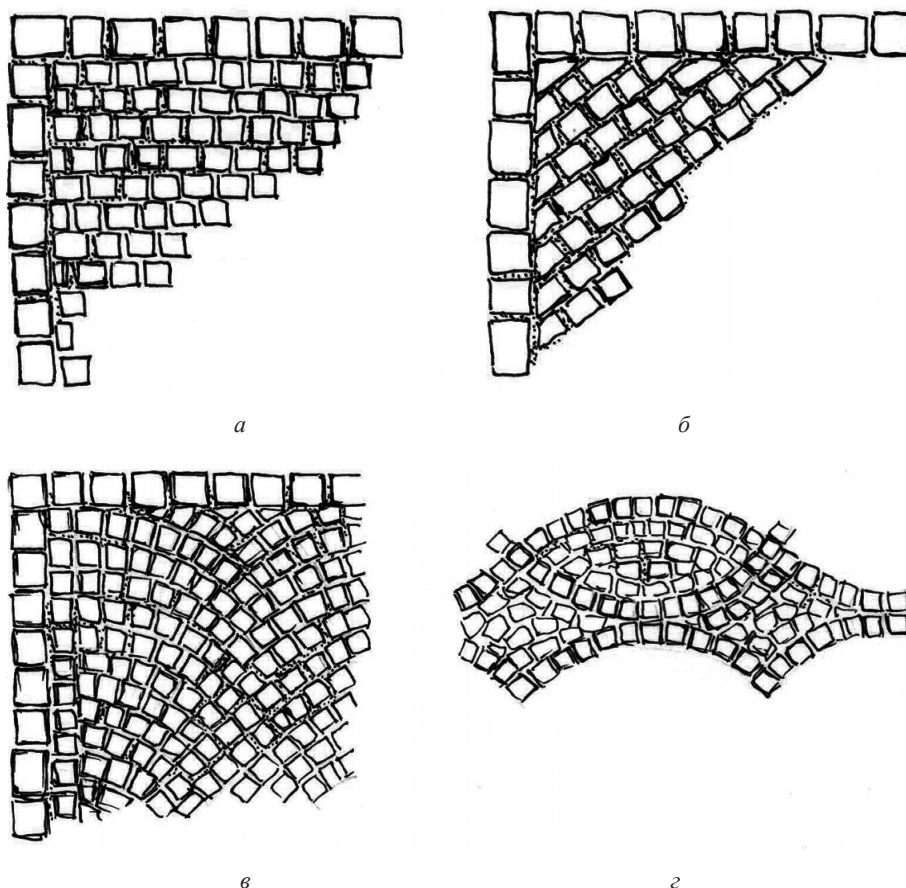


Рис. 8. Примеры раскладки камня мощения из брусчатки прямыми (*a*) и диагональными (*б*) рядами, дугами (*в*) и сегментами-дугами (*г*)

Fig. 8. Examples of laying paving stones with straight (*a*) and diagonal (*б*) rows, arcs (*в*) and arc segments (*г*)

новых дорог, для которых характерно интенсивное движение транспорта на высокой скорости. Дороги с таким покрытием нуждаются в регулярном поддержании их хорошего состояния в рамках текущего технического обслуживания. Покрытия из каменной брусчатки сохраняются также на исторических пешеходных улицах в городах с возможностью эпизодического проезда транспорта. Для решения указанных задач также используют облегченную конструкцию (см. рис. 7).

Технология

Укладка каменной брусчатки в рисунок мощения выполняют мастера вручную. Это — кропотливая работа, особенно с учетом подгонки камня по форме и фактуре. Конечный результат при этом во многом определяет мастерство исполнителей и качество камня.

В зависимости от выбранного рисунка мощения перед началом укладки мощения рабочий проводит необходимые расчеты, переносит на объект линии разбивки и вспомогательные оси, а также сортирует камни.

Мощение из брусчатки колотой является классическим видом мозаичного мощения. Известно несколько основных наиболее часто используемых рисунков выкладки камня: прямыми рядами, диагональными рядами, дугами («рыбья чешуя», «павлиний хвост»), сегментами-дугами (рис. 8) [6, 10, 11].

Мощение рядами следует начинать с укладки лотковых и крайних продольных рядов и, при наличии, камней, формирующих лоток вдоль края дороги, с перевязкой швов не менее чем на $1/3$ камня (шашки). Два крайних продольных ряда укладывают с опережением на $0,7 \dots 1,0$ м, заполняя швы раствором. При продольном уклоне свыше 10% , а также при односкатном поперечном профиле мощение следует вести снизу вверх [12].

Центральную часть дороги выкладывают рядами, перпендикулярными или диагональными к оси дороги, либо дугами по заданному рисунку выпуклостью кривых в сторону подъема. Подбор камня и его подгонка осуществляются с помощью молотка каменщика, с учетом необходимого смещения брусчатки в рядах не менее чем на $1/3$ длины камня, в дугах — на $1/2$ камня при ширине швов не более 10 мм.

После завершения работ по укладке мощения его уплотняют от края дороги к середине по рядам, используя механические трамбовки: сразу после мощения мостовую трамбуют (делают обжимку); после первой россыпи расклинивающего щебня трамбуют вторично. При использовании капитальных конструкций с массивным основанием (см. рис. 5, 6) после второй россыпи расклинивающего мелкого щебня для уплотнения можно использовать катки допустимой массы. Уплотнение следует заканчивать при прекращении визуально заметной осадки камней. Перед открытием движения транспорта мостовую засыпают слоем 1,5...2 см из песка, мелкого щебня, дресвы или гравия крупностью до 10 мм. Движение транспортных средств в первые 10...15 сут необходимо регулировать по всей ширине мостовой [12–20].

Облегченная конструкция (см. рис. 7) предусматривает укладку камней на сухое подготовленное основание, утрамбовывание, заполнение швов смесью цемента с песком и обильное смачивание водой. Такой способ позволяет создать монолитное покрытие, увеличить его жесткость. Для успешного результата следует выполнять операции по установке камней и заполнению швов между ними в один день, пока раствор не застыл. Скорость застывания раствора зависит от погодных условий (температуры, влажности воздуха и т. д.), как ограничивающего фактора для рассматриваемого способа укладки мощения.

Кроме перечисленных выше материалов для герметизации швов между каменными элементами мощения можно использовать горячую асфальтовую мастику или холодную битумную эмульсию. Герметизация швов в элементах дорожного покрытия необходима для сглаживания неровностей между камнями и создания препятствий для просачивания воды, которая может повредить мощение при замерзании или вызвать эрозию (размывание) подстилающих слоев основания.

Какой бы способ не был выбран для укладки мощения, по завершении следует провести тщательную очистку стоков, колодцев и всех элементов ливневой сети во избежание затвердевания материала, которым были заполнены швы мощения.

Брусчатка колотая часто используется в качестве тактильного покрытия фрагментами на проезжих частях улиц, например перед пешеходным переходом. В таких случаях камни укладывают на бетонное основание, использованное для тротуара [13].

Выводы

Отмечено, что различные типы оснований для мощения из натуральной брусчатки колотой существенно влияют на характеристику дорожной одежды, на ее свойства и устойчивость к нагрузкам.

Проведенный анализ литературных источников и собственные наблюдения позволили выявить достоинства и недостатки брусчатки колотой в ходе эксплуатации, которые важно учитывать при выборе данного типа мощения.

Достоинства: повышенные надежность и долговечность; высокая несущая способность; устойчивость к размытию покрытия; монолитность (при условии использовании щебеночного основания); сохранение целостности при подвижках почвы и чрезмерных нагрузках; проницаемость для воды, позволяющая сократить объем поверхностного стока, за счет его дренирования; высокие эстетические качества; в частности четко структурированный рисунок [14].

Недостатки: высокая стоимость материалов и производства работ, в том числе большие затраты труда квалифицированных рабочих при укладке; весьма высокий уровень шума, вызываемого движением транспорта; неприятная вибрация в салоне автотранспорта; вибрации, передающиеся зданиям; очень низкое сцепление колес с мокрой брусчаткой (особенно шлифованной), что может вызвать занос автотранспорта даже при малой скорости движения; непригодность для высокоскоростного движения; особая опасность для мотоциклистов при движении по мокрой брусчатке во время осадков; неудобство для ходьбы, особенно на высоких и тонких каблуках типа «шпилька».

Несмотря на перечисленные недостатки, мощение из натуральной брусчатки колотой находит место в современном благоустройстве городов, при строительстве объектов ландшафтной архитектуры, реконструкциях и реставрациях. Этот тип мощения не утратил популярность и очарование, унаследованные с исторических времен, сохранил ощущение надежности, богатую отделку натуральным камнем, сочетание неповторимости природного материала и ручной работы мастера.

Развитие технологий строительства, в том числе связанных с высокой точностью резки камня, не должно удалить колотый камень из наших городов в память о римских дорогах, средневековых улицах и площадях.

Список литературы

- [1] Путеводитель по Риму. ROMABELLA. URL: <https://www.romabella.com/en/things-to-do-en/sampietrini/> (дата обращения 12.09.2019).
- [2] Бартнев С.П. Московский Кремль в старину и теперь. В 2 т. // Исторический очерк кремлевских укреплений. М.: Синодальная типография, 1912. Т. 1. С. 32–78.
- [3] История московских мостовых: от дерева до плитки. Прогулки по Москве. URL: <http://moscowwalks.ru/2016/11/30/mostovye/> (дата обращения 08.09.2019).
- [4] Отголоски прошлого, или где в Москве прогуляться по брусчатой мостовой. URL: <https://www.mos.ru/news/item/29328073/> (дата обращения 08.09.2019).

- [5] Kirkwood N. The Art of Landscape detail. N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 1999. 352 p.
- [6] Справочник архитектора. Т. II. М.: Академия архитектуры СССР, 1946. 454 с.
- [7] Словарь основных терминов, необходимых при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. М.: Высшая школа, 1967. 123 с.
- [8] Теодоронский В.С., Сабо Е.Д., Фролова В.А. Строительство и содержание объектов ландшафтной архитектуры / под ред. В.С. Теодоронского. М.: Юрайт, 2018. 363 с.
- [9] Бакутис В.Э. Инженерное благоустройство городских территорий. М.: Стройиздат, 1979. 239 с.
- [10] Wirth P. Gartenanlage. Stuttgart.: Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, 2004. 214 p.
- [11] Lomer W. Koppen R. Garten-und Landschafts-bau. Stuttgart.: Eugen Ulmer GmbH & Co, 2003. 478 p.
- [12] СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85 (с Изменением N 1) URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095529> (дата обращения 08.09.2019).
- [13] Альбом типовых решений (стандартов) комплексного благоустройства территории «вылетных» магистралей города Москвы. М., 2015. 512 с.
- [14] Handbook of Landscape Architectural construction. (First Edition) Vol. II. Site Works. Washington: Landscape Architecture Foundation, 1988. 322 p.
- [15] Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1993. 272 с.
- [16] Автомобильные дороги: безопасность, экологические проблемы, экономика (российско-германский опыт) / под ред. В.Н. Луканина, К.Х. Ленца. М.: Логос, 2002. 624 с.
- [17] Буслаев А.П., Кузьмин Д.М. К вопросу об интеллектуальных системах в дорожном движении // Наука и техника в дорожной отрасли, 2006. № 2. С. 33–40.
- [18] Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. М.: Транспорт, 1989. 240 с.
- [19] Васильев А.П., Дингес Э.В., Когендон М.С. Ремонт и содержание дорог: справочная энциклопедия дорожника. Т. 2 / под ред. А.П. Васильева. М.: Информавтодор, 2004. 507 с.
- [20] Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. М.: Стройиздат, 1981. 216 с.

Сведения об авторе

Фролова Вера Алексеевна — канд. с.-х. наук, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), frolova@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 03.10.2019.
Принята к публикации 04.12.2019.

EVOLUTION OF NATURAL STONE ROAD PAVEMENTS FROM ROMAN ROADS TO THE PRESENT

V.A. Frolova

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia
frolova@mgul.ac.ru

The basic layer composition, which forms the roadway base under natural stone paving, has gone through several stages of evolution since the construction of Roman roads. In Antiquity, the top surface has been created with stones of different size and shape, which, by interlocking, clinged to each other with their edges and created a stable road surface that still survives to this day. With the development of mechanical processing methods for natural stones, the elements that made up the road surface acquired a cubical shape, now known as paving stones. This article is devoted to this very form. It reflects the technology of creating roads made with paving stones, the work specifics, and pays a lot of attention to detail. Paving within modern urban environments made with chipped paving stones has many alternatives, however, it remains popular not only due to its high aesthetic qualities, but also due to outstanding bearing capacity and stellar wear resistance. Within the manufacturing process of paving stones, even in modern production, there is a large amount of manual labor. Laying stone pavers in paving patterns is a painstaking job of adjusting each stone in regards to its shape and texture done manually by craftsmen. It is the handmade-ness of this type of material that creates a unique craftsmanship, leisurely, inimitable image that connects us with the distant culture of previous generations of builders. The article is illustrated by the authors own visuals.

Keywords: pavement, paving stones, pavement construction, paving technology, natural stone, Roman roads

Suggested citation: Frolova V.A. *Evolyutsiya tekhnologii sozdaniya dorozhnykh odezhd iz natural'nogo kamnya ot rimskikh dorog do nashikh dney* [Evolution of natural stone road pavements from roman roads to the present]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 51–58. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-51-58

References

- [1] *Putevoditel' po Rimu* ROMABELLA [Rome guide]. Available at: <https://www.romabella.com/en/things-to-do-en/sampietrini/> (accessed 12.09.2019).
- [2] Bartenev S.P. *Moskovskiy Kreml' v starinu i teper'* [Moscow Kremlin in old times]. *Istoricheskiy ocherk kremlevskikh ukrepleni* [Historical article about Kremlin fortification]. Moscow: Sinodal'naya tipografiya, 1912, t. 1, pp. 32–78.
- [3] *Istoriya moskovskikh mostovykh: ot dereva do plitki* [History of Moscow pavements; from wood to concrete]. Available at: <http://moscowwalks.ru/2016/11/30/mostovyey/> (accessed 08.09.2019).

- [4] *Ot goloski proshlogo, ili gde v Moskve progulyat'sya po bruschatoy mostovoy* [Echoes of the past, or where in Moscow you can go for a walk on the natural stone pavement]. Available at: <https://www.mos.ru/news/item/29328073/> (accessed 08.09.2019).
- [5] Kirkwood N. *The Art of Landscape detail*. N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 1999. 352 p.
- [6] *Spravochnik arkhitekatora* [Architect handbook]. T. II. Moscow: Akademiya arkhitektury SSSR, 1946, 454 p.
- [7] *Slovar' osnovnykh terminov, neobkhodimyykh pri proektirovanii, stroitel'stve i ekspluatatsii avtomobil'nykh dorog* [Dictionary of main terms for design, building and maintenance of roads]. Moscow: Vysshaya shkola, 1967, 123 p.
- [8] Teodoronskiy V.S., Sabo E.D., Frolova V.A. *Stroitel'stvo i sodержание ob'ektov landshaftnoy arkhitektury* [Building and maintenance of parks and gardens]. Ed. V.S. Teodoronskiy. Moscow: Yurayt, 2018, 363 p.
- [9] Bakutis V.E. *Inzhenernoe blagoustroystvo gorodskikh territoriy* [City engineer infrastructure]. Moscow: Stroyizdat, 1979, 239 p.
- [10] Wirth P. *Gartenanlage*. Stuttgart.: Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, 2004. 214 p.
- [11] Lomer W. Koppen R. *Garten-und Landschafts-bau*. Stuttgart.: Eugen Ulmer GmbH & Co, 2003. 478 p.
- [12] *SP 78.13330.2012 Avtomobil'nye dorogi. Aktualizirovannaya redaktsiya SNI P 3.06.03–85* [Roads. Building regulations]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/12000955> (accessed 08.09.2019).
- [13] *Al'bom tipovykh resheniy (standartov) kompleksnogo blagoustroystva territorii «vyletnykh» magistral'ey goroda Moskvy* [Album of standard solutions (standards) for comprehensive improvement of the territory of “departure” highways of the city of Moscow]. Moscow, 2015, 512 p.
- [14] *Handbook of Landscape Architectural construction. (First Edition) Vol. II. Site Works*. Washington: Landscape Architecture Foundation, 1988. 322 p.
- [15] Sardarov A.S. *Arkhitektura avtomobil'nykh dorog* [Architecture of highways]. Moscow: Transport, 1993, 272 p.
- [16] *Avtomobil'nye dorogi: bezopasnost', ekologicheskie problemy, ekonomika (rossiysko-germanskiiy opyt)* [Roads: safety, environmental problems, economics (Russian-German experience)]. Ed. V.N. Lukanin, K.X. Lenza. Moscow: Logos, 2002, 624 p.
- [17] Buslaev A.P., Kuz'min D.M. *K voprosu ob intellektual'nykh sistemakh v dorozhnom dvizhenii* [To the question of intelligent systems in traffic] *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli* [Science and technology in the road industry], 2006, no. 2, pp. 33–40.
- [18] Lobanov E.M. *Transportnaya planirovka gorodov* [Transport layout of cities]. Moscow: Transport, 1989, 240 p.
- [19] Vasil'ev A.P., Dinges E.V., Kogendon M.S. *Remont i sodержание dorog: spravochnaya entsiklopediya dorozhnika* [Repair and maintenance of roads: a reference road encyclopedia]. T. 2. Ed. A.P. Vasiliev. Moscow: Informavtodor, 2004, 507 p.
- [20] Cherepanov V.A. *Transport v planirovke gorodov* [Transport in city planning]. Moscow: Stroyizdat, 1981, 216 p.

Author's information

Frolova Vera Alekseevna — Cand. Sci. (Agriculture), Head of Landscape architecture department of BMSTU (Mytishchi branch), frolova@mgul.ac.ru

Received 03.10.2019.

Accepted for publication 04.12.2019.