

История дорожных одежд

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.13

Кузнецова А.П., начальник отдела продаж ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Тропы, пути и направления становятся дорогами тогда, когда их облачают в дорожные одежды. Чтобы движение по той или иной дороге осуществлялось круглогодично, строители укрепляют земельное полотно. Для этого в разные времена использовались разные материалы, обычно наиболее доступные для местности, по которой проходит дорога. Использование таких природных материалов, как камень, дерево и битум в строительстве дорог обнаруживается уже в глубокой древности. Некоторые участки древнейших дорог, по которым можно пройти, а то и проехать на автомобиле, сохранились до наших времён.

Каменные дороги древних римлян и народов Америки

Древнейшие каменные дороги со сложными конструктивными слоями, построенные во времена минойской цивилизации на о. Крит, относят к 3 тыс. г. до н.э. Дороги с каменным покрытием существовали в Ассирии, Хеттском царстве, импе-

рии Ахеменидов. Но самыми знаменитыми из древних каменных дорог стали римские, строительство которых приходится на период с 5 в. до н.э. по 3 в. н.э. По сей день в учебниках для инженеров-дорожников приводятся схемы конструкций дорожных одежд на римских дорогах, во многом повлиявших на общую траекторию развития технологии строительства дорог.

Римская империя уделяла огромное внимание развитию дорожной сети, прокладывая к каждой новой завоёванной территории каменные дороги. В период наивысшего могущества в империи насчитывалось около 90 тыс. км магистральных каменных дорог. Историки полагают, что с учётом грунтовых и гравийных дорог местного значения общее протяжение дорожной сети Римской империи составляло от 250 тыс. до 300 тыс. км.

Используя способ многослойной укладки различных материалов, римляне создали непревзойдённые по своей долговечности конструкции дорожной одежды в истории дорожного строительства. Имеющиеся ресурсы (дешёвая рабочая сила — рабы; изобилие каменного материала) и благоприятные климатические условия позволяли им делать дороги на века (рис. 1, 2, 3).

С современной точки зрения римские дорожные одежды имели избыточно большую толщину, порой достигавшую 1 м. Но при этом надо учитывать, что конструкция сооружалась не сразу, дорожная одежда наращивалась слой за слоем в течение нескольких веков.

Дорога строилась методом «слоёного пирога»: нижний слой состоял из крупных необработанных камней; следующий слой (около 20 см) представлял собой массу более мелкого битого камня, скреплённого связующим раствором. Третий слой (около 15 см) состоял из зацементированных мелких обломков кирпича и керамики. Поверх часто клали четвёртый слой —

Дадётся экскурс в историю возникновения и развития технологий строительства автомобильных дорог. Приводится описание конструкций дорожных одежд, сооружаемых в разные исторические периоды различными народами. Продемонстрирован процесс усложнения способов обработки природных материалов, используемых при создании дорожных одежд.



Рис. 1. Римская магистральная дорога из Антиохии в Халкиду (Сирия)



Рис. 2. Древнеримская дорога. Помпеи

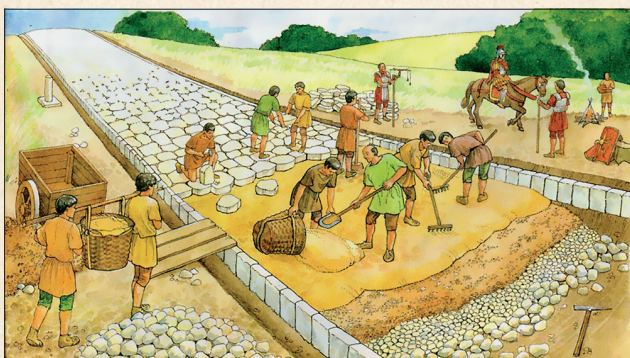


Рис. 3. Строительство римской дороги

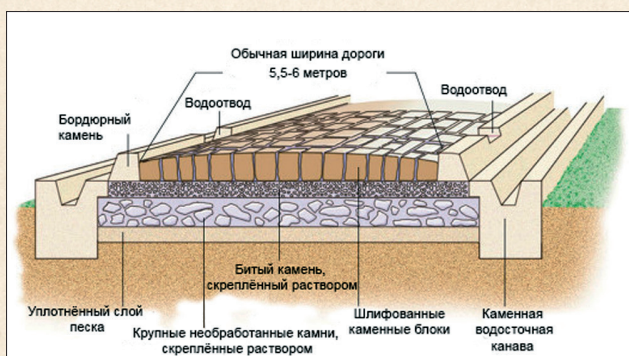


Рис. 4. Типовая конструкция дорожной одежды римской дороги



Рис. 5. Древняя дорога инков

крупные булыжники из базальтовой лавы. Мостовая имела двускатный поперечный профиль, что обеспечивало сток воды (рис. 4).

На плотных грунтах слои каменных материалов — гравия, естественного щебня — укладывали непосредственно на поверхность грунта, заполняя пустоты между ними местным грунтом или погружая в грунт каменную шашку или булыжник. На слабых грунтах делалась выемка, на дно которой плашмя укладывали каменные плиты [1].

Утверждение, что эти дороги были дорогами, на наш взгляд, довольно спорно. Так, самая значимая дорога античности, соединявшая Рим с Грецией, Египтом и Малой Азией, — Аппиева дорога протяжённостью более 354 миль (≈ 570 км) — в первые века нашей эры стоила казне по 109 тысяч сестерциев за каждую милю [2] или 43600 ассов. Зарплата солдат, занимавшихся строительством дорог, составляла примерно 400 ассов в месяц. В переводе на современные рубли — 1 миля римской дороги стоила 250 тысяч рублей. Строительство же подобной дороги в наши дни обходится примерно в 35 млн. рублей за километр.

Если считать, что в наши дни строительство дорог в разных странах обходится от 35 до 122 млн. рублей за 1 километр, то по современным меркам римские дороги не могут считаться дорогами.

С падением Римской империи возведение подобных конструкций стало невозможным. Но, на тысячелетия пережив своих создателей, римские дорожные одежды навсегда останутся отправной точкой в истории строительства дорог. Именно дороги древних римлян легли в основу современной дорожной сети Европы. И сегодня есть дороги, сохранные в первозданном виде, а среди них есть участки, открытые для автомобильного движения.

Не менее уникальным явлением в истории дорожного строительства являются каменные пути, проложенные народами древней Америки вдоль побережья Тихого океана и через джунгли Амазонии (рис. 5). По сей день эти грандиозные сооружения впечатляют своей монументальностью и неподвластностью времени.

Майя (3–10 вв.), ацтеки (14–16 вв.) и другие племена Мезоамерики, ведя мирную торговлю между собой, проложили многочисленные каменные тропы. Самая же густая сеть древнемексиканских дорог (16 тыс. км) была построена инками (11–16 вв.) для перемещения колонн воинов в ходе завоевательных войн. По своей плотности древние дороги в десятки раз превосходили сегодняшнюю инфраструктуру автомобильных дорог и во многом составили её основу. В наши дни древние дороги проходят по территории современных государств: Перу, Эквадора, Боливии, Колумбии, Чили, Аргентины.

В Древней Америке, в отличие от Древнего Рима, не было индивидуального рабства, строительство дорог возлагалось на общины местных племён, работавших под руководством профессиональных дорожников-надзирателей.

По большей части дороги были проложены на высоте от 3500 до 5000 м на крутых склонах Анд. Поверх уложенных насухо грубо отёсанных известняковых плит массой от 15 до 150 кг укладывался слой известнякового гравия. Уплотнённый во влажном состоянии, он образовывал твёрдую цементированную светлую поверхность, которая, вбирая в себя дождевую влагу, превращалась фактически в бетон.



Рис. 6. Бревенчатая мостовая, археологические раскопки древнего Новгорода

Считается, что «доколумбовая» Америка не знала колеса. Древние дороги строились исключительно для пешеходного движения, и до 15 века по местным дорогам товары перемещались исключительно на спинах людей и южноамериканских лам.

Не на всём своём протяжении древнеамериканские дороги были каменными. Их устраивали только на особо неблагоприятных сырых и заболоченных местах. Если дорога проходила по болоту — её поднимали на дамбу, если она пересекала зону постоянных дождей — укрепляли верхние слои. На остальном же протяжении это был естественный твёрдый каменистый грунт. Но это не мешает сохранившимся до наших дней сооружениям оставлять неизгладимое впечатление у каждого, кто увидит этот грандиозный памятник строительства дорог.

Деревянные настилы и мостовые

Дерево использовалось для обеспечения проходимости троп с глубокой древности. Так, в Великобритании сохранились участки дороги, строительство которой относят к 4 тыс. г. до н.э. Для преодоления торфяного болота на брёвнах в X-образном положении были закреплены молодые деревья ясеня, дуба, липы, на которые укладывали дубовый настил [3]. Дорога использовалась для пешеходного движения.

В России долгое время деревянные дорожные одежды являлись практически единственным типом искусственных покрытий на главных улицах русских городов, а также на отдельных труднопроезжаемых участках загородных дорог. Конструкция бревенчатой мостовой на протяжении веков не

менялась. Устраивали настилы из широких плотно пригнанных друг к другу стесанных брёвен-плах, уложенных по трём продольным длинным тонким брёвнам — лагам. Ширина плах иногда достигала 1 м. Их поверхность была тщательно выровнена, а внизу сделаны выемки для плотного прилегания к лагам. Когда деревянные настилы изнашивались, их устраивали заново, обычно оставляя старые настилы в земле. Так, при раскопках в Новгороде в культурном слое, относящемся к 10–15 векам, было найдено 25 настилов (рис. 6) [4].

Новое решение по использованию дерева в строительстве дорог в 1820 году предложил инженер путей сообщений В.П. Гурьев. Его модель сосновой шашки (торца) стала широко применяться в России и за рубежом.

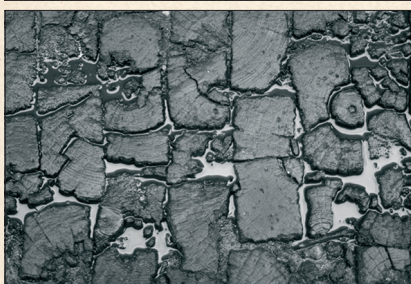


Рис. 7, 8. Деревянные дорожные покрытия. Начало 20 века, Чикаго



Рис. 9. Укладка деревянного дорожного покрытия. Начало 20 века, Питсбург

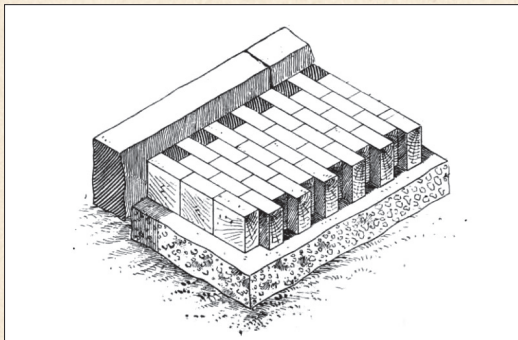


Рис. 10. Конструкция торцевой мостовой

Рис. 11. Всплывшая после наводнения мостовая. Петербург, 1924 г.



Первая деревянная торцевая мостовая была построена в Петербурге на Невском проспекте и Дворцовой набережной. В конструкцию дорожной одежды такой мостовой, как представлено в докладе В.П. Гурьева «Об учреждении торцовых дорог и сухопутных пароходов в России посредством компаний», входили:

1. Уплотнённые профилированные грунты.
2. Слой основания из гравийных или щебёночных смесей.
3. Слой песка 5–8 см.
4. Слой деревянной шашки (торцов высотой 18 см и шириной 25,4 см, соединённых деревянными штырями), который осмаливали и посыпали песком.

Торцы Гурьева вызвали огромный интерес в ряде европейских стран и, Соединённых Штатах Америки (рис. 7, 8, 9, 10). Так, в Англии шестигранные деревянные блоки были успешно опробованы на улицах Манчестера и Лондона. А в 1833 году в Бостоне специальный городской уполномоченный Джорж Смит выступил с докладом перед советом старейшин и предложил «секретный метод строительства тротуаров из дерева» по технологии Джентльмена Гурьева из Петербурга. Преимущества деревянной мостовой перед каменной виделись в возможности снизить шум от движения и сделать дорогу чище. На основании доклада совет старейшин поручил Смиту опробовать «русский метод».

В дальнейшем деревянные дорожные покрытия широко использовались в США, где получили название «покрытия С. Николсона», который в 1848 г. описал процесс укладки деревянных блоков. Особое внимание уделялось швам, которые заливали асфальтом, цементом и т.п. А сами торцы пропитывались антисептиком для предупреждения быстрого гниения [5].

При всех своих достоинствах деревянная торцевая мостовая имела серьёзные недостатки: недолговечность (каждые 7 лет требовался ремонт) и пожароопасность. Кроме того, в случае

наводнения торцы всплывали, и мостовая разрушалась. В Петербурге полное разрушение покрытия случалось несколько раз (рис. 11). Например, в 1924 году наводнением смыло 341 тыс. кв. м покрытия из торцевой шашки [6].

С появлением на дорогах автомобилей деревянные торцевые мостовые начали отходить на второй план и вскоре совсем перестали строиться. Но дерево и сегодня используется в дорожном строительстве. Деревянные настилы применяются при строительстве дорог на болотах и в условиях повышенной влажности грунтов. Особым спросом в таких условиях пользуется лиственница. Её древесину отличает уникальная особенность: во влажной среде она не только не гниёт, наоборот, минерализуется и становится твёрдой как бетон.

Переходные покрытия

Более сложные конструктивные решения появились в период промышленной революции в 18 веке, когда ручной труд начал заменяться машинным, и стала возможной более сложная обработка материалов.

Инженерам Нового времени, сменившего Средние века, требовалось снизить трудозатраты на строительство дорог. Отталкиваясь от образцов римских дорожных конструкций, они начали экспериментировать с уменьшением толщины конструктивных слоёв. При этом главной задачей виделось предотвращение проникновения воды в нижние слои дорожной одежды.

В 1786 г. в России была утверждена обязательная конструкция дорожной одежды капитана Баранова для дорог с проезжей частью. В нижней части двухслойного покрытия засыпался щебень «размером с куриное яйцо», в верхней укладывался 2–4-дюймовый камень, который требовалось «уколотить поплотнее ручными бабами». Впервые утверждалась необходимость предварительного уплотнения покрытия железными и каменными катками.

В историю же дорожных одежд двухслойное покрытие (нижний слой — крупный щебень, верхний — одномерный мелкий щебень), укатанное тяжёлым катком, вошло как изобретение шотландского инженера-дорожника Джона Макадама (1756–1836 гг.). При этом особое внимание заострялось на одномерности щебня: частица должна была весить в среднем 170 г, а по размеру проходить в кольцо диаметром 5 см (рис. 12).

Слово «макадам» стало нарицательным и сейчас используется повсеместно, нередко встречаясь и в художественной литературе: «Листья платанов падали дрожащими китайскими тенями на макадам мостовой» [7].

Если в качестве связующего вещества использовалась не вода, а разновидность битума, то такая дорожная одежда называлась тармакадам. Щебень в сочетании со смолой и под давлением тяжёлого катка превращался в жёсткую, ровную и водонепроницаемую поверхность, прекрасно подходящую для движения колеса. Такие дёте-бетонные дороги считались самыми лучшими до появления асфальта.

Природный и искусственный асфальт

В строительстве дорог природный асфальт использовался уже в Древней Месопотамии. Расположенная на осадочных грунтах долин рек Тигра и Евфрата, Месопотамия не имела каменных материалов. Для мощения дворов храмов и улиц использовался кирпич, обожжённый в печах при температуре 550–600°C. Этот слабый пористый кирпич укладывался на мастику, приготовленную из смеси глины, песка, гравия и природного асфальта. Асфальт (смесь битумов) добывали из месторождений на побережье Мёртвого моря, в Латтакии (Сирия) и ряде других мест.

Активное использование природного асфальта в дорожном строительстве началось, когда многократно возросла интенсивность движения. Первым применением асфальта на дорогах считается укладка в 1824 году крупных блоков натурального асфальта на Елисейских полях в Париже.

Изобретателем же современного дорожного битума считается профессор Эдвард Дж. де Смедт. В 1870 году бельгийский эмигрант, работая в Колумбийском университете (Нью-Йорк), получил патент на изобретённое им новое дорожное покрытие, получившее известность как французское асфальтовое покрытие.

Хотя известны и более ранние попытки укладки асфальта: например в Петербурге с 1866 года использовались покрытия с применением сызранских асфальтов [8].

Одним из крупнейших источников природного асфальта является озеро Пич-Лейк на острове Тринидад в Карибском море (рис. 13). Занимая



Рис. 12. Укладка первой щебёночной дороги в США, 1823 г.

около 40 гектаров площади и имея внушительную глубину (больше 80 метров), оно содержит более 6 млн. тонн природного битума, причём уровень битума не понижается — всё вычерпанное восполняется, подземный битумный «завод» работает без остановки. В 1876 году 54 тыс. кв. м листового асфальта из Тринидада было использовано на Пенсильвания-авеню, Вашингтон, округ Колумбия. Несмотря на напряжённое дорожное движение, в течение 11 лет поверхность дороги оставалась в идеальном состоянии. Так асфальт из Тринидада получил мировую славу.

Постепенно производство нефтепродуктов позволило заменить природный асфальт искусственным. Началом же систематического строительства усовершенствованных покрытий следует считать быстро распространявшуюся укладку на улицах столичных городов покрытий



Рис. 13. Одно из крупнейших асфальтовых озёр — Пич-Лейк на острове Тринидад

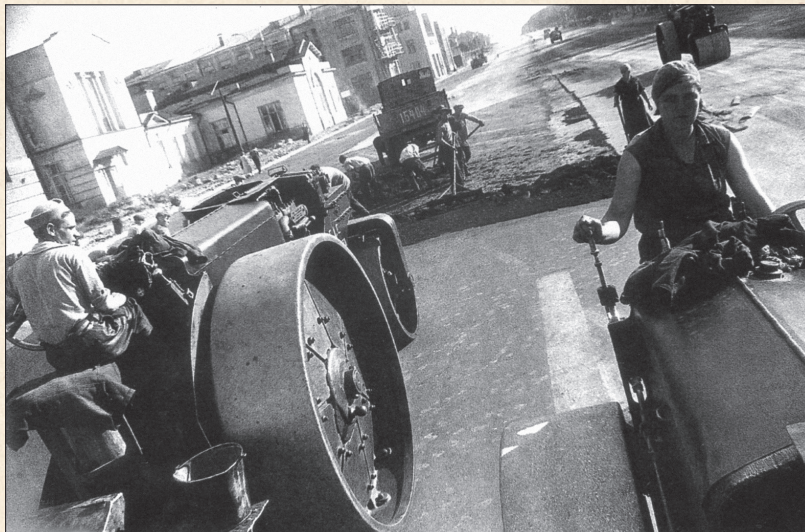



Рис. 14. Укладка асфальта. Большая Калужская улица, Москва, 1930 г.

из «трамбованного асфальта» — природный асфальт разогревали в котлах и, после разравнивания на прочном каменном основании, уплотняли трамбованием (рис. 14). В 1913 году в Европе впервые была применена заимствованная у США укатка «асфальтовой массы». Покрытие получило название «укатанного асфальта». Оно отлично подходило для резинового колеса и быстро получило широкое распространение.

Спустя век дорожная техника для укладки асфальта в своём развитии ушла далеко вперёд. Современные асфальтоукладчики автоматически осуществляют подачу, распределение, укладку материалов и нивелирование дороги (рис. 15).

Наибольшее внимание сейчас уделяется цементно-бетонным дорогам. Такие покрытия превосходят асфальтовые по прочности, износостойкости и долговечности, а также имеют целый ряд эксплуатационных и экологических преимуществ. Высокие транспортно-эксплуатационные качества и возможность полной механизации строительных работ выдвигают бетонные покрытия дорог на первое место в мире среди усовершенствованных покрытий (рис. 16). 

Литература:

1. Бабков В.Ф. Развитие техники дорожного строительства. М.: Транспорт, 1988. 269 с.
2. Альберто Анджела. Один день в древнем Риме. Повседневная жизнь, тайны и курьезы. М.: КоЛибри, 2010. 480 с.
3. Коулз Джон М. Самая древняя дорога в мире // В мире науки. 1990. №01. С. 64–72.
4. Бабков В.Ф. От выючных троп до скоростных магистралей // Техника молодёжи. 1984. №07. С. 62–64.
5. Johnson Frank G. The Nicolson Pavement, and Pavement Generally. New York: W. C. Rogery @ Co, 1867. 130 p.
6. Крынин Д. Мостовые Москвы // За рулём. 1928. №5. С. 26–28.
7. Сименон Ж. Бегство господина Монда. М.: Копирайт, 1997. 250 с.
8. Исторические очерки строительства дорог и мостов / В.П. Бойко [и др.]. Томск: изд-во Том. Гос. Арх. Строит. Ун-та, 2012. 150 с.

В статье использованы иллюстрации авторов: В. Gagnon, Sh. Rajagopalan, В. Валуйских, В. Дмитриенко



Рис. 15. Современный асфальтоукладчик



Рис. 16. Укладка монолитного бетонного бордюра



ИСТОРИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

