

Хитрости дорожного строительства

Далеко не всегда сложности перемещения по России на автомобиле находят разумное объяснение.



Строительство хайвея № 10 в окрестностях Сиэтла, 1939 год.

Парадоксально, но факт: хорошая дорога обычно воспринимается как само собой разумеющееся, а изрытая ямами вызывает бурю негодования и массу разговоров о дорожном строительстве.

В развитых странах именно на автомобильный транспорт приходится больше всего внутренних грузоперевозок, и их стоимость напрямую влияет на стоимость большинства товаров. Важны не только цены на топливо или используемый транспорт, не меньшее значение имеют плотность и состояние дорожной сети. От этого зависит кратчайшее расстояние между пунктом А и пунктом Б (можно ли проехать напрямую). По хорошим дорогам ездят быстрее, и грузопоток выше, а разбитые — увеличивают число аварий, снижают срок службы транспорта, повышают расход топлива и расшатывают нервы водителя.

Эх, дороги...

Процесс строительства автомобильной дороги выглядит следующим образом. Для начала снимается верхний слой почвы, после чего грунт уплотняется при помощи вибрационного или статического катка. Затем начинается формирование подстилающего слоя — обычно из песка, который разравнивается грейдерами и уплотняется дорожным катком. Подстилающий слой служит для распределения нагрузки на земляное основание и выполняет дренажную функцию. Далее укладывается и уплотняется несущий слой, состоящий из дроблённого и сортированного камня. Наконец, самый верхний слой — собственно асфальто-бетонное покрытие.

Параллельно основному строительству производятся работы по устройству водоотводных сооружений, в том числе формированию кюветов, укладке дренажных труб и обустройству дренажных колодцев. Фронт работ может меняться в зависимости от климатических условий, структуры грунтового основания, рельефа местности и типа дороги.

Несмотря на, казалось бы, тривиальную и обкатанную схему строительства, это очень сложный процесс, чем-то напоминающий работу сапёра. Малейшая ошибка на любом из этапов быстро приводит к аварийному состоянию дороги. Особенно важно правильно уплотнить материалы. Недопустима погрешность даже в 3%. Недоуплотнение материалов основания снижает устойчивость и несущую способность дороги и способствует проникновению влаги, которая через пустоты просачивается сквозь подстилающий слой прямо под асфальт, а

зимой, замерзая, распирает покрытие.

Не менее опасно и переуплотнение. У любого материала есть свой предел прочности, даже у песка и тем более у щебня, поэтому излишне интенсивная нагрузка начинает его дробить, что приводит к нарушению фракционного состава и в конечном итоге — к недоуплотнению. Ещё один фактор, который обязательно нужно учитывать, — начальное содержание влаги в материале. Грунт можно уплотнить до требуемого значения только при так называемой оптимальной влажности. Переувлажнение или недоувлажнение материала автоматически снижает максимальную степень уплотнения всё с теми же губительными для дороги последствиями.



В современном Тибете, в провинции У-Цанг, строительством дорог занимаются небольшие группы людей с лопатами.

С асфальтовым покрытием ещё сложнее. Как правило, используется горячая асфальто-бетонная смесь, которая после укладки немедленно начинает остывать. При этом её пластичность существенно снижается. Нормально уплотнить можно только горячую смесь, а после остывания до определённой температуры каток её может разве что сломать. Перегиб в другую сторону не менее опасен — если каток слишком тяжёлый, то горячий асфальт он попросту раздавит, в результате чего поверхность дороги станет похожа на стиральную доску, да ещё и трещинами покроется. Потом в эти трещины попадёт вода, которая зимой замёрзнет и развезёт все покрытие.

Что делать?

Несмотря на все возможные сложности, непрерывное развитие технологий в данной области позволяет избежать многих проблем. Для защиты от влаги используются специальные полимерные ткани, укладываемые между грунтовым основанием и подстилающим слоем. Дорожная «одежда» армируется так называемыми геосетками, благодаря чему обеспечивается большая устойчивость сооружения. Применяются новые виды асфальто-бетонных смесей — более однородные по составу и устойчивые к повреждениям.

Вот уже около пятидесяти лет во всём мире для уплотнения используются вибрационные катки. Статический каток способен уплотнять материал только за счёт собственного веса, при этом интенсивность его воздействия практически невозможно регулировать. Вибрационный же имеет целый ряд преимуществ. Во-первых, более интенсивна нагрузка на материал: фактически вибрационный каток обладает той же уплотняющей способностью, что и статический, только он в 6–8 раз тяжелее.

Во-вторых, параметры вибрации можно регулировать. Изначально это выражалось только в том, что водитель мог её включить или выключить. Современные катки позволяют менять режим вибрации от самых слабых колебаний до предельных. Благодаря этому можно плавно увеличивать нагрузку на материал, не допуская превышения предела его прочности. Кроме того, появляются катки, реализующие новые схемы вибрации — например, направленные регулируемые колебания. Обычно используется так называемая круговая вибрация. Отдалённо это похоже на вращение колеса, у которого ось немного смещена в сторону от центра. В случае с направленными колебаниями валец движется строго вверх-вниз или вперёд-назад, что улучшает качество строительных работ и увеличивает КПД машины.

Однако любой инструмент бесполезен без средств контроля. На материале ведь не написано, какова его плотность. А отклонение коэффициента уплотнения в 3% уже недопустимо. Таким образом, требуются средства измерения плотности. До сих пор самый точный метод — взять пробы для лабораторного анализа.

Однако такой подход связан с совершенно очевидными неудобствами: во-первых, нужна лаборатория, во-вторых, время — от 4 часов до суток.



Эти горы песка, щебня и асфальта совсем скоро превратятся в ленты дорог.

В случае с асфальтовым покрытием ситуация осложняется ещё и тем, что проба-то берётся, а вот оставшуюся после этой процедуры прямоугольную ямку заделывают крайне редко, многие российские автомобилисты, я думаю, встречали такие на улицах города. Поэтому активно разрабатываются средства экспресс-анализа и неразрушающего контроля. Изначально широко практиковались изобретённые ещё советскими рабочими «народные» методы. Например, песок уплотняли до тех пор, пока каток не переставал оставлять на нем следы. Гравий проверяли следующим образом. На уплотнённый материал клали небольшой камень, после чего проезжали по нему катком. Если камень раскатывало в пыль, значит, гравий хорошо уплотнен. Если он просто вдавливался в поверхность, то плотность считалась недостаточной. Несмотря на свою примитивность, такие методы достаточно хорошо работали для своего времени. Но для асфальта простого способа экспресс-анализа придумать не удалось. Кроме того, оценка плотности подобными способами даёт большую погрешность, а современные методы позволяют осуществлять куда более точные измерения.

Из современных методов контроля упоминания заслуживает радиоизотопный метод контроля. Сам прибор состоит из источника гамма-излучения, детектора (на основе счётчика Гейгера) и микропроцессора, осуществляющего обработку данных. Принцип действия основан на том, что с увеличением плотности материала уменьшается его проникаемость для радиоактивного излучения, при этом зависимость практически прямая. Измерение занимает 1–2 мин., точность лишь немногим уступает методу отбора проб.

Конечно, есть и недостатки. Самый главный — некоторые риски для здоровья оператора. Впрочем, при соблюдении техники безопасности и исправном техническом состоянии прибора поводов для беспокойства нет. Ещё один недостаток — радиоизотопный плотномер корректно работает только с однородными материалами. То есть, если используется, например, асфальто-бетонная смесь, смешанная со щебнем, то прибор будет сильно завышать показания из-за разницы в плотности асфальта и содержащихся в нём камней.

По похожему принципу работает прибор, измеряющий диэлектрическую проникаемость материала (которая также находится в прямой зависимости от плотности). Прибор генерирует в смеси переменное электромагнитное поле и при помощи щупа измеряет пульсации силы наведённого в поверхностном слое тока. Микропроцессор на основе этих данных рассчитывает достигнутую плотность и выводит её значение на экран. Основной недостаток этого метода — зависимость от влажности. По сути, для того чтобы получить корректные данные при помощи диэлектрического плотномера, требуется сначала точно определить содержание воды в измеряемом слое и ввести в прибор соответствующие поправки.

Наконец, существует динамический плотномер, принцип действия которого основан на зависимости сопротивления материала ударным нагрузкам от его плотности. Если уронить стальной шарик на бетонный пол, он подскочит. Если же его уронить на землю, он или просто в неё зароется, или подскочит, но гораздо ниже. Таким образом, измеряя высоту подскока (точнее, потерю кинетической энергии при ударе), можно определить плотность испытываемого материала. Конечно, современный динамический плотномер — это гораздо более сложное устройство, чем просто стальной шарик, но принцип действия тот же. Прибор состоит из груза,двигающегося по направляющим, акселерометра и микропроцессора, который и высчитывает плотность материала.



Правильное уплотнение строительного материала — важнейшая задача дорожных строителей. Для того, чтобы контролировать уровень плотности используют, к примеру, радиоизотопный метод контроля.

Более сложный вариант того же устройства — плотномер, устанавливаемый непосредственно в вибрационный валец. При этом измерения осуществляются непосредственно в процессе уплотнения. Карта уплотнения в этом случае выводится непосредственно на монитор в кабине катка. На ней цветом отмечаются участки разной плотности. Таким образом водитель точно знает, где требуемый коэффициент уплотнения уже достигнут, а где нужно ещё покататься.

Наконец, существует универсальная методика расчёта параметров уплотняемого материала. В СССР и в России большое внимание уделялось фундаментальным исследованиям процесса уплотнения. Благодаря этому было разработано специальное программное обеспечение, способное с высокой точностью смоделировать взаимодействие вибрационного катка с материалом. Благодаря этому сегодня есть возможность ещё на стадии планирования работ рассчитать, каким именно катком следует производить уплотнение того или иного участка, определить режим работы и время работы до достижения требуемой плотности.

Кто виноват?

Что же получается? Есть технологии, техника, средства контроля, современные материалы. Словом, все условия для строительства ровных дорог без рытвин, трещин и ежегодного ремонта. А улучшения ситуации как не было, так и нет. При этом рукой подать до Европы с её автобанами и превосходными магистралями.

Причин сложившейся ситуации несколько. Во-первых, геологические особенности. Около 86% всей территории России покоится на так называемых связных грунтах — разнообразных глинах и суглинках. А этот материал имеет неприятную особенность легко впитывать влагу и с большой неохотой ее отдавать. Поэтому практически все дороги подвержены морозному пучению, нарушающему целостность покрытия. К тому же почвенная влага, от которой практически невозможно избавиться, впитывается в подстилающий слой и тоже оказывает свое разрушительное воздействие. Во всём мире таким геологическим материалом могут «похвастаться» только восточные и центральные районы Канады, Аляска, страны Скандинавии и, частично, Великобритания. Подобная структура грунта предъявляет повышенные требования к качеству (и стоимости) работ и используемых материалов, и, тем не менее, всего этого может быть недостаточно, чтобы противостоять разрушительному действию влаги.

Проблема не исчерпывается особенностями национального характера. Совсем недавно в Лондоне флорист Стив Уин (Steve Wheen) провёл забавную акцию протеста против состояния дорог. В каждую обнаруженную им выбоину он засыпал грунт и посадил цветы. Справедливости ради стоит отметить, что наивное возмущение лондонского флориста выглядит довольно смешно — на большинство найденных им «рытвин» в России ни один автомобилист даже внимания бы не обратил.



Существует миф, что стоимость строительства дорог в России в десятки, а то и сотни раз превышает стоимость строительства в США и Европе. Однако его легко опровергнуть, прибегнув к простейшим вычислениям.

Бытует мнение, что в России строительство одного километра дороги стоит в десятки или даже сотни раз больше, чем в Европе или США. Происхождение этого мифа понятно: несколько громких проектов поглотило неслыханное количество денег. Но этот факт к особенностям российского ландшафта прямого отношения не имеет.

Разберёмся, сколько в России надо тратить на строительство дороги в сравнении с другими странами. Сразу возникает вопрос — какой именно? Грунтовки? Городской улицы? Или многополосной магистрали? Для примера возьмем скоростную трассу Москва — Санкт-Петербург с количеством полос 4, 6, 8, и 10. Один километр её оценивается в среднем в 907 млн руб., или € 24,5 млн. Откидываем 20% на выкуп земель, и получается € 19,6 млн на километр.

Стоимость аналогичной магистрали в Германии составляет € 19,15 млн на километр, в Швеции — € 25,76 млн на километр, в Норвегии — € 23,57 млн на километр. В Швейцарии за счёт сложнейшего горного рельефа получается существенно выше — € 45 млн на километр. Так что объективные расходы вполне сопоставимы. При этом, если не брать крупные проекты, то стоимость строительства дорог в России в принципе очень низка. Например, в 2009 году всего было построено 3000 км автодорог, на что было израсходовано 342 млрд руб. Получается, средняя стоимость одного километра составила € 3 млн на километр.

Конечно, не в одном финансировании дело. К сожалению, наше дорожное строительство грешит низкой культурой производства, а также страдает от банальной нехватки современной техники и средств контроля. Но это не может продолжаться вечно. Колоссальная территория России требует разветвлённой и надёжной дорожной сети, и рано или поздно она будет построена.

Автор: Юрий Попов © Вокруг Света НАУКА И ТЕХНИКА, РОССИЯ 10116 03.07.2010, 13:16 769
URL: <https://babr24.com/?ADE=86935> Bytes: 15091 / 14175 Версия для печати Скачать PDF

[Порекомендовать текст](#)

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)
- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:
newsbabr@gmail.com

Автор текста: **Юрий Попов**.

НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24_link_bot](https://t.me/babr24_link_bot)
Эл.почта: newsbabr@gmail.com

ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: bratska.net.net@gmail.com

КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: [@bur24_link_bot](https://t.me/bur24_link_bot)

эл.почта: bur.babr@gmail.com

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: [@irk24_link_bot](https://t.me/irk24_link_bot)

эл.почта: irkbabr24@gmail.com

Красноярск: Ирина Манская

Телеграм: [@kras24_link_bot](https://t.me/kras24_link_bot)

эл.почта: krasyar.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская

Телеграм: [@nsk24_link_bot](https://t.me/nsk24_link_bot)

эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин

Телеграм: [@tomsk24_link_bot](https://t.me/tomsk24_link_bot)

эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

[Прислать свою новость](#)

ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"

Телеграм: [@babrobot_bot](https://t.me/babrobot_bot)

эл.почта: equatoria@gmail.com

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)