

СТРОИТЕЛЬСТВО И СОДЕРЖАНИЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОГ В РАМКАХ ПРОЕКТОВ ГЧП В ГЕРМАНИИ

Алекс Эккерт, дипломированный инженер, компания STRABAG Grossprojekte GmbH, Мюнхен



Являясь крупнейшей экономикой Европейского Союза и находясь в центре Европы, на пересечении основных континентальных транзитных путей, Германия особенно зависит от качества своей автомобильной сети и ее пропускной способности. При всех изменениях и инновациях, происходящих в глобализованном мире, дороги являются и в обозримом будущем будут являться основным каркасом транспортной системы Германии. Однако нагрузка на немецкие дороги возрастает в прямом и переносном смысле слова — количество автомобилей и грузопоток непрерывно растут, и как следствие этого — увеличиваются затраты на эксплуатацию и содержание, а также возникает необходимость расширения автодорожной сети, и в первую очередь — скоростных автомагистралей. Основными мероприятиями при этом являются увеличение полос движения с 4 до 6 либо 8, а также усиление конструкций дорожных одежд в соответствии с существующими и ожидаемыми транспортными нагрузками. При всей необходимости в реконструкции и расширении сети скоростных автомагистралей в Германии существуют объективные сдерживающие факторы,

не позволяющие быстро и качественно реализовывать новые проекты. В качестве основных сдерживающих факторов можно определить следующие:

- ◆ ограниченные финансовые возможности государственного бюджета;
- ◆ недостаток человеческих ресурсов у государственных структур для ведения и сопровождения дорожно-строительных проектов на этапе проектирования, конкурсного отбора и строительства;
- ◆ долгие сроки реализации проектов, обусловленные формальным соблюдением бюрократических процедур;
- ◆ разбивка возможных для реализации крупных линейных объектов длиной 50–60 км на отдельные мелкие проекты с максимальной длиной до 10–15 км, а также с дополнительным разделением работ на отдельные «пакеты», такие как проектирование, строительство дороги, строительство мостов и т.п.

Одним из инструментов, позволяющим практически исключить выше-

указанные сдерживающие факторы при строительстве дорожной инфраструктуры, стал механизм государственно-частного партнерства (ГЧП). За счет взаимодействия между государством и частным бизнесом возникают значимые синергетические эффекты, позволяющие реализовывать необходимые государству и обществу проекты в более короткие сроки, с лучшим качеством и при этом без существенной нагрузки на государственный бюджет. Принцип ГЧП в дорожном строительстве заключается в передаче отдельных участков автодорожной сети в концессию частным подрядчикам на период, как правило, 30 лет. Тем самым государство передает часть своих полномочий частным структурам, но не окончательно, как, например, при приватизации, а только на период концессии. Одним из основных вопросов при реализации концессионных проектов является финансирование. Концессионер финансирует за счет собственных и привлеченных капиталов процесс проектирования, строительства, эксплуатации и содержания концессионного объекта. Роль и затраты государства (концедента) ограничиваются предоставлением земельных участков под строительство, созданием первичного



Устройство цементобетонного покрытия на новом участке автобана А8



Бетонукладочные работы в ночное время суток

проекта, проведением конкурса на выбор концессионера, предоставлением стартового финансирования и техническим контролем на этапе строительства. В Германии используются в основном две модели ГЧП в дорожной отрасли. Так называемые А-модель (Ausbaumodell) и V-модель (Verfügbarkeitsmodell). При использовании первой модели концессионер получает в качестве вознаграждения определенную часть из оплаты проезда грузового транспорта на участке концессии. При этом система сбора оплаты не находится в управлении концессионера, а продолжает находиться в руках государства. А-модель предполагает, что концессионер несет финансовый риск при недостаточном трафике на своем участке, в связи с чем в его собственном интересе держать пропускную способность на своем участке на максимально высоком уровне и иметь перед началом концессии точный и реалистичный транспортный прогноз на следующие 30 лет.

Вторая модель ГЧП основана на системе выплаты вознаграждения концессионеру за эксплуатационную готовность участка автодороги на протяжении всего концессионного периода. При этом концессионер не несет риски при недостаточном трафике, но подвергается штрафам за любое ограничение движения на участке либо несоблюдение функциональных требований к автодороге (дефекты покрытия, недостаточный уровень содержания и т.д.).

Одним из самых больших преимуществ при работе по модели ГЧП является возможность передачи широкого спектра задач в одни руки — руки концессионера. Автоматически исчезают ненужные, неэффективные и часто дорогие технические проектные решения, которые так часто встречаются при традиционной схеме строительства. Концессионер закладывает в проект те технические решения, которые

- а) экономически целесообразны;
- б) позволяют реализовать их на практике в самые сжатые сроки;

в) гарантируют качество и долговечность на протяжении как минимум 30 лет.

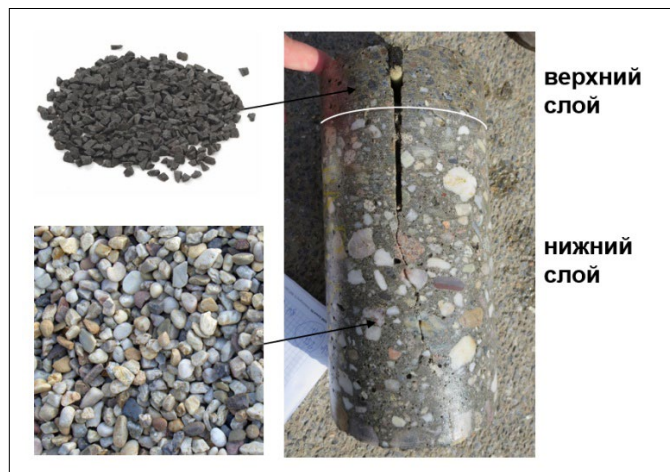
Нельзя забывать, что после окончания срока концессии концедент должен получить от концессионера участок автодороги в должном состоянии обратно, и соответствие состояния проверяется при возврате объекта на основании установленных функциональных требований к автодороге.

В качестве одного из примеров успешно реализуемых дорожных проектов ГЧП в Германии хотелось бы привести проект «Автобан А8 на участке Ульм — Аугсбург» на юге Германии. Автобан А8 является одной из основных транспортных магистралей европейского значения в направлении запад — восток. Максимальный транспортный поток перед реконструкцией участка достигал 90000 автомобилей в сутки, с долей грузового транспорта более 15%. Старая, местами достигшая 60-летнего возраста дорожная конструкция с 4 полосами движения была уже не в состоянии выдерживать выросший транспортный поток, в связи с чем пробки и ДТП становились все более частыми на данном участке.

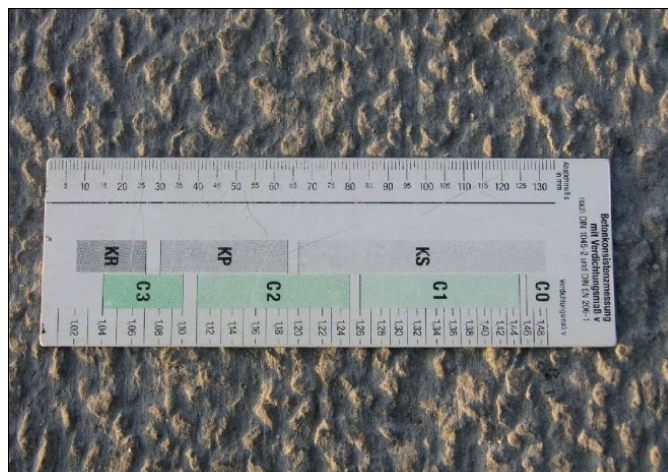
В 2009 году был объявлен конкурс по определению концессионера на один из самых проблемных участков автобана А8 длиной 57 км на участке Ульм — Аугсбург. По окончании конкурса в апреле 2011 года было подписано концессионное соглашение между государственными структурами и компанией Pansuevia GmbH (дочерней компанией строительного концерна STRABAG SE). Концессионное соглашение предусматривало практически новое строительство участка длиной 41 км, с расширением до 6 полос движения, а также дополнительную передачу в концессию участка длиной 16,5 км, на котором непосредственно перед передачей в концессию была проведена генеральная реконструкция.

Первоначальные проектные решения заказчика были практически полностью переработаны концессионером. В первую очередь изменения коснулись типа дорожного покрытия на 41-километровом участке с новым строительством автодороги. Концессионер, руководствуясь своим опытом и финансово-экономическими расчетами, заменил заложенное в первичном проекте асфальтобетонное покрытие на цементобетонное. При этом, после дополнительных статических расчетов по методике Вестергаарда-Айземанна, было принято решение увеличить толщину цементобетонного покрытия на 2 см по сравнению со стандартной толщиной покрытия согласно нормативу-каталогу типовых конструкций дорожных одежд RStO — с 27 см до 29 см. К преимуществам цементобетонных покрытий можно отнести следующие:

- ◆ высокая несущая способность с существенным запасом прочности;
- ◆ стабильность формы и отсутствие деформаций (также при воздействии высоких и низких температур);
- ◆ хороший коэффициент сцепления;
- ◆ светлая поверхность, облегчающая ориентацию в темноте;
- ◆ экологически благоприятный вид строительства в связи с длительным сроком эксплуатации и возможностью повторного использования рециклированных материалов (бетона);
- ◆ экономия топлива при движении автотранспорта из-за меньшего коэффициента трения качения при контакте колес с покрытием;
- ◆ длительный срок эксплуатации без необходимости существенных ремонтных работ.



Керн, взятый в районе раскрывшегося (то есть со сквозной трещиной, делящей покрытие на отдельные плиты) шва сжатия, показывающий различие заполнителей в верхнем и нижнем слое бетона



Поверхность цементобетонного покрытия с обнаженным заполнителем (waschbeton)

При этом очевидно, что для концессионера и привлечённых инвесторов (банков) наиболее важен последний фактор. Ведь, он означает существенное снижение финансовых рисков всего проекта. Отпадает необходимость ремонта / замены верхнего слоя покрытия через каждые 7–8 лет, необходимые при асфальтобетонном покрытии.

Необходимость ремонта асфальтобетонного покрытия означает для концессионера:

- ♦ дополнительные финансовые затраты на сами ремонтные работы;
- ♦ затраты на выплату штрафных платежей при ограничении движения (также при А-модели);
- ♦ снижение трафика во время ремонта и соответственно снижение суммы оплат / вознаграждения концессионера;
- ♦ один из самых труднопрогнозируемых ценовых рисков — увеличение стоимости битума в будущем.

Все эти риски исчезают из финансово-экономической модели проекта при использовании цементобетона. Конечно же, нельзя утверждать, что строительство цементобетонных покрытий не несет никаких рисков. Конечно же нет, но если качественно и со знанием и соблюдением технологии выполнить строительство цементобетонных покрытий, то основные работы по ремонту покрытия сводятся только к замене герметика швов (приблизительно каждые 10 лет), что выполняется без особых ограничений движений в ночные смены и мелким ремонт работ сколов и локальных дефектов на бетонных плитах на протяжении 30-летнего срока концессии.

Для проектирования и строительства нового участка длиной 41 км концессионер имел в своем распоряжении чуть более 4 лет. Основные строительные работы включали в себя разборку старой автодороги, строительство новой дороги с улучшенной трассировкой и с шириной проезжей части 14,5 м, а также разборку старых и строительство новых мостовых сооружений в количестве 77 штук. Также по условиям контракта концессионер должен был построить 3 придорожные парковочные площадки для грузового транспорта и одну зону придорожного сервиса, которые также были устроены с цементобетонным покрытием.

Основным требованием при строительстве нового участка являлась необходимость обеспечения существующего движения по четырем полосам и ограничение длины отдельных строительных участков не более чем 8,2 км. Для завершения строительства в установленные сроки многие виды работ выполнялись круглосуточно — например, работы по устройству цементобетонного покрытия. Без детальной подготовки и тщательно отработанной логистики невозможно вести работы, при которых ежесуточно производится, доставляется на объект и укладывается более 4000 кубических метров дорожного бетона.

Особое значение уделялось выбору инертных заполнителей и подбору бетонной смеси. Например, для испытаний на стойкость бетона к щелочно-силикатной реакции (ASR) были предварительно выбраны 5 цементов различных производителей в комбинации с инертными материалами из 14 каменных карьеров, что в конечном счете привело к 35 различным составам бетонной смеси, которые были испытаны на стойкость к реакции ASR. По итогам проведенных испытаний было принято решение о применении порфиритового

щебня в верхнем слое бетона, производимого на карьере в 400 км от объекта строительства. Плечо доставки инертных материалов в 400 км весьма существенно и нетипично для дорожной отрасли Германии, и при условии строительства однослойного цементобетонного покрытия финансовые затраты на доставку данного щебня в объеме на всю толщину ц/б покрытия весьма негативно сказались бы на экономике проекта.

Однако в Германии еще с 30-х годов прошлого века практикуется строительство двухслойных цементобетонных покрытий, при котором для нижнего слоя бетона используется щебень более низкой марки либо даже галька или гравий. В связи с чем для нижнего слоя бетона использовались местные материалы из карьеров, находящихся на удалении всего лишь 20 км от места расположения бетоносмесительной установки, что позволило существенно сократить затраты при устройстве цементобетонного покрытия. Основным преимуществом двухслойной технологии является возможность создания тонкого (5–6 см) верхнего слоя покрытия с особыми техническими характеристиками.

Устройство такого слоя с повышенными требованиями как к бетону, так и заполнителю позволяет придать поверхности покрытия улучшенные технические характеристики и при этом существенно уменьшить затраты на устройство ц/б покрытия в целом — за счет использования более дешевых и во многих регионах доступных материалов для создания нижнего слоя бетона. Самым распространенным вариантом устройства верхнего слоя бетона при использовании двухслойной технологии является создание бетона с обнаженным заполнителем, или, пользуясь немецкой терминологией, waschbeton (вашбетон).

Технология *waschbeton* — бетон с обнаженным заполнителем — имеет два преимущества:

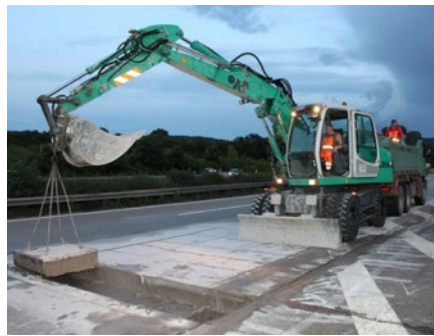
1. Снижение уровня шума

За счет образования оптимальной, с точки зрения шумоподавления, поверхности цементобетонного покрытия с обнаженным заполнителем возникает значительно меньше шума при контакте колеса автомобиля с автодорогой. Уровень шума на покрытиях из цементобетона с обнаженным заполнителем в сравнении со стандартными асфальтобетонными покрытиями меньше на 2 дБ(А).

2. Хороший коэффициент сцепления Долгосрочно хороший коэффициент сцепления поверхности вследствие оптимальной шероховатости покрытия. В отличие от других форм текстурирования ц/б покрытий, создающих шероховатость практически только в поверхностном слое цементно-песчаного камня, при применении технологии *waschbeton* шероховатость создается за счет обнажения щебня, имеющего значительно лучшую сопротивляемость к истиранию и полированию.

В связи с тем, что любые ремонтные работы означают для концессионера штрафные выплаты за ограничение движения и финансовые потери из-за снижения трафика на участке, необходим объективный и своевременный мониторинг состояния автодороги. Возможные дефекты всегда проще и дешевле исправлять на начальной стадии их возникновения. Концессионер контролирует с помощью мобильных дорожных лабораторий состояние дорожного покрытия каждые четыре года, состояние маркировки раз в два года и состояние водоотводной системы и стабильность откосов проверяется ежегодно.

С начала эксплуатации участка в 2015 году на цементобетонном покрытии не было замечено никаких дефектов, требующих ремонта. Единственным и, к счастью, редким исключением являются места пожаров автомобилей, вызванных в основном дорожно-транспортными происшествиями. Вследствие высоких температур горения топлива возникают локальные повреждения поверхности цементобетонного покрытия, которые, как правило, ограничиваются площадью одной-двух плит. Весьма практичной зарекомендовала себя замена таких поврежденных плит на заранее изготовленные и выполненные строго по индивидуальному размеру сборные плиты. Работа по удалению старых плит и устройству новых выполняется, как правило, ночью — в короткие временные окна. Сразу же



Замена бетонной плиты покрытия



Зимнее содержание на автобане А8

после замены плит на них может быть запущено движение. Также возможно удаление дефектных плит и устройство новых плит на месте с помощью быстротвердеющего бетона с набором необходимой прочности в течение 2 часов.

Так как любые затраты, возникающие в связи с дорожно-транспортными происшествиями, покрываются за счет обязательного страхового обеспечения автомобильного транспорта, концессионер не несет практически никаких затрат при выполнении вышеуказанных ремонтных работ.

На двух отрезках концессионного участка автобана А8 можно наблюдать и сравнивать характеристики двух типов дорожного покрытия в разрезе долгосрочного контракта жизненного цикла. На участке длиной 17,5 км с асфальтобетонным покрытием после 4 лет эксплуатации уже видны первые легкие дефекты покрытия и замена верхнего слоя покрытия будет выполняться ориентировочно через 3 года, то есть после 7 лет эксплуатации.

На участке с цементобетонным покрытием длиной 41 км первые запланированные ремонтные работы по замене герметика швов намечены на 2025 год. То есть ремонтные затраты на содержание цементобетонных покрытий равны практически нулю в первые десять лет. В остальных вопросах содержания обоих типов покрытия, как, например, нанесение маркировки, уборка снега, нанесение противогололедных средств и т.д., существенной разницы между

двумя типами покрытий не наблюдается, что, конечно же, упрощает деятельность концессионера на данном объекте.

По итогам реализации первых двух этапов дорожно-строительных проектов ГЧП в Германии с суммарным объемом инвестиций более 5 млрд евро в 2015 году правительством было принято решение о запуске третьего этапа государственно-частного партнерства под названием «ГЧП — новое поколение» с суммарными инвестициями 15 млрд евро в реконструкцию и строительство около 670 км скоростных автомагистралей. В проектах «нового поколения» ожидается активное участие новых финансовых институтов в качестве инвесторов. Наряду с классическими инвесторами — банками, в новые проекты ГЧП будут инвестировать страховые компании, пенсионные и инвестиционные фонды.

По большей части, как и на первых двух этапах, это будут инвестиции в так называемое «белое золото», как в переносном смысле в Германии часто называют бетон. Ведь абсолютное большинство дорожных проектов ГЧП в ФРГ выполняется с цементобетонным покрытием, и их привлекательность для частных инвесторов постоянно растет.

Не стоит забывать, что бетон является практически единственным строительным материалом, который со временем набирает прочность, а не теряет ее. И наверное, это роднит его в своей долговечности с золотом. ■