

# МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДОРОГ

## СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕМОНТ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОГ

ЗАКРЖЕВСКИЙ М.В., РУБО Н.В., «БАСФ Строительные системы»

**Технология строительства покрытий автомобильных дорог с применением цементобетона известна давно. Цементобетонные покрытия устойчивы к истиранию, имеют высокий коэффициент сцепления, их прочность и деформативность практически не зависят от изменений температуры и влажности.**

В мировой практике она имеет достаточно широкое распространение. Например, в Германии доля таких дорог составляет 31%, в США – 35%, в Бельгии – 41%. Средний срок службы цементобетонных покрытий составляет 26 лет, тогда как асфальтобетонных – всего 12-15. Цементобетонные покрытия на автомобильных дорогах России получили широкое распространение в 60-70 годах прошлого века. На сегодняшний день их протяженность составляет около 8 тыс. км, некоторые эксплуатируются до сих пор. Однако практика эксплуатации таких покрытий выявила ряд существенных недостатков. Появились разрушения температурных швов, возникли трещины, шелушение и выкрошивание поверхности бетона, сколы углов и кромок плит, образовались выбоины. Подобные повреждения стали следствием нарушения технологии строительства, использования низкомарочных бетонов, недостаточного воздухоувлечения, а также естественного износа. Материалов и технологий для быстрого и качественного ремонта цементобетонных покрытий на то время не существовало, поэтому строительство было свернуто и широко распространялась практика перекрытия цементобетона асфальтобетоном. Оно могло быть как частичным, в виде «заплаток» для ремонта шелушения, так и полным, в результате которого цементобетонное покрытие становилось основанием для асфальтобетонного покрытия, которое на тот момент было более дешевым и технологичным.

В настоящее время из-за сильного подорожания битумов стоимость сооружения асфальтобетонных и цементобетонных покрытий практически сравнялась. По некоторым данным, 1 км трассы с асфальтобетонным покрытием стоит примерно 25 млн руб., а 1 км с цементобетонным – около 26 млн руб., и это при разнице срока службы в 2 с лишним раза в пользу цементобетона. Напрашивается вывод о прямой целесообразности строительства дорог с цементобетонным покрытием, особенно на

участках с большой интенсивностью грузового транспорта с максимальной нагрузкой на ось. Однако у многих проектировщиков и строителей сформировался устойчивый стереотип о невозможности ремонтировать цементобетонные покрытия. Подобный взгляд основывается на том, что обычным бетонам для набора максимальной прочности требуется 28 суток, следовательно, строительные и ремонтные работы могут растянуться на очень долгий срок и будут создавать большие проблемы для организации движения.

Следует отметить, что распространение и внедрение передовых материалов и технологий зачастую являются задачей исключительно их производителей, поэтому процесс этот проходит достаточно медленно и сложно. Ведь давно известны как специальные добавки для бетонов, позволяющие

направленно изменять их свойства в зависимости от конкретных требований и условий применения, так и ремонтные материалы, предназначенные для быстрого и высококачественного восстановления цементобетонных покрытий, а также защитные составы для продления срока службы и увеличения межремонтных сроков.

Материалы для ремонта дорожных и аэродромных покрытий должны удовлетворять следующим требованиям.

При строительстве удобоукладываемость бетонной смеси (в зависимости от типа бетоноукладчика) должна соответствовать следующим параметрам:

- подвижность – не более 2-4 см (в зависимости от скорости бетоноукладчика);
- жесткость – не менее 8-3 сек. (в зависимости от скорости бетоноукладчика);
- содержание вовлеченного воздуха в бетонной смеси – 4-6%

Однако применение специальных добавок позволяет значительно повысить различные нормируемые параметры.

Так, например, применение добавок Mischol LP 71 и Micro Air®125 производства концерна БАСФ позволяет повысить морозостойкость бетона минимум на 2 класса, а водонепроницаемость – минимум на 3 класса.

Рекомендуемые параметры	Единицы измерения	Стандарт	Значение
Прочность на сжатие 4 часа 1 сутки 28 суток	МПа	ГОСТ 310.4	≥30
		ГОСТ 10180	≥40
			≥50
Прочность на растяжение при изгибе 1 сутки 28 суток	МПа	ГОСТ 310.4	6,0
		ГОСТ 10180	9,0
Морозостойкость (в солях)	циклы	ГОСТ 10060.2 по третьему методу для бетонов дорожных и аэродромных покрытий	300
Модуль упругости (28 суток)	МПа	ГОСТ 10181-2000	≥20 000
Коэффициент линейного температурного расширения	Град <sup>-1</sup>	ГОСТ 24544-87	10-14 x 10 <sup>-6</sup>
Усадка			отсутствует
Водонепроницаемость		ГОСТ 12730.5	≥W8
Сульфатостойкость		ГОСТ 27677	0,95
Адгезия	МПа	ГОСТ 31356-2007	≥1,5

Эффективность и экономичность применения добавок в бетон обусловлена следующими характеристиками:

- низкая дозировка;
- быстрое образование воздушных пор;
- высокое количество микропор (А300);
- хорошая устойчивость микропор.

Подбор состава бетона с применением добавок должен осуществляться с обязательным соблюдением следующих параметров и условий:

- состав смеси;
- время смешивания;
- температура;
- способ и продолжительность уплотнения;
- время транспортировки;
- вид транспорта.

Для предотвращения потери влаги и возникновения усадочных трещин необходимо осуществлять уход за бетоном после его укладки.

**Рекомендуемое средство для ухода**

MASTERTOP® С782 — средство для ухода за бетоном с целью повышения его качественных характеристик, используемое в качестве защиты от высыхания.

Покрытия автомобильных дорог постоянно находятся под воздействием большого количества отрицательных факторов. К ним относятся:

- многократно приложенные высокие динамические нагрузки;
- химические антигололедные реагенты;
- нефтепродукты и различные масла;
- атмосферные осадки;
- перепад температур, в том числе циклы замораживания-оттаивания, и мн. др.

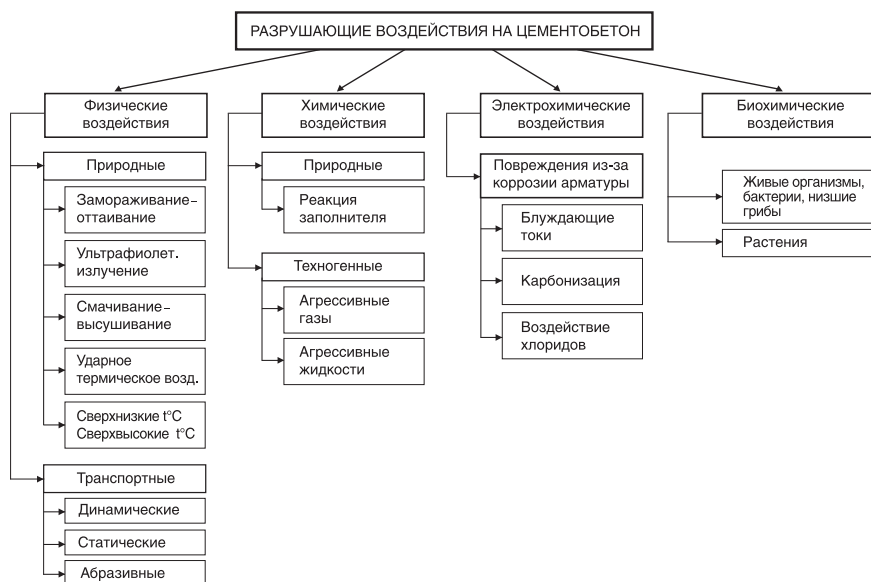
Наиболее часто встречающимися повреждениями на цементобетонных покрытиях являются трещины разных видов, разрушение верхнего слоя покрытия в виде шелушения различной глубины, раковины, выбоины, сколы углов и кромок плит, разрушение кромок поперечных швов, уступы в поперечных швах, проломы и просадки плит.

**Вероятные причины повреждения:**

- эксплуатация сверхрасчетными нагрузками;
- появление усталости бетона при длительной эксплуатации;
- потеря контакта с основанием;
- дефекты основания (просадки);
- поздняя нарезка деформационного шва во время строительства;
- отраженные трещины.

Чтобы обеспечить долговечность отремонтированного покрытия, ремонтные материалы должны быть максимально совместимы с материалом ремонтируемого покрытия, в данном случае с цементобетоном.

Требование максимальной совместимости основывается на том, что для обеспечения нормативного срока службы отремонтированного покрытия необходимо, чтобы ремонтный материал и покрытие работали как единое целое. Создание единой системы возможно только в случае применения материалов на цементной основе. Этот вывод основан на том, что для совместной работы ремонтного материала и покрытия необходимо максимальное совпадение их физико-механических



характеристик. Материалы с различными характеристиками (такими как модуль упругости, коэффициент линейного температурного расширения и т. д.) в одних и тех же условиях будут работать по-разному. Практика показала, что каким бы прочным и высококачественным ни был сам по себе ремонтный материал, при воздействии высоких динамических нагрузок, а также резком перепаде температур из-за различия физико-механических характеристик довольно быстро происходит отслоение ремонтного материала по контактному слою.

Еще одним из основных требований, предъявляемых к ремонтным материалам, является паропроницаемость. Соблюдение этого требования гарантирует, что вода, попадающая из подстилающего слоя в покрытие и поднимающаяся вверх за счет капиллярного подсоса, будет испаряться как через поверхность существующего цементобетонного покрытия, так и через поверхность ремонтного материала. В противном случае вода будет накапливаться в зоне контакта, и через несколько циклов замораживания-оттаивания произойдет отслоение ремонтного материала.

Однако применение цементосодержащих ремонтных материалов также не является гарантией качественного ремонта. Они должны обладать таким свойством, как безусадочность. Под безусадочностью обычно понимают способность материала сохранять свой первоначальный объем в процессе твердения и под нагрузкой. Известно, что при приготовлении цементобетонных смесей используется различное водоцементное отношение. Материалы с низким водоцементным отношением сложны в укладке и при заполнении ремонтируемой полости образуют пустоты (за счет жесткости смеси). В эти пустоты попадает вода, что приводит в дальнейшем к отслоению ремонтного материала. Материалы с высоким водоцементным отношением (текучие) обладают большой усадкой при твердении и тоже отслаиваются по контактному слою. И только современные ремонтные составы, обладающие безусадочностью в сочетании с высокой пластичностью, максимально заполняют ремонтируемое пространство, не отслаиваясь по контактному слою.

В настоящее время появилось достаточно много материалов с быстрым набором прочности, применение которых может позволить проводить ремонтные и аварийно-восстановительные работы в сверхсжатые сроки, так называемые «окна». Причем некоторые из этих материалов могут применяться при температуре до -10°C, что позволяет значительно продлить строительный сезон. Данные материалы в нормальных условиях при температуре окружающей среды, сухой смеси и воды для затворения от +15°C до +25°C за 4 часа набирают прочность более 30 МПа. Таким образом, если прочность на сжатие цементобетона покрытия составляет 40 МПа, то через 4 часа после укладки материала можно открывать движение на отремонтированном участке (согласно существующим нормативам, движение открывается, когда прочность ремонтного материала составит 70% от проектной прочности бетона покрытия). А через одни сутки в тех же условиях данные материалы набирают прочность, достаточную для открытия движения, даже если проектная прочность бетона покрытия составляет 50 МПа.

Кроме этого, для увеличения срока службы отремонтированного покрытия на него необходимо нанести пропиточный состав типа Saniseal® 100 для предотвращения поступления влаги.

Применение быстротвердеющих материалов для ремонта цементобетонных покрытий автомобильных дорог будет способствовать не только повышению безопасности при производстве ремонтных работ, но и увеличению экономической эффективности. Данные материалы очень технологичны и просты в применении, не требуют использования крупногабаритной техники и больших трудозатрат. Таким образом, кроме значительного сокращения сроков производства работ, не требуется закрытие всего ремонтируемого участка с переброской движения на соседние магистрали. Тем самым минимизируются неудобства для водителей и жителей близлежащих населенных пунктов. □