

СОСТОЯНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО БЕТОННЫХ ДОРОГ. ПРЕДЛОЖЕНИЯ СТРОЙИНДУСТРИИ ДЛЯ ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ И РЕМОНТА

THERE IS CONDITION AND CONSTRUCTION OF CONCRETE ROADS. THE BUILDING INDUSTRY OFFERS FOR THEIR ERECTION AND REPAIR



Кузьмина Вера Павловна, Академик АРИТПБ, кандидат технических наук, генеральный директор ООО « Колорит-Механохимия » - Технический эксперт.

Kuzmina Vera Pavlovna, Ph.D., Academician ARITPB, the General Director of Open Company " Colourit-Mehanohimia " - the Technical expert.

Аннотация

В статье рассмотрено состояние строительства и ремонта дорожного бетонного полотна в России и США. Представлены предложения стройиндустрии в области возведения и ремонта бетонных автомобильных дорог России, которые являются

актуальными на ближайшую перспективу развития.

The summary

In this article is considered the condition of construction and repair of a road concrete cloth in Russia and in the USA. There are offers of the building industry in the field of erection and repair of concrete automobile roads and highways of Russia, which are actual at immediate prospects of development.

Способы строительства, эксплуатации и ремонта дорог различного назначения, а также составы строительных смесей для их возведения и ремонта представляют несомненный интерес для обсуждения.

На территории России строят главным образом асфальтовые дороги, 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%.

В ходе совещания по развитию индустрии строительных материалов глава холдинга "Евроцемент" Михаил Скороход выступил с предложением перейти на бетонные технологии возведения дорог в России. Министр промышленности и торговли Денис Мантуров поддержал это предложение, сказав, что предложение необходимо обсудить комплексно - с участием руководителей Минстроя, Минтранса, Автодора и других заинтересованных ведомств, отвечающих за состояние дорог.

Экономически и технически целесообразно применять износоустойчивый, прочный, долговечный, цементный бетон для дорожных оснований и

покрытий. Сравнительные расчеты подтверждают, что применение цементного бетона даёт довольно большую экономию при условии учёта расходов на содержание и текущий ремонт автомобильных дорог.

По словам Дениса Мантурова, для государственного бюджета РФ программа планового перехода на бетонные дороги позволит сэкономить бюджетные средства, увеличить мощности предприятий строительной индустрии, создать дополнительные рабочие места и, наконец-то, обеспечить комфортные условия езды. <https://rg.ru/2015/08/01/dorogi-site.html>

В царской России в 1913 г. в Тифлисе была построена первая дорога с бетонным покрытием. Строительство бетонных дорог было продолжено в 1960-70-х гг., и большинство из тех дорог все еще не нуждается в капитальном ремонте. http://www.wilmix.ru/about/press/2011/09/02/press_107.html

Российские дороги стоят примерно \$ 5,78 млн. за 1 км.

Россия возглавила рейтинг стран, где стоимость строительства дорог самая высокая. Этот факт не преминул прокомментировать на своих страницах «Esquire» — американский журнал для успешных людей.

Сообщив, что стоимость 48 – километровой «олимпийской» дороги, которая связывает Адлер с Красной Поляной, составляет 227 миллиардов рублей, т.е. 4,73 млрд. руб./км <http://moiarussia.ru/kak-stroyat-dorogi-v-rossii-evrope-azii-i-ssha/>

Требования российских СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги (с Изменениями 2-5) распространяются на проектирование вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог общего пользования и подъездных дорог к промышленным и сельскохозяйственным предприятиям.

Категории автомобильных дорог в Российской Федерации утверждены ФЗ номер 257 от 08.11.2007 года. Целями данного правового источника являются: <http://vse-temu.org/new-kategorii-dorog.html>

определение основ функционирования автодорог, использования их, осуществления дорожных работ в интересах пользователей ими, собственников данных дорог, государства, муниципальных образований; обеспечение сохранности и развития дорог, улучшения их технического состояния; содействие внедрению новейших технологий в области дорожной деятельности; улучшение инвестиционного климата в рассматриваемой сфере; усовершенствование государственного управления в части дорожных работ; обеспечение добросовестной и эффективной конкуренции в области дорожной деятельности; интеграция автодорог в международную сеть транспорта.

Автомобильные дороги РФ в зависимости от их значения подразделяются на:

- а) автомобильные дороги федерального значения;
- б) автомобильные дороги регионального или межмуниципального значения;

в) автомобильные дороги местного значения;

г) частные автомобильные дороги.

Учётный номер автомобильной дороги обязательно включает в себя заглавную букву русского алфавита:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Классификация_автомобильных_дорог_в_России

М — для автодорог федерального значения, соединяющих Москву со столицами иностранных государств и административными центрами субъектов РФ.

Р — для автодорог федерального или регионального значения, соединяющих административные центры РФ.

А — для автодорог федерального или регионального значения, являющихся подъездом к крупнейшим транспортным узлам (например аэропортам), подъездом к специальным объектам либо подъездом от административного центра субъекта РФ, не имеющего дорожной связи с Москвой, к морским или речным портам, аэропортам и железнодорожным станциям либо границам других государств. Также применяется для автодорог, соединяющих дороги федерального значения между собой.

К — для прочих автодорог регионального значения.

Н — для автодорог межмуниципального значения.[1]

Перечень автомобильных дорог общего пользования федерального значения, а также перечень автомобильных дорог, необходимых для обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации (имеющих оборонное либо специальное значение), утверждается Правительством Российской Федерации.

В настоящее время, с 28 сентября 2009, года действуют «Правила классификации автомобильных дорог в Российской Федерации и их отнесения к категориям автомобильных дорог», утверждённые постановлением Правительства России от 28 сентября 2009 г. № 767.

В этом правиле применены следующие термины с соответствующими определениями: Техническая классификация автомобильных дорог — разделение множества автомобильных дорог по классификационным признакам на классы и категории.

Класс автомобильной дороги — характеристика автомобильной дороги по условиям доступа на неё.

Категория автомобильной дороги — характеристика, отражающая принадлежность автомобильной дороги соответствующему классу и определяющая технические параметры автомобильной дороги.

Доступ на автомобильную дорогу — возможность въезда на автомобильную дорогу и съезда с неё транспортных средств, определяемая типом пересечения или примыкания.

Классы автомобильных дорог. Автомобильные дороги по условиям движения и доступа на них транспортных средств разделяют на три класса:

автомагистраль, скоростная дорога, дорога обычного типа (нескоростная дорога).

К классу «автомагистраль» относят автомобильные дороги:

имеющие на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной разделительной полосой;

не имеющие пересечений в одном уровне с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками;

доступ на которые возможен только через пересечения в разных уровнях, устроенных не чаще, чем через 5 км друг от друга.

К классу «скоростная дорога» относят автомобильные дороги:

имеющие на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной разделительной полосой;

не имеющие пересечений в одном уровне с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками;

доступ на которые возможен через пересечения в разных уровнях и примыкания в одном уровне (без пересечения потоков прямого направления), устроенных не чаще, чем через 3 км друг от друга.

К классу «дороги обычного типа» относят автомобильные дороги, не отнесённые к классам «автомагистраль» и «скоростная дорога»:

имеющие единую проезжую часть или с центральной разделительной полосой;

доступ на которые возможен через пересечения и примыкания в разных и одном уровне, расположенные для дорог категорий IB, II, III не чаще, чем через 600 м, для дорог категории IV не чаще, чем через 100 м, категории V — 50 м друг от друга.

Категории автомобильных дорог классифицируют согласно ГОСТ Р 52398-2005, автомобильные дороги по транспортно-эксплуатационным качествам и потребительским свойствам разделяют на категории в зависимости от:

количества и ширины полос движения; наличия центральной разделительной полосы; типа пересечений с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками;

условий доступа на автомобильную дорогу с примыканиями в одном уровне.

Основные технические характеристики классификационных признаков автомобильных дорог приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Класс автомобильной дороги	Категория автомобильной дороги	Общее количество полос	Ширина полосы движения, м	Центральная разделительная полоса	Пересечения с автомобильными дорогами, велосипедными и пешеходными дорожками	Пересечения с железными дорогами и трамвайными путями	Доступ на дорогу с примыканиями в одном уровне
Автомагистраль	IA	4 и более	3,75	Обязательна	В разных уровнях	В разных уровнях	Не допускается
Скоростная дорога	IB	4 и более	3,75				Допускается без пересечения прямого направления
Дорога обычного типа (нескоростная дорога)	IV	4 и более ^[* 1]	3,75		Допускается отсутствие ^[* 3]		Допускаются пересечения в одном уровне со светофорным регулированием ^[* 2]
	II	4	3,5				
		2 или 3 ^[* 4]	3,75	Не требуется	Допускаются пересечения в одном уровне ^[* 5]		
	III	2	3,5				
	IV	2	3,0				
	V	1	4,5 и более				

1. ↑ Более шести полос допускается только на существующих автомобильных дорогах.
2. ↑ Пересечение 4-полосной трассы категории IB с дорогами той же категории и дорогами категории II допускается только в разных уровнях.
3. ↑ На дороге категории II требование к наличию разделительной полосы определяется проектом организации дорожного движения.
4. ↑ Три полосы движения только для существующих автомобильных дорог.
5. ↑ Пересечение 4-полосной дороги категории II с аналогичной осуществляется в разных уровнях. Другие варианты пересечения дорог категории II с дорогами категорий II и III могут осуществляться как в разных уровнях, так и в одном (при условии светофорного регулирования, «отнесённых» левых поворотов или пересечения кольцевого типа).

В 2009 г. было введено 3004 км дорог общего пользования, что в 1,3 раза превышает объем ввода в 2008 г., в том числе федеральных дорог – 1159 км. Искусственных сооружений в 2009 г. сдано 16 470 п.м. После капитального и текущего ремонта введено 4550 км федеральных автодорог (на 22% больше указанного в Программе), искусственных сооружений – 18 тыс. п. м (на 44% выше объемов 2008 г.). При этом ассигнования дорожного строительства из федерального бюджета составили 342,9 млрд. руб., субсидии субъектам РФ – 104,3 млрд. руб. Несмотря на то, что федеральные автомобильные дороги составляют лишь 7,8% от общей протяженности сети автомобильных дорог общего пользования, на них приходится до 50% интенсивности движения. Твердое покрытие имеют более 546 тыс. км автомобильных дорог, остальные 54 тыс. км представляют собой грунтовые дороги.

<http://vsedlyastroiki.ru/ru/stroitelnyiy-ryinok-obzoryi-issledovaniya/razvitie-tsementno-betonnogo-dorojnogo-stroitelstva-v-rossii/>

СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* <http://docs.cntd.ru/document/1200095524> и СНиП II-Д.5-72 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования» распространяются на проектирование вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог общей сети РФ, подъездных и внутренних дорог промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Все дороги США можно разделить на несколько больших групп, некоторые из которых, в свою очередь, состоят из классов. Итак, начиная от самых значимых и к менее значимым, дороги классифицируются на следующие группы: Interstate Highways (обозначается индексом I), US Highways (US), State Highways (в данном случае - TX), FM roads (FM, означающим Farm to Market), Local Roads (к этой группе относятся прочие дороги, такие как Road Rd), Avenue (Ave), Junction (Jct) и прочие).

Почему бетонное покрытие, например в Техасе, лежит тридцать лет без капитального ремонта и колеиности, и вообще, почему, собственно, бетон?



Рис. 1. Элементы дороги. http://khakasia.info/images/2012/mon_2.jpg

Дорожная одежда обычно состоит из следующих конструктивных слоев:

Покрытие - это верхний слой дорожной одежды, который должен быть наиболее прочным, поскольку он напрямую контактирует с колесами.

Основание. Дополнительный (выравнивающий) слой — этот слой предназначен для дополнительного выравнивания полотна, дренажа и защиты от промерзания. Элементы дороги приведены на рис. 1.

Каждый выравнивающий уложенный слой поливают водой, а затем 35%-ным раствором хлорида кальция (CaCl_2) или известковым раствором. Уложенный слой разрыхляют (как землю боронят), после чего снова трамбуют. Вода скапливается в утрамбованном слое за счёт естественной влажности песка и глины, затем вода испаряется и выравнивающий слой оседает. Для снижения интенсивности процесса оседания подложку поливают известью, которая поглощает воду. Благодаря химической реакции карбонизации извести и образования низкоосновных гидросиликатов кальция вода не испаряется. Постоянный процент содержания воды в подушке не даёт ей проседать. При этом работоспособность подстилающей подушки возрастает на 80% против утрамбованной подушки без поливания известью.

На готовую подушку укладывают и утрамбовывают двойной гидроизоляционный слой асфальта толщиной 5-7 см, для предотвращения образования просадок земли и трещин в покрытии. На земле вяжут арматурный каркас. Каркас вяжут из стандартной стальной арматуры диаметром 16 мм и прочностью 413 МПа. Затем на пластмассовые или металлические подставки монтируют каркас под бетонное полотно на $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ толщины стяжки от верхнего края, т.е. немного выше середины стяжки.



Рис. 2. Федеральная дорога общего пользования.. <http://vse-temu.org/wp-content/uploads/2015/10/948330.jpg>



Рис. 3 Дорога международного класса

Рис. 4. Колея на дороге. http://k-beep.ru/uploads/posts/2013-05/1368375502_woyruwjutyo.jpg

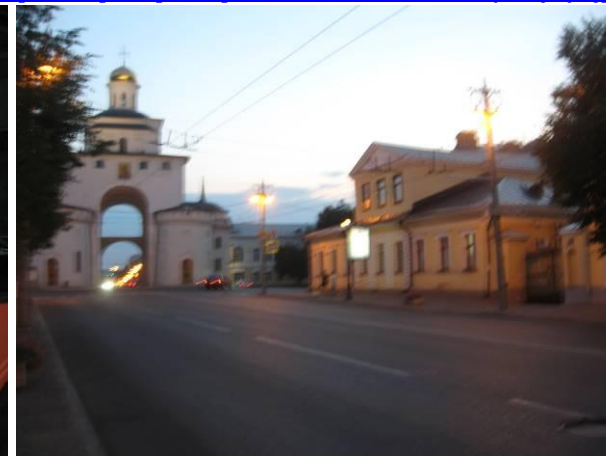


Рис. 5. Владимирский троллейбус.

Рис. 6. «Черноморская волна» асфальтовой дороги у Золотых ворот города Владимира. 14 августа 2011г. 21:16.

Трассы федерального значения (рис.2), а также автомобильные магистрали городов и крупных мегаполисов (рис. 3) требуют совершенно другого

подхода, с учётом огромной изнашивающей нагрузки от проходящего по ним транспорта.

Проблемы эксплуатации дорожной одежды заключаются в возникновение колеиности. Меня поразило движение троллейбуса у Золотых ворот города Владимира (рис. 5-6). Троллейбус натужно преодолевал колею, почти заваливаясь на бок. Какое надо иметь искусство вождения и терпение аварийного состояния дороги. Основная причина колеиности – это недостаточная плотность нижних конструктивных слоев дорожного полотна (основания и дополнительного слоя), которая способствует смещению слоев и ведет к просадке покрытия дороги (рис.4). http://www.armostab.ru/articles/?ELEMENT_ID=41

Способы решения существующих проблем возведения и эксплуатации, а также ремонта дорожных покрытий.

Геосинтетики широко применяются при строительстве автомобильной дороги в качестве дополнительного слоя. Использование плоской армирующей геосетки помогает избежать появления колеиности, даже при постоянных серьезных динамических и статических нагрузках на дорогу.

В Техасе первое бетонное шоссе появилось лишь в 1951 году в городе Форт Ворс. <http://mechanismone.livejournal.com/15957.html> Техасский департамент транспорта (DOT) очень быстро осознал правильность выбранного пути и начал активную укладку бетонных шоссе вдоль и поперек всего штата. Сегодня Техас является лидером в США по протяженности бетонных дорог, имея 20 117 км шоссе. Все штаты подчиняются US DOT и стандартам в области строительства.

В отличие от дизайна (который во всех штатах един, знаки, указатели, разметка), технологии строительства немного разнятся в разных штатах, связано это с сезонными условиями эксплуатации и исходными условиями строительства, например, наличие болот и т.д. Штатовские DOT проводят свои исследования по технологиям укладки дорог и вносят поправки в кодексы строительства DOT.

Перед тем, как начать строительство, DOT назначает публичное слушание (обычно в здании суда, или у себя в офисе). На слушание может прийти любой житель района, где будет строиться или ремонтироваться дорога, и высказать свое мнение. Для того, чтобы у людей не возникало вопросов, что и как будет переделываться или строиться, все планы DOT есть на сайте онлайн (осторожно, очень тяжелый по размеру чертеж), например, для Далласа, заходим на сайт и смотрим все текущие проекты. Каждое разумное предложение будет изучено и если жители окажутся правы, то поправка будет внесена в проект.

Все шоссе, индексируемые первым классом и, как федеральные, делают из бетона. Такой выбор обусловлен тем, что транзитный трафик, и самый большой поток автомобилей и грузов идет именно по этим дорогам. Такие дороги очень часто покрывают асфальтом поверх бетона. Или просто, после износа бетона, его покрывают асфальтом, до капитального ремонта.

Выбор в пользу бетона обусловлен его достоинствами: способностью выдерживать действие динамических и изгибающих нагрузок, стойкостью к истиранию и агрессивному воздействию атмосферных факторов (замораживанию-оттаиванию, увлажнению-высыханию), высокой прочностью, долговечностью, неприхотливостью к нагрузке и перевесу грузовиков. К недостаткам бетонного покрытия относится проблематичность его укладки и ремонта. После асфальтоукладчика дорога готова к эксплуатации через восемь часов. Для открытия бетонной дороги требуется несколько месяцев работ, но результат оправдывает себя во времени.

Поэтому требования к бетонам для дорожных покрытий обычно включают прочность при сжатии, на растяжение при изгибе, истираемость, морозостойкость, часто, модуль упругости.

В любом случае, дорога не может быть закрыта более, чем на 30% пропускной способности. Ремонтники хитрят, и ремонтируют или строят участки полосами. Сначала делают в одну сторону дороги (рис. 8), сдвигая все полосы в другую сторону, а потом пускают поток на построенную дорогу, занимая обочину и середину дороги, и начинают работать с другой стороной дороги. Так же делают в странах Евросоюза. (Рис. 7. Германия. Любек. 20.04.2014).

Классы дорожного бетона по прочности на сжатие – B5...B40, на растяжение при изгибе – B_{tb}1,2...B_{tb}4,0. Прочность и морозостойкость бетона назначают в зависимости от категории дороги, слоя покрытия и климатических условий службы, этими же факторами определяется и необходимое В/Ц (табл. 2). Истираемость дорожного бетона в значительной мере связана с его прочностью на сжатии. Считается, что бетон будет устойчивым к действию абразивных материалов при классе по прочности не ниже B22,5.



Рис. 7 Ремонт дороги



Рис. 8. Ремонт дороги в США.

Рекомендуемые значения прочности и морозостойкости дорожного бетона

Таблица 2.

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца района строительства, °С	Марка по морозостойкости	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	В/Ц бетона, обеспечивающее указанные параметры
Бетон однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий				
0...-5	F100	30...50	4...5,5	не более 0,5
-5...-10	F150			
ниже -15	F200			
Бетон для нижнего слоя двухслойных покрытий				
0...-15	F50	25...35	3,5...4,5	не более 0,6
ниже -15	F100			

Согласно требованиям ГОСТ 10178 для бетона дорожных и аэродромных покрытий должен применяться цемент на основе клинкера нормированного состава с содержанием трехкальциевого алюмината (C_3A) в количестве не более 8 % по массе. Для бетонов используются следующие виды цемента: ПЦ 400-Д0-Н, ПЦ 500-Д0-Н, а также ПЦ 400-Д20-Н и ПЦ 500-Д20-Н. При допускается введение гранулированного доменного шлака в количестве не более 15 % в качестве добавки в цемент. Удельная поверхность портландцемента с добавкой шлака для бетона дорожных и аэродромных покрытий должна быть не менее 2800 см²/г.

В качестве мелкого заполнителя для дорожных бетонов рекомендуется применять природные либо искусственные пески с $M_{кр.} \geq 2$.

Содержание глинистых и пылеватых частиц в природном песке должно быть не более 2 %, в искусственном песке – не более 5 %.

Прочность щебня из изверженных пород, применяемого для бетона однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий должна быть не менее

120 МПа, из осадочных пород – не менее 80 МПа. Для бетона нижнего слоя двухслойных покрытий – не менее 80 и 60 МПа соответственно. Максимальная крупность зерен щебня для бетона верхнего слоя двухслойных покрытий – 20 мм, для однослойных и нижнего слоя двухслойных покрытий – 40 мм, для бетона оснований – 70 мм.

Для повышения качества бетонной смеси и стойкости бетона против агрессивного действия растворов хлористых солей и минусовых температур в бетонную смесь во время ее приготовления вводят поверхностно-активные добавки. Объем вовлекаемого воздуха назначают из расчета: для однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий – 5...6 %, а для нижнего слоя двухслойных покрытий – 3,5...4,5%.

ИТАК, на сегодняшний день в России бетонными являются всего 2% дорог (22 000 километров, от общей протяженности 1,4 миллиона км). При этом значительный сегмент федеральных трасс уже сейчас исчерпал свою пропускную способность. По нынешнему плану в течение 2015 года построено 358 километров автодорог, из бюджета на реализацию задачи выделено 92 миллиарда рублей. В случае планового строительства бетонных трасс (300–400 км в год), вклад в развитие цементной отрасли будет равен



Рис. 9. Дороги России

<http://www.kolesa.ru/uploads/bnnews/5dd622a57a4f0469ec7b88abb6383af4-630x380.jpg>

примерно одному–двум миллиардам рублей.

Недавно депутаты Госдумы выступили с предложением о введении уголовной ответственности для чиновников, ответственных за состояние дорог. В том случае, если произошло смертельное ДТП из-

за вовремя не устранённого дефекта трассы, предлагается применять уголовное наказание от трёх до пяти лет. <http://www.kolesa.ru/news/federalnye-trassy-v-rossii-budut-iz-betona-2015-08-03>.

В России есть все возможности для строительства и ремонта бетонных дорог. Почему их строят мало, в чём причина? Кто виноват? Что делать?