



• © С.Н. Толмачев, докт. техн. наук, доцент (ХНАДУ)

## СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ В УКРАИНЕ – РЕАЛЬНОСТЬ СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ

**Аннотация.** Рассмотрены преимущества строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог в Украине. Рассмотрена возможность замены асфальтобетонных покрытий на цементобетонные.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, цементобетонное покрытие, асфальтобетонное покрытие, реконструкция дороги.

**Анотація.** Розглянуто переваги будівництва цементобетонних покриттів автомобільних доріг в Україні. Розглянуто можливість заміни асфальтобетонних покриттів на цементобетонні.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, цементобетонне покриття, асфальтобетонне покриття, реконструкція дороги.

**Annotation.** The advantages of building cement concrete pavements of roads in Ukraine. The possibility of replacing the asphalt pavement on the cement concrete.

**Key words:** road, concrete slabs, asphalt concrete pavement, reconstruction of road.

Европейский опыт строительства и эксплуатации автомобильных дорог опирается на многолетние традиции, а также объединение теории и практики.

Интенсивное строительство дорог с жестким покрытием, в нашем современном понимании, началось еще во второй половине 19-го века. Родоначальниками данного направления считаются такие страны как Шотландия, Франция, Германия и США.



**Рис. 1.** Строительство дороги с жестким покрытием вторая половина 19 века

При более детальном рассмотрении опыта Германии, где дорожная сеть уже давно сформирована, следует отметить, что немецкие специалисты-дорожники, применяют чаще термин не строительство дорог, а термин реконструкция и/или модернизация. Важнейшей особенностью является то, что в Германии дороги с цементобетонным покрытием, построенные после 70-х годов 20-го века, показали, что они способны выдержать заложенный при проектировании срок службы до 50 лет (именно в данный период была введена система нормированного дополнительного воздухоувлечения в бетонную смесь).

Необходимость же реконструкции дорог в Германии, в более ранние сроки, уже после 30-и лет, обусловлена, в основном, историческими изменениями, а именно:

- значительным повышением потока грузового автотранспорта;
- повышением средней нагрузки на ось;
- изменением в направлении потоков движения грузового транспорта, в том числе в результате объединения Германии.

Сравнительный график распределения затрат на содержание и обновление подтверждает данное высказывание (табл. 1).



The first concrete Highway in New Jersey  
Built 1912, between Broadway and New Village

1)



2)

Рис. 2. Вид дорожного цементобетонного покрытия: 1) первая цементобетонная автомагистраль в Нью-Джерси построена в 1912 году, между Broadway и New Village; 2) современная цементобетонная дорога

Таблица 1

Распределение затрат на содержание дорог

Время эксплуатации	Асфальтобетонное покрытие	Цементобетонное покрытие
10 лет эксплуатации	Обновление и ремонт покрытия	Точечный (текущий и средний) ремонт
20 лет эксплуатации	Обновление и ремонт покрытия	
30 лет эксплуатации	Реконструкция дороги	Реконструкция дороги

На сегодняшний день, распределение между цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями на дорогах государственного значения: 30 – 50 % – цементобетон и 50 – 70 % – асфальтобетон. Для земельных (областных) и окружных дорог:

- 25 – 35 % – цементобетон
- 65 – 75 % – асфальтобетон.

При определении материала покрытия, следующие факторы преимущества цементобетонных покрытий производят по нескольким показателям:

- отсутствие колеиности;
- повышенный коэффициент сцепления, особенно во влажном состоянии;
- низкая степень износа;
- светлый цвет дороги, позволяющий значительно снизить расходы на ее освещение;
- низкий уровень шума;
- возможность повторного использования материалов слоев дорожной одежды в качестве оснований после окончания срока службы;
- экономичность при ремонте: асфальтобетон – 45,53 евро/м<sup>2</sup>, цементобетон – 39,47 евро/м<sup>2</sup>.

В мире основная масса грузов перевозится автотранспортом. В Украине за исключением дорог государственного значения остальная сеть представлена местными дорогами. Состояние этих дорог далеко от совершенства и не позволяет транспортировать по ним грузы без ущерба и с необходимой скоростью.



Рис. 3. Цементобетонное покрытие автомобильной дороги

При современных темпах строительства и реконструкции дорог с асфальтобетонным покрытием создание сети местных дорог может затянуться на неопределенный срок. Основной проблемой покрытий на сегодня является постоянно возрастающая интенсивность движения, практически везде превышающая 15 – 20 тыс. автомобилей/сутки. Для местных и внутрихозяйственных дорог интенсивность значительно меньше, но учитывая низкое качество покрытий на них, даже при малой интен-



сивности движение по ним или затруднено или невозможно. Кроме того, необходимо учесть постоянно растущую нагрузку на ось автомобиля независимо от категории дороги, по которой происходит движение.



**Рис. 4.** Асфальтобетонное покрытие автомобильной дороги

Существующие на сегодня составы асфальтобетона, в том числе ЩМА, в таких условиях не способны выдержать нагрузки, что ведет к появлению колеиности, наплывов, трещин и разрушению асфальтобетонных покрытий в зависимости от условий эксплуатации через несколько лет. Если добавить к этому усиление агрессивности окружающей среды, выражающееся в увеличении количества дней с переходами через 0 °С, солнечную радиацию, постоянно повышающиеся летние температуры, то разрушение покрытий ускоряется в несколько раз, особенно при совместном действии с механическими факторами.

При строительстве дорог с асфальтобетонным покрытием традиционно конструктивные слои включают в себя:

- укрепленный органическим вяжущим подстилающий песчаный или грунтовый слой (выравнивающий и дренирующий – 15 – 20 см);
- основание из укрепленного органическим вяжущим щебня (15 – 20 см);
- два слоя асфальтобетона (например, пористый – 8 – 12 см и плотный – 6 – 7 см).

Такая конструкция, при стоимости битума 7 – 8 тысяч гривен/тонна приводит к тому, что стоимость строительства 1 км дороги III – IV категории достигает 10 – 12 млн. гривен.

При строительстве дорожной одежды с покрытием из цементобетона сложившийся и проверенный конструктив состоит из:

- подстилающего слоя – песка (толщиной 10 – 12 см), который укрепляют минеральным вяжущим (до 10 %) только при строительстве дорог I – II категорий;
- слоя основания – тощий бетон (толщиной 12 – 15 см);
- цементобетонное покрытие (толщиной 18 – 24 см).

Однако, как показала практика строительства, даже на дорогах I категории, а тем более для дорог низких категорий, конструкция дорожной одежды еще проще:

- слой основания, одновременно выравнивающий – так называемый, пескоцемент (толщиной 15 см);
- слой покрытия из цементобетона толщиной 22 – 24 см.

Такая конструкция весьма долговечна и после окончания срока службы ее можно использовать как основание для устройства верхнего слоя покрытия. Об этом свидетельствует опыт строительства дорог с такими конструктивными слоями в Украине строительными организациями СУ-813 и “Альтком”. Стоимость строительства таких дорог, особенно при использовании местных строительных материалов, ниже, чем дорог с асфальтобетонным покрытием.

Поэтому, строительство дорог с асфальтобетонным покрытием, наряду с цементобетонным – это реальность сегодняшнего дня.

Бытует мнение, что цементобетон – это материал, с которым очень трудно работать. На самом деле цементобетон не сложнее асфальтобетона, если знать основные принципы его изготовления и укладки.

В качестве примера: в прошлом году Суджанским ДРСУ-2 в Курской области были построены два участка автомобильной дороги IV категории длиной 4,5 км и 1,0 км. Их строили те же самые дорожники, которые до этого занимались строительством дорог только с асфальтобетонным покрытием. Сотрудники нашей кафедры осуществляли научное сопровождение этих работ. Техническое сопровождение осуществляла лаборатория ДРСУ-2. Опыт показал, что руководители, лаборанты и рабочие в течение месяца освоили достаточно большое количество лабораторных испытаний, необходимых для контроля изготовления, транспортирования, укладки и уплотнения цементобетона в покрытии. Анализ качества бетона покрытия, проведенный в апреле-мае 2013 года показал, что состояние покрытия хорошее, трещин и разрушений нет, все показатели бетона соответствуют или превышают проектные. На сегодняшний день этим управлением взят курс на увеличение объемов укладываемого дорожного цементобетона.



При этом были учтены ряд преимуществ цементобетона, выгодно отличающих его от асфальтобетона:

- были широко использованы местные материалы (песок, цемент и химические добавки);
- за счет более высоких физико-механических показателей бетона по сравнению с асфальтобетоном (прочность и морозостойкость выше на порядок) была принята упрощенная конструкция дорожной одежды (дренирующий и выравнивающий слой песка толщиной 15 см, слой ЩПС толщиной 12 см, монолитный цементобетон толщиной 16 см).

Такая конструкция не могла быть принята при строительстве дороги аналогичного типа с асфальтобетонным покрытием. Это позволило уменьшить себестоимость дорожной одежды и сделать ее более экономичной по сравнению с конструкцией, включавшей асфальтобетонное покрытие.

В период до 1991 года 6 ПМК из 11 треста “Межколхоздорстрой” (позже — “Крымоблагодорстрой”) строили дороги с цементобетонными покрытиями 1с и 2с — категории, которые по техническим требованиям, предъявляемым к бетону покрытия, не отличались от дорог I — IV категорий. С 1985 кафедра технологии дорожно-строительных материалов Харьковского национального автомобильно-дорожного университета (ХАДИ) принимала участие в строительстве, осуществляя научное сопровождение. Для строительства использовали щебень из мраморовидного известняка и песок из отходов распиловки известняка-ракушечника. Следует отметить, что в тот период мы столкнулись с огромными трудностями качественного применения известняков. Применяемые химические добавки на тот период обладали низкой эффективностью, что крайне затрудняло решение технологических проблем. Но уже тогда при строительстве покрытий был применен цемент Бахчисарайского цемзавода ШПЦ 400 с содержанием шлака от 30 % до 60 %. Поскольку действующие на тот период нормативы запрещали его применение для устройства верхних слоев бетона, на основании опыта строительства и анализа состояния участков были изданы соответствующие технические условия. Эти ТУ разрешали применение ШПЦ и в них были оговорены условия, при которых это можно делать. Исследования, проведенные в ходе строительства, и после 1991 года показали, что такие покрытия могут эксплуатироваться не менее 12 — 15 лет (далее наблюдения не проводили) без ухудшения характеристик. Кроме покрытий из местных материалов устраивали также основания, в основном без укрепления вяжущими. Применение местных

материалов и средств, так называемой, малой механизации позволило поставить цементобетонные покрытия по ценовым показателям ниже, чем асфальтобетонные.

Нельзя не сказать о том, что все цементобетонные покрытия того периода изготавливали с применением малоэффективных химических добавок, таких как лигносульфонаты. Современные химические добавки являются мощными регуляторами свойств бетонной смеси и бетона и обеспечивают получение бетонов с высокими эксплуатационными свойствами. Например, прочность при сжатии классов В35 — В45 (марок 500 — 600), на растяжение при изгибе классов  $B_{тб} 4,4$  —  $B_{тб} 5,2$  (прочность 6 — 7 МПа), морозостойкость до 400 циклов замораживания-оттаивания.

Для строительства покрытий, работающих в средах с повышенной агрессивностью или при особых условиях (например, подтопление) в настоящее время существуют простые способы улучшения эксплуатационных характеристик бетона. Например, для придания бетону водонепроницаемости, повышения защитных свойств в агрессивных средах, предусмотрено введение в состав бетонной смеси тонко измельченных наполнителей, поверхностная обработка бетона пропиточными составами. Для повышения износостойкости и улучшения деформативных свойств бетона в его состав вводят специальные волокна — фибру. Т.е. создание специальных бетонов, в зависимости от условий их эксплуатации не является проблемой.

Лаборатории, осуществляющие научное и техническое сопровождение строительства способны оперативно реагировать на изменяющиеся условия и быстро вносить необходимые коррективы в составы бетона и технологию его укладки.

Необходимо отметить также, что в случае преждевременного нарушения качества поверхности бетонного покрытия (шелушение, сколы кромок, износ и др.) существуют зарекомендовавшие себя ремонтные составы, которые наносят на ремонтируемую поверхность без остановки процесса эксплуатации конструкции.

В Украине используют два основных способа строительства цементобетонных покрытий: строительство с помощью специальных машин и оборудования и строительство с помощью средств малой механизации. Возможен комбинированный способ, при котором используется спецмашина и средства малой механизации.

По первой технологии при наличии бетоноукладочной машины доставку смеси осуществляют автосамосвалы. Бетонную смесь высыпают на подготовленное основание из тощего бетона. В зависимости от комплектации бетоноукладочной машины



разравнивание смеси и ее распределение по ширине укладываемой полосы производят кареткой бетоноукладчика или с помощью ковша экскаватора или отвала бульдозера. После этого смесь уплотняют вибраторами укладчика.

В бетонных покрытиях производят нарезку продольных и поперечных швов, с целью обеспечения образования швов с допустимыми показателями по открытию зазоров в запроектированном положении относительно осей дорожного полотна. Это предотвращает трещинообразование в бетоне покрытия при его нагревании летом или охлаждении зимой.

Чтобы полученные в результате нарезки швов бетонные плиты работали совместно, в швы закладывают металлические стержни. Закладку стержней осуществляет автомат на бетоноукладчике, но можно это производить вручную, как это происходило при строительстве дорог в Крыму или в Российской Федерации.

Затем покрытие выглаживают и на него наносят шероховатость для улучшения сцепления колеса с покрытием. После окончания этих операций наносят специальный пленкообразующий состав для того, чтобы не допустить потерь влаги из бетона при твердении, что может привести к его растрескиванию. Последние операции можно производить без укладчика, вручную.

В зависимости от комплектации бетоноукладчика, с его помощью можно устраивать монолитное парапетное ограждение или бортовые камни.

Укладка бетона с помощью средств малой механизации значительно менее производительная, однако широко применяется на сложных участках с пересеченной местностью, при необходимости уширения существующего покрытия и т.д. Это практиковалось при строительстве сельских дорог в Крыму, дороги Киев – Чоп, реконструкции дороги Харьков – Симферополь. В этом случае для укладки бетона необходима виброрейка и переставная опалубка. В этом случае смесь можно доставлять в автобетоновозах или автосамосвалах. После разгрузки на специально подготовленное основание, смесь уплотняют глубинным вибратором или с помощью виброрейки. Выглаживание поверхности бетона, нанесение шероховатости и пленкообразующего производят вручную.

В качестве основания под любой вид покрытия во многих странах мира используют «тощий бетон». Для укладки тощего бетона можно использовать оба способа и кроме того существует достаточно дешевый третий способ, который позволяет отказаться от такой хлопотной технологической операции, как устройство швов. Это способ укатки бетона в покрытие с помощью обычных гладко-

вальцевых катков. Способ апробирован при строительстве оснований дорог и аэродромов в Донецке, Харькове и Львове. Тощий бетон, уложенный по этой технологии или по технологии укладки обычного цементобетона бетоноукладочной машиной, может быть использован в качестве основания под тяжелый цементобетон покрытия дороги или аэродрома или как основание под асфальтобетонное покрытие.

За последние 10 лет сотрудники кафедры ТДСМ ХНАДУ (ХАДИ) провели научное сопровождение строительства бетонных парапетов на дороге Киев – Одесса, реконструкции дороги Харьков – Симферополь на участке Харьков – Красноград – Перещепино, строительстве плит покрытий мостовых переходов и путепроводов на этом участке. Кафедра провела сопровождение строительства аэропорта в г. Харьков.

#### **Выводы**

Резюмируя можно сказать, что строительство автомобильных дорог с покрытием из цементобетона широко осуществляется во всем мире. Исключением является только Украина. В Украине, которая в отличие от многих стран (в том числе и России) не испытывает нехватки основного компонента бетона – цемента, даже наоборот, импортирует вяжущее, имеются все реальные условия для строительства долговечных цементобетонных оснований и покрытий дорог и площадок. У нас накоплен огромный опыт устройства таких покрытий, в достаточном количестве имеется отечественный кадровый, научный и технический потенциал. Имеются мощные организации (например, СУ-813, “Альтком”), которые осуществляли такое строительство и имеют соответствующую технику.

На рынке Украины давно и прочно закрепились международные и отечественные фирмы, выпускающие современные химические и минеральные добавки, являющиеся основой получения качественного бетона. Особое место в этом ряду занимает фирма MC Bauchemie, которая является основным поставщиком высокоэффективных добавок для строительства цементобетонных покрытий. Достаточно сказать, что добавки этой фирмы применяли при строительстве аэродромов в г. Донецк, г. Борисполь и г. Львов, при строительстве дороги Киев – Чоп и реконструкции Харьков – Симферополь. Широкое применение этих добавок обусловлено высоким качеством и стабильностью показателей получаемого с их помощью монолитного дорожного цементобетона.

Все это вместе взятое является тем фундаментом, на котором может возродиться отечественное строительство цементобетонных дорог, широко распространенное в СССР.