

Таким образом, результаты исследований физико-механических свойств глинисто-солевых шламов позволили сделать следующие выводы:

1. Глинисто-солевой шлам представляет собой как по гранулометрическому составу (содержание глинистых частиц $> 10\%$), так и по характерным влажностям ($W=35...37\%$, $W_p = 19,5...21,7\%$, $W_L = 27...29\%$) – суглинок текучий.

2. Сравнение природной влажности ($W=35...37\%$) глинисто-солевых шламов с полной влагоемкостью $W=36,7...36,9\%$ позволяет характеризовать их как полностью насыщенными водой ($S_1 > 0,8$).

3. Полученные значения коэффициента сжимаемости ($C_s = 1,9 \text{ МПа}^{-1}$) и компрессионного модуля деформации глинисто-солевого шлама ($E=2,44 \text{ МПа}$) позволяют считать его сильносжимаемым слабым грунтом.

4. Угол внутреннего трения φ глинисто-солевых шламов при недренированных испытаниях отсутствует ($\varphi=0^\circ$) и увеличивается с ростом степени консолидации (для консолидированных испытаний $\varphi=18^\circ$).

5. Удельная сила сцепления глинисто-солевого шлама возрастает по мере консолидации грунта в пределах от 5 кПа до 25 кПа.

УДК 625.70

Предпосылки расширения использования цементобетона в дорожном строительстве

Леонович И.И., Богданович С.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Удельный вес цементобетонных дорожных покрытий в Республике Беларусь не превышает 3.5% от общей протяженности сети дорог. Имеется также тенденция к сокращению этого показателя за счет перекрытия бетонных покрытий асфальтобетонными слоями. Изменение протяженности дорог с цементобетонными покрытиями представлено в таблице.

Таблица 1

Год	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Км	1611	1680	1725	1774	1800	1817	1771	1589	1593

Между тем, цементобетонные покрытия имеют в ряде случаев неоспоримые преимущества по сравнению со всеми другими. В первую очередь это устройство покрытий на дорогах местной сети и ремонт сильно разрушенных асфальтобетонных покрытий.

С 1997 г. более 22 тыс. км внутрихозяйственных дорог вошло в сеть дорог общего пользования. Однако, многие из них часто имеют только общее направление. При этом отсутствует земляное полотно, дорожная одежда, системы водоотвода. По некоторым из дорог проезд невозможен уже после дождя средней интенсивности. Доведение таких дорог до требований даже V категории потребует значительных затрат.

В условиях роста цен на нефтепродукты первостепенное значение приобретает применение альтернативных, не связанных с битумными материалами, технологий. Между тем, этот вопрос давно успешно решается в странах Западной Европы, где на дорогах местной сети широко используются цементобетонные покрытия. Преимущества таких покрытий неоспоримы: как минимум 30 лет эксплуатации, низкая стоимость содержания, устойчивость против колееобразования, высокая прочность, хорошие сцепные качества, хорошая видимость поверхности в неблагоприятных атмосферных условиях. Цементобетонные покрытия способны выдерживать высокие осевые нагрузки: правильно запроектированная конструкция может обеспечить длительный срок эксплуатации даже при нагрузках 13 т/ось. Согласно немецким данным, через 23 года эксплуатации только 5% бетонных покрытий требуют ремонта. Для асфальтобетонных дорог этот показатель составляет 80–100%. Характерным является пример Бельгии, где около 60% сельских дорог имеют бетонное покрытие. Основная их протяженность была построена в начале 50-х годов. Сейчас, при сроке службы 40–50 лет, большинство из них в отличном состоянии.

В нашей стране собственное цементное производство создает все предпосылки для более активного использования бетона в дорожном строительстве.

Основной сложностью являются высокие требования к качеству бетонной смеси и созданию бетонной поверхности. Особенности материалов таковы, что стоимость исправления ошибок очень высока. В наших климатических условиях следует также использовать воздухововлекающие добавки, что даст определенную устойчивость против замерзания/оттаивания, а также против действия противогололедных средств. Выполнение этих незначительных требований компенсируется высоким сроком службы покрытия, недостижимым при применении битумных материалов.

Покрытия автомобильных дорог должны работать 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, вызывая внутренние напряжения. Свойства асфальтобетона, особенно его жесткость, изменяются с температурой. Изменения влажности, циклы замораживания и оттаивания вызывают соответствующие изменения 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. В настоящее время существует большое количество различных технологий 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 годах,

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. Ряд участков находился в эксплуатации с незначительными ремонтами или без них еще с 20-х годов. Увеличение популярности "белого покрытия" приходится на середину 70-х годов. С 1982 до 1993 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 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". Обычно 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 годов. 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 Аме-

рике 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 участках с незначительным движением. А в последнее время технология была применена на 3 главных автомагистралях в США.

Кроме небольшой толщины слоя бетона и прочного сцепления слоев, при данной технологии крайне важным является нарезка швов через короткие промежутки. При этом существенно изменяется общая картина напряжений в покрытии (рис. 1).

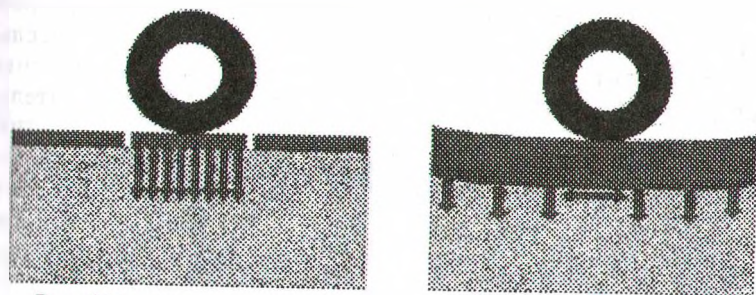


Рис. 1 Разница в напряжениях между длинными (Whitetopping) и короткими (UTW) плитами.

Технологию UTW рекомендуется использовать при толщине существующего асфальтобетона $h=100$ мм и более. Расстояние между швами следует принимать равным $12h-15h$. В любом случае оно, как правило, не превышает 1.8 м.

При проведении работ по устройству слоя "белого покрытия" используют те же комплекты машин, что и при строительстве обычного цементобетонного покрытия. При этом 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.

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

Таким образом, имеется достаточно доводов в пользу расширения использования цементобетона в практике строительства и ремонта дорожных покрытий. Однако, в Республике Беларусь протяженность бетонных дорог крайне незначительна по сравнению с дорогами с асфальтобетонными покрытиями. В стране в настоящее время фактически сложилась монокультура асфальтобетона. Одной из основных причин такого положения является крайне малый объем научных исследований в области дорожного бетоноведения. Возможные последствия данного факта крайне неблагоприятны для всего народного хозяйства: постепенная утрата технологических знаний и машинного парка для строительства бетонных покрытий. Это в свою очередь ведет к полной зависимости дорожной отрасли от импортируемых вяжущих, не обладающих необходимым качеством.

**Анализ стабильности параметров принятых
решений опалубки в монолитном строительстве**
Орловский З.

Белостокский политехнический институт
Белосток, Польша (zorl@cksr.ac.bialystok.pl)

Настоящий анализ сосредоточен на подборе опалубки перекрытий. Выполнение этих работ создаёт наибольшие трудности, поскольку они чувствительны как к качеству материалов, так и