

УДК 625.764

С.В. Богданович, начальник бюро диагностики авт. дорог РУП «Белдорцентр»

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЦЕМЕНТОБЕТОНА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

The new technologies of usage of concrete in building roads are esteemed in the article. The self-compacting concrete and whitetopping in the paper are described.

Обеспечение сохранности автомобильных дорог является одной из важнейших задач, стоящих перед дорожной отраслью Республики Беларусь. В последние годы действует ряд факторов, которые значительно осложняют выполнение этой задачи. Одним из основных является увеличение интенсивности движения автотранспортных средств в целом и тяжелых грузовых автомобилей в частности. Тенденции развития автомобилестроения, как мирового, так и отечественного, таковы, что происходит постоянный рост осевых нагрузок и общей грузоподъемности автомобилей. Осевые нагрузки в 11,5 т становятся фактическим стандартом. В то же время автомобильные дороги в нашей стране проектировались и строились в расчете на осевые нагрузки 10 т, а в некоторых случаях и 6 т. Естественно, что пропуск более высоких нагрузок ведет к ускоренному износу дорог. С предстоящим в 2004 г. вступлением в ЕС ближайших соседей Беларуси – Польши и стран Балтии – положение еще более осложнится, поскольку осевая нагрузка в 11,5 т является в ЕС стандартом для дорог.

Между тем в мире давно найдено решение, обеспечивающее высокую несущую способность (11,5, 13 и более тонн/ось) дорожных одежд. Речь идет об использовании цементобетонных покрытий.

Применение цементобетона для устройства покрытий автомобильных дорог известно с 1889 г. В то же время в мировой практике постоянно появляются новые решения, направленные на использование цементобетона в дорожном строительстве.

Одной из таких технологий является самоуплотняющийся бетон (SCC – self-compacting concrete). Данную технологию называют наиболее революционным путем развития в бетонном строительстве в течение последних десятилетий. Разработанный в Японии в начале 80-х гг. прошлого века метод был призван компенсировать недостаток квалифицированных специалистов в области цементобетонных покрытий, поскольку не требовал выполнения ряда технологических операций, что имело место в случае с обычным цементобетоном. Найденное решение получило широкое распространение благодаря следующим качествам самоуплотняющегося бетона: высокой скорости строительства, снижению потребности в рабочей силе, улучшению обработки поверхности покрытия, более простой укладке смеси, повышенной долговечности, более широким возможностям при проектировании, применению более тонких слоев, снижению уровня шума и вибрации при строительстве за счет исключения виброуплотнения, улучшению ровности покрытия. Главной предпосылкой, способствующей широкому распространению технологии, явилось развитие промышленности химических добавок к бетону, в первую очередь суперпластификаторов.

Основными особенностями самоуплотняющегося бетона являются использование дробленого щебня мелких фракций, повышенное содержание цемента при водоцементном отношении, не превышающем 0,5 (в среднем 0,42). В таблице приведен примерный состав смеси для приготовления самоуплотняющегося бетона (по польским данным) в сравнении с обычным дорожным бетоном. Обращает на себя внимание наличие в со-

стае самоуплотняющегося бетона порошка окиси кремния и высокое содержание пластификатора.

Таблица

**Сравнительный состав самоуплотняющегося и традиционного дорожного бетонов**

Компонент смеси	Содержание компонентов, кг/м <sup>3</sup>	
	самоуплотняющийся бетон	традиционный дорожный бетон
Цемент	420	345
Вода	176,4	150
Песок	0/2 – 252, 0/4 – 324	767
Щебень 2/8	324	–
Щебень 8/16	900	–
Щебень 5/20	–	615
Щебень 20/40	–	429
Порошок окиси кремния	25	–
Пластифицирующая добавка	6,3	1,035
Воздухововлекающая добавка	0,034	0,035

Образцы каждого из бетонов, приведенных в таблице, испытанные в возрасте 28 сут при нормальном хранении, имеют среднюю прочность на сжатие 68,5 и 37 МПа соответственно. Столь высокая прочность объясняется более высокой однородностью и плотностью получаемого бетона.

Исключение из технологической последовательности при устройстве покрытия операции виброуплотнения делает самоуплотняющийся бетон перспективным материалом при устройстве покрытий местных дорог с использованием только средств малой механизации. Увеличенная подвижность бетонной смеси облегчает ее подачу с использованием помп, что немаловажно при производстве товарного бетона.

Покрытия автомобильных дорог работают в крайне сложных условиях. Осевые нагрузки от движущихся транспортных средств вызывают напряжения и прогибы конструкции, затрагивающие как покрытие, так и основание. Кроме того, дорожная одежда находится под воздействием окружающей среды. Климатические воздействия вызывают колебания температуры по глубине дорожной одежды – возникают внутренние напряжения. Изменения влажности, циклы замораживания и оттаивания приводят к соответствующим изменениям несущей способности основания и создают дополнительные напряжения в покрытии.

В итоге дорожная одежда разрушается и требует ремонта. В случае, когда ремонт применяется в соответствующее время, ресурс службы дорожных одежд значительно увеличивается. Однако особенности финансирования дорожных работ в настоящее время таковы, что постоянно происходит рост недоремонта. В результате на республиканских дорогах встречаются крайне дефектные участки дорог – с большим количеством выбоин, заплат, колеи, частыми трещинами, со значительной неровностью. Такие участки дорог представляют одни из самых больших неудобств для участников дорожного движения. В настоящее время существует большое количество различных способов ремонта.

Одна из технологий ремонта разрушенных дорожных одежд – бетонный слой покрытия поверх слоя асфальтобетона. В Северной Америке эта технология часто называется «whitetopping», что можно приблизительно перевести как «белое покрытие». Поскольку в Беларуси такой метод ремонта не применяется и практически не известен,

представляется целесообразным привести основные сведения об этой технологии. Способ впервые был применен в США в 1918 г. Технология эпизодически использовалась в 50-х и 60-х гг. прежде всего для увеличения несущей способности существующих широкополосных магистралей и местных дорог. Результаты трех исследовательских программ, продолжавшихся с 1977 до 1981 г., показали, что устроенные слои справляются с существующими нагрузками и обеспечивают хорошее качество поверхности. Множество участков находилось в эксплуатации с незначительными ремонтами или без них еще с 20-х гг. Увеличение популярности «белого покрытия» приходится на середину 70-х гг. С 1982 до 1993 г. в США число реализованных проектов по технологии whitetopping возросло с 81 до 189. Технология использовалась для ремонта крупных автострад, многополосных местных дорог, муниципальных дорог и внегородских дорог графств.

Сейчас это уже испытанный метод капремонта дорожной одежды. До 1991 г. на большинстве участков с технологией whitetopping в США преднамеренно не устраивалось сцепление между асфальтобетонным и цементобетонным слоями. Скорее, существующий асфальт рассматривался как слой основания. Сегодня такая технология называется обычным или классическим whitetopping и определяется как «бетонный слой покрытия, обычно толщиной 100 мм или более, расположенный непосредственно на поверхности существующей дорожной одежды из асфальтобетона. Толщина бетона составляет более 20,3 см. Проектирование такого слоя производится по обычным правилам, которые предполагают, что существующая асфальтобетонная дорожная одежда представляет собой устойчивый подстилающий слой.

Новый метод реабилитации асфальтовых дорожных одежд был разработан в начале 90-х гг. Эта методика требует максимально прочного соединения относительно тонкослойного цементобетона и существующего асфальтобетона для создания комбинированного участка дорожной одежды. В результате покрытие рассматривается как одно комбинированное, а не как два различных слоя. При этом возможно применить более тонкий слой бетона, по сравнению с участками классического «белого покрытия». Толщина бетона в этом случае составляет 100–200 мм. Иногда такую технологию называют «тонкий whitetopping».

Следующим шагом в развитии технологии явилось снижение толщины бетонного слоя до значений менее 100 мм. В Северной Америке эта технология получила название «сверхтонкий whitetopping», или UTW (ultra thin whitetopping). В то время как технология все еще развивается, более 200 участков были построены на территориях с незначительным движением. А в последнее время технология была применена на 3 главных автомагистралях в США.

При проведении работ по устройству слоя «белого покрытия» используют те же комплекты машин, что и при строительстве обычного цементобетонного покрытия. Необходимо выполнить следующие основные операции:

- подготовку асфальтобетонного покрытия: заделку глубоких выбоин, частичное или полное фрезерование дефектных участков. Объем фрезерования зависит от степени дефектности;

- тщательную очистку подготовленной поверхности от пыли, грязи, асфальтовой крошки;

- укладку бетонной смеси в покрытие в соответствии с разработанным проектом. На данном этапе особенно важно выдержать требования по толщине слоя, не допуская ее уменьшения;

- отделку поверхности с устройством борозд шероховатости;
- осуществление мер по защите поверхности с целью недопущения потери влаги и появления усадочных трещин;
- устройство продольных и поперечных швов в затвердевшем бетоне и их гидроизоляцию.

При использовании метода различают три основных случая.

1. Устройство слоя непосредственно на существующем асфальтобетоне без проведения каких-либо дополнительных работ. Используется в тех случаях, когда глубина колеи на покрытии не превышает 5 см.

2. Устройство цементобетонного слоя после проведения холодного фрезерования существующего асфальтобетона, имеющего целью устранить значительные неровности на покрытии, в том числе колею глубиной более 5 см. Обычно достаточной является глубина фрезерования 25–75 мм.

3. Слой бетона устраивается после выполнения выравнивания существующего покрытия с применением асфальтобетона. Способ применяется в тех случаях, когда неровности превышают 50 мм. Недостатком способа является увеличение общей стоимости работ.

Американская ассоциация бетонных покрытий рекомендует использовать следующую минимальную толщину слоя бетона: на главных дорогах – 15 см, на второстепенных дорогах и стоянках – 10 см.

Независимо от вида технологии whitetopping образуется прочное покрытие, выдерживающее значительные нагрузки и устойчивое против образования колеи, волн, сдвигов. Качественное выполнение слоя позволит обеспечить низкую стоимость содержания на длительный период.

УДК 625.70

И.В. Нестерович, техн. директор РУП «Белдорцентр»

### **УЧЕТ НЕРОВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ВЫБОРЕ СПОСОБА ИХ РЕМОНТА**

On the roads there are different roughness from the value which one the choice of a method of repair of the roads.

Одним из важнейших показателей транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог является ровность покрытия [1, 2, 3, 4].

Под воздействием внешних сил и процессов, протекающих в земляном полотне и дорожной одежде, на проезжей части возникают различные неровности (волны, колея, выбоины, просадки, прогибы и др.). Появление неровностей отрицательно сказывается на эффективности работы автомобильного транспорта, способствует снижению безопасности движения, уменьшает долговечность дороги. Неровности приводят в колебательное состояние автомобиль при его движении.

Вопросами неровности автомобильных дорог занимались многие ученые и специалисты разных стран. Научные основы ровности заложены в трудах ученых А.К. Бирули, А.П. Васильева, В.В. Сильянова, И.И. Леоновича, И.А. Орехова, M.W. Sayers, W.D.O. Paterson, M.S. Janoff.

За ровность принимают локальное отклонение поверхности качения колес автомобиля от геометрически идеальной поверхности для каждого геометрического эле-