

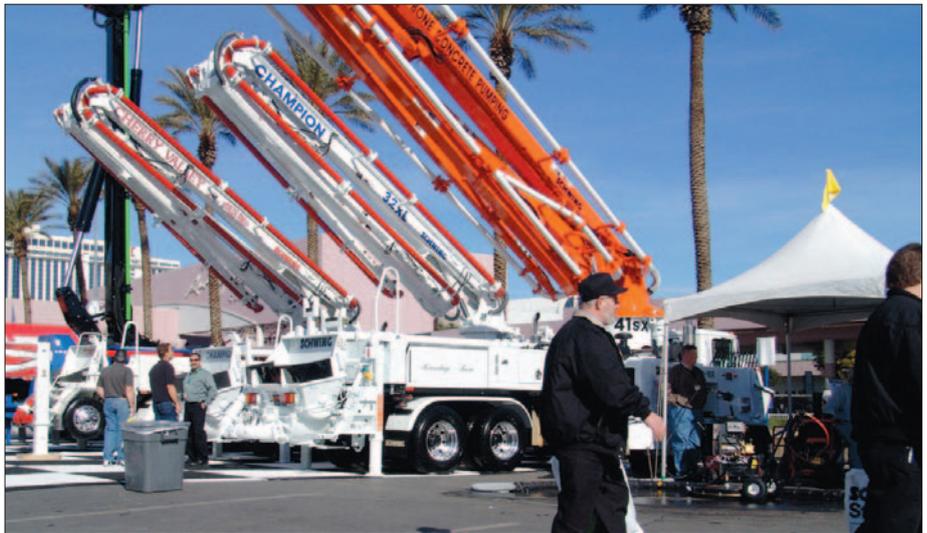
# БЕТОННЫЕ ДОРОГИ: АКТУАЛЬНОСТЬ, ВОЗМОЖНОСТИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Всем известна фраза великого русского писателя о том, что в России две главные беды. Одна из них — дороги. Проблема существует и по сей день. И наши водители не могут не думать о качестве дорог, тем более теперь, когда налог стал достаточно ощутимым. Нас постоянно увещивают обещаниями о новых прямых и ровных дорогах. Возникает вопрос: где же они?

Как ни печально, но думается, наши дороги самые плохие, по крайней мере в Европе — это точно. Надо понимать, что есть серьезные различия в технологиях строительства дорог у нас и на Западе. Фактически наши дороги требуют ремонта уже через три года после ввода в эксплуатацию, а затем — ежегодно так называемый ямочный ремонт. А на Западе дороги без ремонта работают десятилетиями!

Хорошо известно, что технологий устройства дорог множество. Это касается как подготовки основания, так и укладки верхнего слоя покрытия. Все зависит от геологии, от рельефа местности, от климата, от транспортной нагрузки, от бюджета строительства и многих других факторов. Каждая дорога, даже при совпадении технологий, будет индивидуальна. Дорога в горах обязана и достаточно часто повторяет рельеф местности почти один к одному. Дороги магистрального типа, автобаны, хайвеи, так называемые «первой категории», вынуждают строителей спрямлять рельеф местности — выравнивать ландшафт: засыпать впадины, срезать холмы, строить мосты и эстакады через реки, туннели сквозь горы. В силу того, что на ней должен обеспечиваться определенный скоростной режим, она не должна иметь крутых поворотов, подъемов и спусков.

Если тело самой дороги (ее сечение, конструкция) имеет массу вариантов, то классифицируют ее в основном по материалу верхнего покрытия: асфальтовому или бетонному. В асфальтовом в качестве вяжущего материала смеси используется битум, в бетонном — цемент. В некоторых вариантах может применяться композитный материал, когда на бетон кладут асфальт, обеспечивая таким образом качественный нижний слой на



Бетононасосы. Выставка в Лас-Вегасе (США)

многие десятилетия, и меняют каждые лет пять-семь верхний асфальтобетонный, что позволяет создать долговечную и прочную дорогу.

По статистике, бетонное покрытие дороже асфальтового в 1,5–2 раза, т. е. примерно на 70–80%. Асфальтовое требует ухода и ремонта уже через 3–4 года после ввода дороги в эксплуатацию (на примере МКАД и КАД СПб): заливки трещин, засыпки ям и т. п. Бетонное покрытие первые 10–12 лет эксплуатации практически ничего не требует, как говорят дорожники: только пыль сдувай.

Фактически где-то лет через восемь общие эксплуатационные затраты на бетонную и асфальтовую дороги уравниваются, а затем бетонная становится все дешевле и дешевле асфальтовой. Вот и получается, что скупой платит дважды, а российский водитель по вине чиновников — ежегодно.

На территории России главным образом строят асфальтовые дороги, а на Западе —

бетонные. Бетонные дороги служат 50 лет. По статистике, их в США — 60%, в Германии — 38%, в Австрии — 46%, в то время как в России — всего 3%. Примечательно, что вытеснение строительства бетонных дорог в нашей стране происходило из-за дефицита требуемых марок цемента, малой производительности работ и высокой стоимости.

Как любое инженерное сооружение, дорога достаточно сложна. В классическом упрощенном виде она выглядит так: отсыпка грунта, земляная подушка, над ней два слоя по 25–30 см (слой песчаной смеси, геотекстиль, препятствующий проникновению вверх влаги из почвы, и слой щебня). Все материалы и действия с ними строго регламентированы согласно СНиП, все это многократно трамбуется катками и расклиновывается, обильно поливается водой, затем наносится битум и три слоя асфальтобетона — 5,6 и 8 см. Каждый слой укатывается тоже до определенного состояния. Фактически также выглядит и бетонная

дорога, но в качестве верхнего слоя используется качественно уложенный и выровненный бетон.

Прочный, долговечный, износоустойчивый цементный бетон показал себя с самой лучшей стороны в качестве материала для дорожных оснований и покрытий. Расчеты подтверждают, что применение цементного бетона дает достаточно большую экономию.

В качестве примера можно привести использование бетона как материала



Бетононасосы. Выставка в Лас-Вегасе (США)



Бульдозер с навесным оборудованием для бетонных работ



Тяжелый экскаватор



Грейдер

для строительства дорог еще в царской России. В 1913 г. в Тифлисе была построена первая дорога с бетонным покрытием. Продолжение строительства было в 60 – 70-х гг. прошлого века. Большинство тех дорог все еще не нуждается в капремонте.

Как уже упоминалось ранее, помимо прямых экономических выгод при строительстве, бетонное покрытие дает значительные технико-экономические преимущества при эксплуатации дороги. Высокая долговечность бетона позволяет сократить расходы на содержание и ремонт до минимума. Срок службы бетонного покрытия автомобильной дороги в несколько раз больше по сравнению с покрытием из асфальтобетона. Качественно построенная дорога с цементобетонным покрытием может служить без капитального ремонта несколько десятков лет. Конструктивно цементобетонное дорожное покрытие представляет собой плиту толщиной 18 – 24 см.

Если, используя современное оборудование, дорогу покрыть сплошной лентой бетона, то при изменениях температуры (днем и ночью, летом и зимой) бетонная плита будет изменяться в размерах (расширяться и сокращаться), и в ней возникнут напряжения, которые могут привести к растрескиванию бетона. Поэтому на бетонной дороге тоже на определенном расстоянии делают так называемые ложные швы — зазоры. Чтобы бетонная плита не разрушалась при нагревании, устраивают деформационные швы расширения — сквозные

зазоры между соседними плитами бетонного покрытия. Швы заполняют эластичной мастикой из битума, чтобы в основание под плиту не проникала вода. Деформационные швы расширения в умеренном климате устраивают через 20 – 30 м. Это расстояние зависит от температуры бетонной смеси в момент укладки, а также от климата местности.

Если не предусмотреть деформационные швы расширения, то покрытие, нагреваясь в жаркий солнечный день, будет достаточно напряжено, и с его поверхности могут выкалываться целые куски бетона. В качестве примера можно привести ситуацию с бетонными дорогами в США, в штате Калифорния. Она возникла в 50-е гг. прошлого века. В то время производственники и специалисты еще мало знали о нюансах технологий. Бетонные куски с силой отлетая от покрытия, вызвали целый ряд аварий, а причиной послужило недостаточное количество необходимых ложных и деформационных швов.

Если рассмотреть физику бетона, то при охлаждении покрытия до температуры меньшей, чем температура бетонной смеси в момент укладки, бетон будет сжиматься и бетонная плита также может дать трещины. Во избежание появления таких трещин покрытие разделяется швами на расстояниях меньших, чем те, при которых возникают опасные напряжения. Такие швы устраиваются обычно на расстоянии 6 – 12 м и представляют собой прорези, глубина кото-

рых равна одной трети толщины плиты. Эти швы называются ложными швами. Когда в бетоне появляются напряжения от сжатия при охлаждении, бетонная плита растрескивается в наиболее слабом месте — по сечению, ослабленному надрезом. Благодаря изготовлению таких швов мы можем контролировать поведение всей бетонной плиты. Данный ложный шов сжатия/расширения заливают специальной эластичной мастикой. По оси дороги также необходимо устраивать шов по типу ложного шва, иначе возможно образование продольной трещины.

Таким образом, дорожное покрытие на цементном вяжущем состоит как бы из отдельных плит. Во избежание нарушения монолитности всего покрытия, а также для передачи нагрузки от движущихся машин от одной плиты к другой в швах устанавливают специальные металлические стержни. Ныне это достаточно высокотехнологичные конструкции, и применяются они при строительстве мостов.

**От качества выполнения всех работ по устройству покрытия зависит в дальнейшем срок его службы.**

Немаловажно, что строительство дорог с бетонным покрытием в мире непрерывно возрастает, они становятся основным видом магистральных дорог.

Обобщая все вышесказанное, хочется надеяться, что сейчас положение дел наконец-то изменится. Бетонные дороги не только не хуже, но и имеют ряд преимуществ перед асфальтовыми. Эти «плюсы» можно условно разделить на 3 вида: эксплуатационные, экологические и экономические. Но по порядку.

**Эксплуатационные** преимущества связаны с тем, что бетон как «жесткий» вид покрытия распределяет нагрузку на большую площадь земляного полотна по сравнению с «гибким» асфальтом. Цементобетонные дороги гораздо долговечнее и прочнее асфальтовых и способны служить, не требуя ремонта, до 50 лет. В то время как движение по асфальтовым трассам часто останавливается или ограничивается из-за ремонта, дороги с бетонным покрытием эксплуатируются практически без перерыв-

Табл. Виды уплотняющего оборудования, применяемого для уплотнения укатываемого бетона в Швеции

Уплотняющее оборудование	Минимальное число проходов	Максимальная толщина слоя покрытия после уплотнения (мм)
Виброплита массой 400 кг	4	150
Виброкаток с одним вальцом (статическая минимальная нагрузка*, кН/м):		
массой 6 т (15)	6	150
массой 10 т (25)	6	150
Тандемный виброкаток (статическая линейная нагрузка, кН/м):		
массой 2,5 т (10)	6	100
массой 6 т (20)	4	150
массой 10 т (30)	4	250

\*Если используют каток с переменной амплитудой колебаний, то она равна 0,8 м

вов. В течение весеннего сезона, когда земляное полотно испытывает наиболее сильные нагрузки по температурному режиму, только 6% «бетонок» подвергаются определенным деформациям, для асфальтовых дорог этот показатель составляет 61%.

Большегрузные автомобили сильно прогибают асфальт, портят его, что естественным образом приводит к существенному увеличению расхода топлива. А бетонное покрытие уменьшает прогиб дорожного полотна и, следовательно, экономит топливо. Нет колеяности и волнообразности, как на асфальте. Согласно исследованию группы экспертов для Федеральной администрации по автотрассам США, проведенного в 1982 г., экономия топлива в данном случае составляет 20%.

Движение по бетонным дорогам значительно безопаснее, чем по асфальтированным. В дождливую погоду выбоины в асфальте наполняются водой, что создает дополнительную опасность из-за глиссирования колес. Зимой вода в выбоинах превращается в лед, что снижает коэффициент сцепления. В то же время на гладком бетонном полотне жидкость практически не задерживается.

Бетонное покрытие дает хорошую видимость для водителей в темное время суток, так как отражает свет значительно лучше, чем асфальт. По некоторым данным, отражающий эффект бетонной трассы позволяет уменьшить уровень освещения на 20%.

Несомненные **«эко»-преимущества** бетонных дорог перед асфальтовыми связаны со многими моментами.

Нефтепродукты, используемые в асфальтовом покрытии, вместе с водой проникают в почву, и через несколько лет эксплуатации земля, как под дорогой, так и вокруг, полностью загрязняется нефтепродуктами.

Меньший расход топлива на то же расстояние по бетонной дороге означает меньший выброс вредных веществ в атмосферу. К тому же повышенные эксплуатационные характеристики «бетонок» позволяют одной единицей большегрузной техники перевозить по ним гораздо большее количество груза. Разумеется, это так же уменьшает выбросы в атмосферу.

Многие противники бетонных дорог утверждают, что они весьма «шумные». Как показали исследования, движение по бетонной дороге действительно создает больше шума, но в среднем всего на 5 децибел больше, чем по асфальтовой (для сравнения: уровень человеческого шепота — 20 децибел). Более того, современные технологии строительства позволяют «бетонкам» полностью приблизиться

к асфальтовым дорогам с точки зрения шумности.

Как уже говорилось выше, в развитых странах уже давно оценили по достоинству преимущества бетонных дорог. Поэтому, например, в Бельгии и в США за счет государственных субсидий поддерживается строительство цементобетонных покрытий на уровне 40–60% от общего объема строительства автомобильных дорог.

#### Оборудование для устройства дорог.

Сейчас в Российской Федерации имеется большой спектр оборудования для изготовления бетонных дорог и оснований из бетона. Исторически первым на нашем рынке появилось и используется оборудование шведской фирмы Дунарас. В настоящее время появилось достаточно большое количество марок, это и НАММ и несколько итальянских производителей, в том числе и наши катки «Раскат» и САСТА (г. Сасово).



Укладка бетона при помощи оборудования LaserScreed

В качестве примера привожу оборудование, используемое нашими шведскими коллегами (см. таблицу). Перечисленное оборудование применяется как для уплотнения основания, так и для уплотнения верхнего слоя.

Если говорить о бетоноукладчиках, о тех, кто первым привез и использовал такое оборудование, то пионером здесь является «Генеральная строительная компания». Она одна из первых приобрела оборудование для бетонных работ по укладке основания под трамвайные рельсы на Литейном проспекте (Санкт-Петербург). Это большие самоходные машины с бункерами для приемки бетонной смеси, способные в кратчайшие сроки уложить многокилометровые трассы. По внешнему виду они напоминают те же самые асфальтоукладчики,



Укладка бетона на автостоянке в Лас-Вегасе

только принимают и разравнивают бетон. Компания Bobcat также выпустила целую гамму навесного оборудования для своих машин, они позволяют выполнять большой спектр операций и даже утрамбовывать и нивелировать свежееуложенный бетон.

В части так называемого ручного инструмента и средств малой механизации широко используется вибро-оборудование. Это так называемые плавающие рейки, которые широко используются на бетонном полах, но дорожники берут более широкие — порядка 6 м, с двумя виброблоками. Как отмечает генеральный директор компании «Материалы и оборудование» Дмитрий Поздеев, именно в весенне-летний период возрастает спрос на данный вид оборудования. Здесь широко используется оборудование White Man (США) и Leuvers (Голландия).

Наибольший интерес представляет оборудование, использующее системы лазерного наведения. В мире при строительстве дорог это стало одним из главных условий, обеспечивающих качественное основание и дальнейшее проведение работ по сооружению дорожного полотна. При выравнивании и укладке дорожного полотна оно способно значительно сократить технологические затраты, связанные с геодезией. Тем более оно необходимо при ведении работ с бетоном.

Системы Laser Screed давно одобрены и по-настоящему получили одобрение не только в США, но и у нас в России. Если ранее они использовались только на бетонных полах, то теперь их можно видеть и при строительстве бетонных дорог. Фирма Somero (США) старается максимально расширить спектр своего оборудования от банальных, управляемых вручную машин, до больших самоходных установок.

При финишной обработке используют так называемые «вертолеты». Это затирающие машины с большим диаметром дисков и лопастей. Опять не избежать аналогии с устройством бетонных полов. Здесь спектр применяемого оборудования достаточно широк и зависит от финансовой состоятельности производителя работ, его желания сделать качественное бетонное покрытие. Из фирм, представленных на нашем рынке: Kreber (Германия), Alien и White Man (США).

Данным материалом мы старались убедить вас, что строить бетонные дороги не просто нужно, а необходимо, тем более, что все возможности, в том числе и оборудование, для этого у нас есть.

**И. А. ВОЙЛОКОВ, доцент кафедры ТОЭС инженерно-строительного факультета ГОУ СПб ГПУ,**  
**А.С. ГОРШКОВ, к. т. н., ведущий специалист СПб ЗНИИПИ**