

07  
ISSN 0005-2353

# АВТОМОБИЛЬНЫЕ города

3-4 | 95

# **ОБЪЯВЛЯЕТСЯ КОНКУРС ГРАНТОВ 1996 г.**

**Объявляется конкурс грантов по исследованиям в области транспортного строительства. Конкурс проводится в соответствии с Временным положением об организации конкурсов грантов в Корпорации "Трансстрой", утвержденным указанием Корпорации "Трансстрой" от 14 апреля 1994 г. N 18-р. Программа конкурса грантов предусматривает выделение на 1996 год 25 грантов по 3 млн.руб. каждый на общую сумму 75 млн.руб. Тематика грантов должна, как правило, соответствовать конкретным научным направлениям программы достижения высшего технического уровня в транспортном строительстве (программы "Мировой уровень"). Не исключается представление на конкурс других оригинальных проектов, соответствующих общей направленности Программы. Каждый специалист в настоящем конкурсе может быть участником только одной заявки на грант.**

**Срок представления заявок на грант до 1 января 1996 г.  
Адрес представления заявок: 107217, Москва, Садовая-Спасская ул., д.21, Научно-технический центр Корпорации "Трансстрой".  
Заявки, поступившие после указанного срока и составленные не по форме, не рассматриваются.**

**Срок действия гранта с 1 февраля 1996 г. по 30 ноября 1996 г.  
Финансирование проектов-победителей будет производиться именным перечислением средств в организации. Порядок проведения НИР в организациях определен в Корпорации "Трансстрой".**

Положение об организации конкурсов грантов опубликовано в журнале "Автомобильные дороги" №6 за 1994 г. на 3-й странице обложки

# АВТОМОБИЛЬНЫЕ дороги

Научно-  
технический  
и производственный  
журнал

Издается с 1927 г.

март-апрель 1995 г.  
№ 3-4 (760-761)

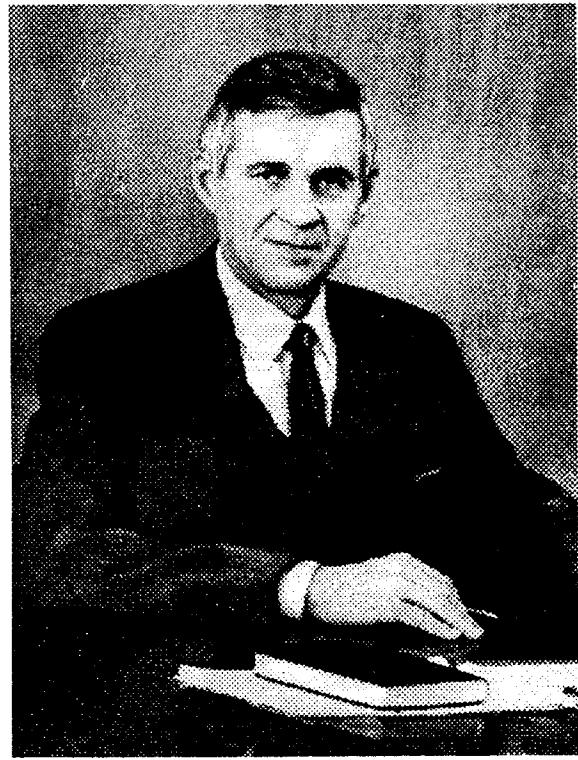
## Сохранить оперативность в дорожной отрасли

Минувший год для дорожников Белоруссии ознаменовался реорганизацией дорожной отрасли республики, что в известной степени повлияло на выполнение плана дорожных работ 1994 г. и несомненно скажется на деятельности дорожных хозяйств в наступившем 1995 г. Об этом наш корреспондент М. Г. Саэт беседовал с начальником Главного управления строительства и эксплуатации автомобильных дорог Министерства архитектуры и строительства Республики Белоруссия В. И. Денисенко.

**Корр.**—Виталий Иванович, 1994 г. для дорожников Белоруссии был нелегким. Сократилось финансирование, уменьшились поставки дорожно-строительных материалов, и все же отрасль как-то удержалась на плаву.

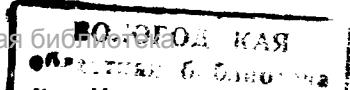
**В. Д.**—Конечно, печально говорить о том, что мы как-то удержались, но действительно это так. Главный вопрос был в финансировании, поэтому по ходу работ в течение года мы несколько раз меняли наши планы. К сожалению, ряд объектов мы были вынуждены исключить из программы и законсервировать, а они существенным образом влияют на безопасность движения, но ситуация у нас была безвыходная.

К примеру транспортная развязка у Могилева. Нужный объект, но такие большие объемы работ невозможно было профинансировать. Или транспортная развязка у Мозыря, где транспортные потоки пересекаются с трамвайными путями. Там тоже большие объемы работ, но из-за отсутствия средств объект также законсервирован. Такая же судьба постигла строительство



В. И. Денисенко

моста через Неман, участки дороги Гродно—Минск, Минск—Могилев и ряд других. Мы смогли сосредоточить финансовые ресурсы только на тех объектах, где не требовалось выполнять больших объемов работ. К нашему удов-



летьванию, они были введены в эксплуатацию в намеченные сроки.

**Корр.:**—Какие объекты Вы имеете в виду?

**В. Д.:**—Обход Толочина на автомобильной дороге Брест—Минск—граница Российской Федерации, ввод моста через Западную Двину у пгт. Улла Витебской обл., ввод цеха по изготовлению гидроизоляционных материалов и ряд других объектов.

**Корр.:**—А какое положение сложилось в области эксплуатации дорог, их содержания и ремонта?

**В. Д.:**—Мы строили свою политику таким образом, чтобы вопросы, связанные с бесперебойным функционированием дорожной сети, финансировались по возможности стабильно, даже при всей скучности денежных средств. Это дало нам возможность обеспечить работу в зимне-весенний период и своевременно включиться в работу по содержанию дорог в осенне-зимний период прошлого года.

Судя по тому, какие средства выделяются в нынешнем году, нам на уровне минувшего года не удержаться. Не говоря уже о новом строительстве и модернизации дорог.

**Корр.:**—Это связано с тем, что уменьшен дорожный фонд?

**В. Д.:**—Если бы дорожный фонд сокращался адекватно, как следствие работы всей экономики республики, то это было бы понятно: как работает экономика, такие деньги и поступают на содержание и развитие дорог, но, к сожалению, происходит обратное. Дорожный фонд пересматривается в сторону сокращения волевым порядком без учета тех последствий, которые будут отрицательно сказываться на работе транспорта и всего народного хозяйства республики.

**Корр.:**—В современных условиях без хорошо развитой строительной индустрии не обойтись. Как предполагается стабилизировать работу заводов, механизированных карьеров, других промышленных предприятий дорожной отрасли, имея в виду ограниченную поставку металла, цемента, битума, других материалов?

**В. Д.:**—В этой ситуации, как говорится «не до жириу, быть бы живу». Сегодня мы не думаем о загрузке нашей индустрии как в прошлые времена, когда выпускаемая продукция была нарасхват. Сейчас происходит обратный процесс: уменьшается спрос на эту продукцию, потому что резко сократилось финансирование и дорожные организации не в состоянии приобретать технику.

**Корр.:**—Тогда возникает вопрос: на протяжении многих лет ученые-дорожники совместно с производственниками внедрили весьма эффективные научные разработки. Будет ли дальше развиваться дорожная наука при сокращении финансирования из ограниченных поступлений

дорожного фонда? Ведь инженерный корпус, сформированный за многие годы, принес несомненную пользу отрасли.

**В. Д.:**—Этого никто не отрицает. Это один из сучков, на котором держится наше хозяйство, и конечно, рубить его мы не намерены. Наука многое сделала, и мы рассчитываем, что в сложившейся ситуации она обязана еще многое сделать для более эффективного использования тех финансовых ресурсов, которыми мы реально располагаем.

**Корр.:**—В заключение, Виталий Иванович, хотелось бы спросить: новая структура дорожной отрасли несколько сузила возможности дорожников в части руководства строительством, ремонтом и содержанием автомобильных дорог? Предполагаются ли какие-либо изменения в этом плане?

**В. Д.:**—С первой частью вопроса я с Вами согласен потому, что при всем желании президента сократить численность аппарата управления на нашем министерстве большой экономии не достигнуто, так как его аппарат был очень небольшим, фактически работало 46 человек. Это связано с тем, что идея сокращения в последние годы постоянно витала в воздухе, и знающий себе цену специалист в аппарате министерства просто не шел. Мы не могли пригласить случайного человека, не имеющего определенного производственного и жизненного опыта, потому что решения принимаются довольно ответственные и степень их подготовки должна прорабатываться основательно. И сокращение численности с 46 до 23 человек мало решило в экономии средств, но при этом мы потеряли оперативность управления.

Я хочу, чтобы меня правильно поняли. Наше министерство выполняло особые государственные функции, потому что сеть автомобильных дорог, которой мы управляли, относится к государственной собственности, и забота государства сводится к тому, чтобы транспортные коммуникации обеспечивали безопасное движение транспортных средств в любое время суток, в любое время года. Ведь практически сеть дорог общего пользования—это круглосуточно функционирующий механизм, поэтому формально подходить к сокращению такой государственной структуры, как Миндорстрой, на мой взгляд, было несколько непродуманным. Теперь в составе нового министерства архитектуры и строительства, куда влилось шесть бывших министерств и комитетов, на сегодняшнем этапе руководить дорожной отраслью сложно.

Потерять оперативность в дорожном деле—это потерять многое. Что касается перспективы, мне трудно сказать, что будет дальше. Я высказал свою точку зрения как специалист, проработавший более 30 лет в дорожном хозяйстве республики.



УДК 625.7/8:658.56

## Пакет программ для оперативного управления дорожно- строительными работами

Канд. техн. наук И. С. НИКОЛАЕВ  
(Союздорнии)

Большую роль в достижении высокой эффективности дорожно-строительного производства играет своевременное выявление и устранение факторов, отрицательно влияющих на его ход. Эти действия осуществляются строительной организацией на стадии оперативного управления. От того, насколько действенно оно работает, в значительной мере зависит эффективность всего строительного производства.

Авторы большинства работ в этой области, в основном, ограничиваются изучением хозяйственной деятельности организации за месяц. Объясняется это тем, что в строительстве еще недостаточно разработана система оперативно анализируемых показателей, а также нуждаются в совершенствовании средства автоматизации.

В настоящее время в рамках программы «Мировой уровень» Союздорнии разработан пакет программ для ПЭВМ IBM PC/AT для решения задач оперативного управления. В этой системе под оперативным управлением понимается выработка решений и их осуществление в ходе выполнения оперативных (квартальных, месячных, декадных) планов. Эти решения должны ликвидировать или, по крайней мере, минимизировать отклонения от планов, возникающие в ходе их выполнения, а в случае неизбежности этих отклонений перераспределять ресурсы таким образом, чтобы максимально обеспечить наиболее важные на период рассмотрения работы. В связи с изложенным, в общем случае задачи оперативного управления формулируются следующим образом:

- формирование оперативных планов работ;
- периодический учет и контроль выполнения оперативного плана;
- учет поступления и использования ресурсов при выполнении работ на объектах строительства;
- анализ результатов работы организации за отчетный период;
- распределение ресурсов по работам и объектам в соответствии с их приоритетами.

В результате работы пакета программ оперативного управления пользователь формирует и выводит на печать оперативные планы (в разрезе квартал-месяц, объектов строительства и строительной организации) по конструктивным элементам СМР и работам подсобного производства, а также затраты ресурсов, необходимые для выполнения плана, осуществляет учет поступления материалов и хода работ, фактических затрат ресурсов по объектам строительства. В процессе оперативного управления пользователь может решать задачу по распределению ограниченных ресурсов между объектами строительства.

Проектируемая система программно и информационно увязана с системой ППР. Программное обеспечение пакета программ реализовано для операционной системы MS DOS версии 3.03 с использованием базы данных dBase-IV.

УДК 624.6

## Испытание элемента арочного моста

Канд. техн. наук Б. А. ДРОБЫШЕВСКИЙ  
(АО ЦНИИС),  
инженеры С. В. ЛАЗАРЕВ (Территориальный  
дорожный комитет  
при администрации Вологодской обл.),  
О. В. ЛЯДОВА (комбинат  
«Вологдазаводстройконструкция»)

Частное предприятие «Арка-технология» разработало проект арочного засыпного моста пролетом 9 м для применения на автомобильных дорогах. По ширине моста пролетное строение набирается из сборных арочных элементов шириной 1,0 м, которые представляют собой двухшарнирную арку кругового очертания радиусом 5,025 м с одинаковой толщиной во всех сечениях 300 мм. Ширина элемента—1000 мм (рис. 1). Он состоит из двух полуарок, объединенных в замке жестким узлом.

Расчетом предусмотрена работа арки в теле насыпи. Минимальная высота засыпки над замком принята равной 0,5 м (до низа бетонной дорожной одежды), максимальная (для конкретных условий строительства)—1,5 м. Временная нагрузка принята А-11 и НК-80 в соответствии со СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы».

Полуарки были изготовлены на комбинате «Вологдазаводстройконструкция» в Вологде. Бетонировали их в металлической опалубочной форме на ребре. Бетонную смесь уплотняли на виброплощадке ВПГ-10. Отформованные изделия были подвергнуты тепловлажностной обработке. Испытания проводились в помещении цеха-изготовителя.

В качестве испытательной нагрузки были применены бетонные блоки размером  $2400 \times 600 \times 560$  мм массой около 2 т. Для фиксации положения блоков на боковых вертикальных поверхностях арки были установлены во время бетонирования закладные металлические пластины, к которым затем приварили столики из металлических уголков.

При неправильной сборке крепление в замке было нарушено и в дальнейшем арка работала в смешанном 2—3-шарнирном режиме.

Загрузка арки блоками проводилась ступенями по 8 т (четыре блока) (рис. 2). Прикладывали нагрузку (восемь загружений) несимметрично относительно вертикальной оси арки: от пят к замку. Таким образом имитировалась засыпка арки грунтом.

Для измерения деформаций и напряжений в разных сечениях арки были установлены прогибомеры Максимова, индикаторы часового типа, рычажные тензометры. Точность измерений всеми приборами была одинаковой и составляла 0,01 мм. Для фиксации дефектов поверхности бетона был предназначен микроскоп МПБ-2 с коэффициентом увеличения 24\*.

В конце испытаний к арке была приложена максимальная нагрузка 64 т. Конечная нагрузка была симметричной относительно вертикальной оси. Воздействие приложенной нагрузки было аналогично тому, которому подвергается арка во время эксплуатации при максимальной расчетной нагрузке, т. е. при высоте засыпки над замком 1,5 м. Перегруз арки испытательной нагрузкой по сравнению с расчетной при высоте засыпки над замком 0,5 м составил 7%.

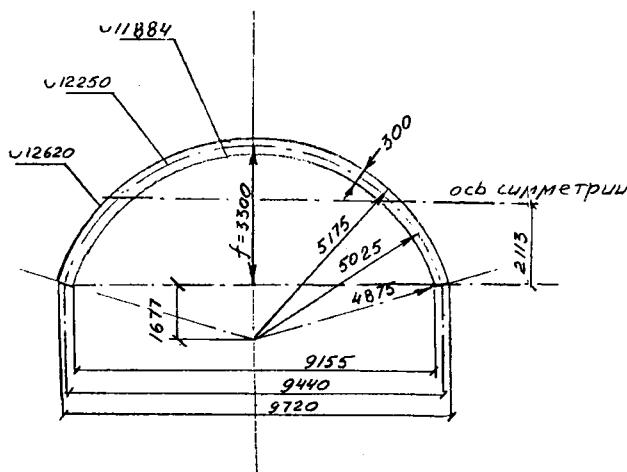


Рис. 1. Геометрические характеристики арки

Полный прогиб арки в замке составил 15 мм. Это 63% от прогиба, допускаемого действующими нормативами. Прогибы в четвертях арки при ступенчатом и несимметричном приложении нагрузки принимали обратные знаки—в соответствии с расчетами. Это свидетельствует об определенной гибкости арки.

В четвертях пролета на нижней сжатой поверхности напряжения не превышали  $46 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , на верхней растянутой—30. Эти напряжения мало отличались от расчетных напряжений в трехшарнирной арке (соответственно 50 и  $27 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ). Поверхность бетона арки не получила при испытаниях никаких повреждений.

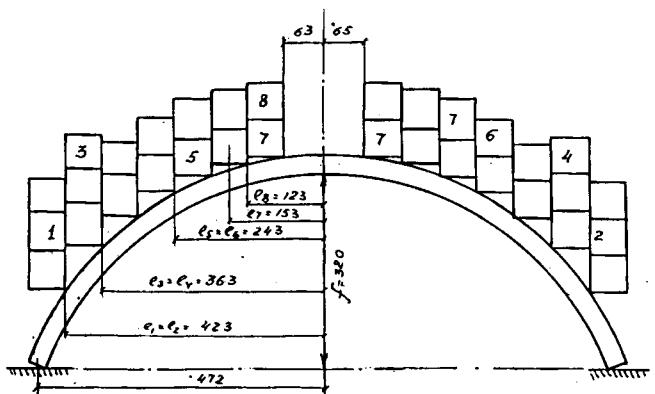


Рис. 2. Схема загружения арки испытательной нагрузкой.  
(Размеры даны в см)

Таким образом, результаты испытаний показали, что конструкция отвечает требованиям по прочности, жесткости и трещиностойкости.

В последнее десятилетие арочные засыпные мосты получили широкое распространение за рубежом. Этому способствует ряд их достоинств.

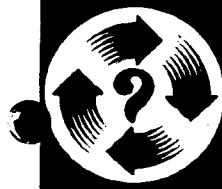
Арочные мосты пролетом 12 м, например, заменяют собой трехпролетные балочные мосты  $3 \times 12$  м и вдвое дешевле их.

В арочных засыпных мостах, применяемых под автомобильную и железнодорожную нагрузки, идеально решаются проблемы сопряжения с подходами, что особенно важно при организации скоростного движения.

Возвращение к классическим формам мостовых конструкций оправдано их высокими эстетическими свойствами, оптимальной работой бетона на сжатие, надежностью в работе.

Арочные засыпные конструкции, помимо мостов, находят применение при устройстве путепроводов, скотопрогонов, в качестве замены многочковых труб и коллекторов. Применяются они также как ангары, хранилища и гаражи. Гаражи под индивидуальные автомашины при расположении их в насыпях дорог и под площадями не требуют дефицитной городской площади и эстетичны.

Необходимую информацию об арочных засыпных конструкциях можно получить в лаборатории сооружений мостов ЦНИИС по телефонам: 180-51-61 и 180-52-12.



## ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ

### Открытое письмо Генеральному директору Федерального дорожного департамента и руководителям территориальных административных органов дорожного хозяйства

#### Уважаемые коллеги!

Всем нам хорошо известно, что надежность и долговечность конструкций дорожных одежд, определяющие в конечном счете эффективность капиталовложений в строительство дороги, в огромной степени зависят от качества земляного полотна. На последнее, в свою очередь, влияют состав и состояние используемых грунтов, правильность учета источников увлажнения при назначении конструкции, соблюдение всех технологических норм при строительстве, обеспечение водоотвода и т. д. Будучи зависимым от множества факторов, в том числе природных, земляное полотно оказывается самым уязвимым элементом дорожной конструкции, разрушение и деформации которого неизбежно влечут за собой разрушения и деформации других ее элементов.

Ключевым вопросом качества земляного полотна является обеспечение требуемой степени уплотнения грунта. Тенденции последних десятилетий свидетельствуют о том, что вопросу качества земляного полотна производственники не уделяют должного внимания, а это ведет к большим непроизводительным затратам в дорожном хозяйстве.

Причин недопустимого отношения к строительству земляного полотна много. Среди них называют и трудности получения кондиционных грунтов для возведения насыпей, и отсутствие уплотняющей техники, и необходимость выполнения земляных работ в неподходящие сезоны года и др. Свою лепту в развитие практики пренебрежительного отношения вносит и то, что многие дефекты, связанные с земляным полотном, могут проявляться не сразу, а спустя годы. Как показывает практика, гарантит нормальной работы земляного полотна, хотя бы в течение первого нормативного межремонтного срока, нет. Сыграла роль ведомственная разобщенность дорожников, совмещение функций заказчика и подрядчика в одних руках, стремление выполнить любой ценой план ввода в километрах и др.

Однако при ближайшем рассмотрении убеждаешься в том, что речь прежде всего идет или об элементарной неграмотности и безответственности или о деградации професионализма при строительстве земляного полотна. Утверждение о том, что не хватает уплотняющей техники, справедливо только в определенном смысле. По имеющимся данным в организациях системы бывшего Минавтдора списочное количество уплотняющих средств составляет около 3200 единиц. Простейший расчет показывает, что при годовом объеме земляных работ около 450 млн. м<sup>3</sup> потребность в уплотняющей технике формально обеспечивается при условии организации работ хотя бы в 1,5 смены. Это означает, что причина не в отсутствии техники, а в ее неправильном использовании. Известны факты весьма легкомысленного списания в металлом катков, которые еще с успехом могли бы использоваться при сооружении земляного полотна (например, кулачковых катков, широко применяемых до сих пор в США), а также неорганизованность техобслуживания и ремонта уплотняющих средств, использование ее для получения запчастей к машинам другого назначения, отсутствие эффективного учета и контроля работы уплотняющей техники и др. Отсюда и несоответствие наличия техники и выполненных ею объемов работ.

До сих пор при оценке строительных организаций в отношении объемов земляных работ учитывают прежде всего возможности землеройной техники и транспортных средств. Возможности же выполнять важнейшую и необходимую операцию единого технологического цикла — уплотнение, остаются неучтенными. В результате подрядные организации берутся за выполнение больших объемов по сооружению земляного полотна по существу без гарантии требуемой степени уплотнения.

В настоящее время опасность брака в отношении земляного полотна многократно возросла. В условиях не развитых должным образом рыночных отношений подрядные организации готовы браться за любую работу, даже если не могут по своим техническим возможностям обеспечить качество. Поэтому без жесткого контроля и отбора подрядчиков невозможно обеспечить высокого качества земляного полотна.

Ситуация усугубляется крайне низким уровнем контроля качества земляных работ, для которого нет в достаточном количестве оснащенных геотехнических лабораторий, а часто отсутствуют и стандартизованные методики оперативного контроля. Не установлена и мера ответственности в случае обнаружения некачественного земляного полотна после устройства дорожной одежды. А ведь в этом случае брак проявится в снижении межремонтного срока и убытки на стадии эксплуатации выльются в солидную сумму.

Одним из важных вопросов для отечественного дорожного строительства является производство работ в зимнее время. Строительство земляного полотна зимой требует соблюдения очень жестких ограничений, а в некоторых случаях —

и безусловного запрещения с соответствующими контролем и санкциями к нарушителям. В противном случае сохраняется одна из самых существенных предпосылок брака в строительстве земляного полотна.

Несколько слов о земляном полотне, находящемся уже в эксплуатации. Создается впечатление, что в нашей практике большие усилия и средства тратятся на систематическое перекрытие старых покрытий новыми слоями асфальтобетона. Часто это делается без детальной оценки причин разрушения дорожной одежды, в частности, без оценки роли земляного полотна в этом разрушении, а следовательно, и без принятия мер по лечению земляного полотна. Следствие—быстрое повторение аварийного состояния покрытия. Обеспечение качества земляного полотна—это прежде всего выполнение требований норм. Можно привести много примеров, когда строгий контроль за их соблюдением давал очевидные положительные результаты, которые можно было проследить в течение многих лет и десятилетий эксплуатации дороги.

Проблемы земляного полотна всегда относились к важнейшим в области проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений. В течение многих лет эти проблемы были предметом рассмотрения специально созданного при Научно-технических советах Минтрансстроя и МПС Комитета по земляному полотну, успешно работавшего под руководством проф. Г. М. Шахунянца, который объединял ведущих специалистов в этой области и способствовал решению целого ряда научных и практических проблем.

В настоящее время комитета нет, хотя наличие такого органа могло бы оказать серьезную помощь дорожному хозяйству в решении вопросов, связанных с земляным полотном, как в части ликвидации аварийных ситуаций, так и в части обобщения опыта, методического развития нормативных документов, поднятия культуры производства и проведению просветительской работы по этой проблеме.

В заключение отметим, что дорожная наука в нашей стране началась с науки о земляном полотне. За прошедшие 70 лет разработано много технических решений, норм, требований и правил, обеспечивающих необходимый уровень качества земляного полотна как грунтового основания дорожной конструкции. Только соблюдение этих правил позволило бы получить существенную экономию средств за счет продления межремонтных сроков. Эти средства можно были бы использовать на дальнейшее развитие сети дорог в России и на укрепление всего дорожного хозяйства (в том числе и в части уплотняющей техники). И нам очень жаль, что наши попытки каким-то образом повлиять на скорейшее и эффективное разрешение проблемы земляного полотна, предпринимавшиеся в разное время в различных формах, пока не дали результата.

Мы просим ФДД и региональные дорожные органы, являющиеся в настоящее время струк-

турами, которые должны защищать национальные интересы в области дорожного хозяйства страны, рассматривать это письмо как еще одну попытку сдвинуть дело с мертвой точки.

Нам представляется, что целесообразно создать специальную, узкую общероссийскую программу «Земляное полотно» (возможно, в рамках программы «Дороги России»), чтобы быстро и эффективно закрыть проблему качества земляного полотна, для решения которой есть все предпосылки, созданные дорожной наукой и практикой в предшествующие десятилетия.

Россия должна выйти из разгильдяйства и бездорожья. И начать это нужно с земляного полотна.

Засл. деятель науки и техники академик АТ РФ, д-р техн. наук, проф. В. Ф. БАБКОВ (МАДИ ТУ), д-р техн. наук, проф. А. Я. ТУЛАЕВ (МАДИ ТУ), засл. деятель науки и техники, академик АТ РФ, д-р техн. наук, проф. В. Д. КАЗАРНОВСКИЙ (Союздорнии), д-р техн. наук В. И. РУВИНСКИЙ, д-р техн. наук, проф. Э. М. ДОБРОВ (МАДИ ТУ)

## Проект Таджикского участка Евроазиатской трансконтинентальной автомобильной дороги

Д-р техн. наук Б. Б. КАРИМОВ (Академия транспорта России),  
канд. техн. наук Х. Я. МУРАДОВ (Министерство транспорта Таджикистана),  
инж. С. А. НАСРЕДДИНОВ (МАДИ)

Очевидно, что неизменно усиливающаяся роль автомобильных дорог в развитии экономики, науки, культуры и социальных достижений современного общества людей, отдельных стран и регионов выдвигает на передний план идею координации и объединения усилий стран в деле развития дорожной сети и унификации технических норм в области дорожного хозяйства. Реализация этих идей возможна с помощью кредитов Всемирного банка и взаимодействия правительств различных стран-соседей.

Одной из широко обсуждаемых в среде специалистов, политиков и финансистов идей является создание Евроазиатской трансконтинентальной автомобильной дороги. Эта идея представляется нам чрезвычайно важной как с точки зрения интересов всего человеческого сообщества, так и с точки зрения возможного влияния на развитие регионов и стран, через которые она могла бы проходить.

В этой связи, хотелось бы отметить имеющиеся предпосылки для активного участия Таджикистана в реализации проекта Евроазиатской трансконтинентальной дороги.

Прежде всего, необходимо отметить географическое положение Таджикистана.

Будучи расположен в центре Азии, Таджикистан может стать связующим звеном мировых культур и цивилизаций Запада (Европы) и Востока (Азии). Кроме того, Таджикистан граничит с Китаем, Афганистаном, Узбекистаном и Киргизией. Через Китай имеется возможность выхода в Индию, Иран и Пакистан.

Для большей эффективности Евроазиатской магистрали на Центральноазиатском участке она должна проходить не по степным районам северных частей государств этого региона (как предусматривается проектом железной дороги), а непосредственно через Таджикистан и его горные районы.

Предпосылками к этому служат, прежде всего, те соображения, что основная часть населения, большие города, крупные архитектурные и исторические памятники находятся именно в Центральной части Средней Азии. Кроме того, прохождение дороги через Таджикистан дает возможность другим странам (Иран, Афганистан, Индия) подключить к ней кратчайшим путем существующие автомобильные дороги. В будущем эта дорога дала бы возможность выхода на железную дорогу Душанбе—Мешхад—Тегеран и далее к Персидскому заливу или через Турцию в Европу.

При этом, естественно, учитывается, что автомобильные дороги имеют больше возможностей для прохождения через горные территории, чем железные. Для таких территорий они по существу могут быть единственным видом современных наземных путей сообщения.

Объективные предпосылки, имеющиеся для осуществления указанного варианта, содержат технические и экономические аспекты.

Прежде всего, следует учитывать, что в Таджикистане разработана Схема развития сети автомобильных дорог на период до 2000 г., а также принято Постановление Совета Министров Республики Таджикистан «О мерах по дальнейшему ускорению развития и улучшению эксплуатации автомобильных дорог в республике» (№ 16 от 22.01.90 г.). Имеются также готовые планы строительства и реконструкции автомобильных дорог. Имеются и основные национальные проекты по автомобильным дорогам, основывающиеся на Схеме развития и использовании внебюджетного дорожного фонда.

Главной проблемой является ограниченность финансовых средств и отсутствие совместных инвестиционных проектов с соседними государствами. Другой проблемой является тяжелое экономическое положение страны вообще, связанное с происходящими в ней политическими и военными событиями.

Включение Таджикистана в проект Евроазиатской магистрали позволило бы разрешить целый ряд задач экономического и политического плана в самой стране. Прежде всего, в Таджикистане выявлено более 300 месторождений, содержащих более 70 видов рудных и нерудных полезных ископаемых. Более 100 из них в настоя-

щее время эксплуатируются. На их базе работают предприятия цветной металлургии, нефтяной, химической, газовой промышленности и т. д. Трудности с вывозом продукции добывающей и перерабатывающей промышленности являются главным препятствием их развития и эффективного использования имеющихся ресурсов.

Строительство новых дорог, особенно с выходом в соседние страны и к действующим международным магистралям, является первейшим стимулом для развития горнодобывающей промышленности, энергетики, сельского хозяйства, что позволит экспорттировать часть этой продукции. Создаются также условия для развития горного туризма, оздоровительных и лечебных комплексов, торговли и т. д.

Все это создает благоприятные перспективы для обеспечения высокой эффективности инвестиций как в развитие дорожной сети Таджикистана, так и в проект Евроазиатской магистрали, в частности, в случае реализации предлагаемого принципиального варианта.

Строительство трансконтинентальной автомагистрали через Ташкент—Душанбе или Термез—Душанбе и далее по территории Таджикского Бадахшана через перевал Кульма с выходом на Каракорумское шоссе дает уникальный выбор: одно направление—в Китай и через него в Японию и страны Азиатско-Тихоокеанского региона, другое—в Пакистан, Индию и выход к Индийскому океану.

Таджикскими специалистами рассмотрены представленные ниже варианты строительства дорог, связывающих Таджикистан с этими государствами.

**I вариант:** Душанбе—Хорог (через Кулляб—Калаихум)—Мургаб—перевал Кульма (граница Таджикистана с Китаем)—выход на Каракорумское шоссе.

По этому варианту трасса дороги проходит по участку Памирского тракта Хорог—Ош, состояния которого считается удовлетворительным и соответствует в основном требованиям международных норм. На участке от Мургаба до перевала Кульма необходимо реконструировать около 40 км дороги Мургаб—Токтомуш и построить новую дорогу протяженностью около 30 км. Несмотря на то, что трасса этого участка проходит на отметках 3600—4200 м над уровнем моря, она характеризуется спокойным рельефом местности (высокогорная долина) и не потребует строительства дорогостоящих защитных искусственных сооружений. Ориентировочная стоимость строительства дороги Мургаб—граница с Китаем с реконструкцией участков дороги Калаихум—Хорог составит 130 млн. долл. США.

**II вариант:** Душанбе—Джиргаталь—Сары-Таш—Мургаб—перевал Кульма—выход на Каракорумское шоссе.

Ориентировочная стоимость строительства с учетом реконструкции существующих дорог составит 105 млн. долл. США.

**III вариант:** Хорог—Ишкашим—Лянгар (граница с Афганистаном)—перевал Варогиль—Мастудж—Читрал.

По этому варианту дорога проходит по долине р. Вахандарья по территории Афганистана с выходом на Пакистан в районе перевала Варогиль. Ориентировочная стоимость строительства дороги с реконструкцией существующей дороги Хорог—Ишкашим—Лянгар составит 550 млн. долл. США (без учета реконструкции дороги пер. Варогиль—Мастудж).

**IV вариант:** Душанбе—Хорог—Ишкашим—перевал Дорах—Читрал.

По этому варианту связь с Пакистаном осуществляется в районе перевала Дорах. Ориентировочная стоимость строительства по этому варианту составит 292 млн. долл. США (вариант, предложенный Пакистаном).

**V вариант:** автомобильная дорога по направлению Душанбе—Дусти—Нижний Пяндж—Шерхан—Кабул—Пешавар.

По этому варианту требуется строительство моста через р. Пяндж длиной 600—650 м с подходами до 5 км и реконструкция отдельных участков дороги Душанбе—Дусти—Нижний Пяндж. Ориентировочная стоимость строительства составит 45 млн. долл. США.

Современное состояние автомобильных дорог Таджикистана на многих из указанных участков не обеспечивает в должной мере потребностей в быстром, безопасном и бесперебойном перемещении грузов и людей, тем более в соответствии с мировыми стандартами. В частности, в настоящее время связь с Горно-Бадахшанской автономной областью осуществляется по дороге Душанбе—Хорог, одной из труднейших в мире, построенной в 40-е годы. Основным препятствием на этой дороге является первоначальный участок Хабу—Работ, расположенный на отметке 3252 м над уровнем моря, который закрыт 5—6 мес в году. В зимнее время связь с Памиром осуществляется через соседние государства—Узбекистан и Киргизию, что вызывает определенные трудности при прохождении по территориям суверенных государств и значительными транспортными затратами в связи с удлинением маршрута на 1200 км (более, чем в 3 раза).

Для приведения дорог Таджикистана в соответствие с требованиями современных норм Схемы развития было предусмотрено до 2000 г. реконструировать около 800 км дорог межгосударственного значения и более 30 мостов, расположенных на них.

Служба сервиса на существующих дорогах межгосударственного значения состоит из объектов технического обслуживания автомобильного транспорта (станции техобслуживания, АЗС), элементарных пунктов обслуживания водителей и пассажиров (гостиницы, рестораны и пункты питания, больницы, медпункты, отделения связи) и т. д. Все перечисленные объекты сервиса находятся в подчинении республиканских отраслевых ведомств и отвечают требованиям соответствующих отраслевых стандартов, но требуют затрат для приведения их в соответствие с международными нормами.

Для обеспечения круглогодичной связи с Памиром, а также связи Таджикистана через Каракорумское шоссе с Китаем и странами Азиатско-Тихоокеанского региона, Пакистаном, Индией в настоящее время ведется строительство дороги по направлению Куляб—Зигар—Калаихум протяженностью 165 км. Для завершения строительства этой дороги осталось пройти сложный участок с отвесными скалами и прижимами р. Пяндж протяженностью около 10 км (стоимость участка около 20 млн. долл. США).

Кроме того, имеется возможность выхода на Каракорумское шоссе через Гарм—Джиргаталь—Карамык и далее по дорогам Карамык—Сары-Таш и Ош—Мургаб—граница с Китаем.

Сейчас ведется строительство дороги Сары-Таш—Гарм—Комсомолабад на участке Джиргаталь—граница Киргизии, которая связет Таджикистан с Алайской долиной Киргизии, Восточным Памиром и Китаем. Ориентировочная стоимость этого участка с реконструкцией существующей составит около 60 млн. долл. США.

С точки зрения развития экономики Таджикистана необходимо, в первую очередь, завершить строительство дорог межгосударственного значения: Душанбе—Ташкент, Куляб—Шуробат—Зигар—Калаихум, а также начать строительство новых дорог по вариантам № 1 и 2. Для выполнения этой программы потребуются инвестиции в размере около 700 млн. долл. США.

Учитывая сегодняшнее положение страны и большие трудности с финансированием, можно начать со строительства 40 км дороги через перевал Кульма с выходом на Каракорумское шоссе. Далее начать реконструкцию автомобильной дороги Центр—Ленинабадская обл. (Душанбе—Худжанд) со строительством двух тоннелей под перевалами Анзоб и Шахристан.

Устройство тоннелей необходимо, так как дорога Душанбе—Ташкент, соединяющая северный регион республики с центральным и южным Таджикистаном, проходит в полке, врезанной в косогор вдоль горных рек, пересекая Гиссарский и Туркестанский хребты на перевалах Анзоб и Шахристан, и имеет по существу сезонный характер. Горные перевалы Анзоб и Шахристан, расположенные на отметках 3373 и 3378 м над уровнем моря, а также сложные природно-климатические условия препятствуют круглогодичному движению по ней. Дорога закрыта 6—7 мес в году и связь с северными районами в этот период осуществляется через Узбекистан, что также создает проблемы прохождения автомобильного транспорта по территории соседнего государства и приводит к дополнительным транспортным расходам, связанным с удлинением маршрута на 750 км (более, чем в 2 раза).

Прохождение трансконтинентальной дороги по территории Таджикистана дало бы оптимальный вариант связи стран Азиатско-Тихоокеанского региона с Южной Азией, а также связало бы страны СНГ со Средним и Ближним Востоком с возможностью выхода в Европу.

# Асфальтобетон или цементобетон?

Канд. техн. наук В. И. КОРШУНОВ,  
Ю. Г. ЛАНГЕ (*Союздорнии*)

В настоящее время в нашей стране обострилась проблема эффективности применения того или иного типа дорожных покрытий. В связи с тем, что в России не проводились систематизированные сравнения двух конкурентных типов покрытий, ниже дан анализ зарубежных исследований, выполненных в странах с богатым опытом строительства и эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием (Австрии, где 46% магистральных дорог имеют бетонное покрытие, США—60% и Финляндии, где цементобетон приобретает все большую популярность).

Тенденция замены асфальтобетона цементобетоном во многих зарубежных странах обусловлена увеличением в последние годы интенсивности и грузонапряженности движения.

При жесткой конкуренции между технологиями строительства с «белым» и «черным» покрытиями больше шансов на успех имеет самый дешевый способ, если не учитывать более длительный срок эксплуатации и более низкие затраты на содержание дорог.

Чтобы выбор «черный» или «белый» был обоснованным, в Австрии [1, 2] предлагается для каждого проекта и условий строительства разрабатывать альтернативные технические варианты.

Для принятия решения по одному из альтернативных методов строительства покрытия следует выполнить прогнозы интервалов между восстановлением покрытий, издержек для государства на содержание и обновление, издержек для пользователей дороги, связанных со снижением текущего показателя пригодности к эксплуатации, рассмотреть суммарные расходы (привести затраты к году 0) за весь срок службы покрытия.

Заказчик выбирает лучший из предлагаемых вариантов и решает, выгодны ли для него дополнительные затраты с учетом ожидаемой в будущем экономии.

Техническое поведение покрытия при эксплуатации рассматривается с трех позиций:

- несущей способности конструкции;
- комфортности (для пользователя дороги);
- экологической безопасности.

Повреждения покрытий следует ремонтировать немедленно для обеспечения комфортности и безопасности движения и предотвращения дальнейшего разрушения. Затраты на содержание рассматриваются в качестве показателя состояния конструкции.

Появляющиеся изменения оцениваются количественно затратами, которые падают на под-

рядчика (состояние конструкции), пользователя дороги (комфортности) или третейские лица (прилегающие территории или окружающая среда).

Интервалы между крупными ремонтами зависят прежде всего от нужд содержания (например, затраты на работы по заливке трещин) асфальто- и цементобетонных покрытий, образования колейности на асфальтобетонных покрытиях, утраты шумопоглощающего эффекта (оба типа покрытия).

Наиболее существенное различие между асфальто- и цементобетонными покрытиями состоит в интервалах между ремонтами.

Асфальтобетонное покрытие характеризуется устойчивым несущим слоем и слоем износа, который должен возобновляться через какие-то интервалы времени, зависящие от интенсивности движения. Как показывает практика, необходимые интервалы для восстановления асфальтобетонного покрытия составляют от 6 до 8—10 лет.

Цементобетонные покрытия характеризуются другим долговременным поведением. В течение 30 лет наблюдений осуществляется уход за швами (заполнение), проводятся операции по содержанию.

В конце 30-летнего периода оба типа покрытия должны обновляться.

Издержки для пользователя дороги составляются в виде дополнительных текущих затрат автомобиля, обусловленные неровностью покрытия, дополнительных издержек в ДТП по причине колеообразования или низкой шероховатости, а также вызванных задержками во времени из-за ремонта участков покрытия и т. д.

Для описания состояния дороги, которое влияет на пользователя, в Австрии рекомендуется использовать показатель текущей пригодности к эксплуатации [2].

Основой долговременного прогнозирования является накопленный опыт оценки (сметы расходов) соответствующих работ, подкрепленный техническими измерениями на представительных участках.

В табл. 1 приведены два примера расчета затрат для двух способов строительства. При этом приняты следующие допущения:

рассматриваемый срок службы, лет . . . . .	30
временная компонента, лет . . . . .	1
ставка учетного процента, % . . . . .	7
дисконтирующий множитель $n$ , лет . . . . .	1,07

Затраты, которые учитываются в расчете:

$N$ —затраты на новое строительство;  
 $IH$ —затраты на содержание (цементобетон);  
 $IS$ —затраты на ремонт (асфальтобетон);  
 $E$ —затраты на восстановление (оба типа покрытий);

$z$ —временные затраты (затраты, которые возникают у пользователя дорогой на амортизационные отчисления, уплату процентов и зарплаты из-за задержки, обусловленной производственными условиями).

Таблица 1

Бид дорожного покрытия	Затраты на новое строительство $N$	Затраты на содержание и ремонт ( $IS, IH$ )	Затраты на восстановление $E$	Временные затраты пользователя $z$	Суммарные затраты за 30 лет
Асфальтобетонное:					
8-й год	419	32,28		66,56	
16-й год		53,31		78,03	
24-й год		11,13		22,95	
30-й год			41,21	59,67	784,14
Цементобетонное:	504	9,0			
15-й год			61,13	38,70	
30-й год				35,10	647,93

Затраты на содержание у асфальтобетона крайне малые (можно пренебречь), у бетона включают лишь содержание швов.

Межремонтные интервалы установлены такими, что учитывают появление еще незначимых поверхностных изменений, которые повышают вероятность аварий (например, из-за образования колеи).

В данном случае более эффективным является цементобетонное покрытие.

Для условий Австрии цементобетон эффективнее асфальтобетона для класса нагрузок I (10 тс на ось) (RVS 3.63). Для класса нагрузок II могут использоваться оба типа покрытия, а остальные классы (III—V) требуют «черное» покрытие.

В Финляндии в 1990 г. было построено самое северное в мире цементобетонное покрытие.

В докладах, представленных на 7-й Международный симпозиум по бетонным дорогам [3, 4], показаны сравнительные эксплуатационные характеристики цементо- и асфальтобетонного покрытий на одной и той же дороге и приводится их экономическое сравнение за период 30 лет.

Установлено, что уровень ДТП на цементобетонном покрытии очень низкий и составляет примерно  $1/2$  от уровня ДТП на асфальтобетонном. Уровень шума на обоих покрытиях примерно одинаковый: 79,2 и 70 дБ при скорости 70 км/ч и 84 и 85,2 дБ при скорости 100 км/ч соответственно для асфальто- и цементобетона.

В Финляндии применение зимой шин с шипами очень быстро образует колеи на автомагистралях. Цементобетонные покрытия обладают в 3—6 раз большим сопротивлением износу от таких шин по сравнению с асфальтобетонными.

По этой причине издержки на содержание цементобетонных покрытий на дорогах с интенсивным движением значительно ниже, чем с асфальтобетонным.

В Финляндии стоимость строительства 1 м<sup>2</sup> цементобетонного покрытия в 1,5—2 раза выше, чем асфальтобетонного. Однако, если учесть, что

асфальтобетонные конструкции устраиваются за несколько этапов, то стоимостные различия при окончательном сравнении оказываются большими. Когда к ним прибавляются затраты на содержание и сравнивают за 30 лет, то цементобетонные покрытия являются более экономичными.

Издержки на содержание цементобетонного покрытия значительно ниже—в среднем в 2,5 раза. Эта разница становится еще выше при увеличении транспортного потока (среднесуточная интенсивность более 40 тыс. автомобилей).

Вследствие редкого проведения операций по содержанию цементобетонных покрытий, издержки, связанные с неудобством для транспорта (пользователей), будут оставаться относительно низкими, что повышает их конкурентоспособность.

Продолжительность операций по содержанию цементо- и асфальтобетонных покрытий (возобновление шероховатости поверхности с помощью обработки алмазной фрезой) примерно одинакова. Различие заключается в том, что цементобетонные покрытия требуют менее частых операций по содержанию.

Так, при среднесуточной интенсивности 20 тыс. автомобилей операции по содержанию цементобетонного покрытия составляют  $1/3$  операций по содержанию асфальтобетонного одинаковой площади за 30 лет эксплуатации.

Последние сравнения показывают, что в условиях Финляндии цементобетонные покрытия более экономически оправданы при среднесуточной интенсивности движения более 20 тыс. автомобилей.

Эффективность бетонных покрытий может быть увеличена при использовании бетона высокой прочности ( $R_{сж}=90$  МПа взамен  $R_{сж}=50$ —70 МПа). Хотя стоимость 1 м<sup>3</sup> такого бетона и выше, но издержки строительства и содержания покрытий ниже за счет уменьшения толщины и повышения износостойкости по отношению к шинам с шипами.

Проведенные впервые исследования по заказу Федеральной дорожной администрации США [5] показали, что езда по цементобетонному покрытию по сравнению с асфальтобетонным одинаковой шероховатости дает экономию топлива в среднем 1,2 л/км. Исследователем собраны данные по расходу топлива для разных типов автомобилей, конструкций проезжей части с асфальто- и цементобетонным покрытиями с типичными для большинства крупных дорог США ездовыми качествами (от промежуточных до гладких, с индексом пригодности к эксплуатации от 3,2 до 4,4).

Расход топлива контролировали при движении автомобилей с постоянной скоростью 10, 20, 30, 40, 50, 60 и 70 миль/ч (1 миля/ч = 1,6 км/ч).

Установлено, что расход топлива легковых автомобилей не зависит от типа покрытия. Однако грузовые автомобили используют больше топлива на асфальтобетонном покрытии, чем на цементобетонном при каждом испытании при скорости 20 миль/ч и более. Например, при движении четырехосного полуприцепа экономия топ-

лива составляет 20% при среднем расходе 2,35 л/км.

Поскольку грузовые автомобили тяжелее легковых, они вызывают прогиб на нежестких асфальтобетонных покрытиях. Грузовой автомобиль всегда едет в небольшом углублении на покрытии, что требует больше топлива для его перемещения. По мере роста массы автомобиля увеличивается экономия топлива на цементобетонных покрытиях, которые лишены указанного выше недостатка (колеобразование) (см. рисунок). Полученные результаты положительны для цементобетона.

Расход топлива составляет значительную долю издержек пользователей дороги, которые часто включают в общие издержки при сравнении стоимости дорожных одежд за срок службы.

Проведенные в Университете штата Аризона исследования показали, что на 10-мильном (1 миля = 1,609 км) участке четырехполосной внегородской бетонной дороги со среднесуточной интенсивностью движения 25 тыс. автомобилей можно сэкономить 2438 тыс. л топлива в год (табл. 2). При существующих в США ценах стоимость сэкономленного топлива окупит бетонное покрытие участка дороги уже за 7 лет эксплуатации.

Таблица 2

Транспортное средство	Доля в транспортном потоке, %	Всего авт.-км в год, тыс.	Оцененная экономия топлива, тыс. л в год
Легковые автомобили	70	102,8	0
Пикапы/кузов-фургон	12	17,6	228,0
Двухосные грузовые	3	4,4	155,6
Трехосные грузовые	1	1,5	120,6
Тракторы-полуприцепы и комбинации грузовой автомобиль-прицеп	14	20,5	1933,8
Всего			2438,0

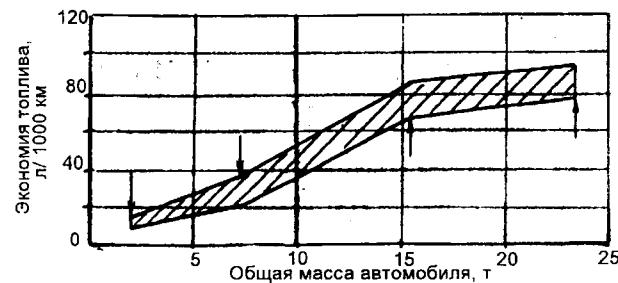
Таким образом, выбор типа дорожного покрытия определяет расчет сопоставимых суммарных расходов на строительство и прогнозируемых затрат на ремонт и содержание покрытия за равный срок службы (обычно 30 лет) при одинаковой интенсивности и грузонапряженности движения, приведенных к году строительства.

Установлено также (Швейцария), что для освещения цементобетонного покрытия расходу-

ется электрической энергии на 20% меньше, чем для асфальтобетонного, благодаря светлому цвету поверхности.

Как отмечают специалисты, оба типа покрытий должны применяться в дорожном строительстве, поляризация в данном случае опасна.

При взгляде на перспективу в 100 лет отказ от строительства цементобетонных покрытий может поставить отрасль в зависимость от битума, а страну лишить альтернативной технологии.



Экономия топлива для разных типов грузовых автомобилей при езде по цементобетонному покрытию (взамен асфальтобетонного):

1—грузовой пикап; 2—двухосный фургон; 3—трехосный самосвал; 4—четырехосный полуприцеп

Повышение качества строительства цементобетонных покрытий при наличии высококвалифицированных кадров и прогрессивной технологии—реальный путь решения проблемы дорожного строительства в России.

#### Литература

1. W. Pichler, E. Ribitsch. «Schwarz» oder «Weiß». Ein Glaubensbekenntnis? Die Frage eines Lobbysmus? Sonderdruck aus Zement+Beton, 1992, H. 2.
2. W. Pichler. Longtime Behaviour of Concrete Roads and Efficiency. 7th International Symposium on Concrete Roads, Vienna, 3—5 October 1994, Session 1, 163—167.
3. H. Suni. Concrete pavements in Seasonal Frost Conditions. Finnish Experience of the Durability and Economy of a Concrete Pavement Built in 1990 in Northern Finland. 7th International Symposium on Concrete Roads, Vienna, 3—5 October 1994, Session 1, 137—141.
4. Alaa-Tuuhonen. The Economy of Concrete Pavements in Finland. Finnish Method for Life Cycle Cost Analysis between Asphalt and Concrete Pavements. 7th International Symposium on Concrete Roads, Vienna, 3—5 October 1994, Session 1, 145—150.
5. Concrete pavements save truck fuel. Concrete Construction / January 1990, 67.
6. Report on the 1992 U. S. Tour of European Concrete Highways, Federal Highway Administration U. S. Department of Transportation, Publ. № FHWA-SA-93-012.



## ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

УДК 656.13.08

### Обоснование мероприятий по обеспечению безопасности движения

Канд. техн. наук В. С. БОРОВИК,  
инж. В. А. ЛУКИН  
(Волгоградский ИСИ)

По причине экономических трудностей в России сложилась такая ситуация, когда реконструкция и ремонт существующих дорог не успевают за их разрушением. Растет число участков, не отвечающих современным требованиям дорожного движения, снижается уровень безопасности движения из-за неудовлетворительных дорожных условий.

В этой связи весьма актуальна публикация Проекта Федеральной программы повышения безопасности движения, который предусматривает большой объем работ по выявлению и устранению особо аварийно-опасных участков автомобильных дорог<sup>1</sup>.

Современные методы обнаружения аварийно-опасных мест, опираясь на соответствующие количественные характеристики, не позволяют обосновывать мероприятия, направленные на устранение очагов аварийности, так как числовые параметры этих методов не определяют тех дорожных условий, которые в наибольшей степени влияют на аварийность. Чаще всего для оценки степени опасности участков дорог используется метод коэффициентов аварийности. Однако целесообразность рекомендаций по повышению безопасности движения, которые опираются на значениях итогового коэффициента аварийности, изложенные в ВСН 25-86, нельзя считать исчерпывающими и достаточно обоснованными. Итоговый коэффициент аварийности не учитывает распределения весовой доли дорожных условий, его составляющих. А без количественной оценки степени влияния определенного вида дорожных условий на аварийность трудно обосновать целесообразность тех или иных мероприятий. На практике большинство из них сводится к улучшению дорожных условий, а не к устранению причин аварийности.

<sup>1</sup> Анохин Б. Б. Проект Федеральной программы по повышению безопасности движения // Автомобильные дороги, № 2, 1994.

Одним из вариантов повышения обоснованности мероприятий, обеспечивающих безопасность движения, может служить уточненный метод коэффициентов аварийности. Суть его выражена формулой:

$$K_{\text{ит}} = A_0 \prod_{i=1}^n K_i^{\alpha_i}, \quad (1)$$

где  $A_0$ —параметр, объединяющий влияние факторов, не зависящих от дорожных условий;  $K_i$ —частный коэффициент аварийности (определяется по ВСН 25-86);  $\alpha_i$ —степень влияния частного коэффициента аварийности на итоговую аварийность;  $i$  (1, ...,  $n$ )—число анализируемых дорожных условий.

Как видно из формулы (1), уточненный метод коэффициентов аварийности отличается от традиционного наличием двух параметров  $A_0$  и  $\alpha_i$ . Эти параметры характеризуют взаимосвязь частных коэффициентов аварийности, а также их влияние на итоговую аварийность. С их помощью решаются несколько задач, например, определение фактического влияния дорожных условий на итоговый коэффициент аварийности.

Согласно смыслу формулы (1), параметр  $A_0$  аккумулирует в себе влияние посторонних факторов. Следовательно, при определении фактического влияния дорожных условий на аварийность значения  $A_0$  следует исключить из  $K_{\text{ит}}$ .

$$K_{\text{ит}}^{\Phi} = K_{\text{ит}} / A_0. \quad (2)$$

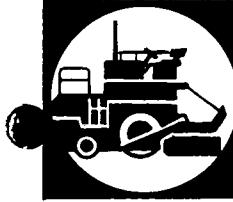
Пусть мы имеем три участка с одинаковыми значениями  $K_{\text{ит}} = 15$ , значения параметра  $A_0$  для первого участка 1,5, для второго—1,0, для третьего—0,5. Определив фактическое значение итогового коэффициента аварийности по формуле (2), получим:  $K_{\text{ит}}^{\Phi 1} = 10$ ;  $K_{\text{ит}}^{\Phi 2} = 15$ ;  $K_{\text{ит}}^{\Phi 3} = 30$ .

Таким образом, на первом участке сохраняется достаточно безопасный уровень влияния дорожных условий на аварийность, на втором—малоопасный уровень, близкий к предельно допустимому, на третьем—уровень превысил предельно допустимые нормы и требует изменения дорожных условий. Возникает вопрос: какие дорожные условия должны быть исправлены и что нужно предпринять для устранения их негативного влияния? Здесь следует обратить внимание на значения параметров  $K_i$  и  $\alpha_i$ . Они позволяют установить фактические значения частных коэффициентов аварийности по формуле:

$$K_i^{\Phi} = K_i^{\alpha_i}. \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что значения  $K_i^{\Phi}$  будут зависеть от величины  $K_i$ , от величины и знака  $\alpha_i$ . Подсчитав по этой формуле фактические значения каждого частного коэффициента аварийности, их следует ранжировать по степени негативного влияния и для дальнейшего анализа оставить те, чьи значения положительны и превышают единицу.

Например, пусть на определенном участке дороги взаимодействуют ряд дорожных факторов, параметры которых удалось установить с помощью уточненного метода коэффициентов аварийности



## РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ

УДК 624.21.059.25

### Опыт уширения габаритов и усиления балочных железобетонных пролетных строений мостов

Канд. техн. наук Ю. Н. САКАНСКИЙ,  
инж. С. В. СЕМЕНОВ (*Союздорнii*),  
инженеры В. В. АРХИПОВ,  
Д. Н. НАСОНОВ (*Новгородавтодор*)

Новгородавтодором совместно с Союздорнii при капитальном ремонте двух трехпролетных мостов в 1994 г. были проведены работы по увеличению их габарита и грузоподъемности новым способом, разработанным Союздорнii.

Оба моста расположены на дорогах IV категории. Первый был построен по схеме  $3 \times 11,36$  м с габаритом  $\Gamma-7+2 \times 0,75$  м в середине 60-х годов, второй—по схеме  $3 \times 14,06$  м с  $\Gamma-7+2 \times 1,0$  м, в 1970 г.

Пролетные строения мостов смонтированы из сборных железобетонных балок по типовому проекту Союздорпроекта вып. 56 и рассчитаны на пропуск нагрузок Н-13 и НГ-60.

Оба сооружения имели дефекты, повреждения и недостатки, характерные для сооружений, по-

строенных по указанному проекту. К наиболее существенным недостаткам следует отнести их несоответствие требованиям современных мостовых норм по габариту и грузоподъемности пролетных строений, конструкции и высоте ограждающих устройств проезжей части.

В первоначальных проектах капитального ремонта обоих сооружений, наряду с работами по устранению всех дефектов и повреждений, была предусмотрена и реконструкция мостового полотна с установкой новых тротуарных блоков с металлическими барьерными ограждениями проезжей части высотой 0,75 м, что приводило к уменьшению габаритов мостов до  $\Gamma-6,5+2 \times 0,75$  м, т. е. мосты превращались в однополосные. В проектах не было предусмотрено выполнения работ по увеличению грузоподъемности пролетных строений до требований современных мостовых норм.

По заданию Новгородавтодора Союздорнii разработал проектные предложения по приведению габаритов и грузоподъемности обоих мостов в соответствие с требованиями СНиП 2.05.03-84, которые были успешно реализованы. Схема поперечных сечений пролетных строений мостов после усиления и уширения показана на рис. 1.

Для пропуска по пролетным строениям мостов нагрузок А11+толпа и НК-80 их усилили установкой внешней предварительно напряженной арматуры. Такое решение для каркасных пролетных строений в практике отечественного и зарубежного мостостроения было применено впервые. По расчетам на обоих мостах потребовалось усилить только крайние балки во всех пролетах. Схемы расположения элементов усиления крайних балок мостов показаны на рис. 2.

Пучки из 12 проволок диаметром 5 мм из стали класса В-II напрягали на усилие, обеспечивающее необходимую прочность и трещиностойкость балок. Накладные анкера (упоры для

рийности: интенсивность движения  $K_1=1,3$ , степень влияния  $a_1=0,63$ ; ширина проезжей части  $K_2=0,9$ ,  $a_2=-2,8$ ; ширина обочин  $K_3=1,2$ ,  $a_3=-1,2$ ; продольный уклон  $K_4=1,25$ ,  $a_4=4,1$ ; состояние покрытия  $K_{16}=0,75$ ,  $a_{16}=-0,92$ . Определим по формуле (3) фактическое влияние приведенных факторов и проанализируем их ( $K_1^\phi=1,18$ ;  $K_2^\phi=1,35$ ;  $K_3^\phi=0,8$ ;  $K_4^\phi=2,5$ ;  $K_{16}^\phi=1,3$ ).

Сравним параметры дорожных условий по ВСН 25-86, которые соответствуют первоначальным и расчетным значениям частных коэффициентов аварийности.  $K_1=1,3$  соответствует интенсивности движения 7 тыс. авт/сут на двухполосной дороге. Фактическое влияние  $K_1^\phi=1,18$  соответствует интенсивности 5 тыс. авт/сут на трехполосной дороге с разметкой осевой линии.  $K_2=0,9$  соответствует ширине проезжей части 10,5 м при неукрепленных обочинах. Фактическое влияние  $K_2^\phi=1,35$ —ширине 6 м при укрепленных обочинах.  $K_3=1,2$ —ширине обочин 2 м,  $K_3^\phi=0,8$ —4 м.  $K_4=1,25$  соответствует уклону 30%.

$K_4^\phi=2,5-50\%$ .  $K_{16}^\phi=0,75$  соответствует коэффициенту сцепления  $\phi=0,75$ . Фактическое значение  $K_{16}^\phi=1,3$  соответствует  $\phi=0,6$ .

Таким образом, стало очевидным несоответствие первоначальных параметров дорожных условий их фактическому влиянию. В приведенном примере для обеспечения безопасности движения были выполнены следующие мероприятия: уширена проезжая часть до 11,5 м за счет уменьшения ширины обочины до 1,5 м; нанесена разметка под три полосы движения; очищено покрытие от пыли и грязи.

Расчеты показывают, что после проведения мероприятий фактическое влияние анализируемых дорожных факторов нашло выражение в следующих значениях:  $K_1=0,9$ ;  $K_2=0,7$ ;  $K_3=0,73$ ;  $K_4=1,15$ ;  $K_{16}=1,0$ .

Таким образом, уточненный метод коэффициентов аварийности позволил снизить итоговый коэффициент, улучшить дорожные условия устранением причин, вызывавших ДТП.

натяжения балок) крепились к ребрам балок болтами, а внутренние цилиндрические анкера и отгибающие устройства вставлялись в отверстия, просверленные в ребрах балок. Анкера обетонировались после натяжения пучков.

Особое внимание было уделено защите пучков от коррозии. Конструкция защиты разработана Союздорни. Она проста в устройстве и согласно нормативным документам и результатам многолетних наблюдений обеспечит надежную защиту пучков от коррозии в течение не менее 30 лет.

Увеличение габаритов пролетных строений обоих мостов до Г-8+1×1,0 м (см. рис. 1) осуществлено следующим образом:

разбирался бетон консольных участков плит проезжей части уширяемых (крайних) балок на ширину до 25 см (следует отметить, что практически на всех эксплуатируемых мостах бетон на этих участках имеет существенные повреждения от действия влаги, солей и мороза и требует восстановления);

на фасаде уширяемых балок бетонировались диафрагмы, располагаемые напротив имеющихся у них диафрагм, т. е. с шагом 2,7 м вдоль пролета балки;

бетонировались железобетонные плиты уширения, которые располагались в одном уровне с плитой проезжей части уширяемых балок и опирались на устроенные диафрагмы (следует отметить, что наряду с монолитными могут быть применены и сборные плиты уширения).

Существующее мостовое полотно ремонтировалось только над крайними балками, т. е. в том месте, где оно практически всегда имеет неудовлетворительное состояние. На обоих мостах по

требованию заказчика были установлены железобетонные парапетные ограждения высотой 0,75 м.

Работы по усилению балок и подготовка их к уширению выполнялись специалистами Союздорни, а по устройству подмостей, бетонированию диафрагм, плит уширения и участков вокруг анкеров, ремонту балок, опор и мостового полотна—специалистами ТОО «Акведук» (г. Новгород).

Опытные работы, проведенные на мостах, показали высокую эффективность нового способа усиления и уширения пролетных строений. Работы проводятся без установки дополнительных балок, уширения опор или их ригелей и закрытия движения по мосту.

От применяемого в настоящее время способа уширения железобетонных пролетных строений с помощью укладки монолитного бетона или сборных железобетонных плит по всему пролетному строению разработанный способ отличается значительно меньшей величиной дополнительной постоянной нагрузки на пролетное строение и в 4—4,5 раза меньшим расходом материалов и трудозатрат.

С помощью разработанного способа типовые железобетонные пролетные строения мостов с габаритами Г-6, Г-7 и Г-8, рассчитанные под нагрузки Н-13 и НГ-60 и эксплуатируемые в настоящее время на дорогах III и IV категорий, могут быть легко уширены до габаритов Г-8 и Г-10 и усилены для пропуска по ним нагрузок А11+толпа и НК-80.

Способ усиления балок внешней предварительно напряженной арматурой целесообразно при-

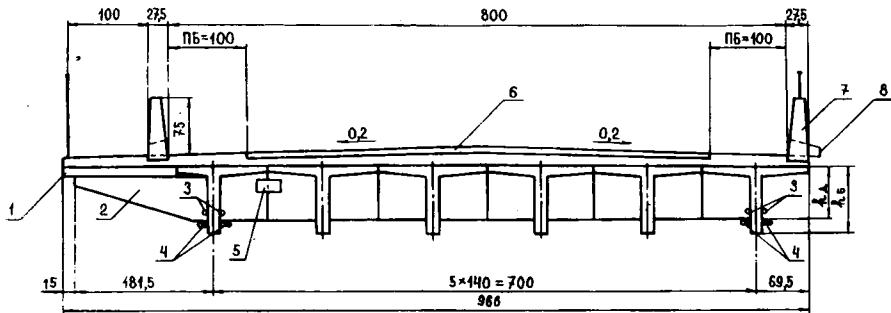


Рис. 1. Схема поперечных сечений пролетных строений мостов после усиления и уширения:

1—железобетонная плита уширения; 2—бетонируемая железобетонная диафрагма; 3, 4—пучки соответственно на первом и втором мостах; 5—устраиваемое объединение диафрагм; 6—асфальтобетонное покрытие проезжей части; 7—парапетное ограждение; 8—стальной лоток для водоотвода;  $h_1$ ,  $h_2$ —высота соответственно диафрагмы и балки (см. рис. 2); ПБ—полоса безопасности из цементобетона. (Размеры даны в сантиметрах)

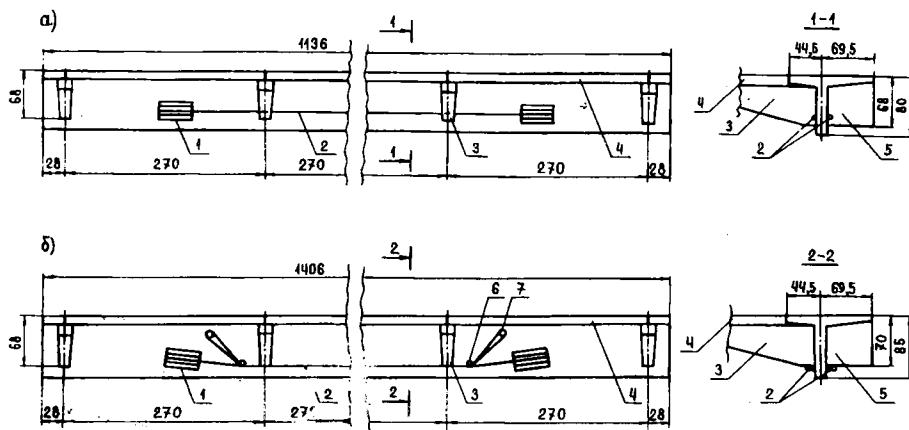


Рис. 2. Схемы расположения элементов усиления на крайних балках на первом (а) и втором (б) мостах:

1—стальной накладной анкер; 2—пучок; 3—бетонируемая железобетонная диафрагма; 4—железобетонная плита уширения; 5—имеющаяся у балки диафрагма; 6—стальное отгибающее устройство; 7—стальной внутренний цилиндрический анкер. (Размеры даны в сантиметрах)

менять и при ремонте балок автомобильно-дорожных путепроводов и эстакад, поврежденных при проезде под ними негабаритных транспортных средств или при ремонте балок, снятых с разбираемых мостов, для их повторного применения.

Союздорний может оказать научно-техническую и практическую помощь при реконструкции мостов или ремонте отдельных балок с использованием разработанного метода.

УДК 624.21:625.745.12

## Диагностика технического состояния городского моста

Д-р техн. наук В. П. ЕРЕМЕЕВ  
(Лаборатория испытаний и реконструкции мостов, Казань)

В 1985—1994 гг. проведены работы по диагностике городского моста через р. Казанку в Казани. В работе участвовали Росоргблагоустройство МЖКХ РСФСР, ЦНИИС, ГипроКоммундортранс, Союздорпроект, Росмостреконструкция, КО института информатики РАН РФ, ЛИРМ. Итоговые обследования и обобщение материалов выполнены в ЛИРМ. В обсуждении проблем принимали участие также ведущие специалисты фирм Франции, Великобритании, Швейцарии и Турции.

Мост через р. Казанку (рис. 1) построен в 1977 г. по схеме  $32,25 + 3 \times 63,0 + 32,25$  м с габаритом Г-11,5+7+11,5+2×3,0 м, полная ширина

между стойками перил 37,5 м, длина—261,7 м. Мост рассчитан на нагрузки Н-30 и НК-80, трамвай Т-13.

Береговые опоры—обсыпные устои на свайных фундаментах из оболочек диаметром 630 мм, длиной 16 м. Промежуточные опоры 2—5 выполнены в виде четырех столбов сечением  $1,8 \times 4,4$  м, опирающихся на единый свайный фундамент из 105 свай-оболочек диаметром 630 мм, длиной 16 м.

Пролетное строение—балочное, неразрезное, из сборных железобетонных блоков коробчатого сечения длиной 2,5 м. Стыки плоские—клевые. В поперечном сечении пролетное строение состоит из четырех балок с расстоянием в осях 9,45 м, попарно объединенных между собой монолитными швами с образованием продольного деформационного шва между средними балками.

Предварительно напряженное состояние балок создавалось путем обжатия блоков прямолинейными пучками из семи семипроволочных прядей каждая с усилием 93 т. Пучки расположены в верхней (максимально 59 шт.) и в нижней (максимально 12 шт.) полках.

Метод возведения—уравновешенный монтаж с последующим замыканием «птичек» монолитными стыками.

Анализ исполнительной документации показал, что при натяжении пучков систематически наблюдались обрывы одной-двух проволок или проскальзывание на анкерах также одной-двух проволок.

Особые затруднения вызвало замыкание «птичек» монолитными стыками в средних пролетах. В некоторых случаях наблюдалось превышение вытяжки пучков при натяжении до 15% от проектной. Кроме того, в двух балках имело место нерасчетное провисание консолей «птичек» на стадии монтажа, что привело к образованию уступов стыкуемых блоков соседних «птичек» в монолитных стыках до 14 см. В результате этого монолитные стыки не были надлежащим образом обжаты.

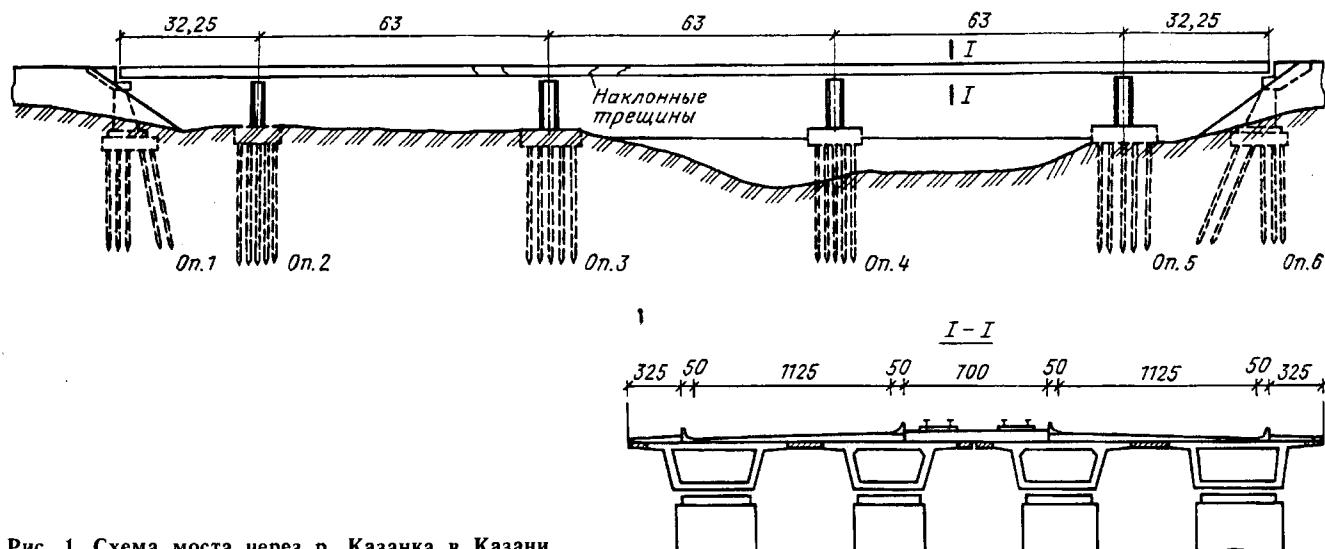


Рис. 1. Схема моста через р. Казанку в Казани

Несовершенство (а иногда и просто нарушение) технологии склеивания блоков привело к появлению стыков с неотверженным kleem, с нарушением его структуры. Непроклеи и стыки с неотверженным kleem часто обмазывались kleевым составом по поверхности блоков. Впоследствии некоторыми специалистами, обследовавшими мост, подтеки на стенках ошибочно принимались за выдавленные из стыков излишки kleя.

Блоки пролетных строений изготавливались на двух заводах, качество продукции которых существенно отличалось. По крайней мере, в двух из четырех балок пролетных строений смонтированы явно бракованные блоки с неровными стенками, непробетонированными полками, со-общающимися каналами под высокопрочную арматуру. Это привело к тому, что часть каналов не была залитирована (раствор из контрольных трубок не вышел), а само инъектирование велось после завершения натяжения всех пучков.

В некоторых случаях перерыв от натяжения до инъектирования составил 1—1,5 года. Имели место и случаи обрыва пучков в незалитированных каналах из-за их коррозии.

Все эти обстоятельства привели к тому, что значительная часть стыков оказалась с трещинами.

Построены картограммы дефектов по внутренним и внешним поверхностям балок пролетных строений. Имеются большие группы трещин: в kleевых стыках, вдоль каналов пучков, наклонных—по главным растягивающим напряжениям, в втуках из-за неравномерного обжатия стенок, в диафрагмах над опорами. Часть трещин имеет раскрытие 1—2 мм. Трещины в стыках изучались с применением микроскопа МБП-2 и ультразвука—по времени прохождения его через стык.

Измерения проводились в 10 точках по всему контуру стыка.

В результате обнаружены трещины с раскрытием стыков блоков и со сдвигом их относительно друг друга. Такие трещины исследованы дополнительно на деформативность под эталонной нагрузкой КамАЗ 5511 массой 20 т деформометрами на базе индикаторов МИГ-1 с ценой деления 1 мкм.

Периодически проводимые измерения показали, что деформативность стыков нарастает во времени также, как и число дефектных стыков.

Прочность бетона блоков определялась первоначально тремя методами: с использованием эталонного молотка, акустическим и по склерометру. Расхождения в численных значениях показателя прочности не превысили 10%, что позволило использовать наиболее производительный акустический метод. В результате проведенных измерений выявлены блоки с пониженной (класс B24—B45) прочностью. Прочность же основной части блоков оказалась классов B45—B55.

Состояние kleя в стыках при заключительном обследовании определялось только по одному

критерию—отверженный он или нет. На участках стенок блоков в сомнительных стыках удалялась эпоксидная обмазка, отбирались образцы kleя.

Отверженным считался kleй серо-стально-го цвета, плотной на ощупь, не режущийся ножом. Иное состояние kleя служило причиной для комплексной расчетной проверки стыка и детальных исследований с отбором кернов (в ходе планируемых ремонтных работ).

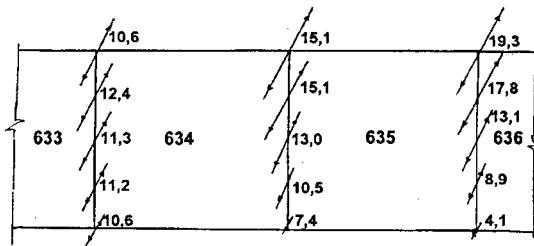


Рис. 2. Приопорный фрагмент одной из балок и эпюра распределения нормальных напряжений ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) в поперечном сечении. ( $P$ —усиление предварительного напряжения)

Дополнительной причиной образования трещин в стыках являются несовершенство опирания пролетных строений, заклинивание, трение в подвижной опорных частях и деформационном шве.

Несомненной ошибкой проектирования является отсутствие поперечной относительно оси моста подвижности опорных частей, что привело к отрыву нижних опорных плит неподвижных опорных частей. Опирание пролетного строения фактически только на подвижные опорные части не привело к обрушению только потому, что пролетные строения расположены с уклоном и торцами расклиниены с шкафной стенкой устоев, которая из-за этого получила значительные повреждения.

Обратило на себя внимание и нерасчетное положение опорных частей на опоре 3. Проведенные измерения выявили крен столбчатой части опоры (до 50 мм), наиболее вероятной причиной которого, по нашему мнению, являются пластические деформации глинистых грунтов в ее основании, обусловленные изменением их консистенции замачиванием вдоль стенок свай-оболочек при пересечении ими горизонтов с напорной (артизянской) водой. (Это предположение получило подтверждение при погружении столбов опоры строящегося рядом обходного моста: опора 2, погруженная в мощный слой «твёрдой» глины, при монтаже блоков пролетных строений дала осадку).

Устройство неразрезной под все балки подферменной плиты устоев привело к ее «расслоению» горизонтальными трещинами из-за больших температурных напряжений.

Комплексной расчетной проверке подвергнуты все дефектные участки пролетного строения, а также участки с пониженной прочностью бетона.

Согласно расчетам на основе плоской балочной расчетной схемы практически все сечения и стыки, включая стыки с неотверженным kleem, соответствуют условиям прочности. Небольшие зоны растяжения в стыках оказались близко расположеными (2–3 блока) к зонам расположения фактически раскрывающихся стыков. Значительная же часть дефектов этими расчетами объяснения не получила. К ним относятся сквозные трещины до 2 мм в стыках припорных блоков на устоях и широкие до 2 мм сквозные трещины в опорных диафрагмах.

На рис. 2, а показан припорный фрагмент одной из балок, а на рис. 2, б—эпюра распределения нормальных напряжений в поперечном сечении, совпадающем с kleевым стыком. Нетрудно видеть, что на стенки передается всего около 25% от суммарного усилия обжатия стыка. При расчете же по плоской схеме усилие обжатия этих стыков оказывается достаточным для восприятия поперечной силы.

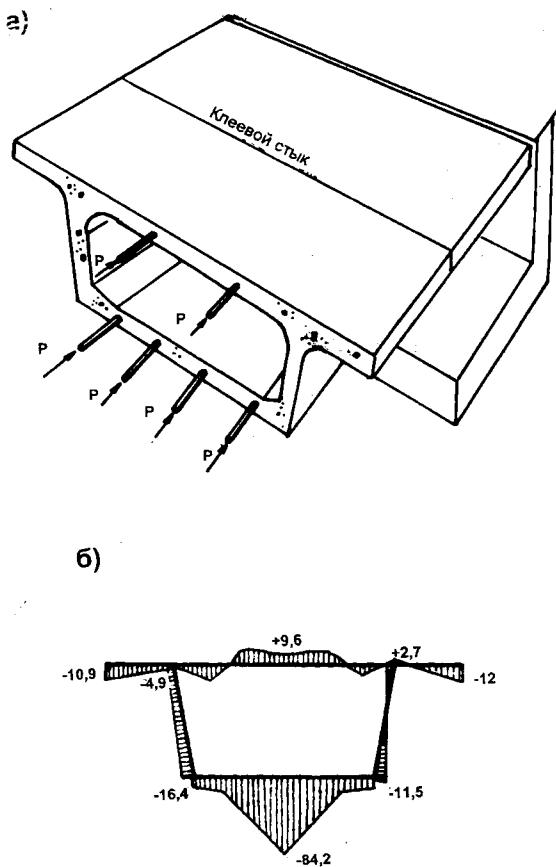


Рис. 3. Главные растягивающие напряжения в стыках блоков

Согласие результатов расчетов по плоской и пространственной схемам неплохое на большей части пролетного строения по деформациям и максимальным нормальным напряжениям. Ис-

ключение—концевые припорные зоны. Здесь фактор учета пространственного распределения нагрузки имеет определяющее значение. Использование того или иного метода расчета непосредственно отражается на значениях напряжений. Доля временной нагрузки по абсолютным значениям максимальных напряжений над опорами не превышает 20%, в пролетах же она оказалась определяющей и привела к появлению растягивающих напряжений.

Все опорные диафрагмы балок имеют сеть сквозных трещин. Их ориентация одинакова для всех диафрагм. За период наблюдений максимальная ширина раскрытия трещин достигла 2 мм. Значения главных растягивающих напряжений значительно превышают допускаемые нормами.

Наклонные трещины (см. рис. 1) в пролетах 2—3 и 3—4 балки Д расположены в зоне стыков 33—36. Их расположение хорошо согласуется с данными расчета (рис. 3). Имеются некоторые расхождения между расчетными углами наклона главных площадок к продольной оси балки и траекториями трещин. Но это вполне объяснимо влиянием обычной арматуры и монтажных предварительно напряженных пучков, оставленных при строительстве.

Выполнены также расчеты на воздействие температурного градиента между верхней и нижней полками пролетного строения, а также определены частоты и формы их колебаний.

Влияние температурного градиента оказалось весьма значительным особенно в зоне нулевых моментов. При этом в зависимости от его величины диапазон изменений дополнительных напряжений составил по верхней полке от 0 до 19 кгс/см<sup>2</sup>, по нижней—от 0 до 27.

Период же первой формы собственных колебаний составил 0,54 с, т. е. он находится в «запретном» диапазоне (п. 1.48 СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы). Действительно, еще при приемо-сдаточных испытаниях моста (в акте приемки) указывалось на наличие резонансных форм колебаний типа «биений» при ударных нагрузках.

В связи с продолжающейся эксплуатацией моста и нарастанием вероятности его обрушения в каждом дефектном стыке установлены приборы, регистрирующие деформации раскрытия и сдвига.

В зависимости от колебаний температуры происходит раскрытие и сжатие стыков. В части же стыков идет немонтажное нарастание деформации, сопровождающееся трещинообразованием.

На основе полученных данных разрабатывается математическая модель, описывающая процесс накопления деформаций.

Проведенные исследования и механико-математическая модель позволили довольно подробно описать состояние моста. Такое описание является необходимой основой для выбора решений по усилению конструкции, а также принятия иных, организационного плана решений.



## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.87:693.554

### Сопротивляемость стеклопласт-полимербетонных элементов кратковременным, длительным и многократно приложенными нагрузкам

Кандидаты техн. наук Б. А. БОНДАРЕВ (Управление автомобильных дорог администрации Липецкой обл.), В. Ф. НАБОКОВ (Липецкий государственный технический университет)

Для проведения испытаний были изготовлены 18 балок (по шесть в каждой серии), отличающихся степенью предварительного напряжения арматуры и процентом армирования. Минимальные и максимальные значения коэффициентов армирования определялись по методике работы [1]. Для экспериментальных работ определены коэффициенты армирования, равные 1,77 и 3,54 %, т. е. армирование произведено 2-мя и 4-мя стержнями СПА  $\phi$  6 мм. Степень предварительного напряжения принята равной 0,3  $R_{gt}$ , 0,4  $R_{gt}$ , 0,5  $R_{gt}$  или 413,4; 551,2 и 689 МПа.

Испытания проводились на машине УМ-5, загружение осуществлялось двумя сосредоточенными силами на расстоянии  $1/3$  расчетного пролета.

Для измерения деформаций полимербетона и СПА использовались тензорезисторы с базой 50 мм, рычажные тензометры с базой 100 мм и индикаторы с ценой деления 0,01 мм. Положение нейтральной оси оценивалось с помощью тензорезисторов. Прогибы балок фиксировались индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленных в середине и третях пролета. Появление первой трещины устанавливалось по показаниям автоматического измерителя деформаций. Контроль осуществлялся по диаграмме «изгибающий момент—деформация крайних волокон сечения балок». Нагрузка прикладывалась ступенями с выдержкой на каждой ступени для снятия отсчетов. Шаг испытаний составил 1000 Н. Оценка результатов испытаний велась по графикам «изгибающий момент—относительная деформация». Момент появления первых трещин на графиках отражался резким переломом в сторону увеличения прогиба.

Результаты кратковременных испытаний и их статистическая обработка приведены в таблице.

Предварительное напряжение СПА, МПа	Среднее арифметическое $M_p$ , кН·м	Среднеквадратическое отклонение	Ошибка среднегарифметическая	Коэффициент вариации	Показатель точности	Коэффициент однородности
413,4	1,7	0,065	0,026	3,8	1,53	0,885
551,2	1,9	0,141	0,058	1,24	3,04	0,780
689,0	2,1	0,141	0,058	1,10	2,74	0,798

Анализ кратковременных испытаний показывает, что в исследованных пределах разрушающие моменты увеличиваются с ростом процента армирования. При одинаковом проценте армирования большему предварительному напряжению СПА соответствует больший разрушающий момент. Изменение деформаций по высоте сечения балок подтверждает приемлемость гипотезы плоских сечений для стеклопласт-полимербетонных элементов. С увеличением процента армирования и степени контролируемого напряжения уменьшается относительная высота сжатой зоны полимербетона и разрушение происходит по сжатой зоне полимербетона в области чистого изгиба. Сравнивая результаты расчета с результатами эксперимента, видно, что средняя ошибка аппроксимации составляет 7,8 %.

Для испытания длительно действующей нагрузкой были изготовлены три серии (К, Л и М) балок размерами 40×80×1000 мм, по 4 в каждой, имеющих одинаковый коэффициент армирования 1,77 % и отличающихся степенью предварительного напряжения, которое равнялось 413,4; 551,2 и 689 МПа. Испытания проводились на

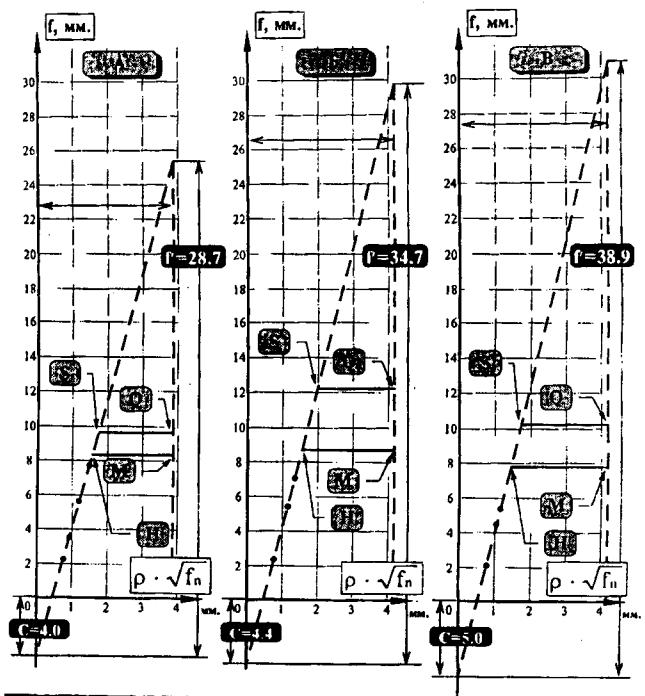


Рис. 1. Структурные диаграммы балок: А—серия К; Б—серия Л; В—серия М

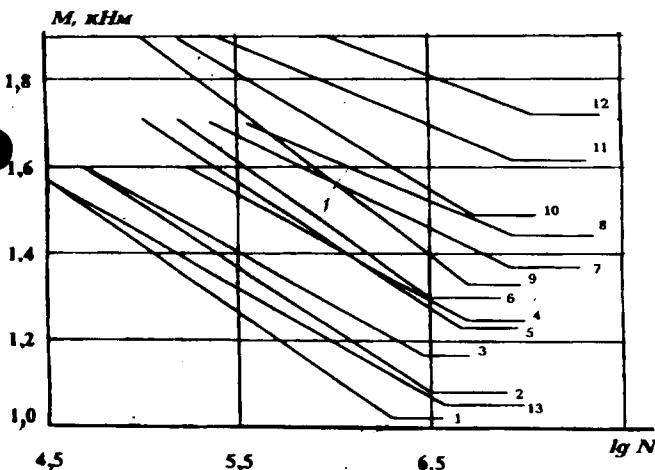


Рис. 2. Кривые выносливости полимербетонных элементов в зависимости от степени предварительного напряжения и коэффициента асимметрии приложения внешней нагрузки: 1—4—при  $\sigma_{sp} = 0,3 R_{gi}$  и  $q = 0,3; 0,45; 0,6; 0,8$ ; 5—8—при  $\sigma_{sp} = 0,4 R_{gi}$  и  $q = 0,3; 0,45; 0,6; 0,8$ ; 9—12—при  $\sigma_{sp} = -0,5 R_{gi}$  и  $q = 0,3; 0,45; 0,6; 0,8$ ; 13—ненапрягаемая арматура

специально изготовленных для этих целей пружинных установках. Расстановка приборов была общепринятой. Показания приборов на всех балках снимались в течение первых суток с интервалом 5, 10, 15, 40, 90 мин, а затем через каждые 3 ч. В дальнейшем отсчеты снимались в течение 2 мес ежедневно, потом—раз в неделю. Деформации во время загружения измерялись механическими приборами и тензорезисторами. По результатам испытаний построены графики деформирования во времени.

Анализ результатов эксперимента показал, что при принятых нагрузках ползучесть стеклопластиковых балок носит затухающий характер. Прирост прогиба прекращается полностью через 60—220 сут. Ползучесть балок, армированных СПА, в значительной степени предопределется ползучестью полимербетона. В растянутой зоне усилия, в основном, воспринимает арматура.

Для испытанных балок всех трех серий построены структурные диаграммы (рис. 1), отображающие в обобщенном виде действительные процессы перераспределения напряжений в армированной системе. По графикам видно, что наклонная линия структурной диаграммы не проходит через начало координат и отсекает на оси ординат отрезок С, который увеличивается в зависимости от степени предварительного напряжения. Так, для балок серии К  $C=4$  мм, для  $LC=4,4$  мм, для  $MC=5$  мм. Произведя обмер структурных диаграмм, определили коэффициенты длительности, численно равные отношению площади  $MNPQ$  к площади  $MNPO$ , т. е. для балок серии К—0,74, для серии Л—0,85, для М—0,88.

Применение стеклопластикового бетона в конструкциях, работающих в условиях активных сред, позволяет в 1,5 раза снизить затраты на специальные меры защиты.

На выносливость были испытаны 72 элемента в виде балок размером  $40 \times 80 \times 1000$  мм. Растви-

нутая зона армировалась 2—4 стержнями СПА диаметром 6 мм, имеющей площадь рабочего сечения  $0,56—1,12 \text{ см}^2$ , коэффициент армирования  $\mu = 1,77—3,54$ . В каждой серии было по шесть элементов, объединенных в группу по 18, имеющих одинаковую для всех величину контролируемого напряжения СПА, составляющую 0,3; 0,4 и 0,5  $R_{gi}$  с  $\mu = 1,77—3,54$ .

Кроме того, испытывали шесть элементов, армированных ненапрягаемой арматурой с  $\mu = 1,77$ , на специально изготовленном стенде с частотой приложения нагрузки 150 циклов в минуту с  $q = 0,3; 0,6; 0,8$ . Предел выносливости для каждой серии образцов определяли по кривым прогибов в зависимости от количества циклов приложения нагрузки. Нагрузку, соответствующую пределу выносливости, находили по образцу с наименьшим загружением, полностью прекратившим деформирование. В процессе испытаний каждой балки через  $50 \cdot 10^3$  циклов повторной нагрузки замеряли краевые деформации сжатия полимербетона, а также максимальный прогиб в зоне чистого изгиба. По результатам усталостных испытаний построены кривые выносливости (рис. 2).

В результате выполненных экспериментов установлено, что предел выносливости стеклопластиковых балок зависит от степени предварительного напряжения СПА и коэффициента армирования элементов. В исследуемых пределах усталостная прочность элементов возрастает с увеличением процента армирования на 14,8%. При одинаковом проценте армирования большему предварительному напряжению СПА соответствует больший предел выносливости. Так, при увеличении степени предварительного напряжения арматуры от 0,3 до 0,5  $R_{gi}$  предел выносливости возрастает на 11%, а по сравнению с элементами, армированными ненапрягаемой арматурой, на 10%.

Это объясняется тем, что в предварительно напряженных элементах происходит меньшее развитие трещин по высоте, в результате чего будет меньше плечо внутренней пары сил, сопротивляющейся внешней нагрузке. Наличие предварительного напряжения создает сжатие полимербетона в растянутой зоне, и вследствие этого момента появления трещин и их развитие наступает значительно позже. С увеличением коэффициента асимметрии приложения внешней нагрузки растет усталостная прочность элементов. Так, с ростом  $q$  от 0,3 до 0,8 при фиксированном значении предварительного напряжения предел выносливости увеличивается на 17—23%, что связано со снижением перепада напряжений в СПА и увеличением коэффициента асимметрии в растянутой.

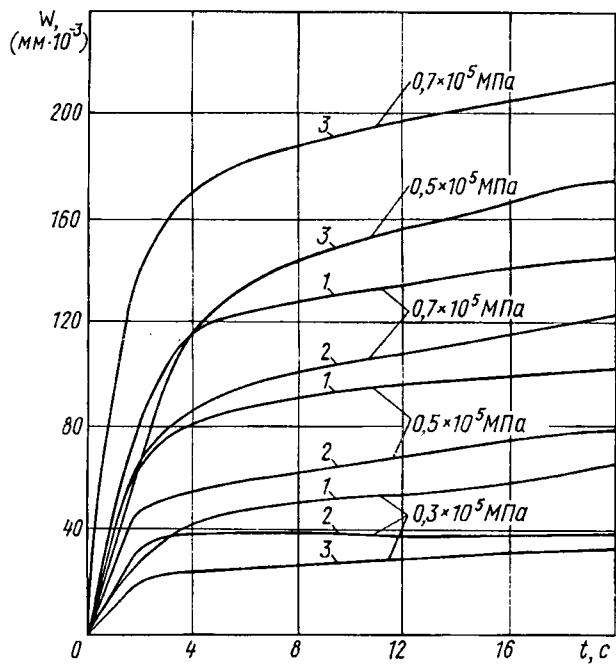
#### Литература

1. Кобелев М. И. Расчет предварительно напряженных сталеполимербетонных элементов // Армированный полимербетон в строительных конструкциях. Труды ВИСИ, изд. ВГУ, 1971. Вып. 6, с. 103—108.
2. Бондарев Б. А., Набоков В. Ф. Результаты исследований применения стеклопластиковых элементов в мостостроении // Автомобильные дороги, № 12, 1993, с. 14—16.

# Исследования упруго-вязких свойств асфальтобетонных покрытий аэродромов

Кандидаты техн. наук Т. П. ЛЕЩИЦКАЯ,  
А. И. ЮРЧЕНКО (МАДИ)

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является совершенствование метода расчета асфальтобетонных аэродромных покрытий с учетом упруго-вязких свойств асфальтобетона. Развитие авиации в ряде случаев опережает вопросы проектирования аэродромных покрытий. Например, существующий метод расчета не учитывает реологических свойств асфальтобетона, не отражает реальной работы материала в покрытии и требует уточнения. Таким образом, возникла необходимость разработки динамического метода расчета нежестких аэродромных покрытий с учетом упруго-вязких свойств и реологических характеристик асфальтобетона. Работы проводились в соответствии с методикой экспериментальных исследований асфальтобетона для определения реологических параметров<sup>1</sup>.



Изменение деформации от времени действия нагрузки при статическом нагружении. (Цифры на кривых—давление на образец):

1—3—для асфальтобетона типа соответственно А, Б и В

<sup>1</sup> Юрченко А. И. Методика экспериментальных исследований асфальтобетона для определения реологических параметров // Проектирование и эксплуатационная оценка прочности сооружений аэродромов: Сб. науч. трудов МАДИ, 1992, с. 50—54.

По результатам испытаний строились кривые ползучести (зависимости «деформация—время»), имея которые, можно определить значения реологических параметров исследуемого материала, а именно: мгновенный и длительный модули упругости, время релаксации. При динамических процессах необходимо рассматривать влияние инерционных сил, а также динамических свойств асфальтобетона, которые зависят от режима и времени воздействия нагрузки.

Для упруго-вязкой среды связь между напряжениями, деформациями и временем нельзя описать линейным уравнением. Поэтому для расчетной модели Кельвина—Фойгта с двумя упругими и одним вязким элементом, характеризующей основной, упрощенный закон линейного деформирования, дифференциальное уравнение имеет вид:

$$nH \frac{a\epsilon}{at} + E\epsilon = \sigma + n \frac{a\sigma}{at}, \quad (1)$$

где  $n = R_{B/E}$ —время релаксации ( $R_B$ —коэффициент вязкости материала);  $H$ ,  $E$ —мгновенный и длительный модуль упругости;  $\sigma$ —распределенная нагрузка;  $\epsilon$ —относительная деформация.

Для определения характеристик ползучести ( $E$ ,  $H$ ,  $n$ ) предлагаются полученные путем экспериментальных исследований ординаты деформации аппроксимировать (методом наименьших квадратов) выражением:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + \sigma \left( \frac{1}{H} + \frac{1}{E} \right) e^{-\frac{Et}{Hn}}. \quad (2)$$

Тогда задача аппроксимации превращается в задачу параметрической оптимизации, т. е. поиск минимальной функции при подборе реологических параметров ( $E$ ,  $H$ ,  $n$ ), которую можно решить численным методом поиска минимума унимодальной функции, например, методом отклоненного градиента или Ньютона. Этот метод реализован в программе нелинейной регрессии.

В соответствии с применяемой методикой исследования проведено испытание образцов из асфальтобетона различного состава при воздействии статических кратковременных нагрузок для определения реологических параметров.

На основании данных эксперимента были построены графики зависимости деформации от времени действия нагрузки при статическом нагружении (см. рисунок). Результаты эксперимента обрабатывались на ЭВМ. При исследовании реологических параметров асфальтобетонных покрытий необходимо учитывать обе стороны упруго-вязкого деформирования: последействие и релаксацию.

Свойства тела, учитывающего последействие и релаксацию, можно отобразить сочетанием моделей Максвелла—Кельвина—Фойгта.

Уравнение деформирования имеет вид:

$$\sigma + n\sigma = E\epsilon + Hn\epsilon, \quad (3)$$

а его решение при  $\sigma = \text{const}$  может быть представлено выражением

$$\epsilon = \exp \left( -\frac{E}{H} \cdot \frac{1}{n} t \right) + \frac{1}{E} \sigma. \quad (4)$$

При начальном условии получим уравнение упругого последействия в виде:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} - \sigma \left( \frac{1}{E} - \frac{1}{H} \right) e^{-\frac{Et}{nH}}. \quad (5)$$

Исследование данной функции приводит к выражению:

$$\epsilon = \epsilon_{\infty} - (\epsilon_{\infty} - \epsilon_0) e^{-\frac{t}{t_2}}, \quad (6)$$

где  $t_2 = \frac{H}{E} n$ .

Таким образом, мгновенный модуль деформации определяет связь между напряжением и мгновенной деформацией  $\epsilon_0$ , а длительный модуль—между напряжением и конечной стабилизированной деформацией  $\epsilon_{\infty}$ .

Для случая разгрузки ( $\sigma=0$ ) уравнение деформирования дает решение

$$\epsilon = \left( \epsilon_0 + \frac{\sigma_0}{H} \right) \exp \left( -\frac{t-t_0}{t_2} \right), \quad (7)$$

где  $t_0$ —момент разгрузки;  $\sigma_0$ ,  $\epsilon_0$ —соответственно напряжение и деформация, соответствующие моменту разгрузки.

При  $\epsilon = \text{const}$  уравнение деформации описывает релаксацию напряжений

$$\sigma = E\epsilon + (H-\epsilon) \exp \left( -\frac{Et}{nH} \right) = \sigma_{\infty} + (\sigma_{\infty} - \sigma_0) \exp \left( -\frac{Et}{nH} \right). \quad (8)$$

Из вышесказанного можно заключить, что для практических всех реологических свойств материала, описываемого данной моделью, достаточно определить мгновенный и длительный модули деформации и время релаксации.

При известном поведении относительных деформаций во времени реологические характеристики можно определить по выражению (5).

Для решения этой задачи наиболее удобным является метод Ньютона, в основе которого лежит представление уравнения в виде рядов Тейлора. Метод реализован в виде модуля PR3P из пакета BIOMED.

## Технология строительства покрытий и оснований из укатанного бетона

(7-ой Международный симпозиум по бетонным дорогам, 3—5 октября 1994 г., Вена)

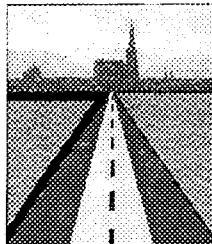
На симпозиуме было представлено 11 докладов, посвященных применению технологии строительства покрытий и оснований из укатанного бетона. Доклады представили Россия, Германия, Испания, Канада совместно с США, Словения, Колумбия, Япония (пять докладов). Каждая страна подходит к применению укатанного бетона индивидуально с учетом особенностей развития сети дорог в стране и оснащенности строительной техникой.

Во всех докладах представлены исследовательские программы по изучению свойств укатанного бетона и его поведения в покрытии и основании. При этом отмечают, что сам материал обладает высокой несущей способностью и возможностью открыть движение вскоре (или даже сразу)

после окончания строительства.

**Область применения.** В качестве покрытия на автомобильных дорогах укатанный бетон применяется в США, Канаде, Испании. Освоение этой технологии идет в России, Германии, Японии, Словении, Колумбии, причем в двух последних из-за отсутствия машин по укладке цементобетонной смеси заинтересованы в использовании технологий устройства покрытий асфальтоукладчиками, автогрейдерами и другими аналогичными машинами. Укатанный бетон применяют также при устройстве покрытий портовых сооружений, аэропортов, военных объектов (США, Канада, Япония, Германия).

В Испании этот материал используют в качестве покрытия при строительстве автомо-



бильных дорог для тяжелого и среднего движения с перекрытием слоем износа или слоями из асфальтобетона для улучшения ровности.

**Направленность исследований.** Исследован широкий диапазон факторов, влияющих на свойства укатанного бетона:

тип, содержание и соотношение крупного и мелкого заполнителей (Россия, Япония, Германия, Колумбия);

содержание воды, тип и количество цемента, минеральных (золы уноса) и химических добавок, в том числе газообразующих (Россия, Германия, Япония, Колумбия, США, Канада);

технология приготовления и уплотнения, уход за бетоном, время транспортирования бетонной смеси (Россия).

Во всех случаях всеми странами были исследованы прочность при различном напряженном состоянии, а также модуль упругости (Россия, США), усадка (Россия, Япония), характер поровой структуры (Россия, США).

Особое внимание было уделено изучению влияния перечисленных факторов на морозостойкость и стойкость к ше-

лужению укатанного бетона (Россия, Германия).

Были проведены исследования по изучению влияния энергии вибрации и трамбования на степень уплотнения (Россия, Япония) и степени уплотнения на прочность и морозостойкость укатанного бетона (Россия, Германия).

Рассмотрены конструкции одно- и двухслойного покрытия из укатанного бетона и представлены результаты испытаний при действии повторной вертикальной нагрузки в виде графиков распределения деформаций и напряжений по толщине плиты (Япония). Проведены исследования по передаче нагрузки в швах сжатия при использовании штыревых соединений и металлических пластинок и без них. Проделаны измерения деформации покрытия из укатанного бетона при сезонных и суточных колебаниях температуры (Япония).

В Испании большое внимание было уделено исследованиям длины плит из укатанного бетона при условии перекрытия его слоями из асфальтобетона и мерам, препятствующим появлению отраженных трещин в нем.

Анализ методов подбора состава укатанных бетонов представлен США и Канадой.

**Методы исследований.** Исследования проводили на материалах, отвечающих требованиям нормативных документов страны для покрытий и оснований. В Германии, США, Канаде при проведении исследований, кроме обычного крупного заполнителя для бетона (щебня, гравия), был использован щебень из переработанного старого бетона.

Требуемое количество воды для укатанного бетона определяли как методом стандартного уплотнения (США, Канада, Германия, Испания), так и по показателю жесткости бетонной смеси (Россия, Словения, Япония). Подбор состава бетона проводили по абсолютным объемам и по водоцементному отношению (Россия, США, Канада). При этом учитывали, что вовлеченный воз-

дух оказывает влияние на прочность и плотность бетона. Укатанный бетон представляет собой сухую смесь, при уплотнении которой используют и вибрацию, и трамбование. Плотность материала зависит от амплитуды вибрации, частоты колебаний, массы уплотняющего оборудования, толщины слоя и других факторов. В докладах России, Японии, США и Канады представлены исследования влияния энергии уплотнения на уплотняемость укатанного бетона.

При изучении работы конструкции одно- и двухслойного покрытия из укатанного бетона при действии нагрузки от транспортных средств, суточных и сезонных колебаний температуры было использовано специальное оборудование (Япония). В Германии были выполнены работы по измерению деформаций и поведению конструкции под нагрузкой во времени.

Плотность уплотненного бетона измеряли разнometрическими приборами. Минимальное уплотнение достигало 97% от максимальной плотности, определенной методом стандартного уплотнения (США, Канада, Испания).

**Технология строительства.** Приготовление жесткой бетонной смеси проводят, в основном, на бетонных заводах и смесителях принудительного перемешивания циклического и непрерывного действия (Россия, Испания, Германия, США, Канада, Япония, Словения). Транспортирование жесткой бетонной смеси во всех странах осуществляется автомобилями-самосвалами разного типа. Укладку смеси производят, главным образом, асфальтоукладчиками типа ABG20P, ABG420 ДИОТАМР, ABG311 ДИОТАМР VARIOMATIC (Германия, США, Канада, Словения, Испания), а также автогрейдерами, бульдозерами или другими аналогичными машинами (Испания, Колумбия, Россия, Канада). Используют для этой цели и укладчики со скользящими формами, несколько модифицированные (Испания).

В Японии большое внимание при устройстве двухслойных покрытий из укатанного бетона было уделено созданию сцепления между слоями и смежными полосами. Для этого были составлены специальные графики и схемы распределения и укатки смеси. Использовались замедлители твердения бетона. Кроме того, в Японии был построен на аэродроме участок покрытия из непрерывно армированного укатанного бетона с разным процентом армирования. Большое внимание было уделено стыковым соединениям в швах.

В Словении были построены с применением асфальтоукладчиков не только покрытия из укатанного бетона, но и покрытия из пластичного бетона без дополнительного уплотнения катками. Приведены схемы бетона.

Для уплотнения укатанного бетона использовали, главным образом, виброкатки с резиновыми бандажами (Германия, США, Испания), а также пневмокатки типа BOMAG 20P и катки со стальными вальцами типа BOMAG 160A (Словения).

В Испании одним из способов предотвращения появления отраженных трещин в асфальтобетоне является уменьшение длины плиты укатанного бетона. В связи с чем рекомендуется устраивать швы в свежеуложенном бетоне специальным режущим устройством с одновременным распределением струи битумной эмульсии. Предложено также несколько вариантов прокладок, устраиваемых между слоями укатанного и асфальтобетона над швами укатанного бетона.

*За более подробной информацией по каждому конкретному докладу просим обращаться в Союздорнии по адресу: 143900, г. Балашиха-6 Московской обл., шоссе Энтузиастов, д. 79.*

*Лаборатория технологии строительства бетонных покрытий.*

*Тел. 521-25-76, 524-03-95.*

Инж. И. В. Басурманова



УДК 625.731.7/9

## **Комбинированная дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием на сборном основании из решетчатых плит**

Канд. техн. наук С. А. МАТВЕЕВ, инженеры  
В. М. СИКАЧЕНКО,  
О. П. ЛАПТЕВ (СиБАДИ)

Традиционные типы нежестких дорожных одежд обладают рядом существенных недостатков. Одним из них является повышенная деформативность, которая при большой интенсивности движения транспортных средств приводит к разрушению не только самого покрытия, но и основания.

Одним из возможных путей совершенствования строительства современных автомобильных дорог может быть применение комбинированных дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием на сборном основании из элементов заводского изготовления.

Дорожные одежды со сборным основанием под асфальтобетонные покрытия являются более жесткими по сравнению с традиционными конструкциями покрытий нежесткого типа, что существенно улучшает их эксплуатационные характеристики. Применение этих конструкций характеризуется повышением уровня индустриализации дорожного строительства, что отвечает основным направлениям современного строительного производства [1].

Одним из факторов, влияющих на жесткость многослойной конструкции, является взаимное сцепление слоев: чем выше степень сцепления, тем выше жесткость. Наибольшей жесткостью обладают конструкции с полным сцеплением слоев. Реальные конструкции, как правило, не обладают полным сцеплением. Исключением следует считать конструкцию комбинированной дорожной одежды со сборным основанием, разработанную на кафедре «Строительство и эксплуатация дорог» СиБАДИ<sup>1</sup>. В ее состав входит цементобетонная решетчатая плита, играющая роль анкет-

ра между конструктивными слоями и обеспечивающая их совместную работу без проскальзывания. Плита имеет овальные в плане и конусные по толщине отверстия. Соседние отверстия имеют противоположно направленные конуса, которые заполняются материалом прилегающих к ним слоев.

Для опытной проверки в производственных условиях были проведены натурные исследования дорожных одежд на специально построенных участках. Разработано пять типов конструкций жестких дорожных одежд со сборным основанием из решетчатых (опытная конструкция) и сплошных плит (базовая) размером  $1,5 \times 3,0 \times 0,16$  м с разными толщинами конструктивных слоев и различными физико-механическими характеристиками.

Натурные исследования проводились в течение ряда лет и включали в себя измерение упругих прогибов дорожных одежд, оценку ровности асфальтобетонных покрытий, определение физико-механических показателей вырубок из покрытий.

Для измерения прогибов под нагрузкой применялся рычажный прогибомер конструкции МАДИ–ЦНИИЛ. Величину его определяли 2 раза в каждой точке, количество которых на участке было не менее 18. Испытания проводили на полосе наката на расстоянии 1,5 м от кромки проезжей части. Для испытаний использовалась заправленная водой поливомоечная машина ПМ-130. Прогиб измеряли при положении нагрузки в центре и на краю длинной стороны плиты.

В результате испытаний установлено, что по деформативным свойствам участки с решетчатыми и сплошными плитами в основании практически равнозначны. Расхождение результатов испытаний составляет в среднем 3,5–6 %.

В результате обследований опытных и базовых участков на трещиностойкость асфальтобетонных покрытий установлено, что на базовом длина продольных и поперечных трещин после года эксплуатации составила 0,27 м на  $1 \text{ м}^2$  площади участка. После двух лет эксплуатации количество трещин увеличилось и составило  $0,32 \text{ м}/\text{м}^2$ . На опытных участках продольные и поперечные трещины в асфальтобетонном покрытии, а также трещины, повторяющие контуры плит и ячеек, отсутствуют.

Решетчатая плита имеет также преимущество перед сплошной по такому показателю, как расход материала. Для сплошной расход цементобетона составляет  $0,72 \text{ м}^3$ , для решетчатой —  $0,40 \text{ м}^3$ , что на 44,5 % меньше. Расход арматуры класса А III для сплошной плиты составляет 37,2 кг, для решетчатой — 18,5, что на 50,3 % меньше. Общий вес сплошной плиты составляет 17,3 кН, решетчатой — 9,5, что на 45 % меньше. Решетчатые плиты, как более легкие, имеют преимущество при транспортировке и монтаже. Кроме того, стоимость их изготовления более низкая по сравнению со сплошными.

Резюмируя изложенное, можно сказать, что конструкция дорожной одежды с решетчатыми

<sup>1</sup> Патент № 1538607 А1 кл. Е01С 5/06 «Дорожная одежда» / Заявлено 10.11.1986; опубл. 17.06.93.

плитами в основании дешевле при строительстве и более надежна при эксплуатации по сравнению с традиционной конструкцией со сплошной плитой.

Отмечая высокую эффективность предлагаемой комбинированной конструкции дорожной одежды, следует отметить, что теория расчета подобных конструкций отсутствует. Решетчатые плиты являются несплошными, поэтому существующие методы расчета для них неприменимы. Для комбинированных дорожных одежд необходима специальная методика расчета, учитывающая их конструктивные особенности, характер деформирования под нагрузкой и другие условия работы.

При разработке такой методики необходимо решить ряд задач, среди которых можно выделить следующие:

моделирование, включающее разработку и обоснование расчетной схемы и соответствующих физической и математической моделей;

разработка алгоритма численного решения;

реализация алгоритма численного решения в виде программного обеспечения для ПЭВМ;

отладка программного продукта на тестовых задачах;

расчет реальных конструкций и сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований для оценки адекватности предлагаемой модели реальному объекту.

Предлагается два решения проблемы.

Первый подход основан на предположении о равенстве прогибов многослойных дорожных одежд со сборным основанием из сплошных и решетчатых плит. На основании этой гипотезы многослойную конструкцию с решетчатой плитой можно рассчитывать как эквивалентную ей по жесткости ортотропную плиту со сплошными слоями. При этом для всего пакета принимается гипотеза прямых нормалей Кирхгофа. Краткое описание математической модели и результаты численного решения содержатся в работах [2, 3]. Их анализ и сравнение с экспериментальными данными свидетельствуют о пригодности данной модели для определения характеристик общей жесткости конструкции. Напряжения по данной методике вычисляются с меньшей точностью, чем перемещения.

Другой подход основан на замене решетчатой плиты системой перекрестных балок, лежащих на упругом основании и работающих в условиях пространственного изгиба. В качестве расчетного аппарата используется метод конечных элементов.

В основе конечно-элементной дискретизации решетчатой плиты лежит изопараметрический стержневой элемент с переменной по длине формой сечения, изменение которой обусловлено изменением угла наклона боковой поверхности стержня при постоянной высоте сечения. Анализ пространственного характера работы упрощенного варианта стержневого элемента при линейном изменении угла наклона по длине стержня выполнен в работе [4], где учтены дополнительные сдвиговые деформации при изгибе в верти-

кальной плоскости, а число узловых неизвестных принято равным шести. Матрица жесткости стержневого конечного элемента получена из принципа минимума полной потенциальной энергии. Для аппроксимации перемещений на элементе использованы кубические полиномы Эрмита.

Недостатком расчетной схемы, построенной на упрощенном варианте конечного элемента, является наличие переломов в местах стыков конечных элементов. Такого недостатка лишена расчетная схема, составленная из стержневых конечных элементов с нелинейным (синусоидальным) законом изменения угла наклона боковой поверхности по длине стержня.

С учетом пространственного характера работы стержневой системы, а также условий совместности перемещений в узлах количество узловых степеней свободы принимается равным девяти. Седьмая степень свободы относится к растяжению, а восьмая и девятая — к кручению и его сдвиговому аналогу. Для аппроксимации перемещений, соответствующих растяжению и кручению, использованы линейные полиномы.

На основе разработанной конечно-элементной модели решетчатой плиты, как системы перекрестных балок на упругом основании, составлен алгоритм, реализованный в виде программного продукта для ПЭВМ. В результате расчетов получены значения прогибов и установлена их зависимость от максимального угла наклона стекновок отверстия решетчатой плиты.

Алгоритм решения представлен в работах [5, 6]. Там же приведено сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований, показывающее их удовлетворительное совпадение и подтверждающее пригодность предлагаемой расчетной модели и методики для расчета комбинированных конструкций дорожных одежд.

## Литература

1. Сикаченко В. М. Пути повышения совершенствования автомобильных дорог со сборными основаниями. Тезисы докладов на областной научно-технической конференции. Особенности проектирования и строительства автомобильных дорог в условиях Северо-Запада: Архангельск, 1988, с. 61.
2. Матвеев С. А., Сикаченко В. М. Расчет многослойных конструкций дорожных одежд с ортотропными слоями / Сиб. автомоб.-дор. ин-т. Омск, 1994. 15 с. Библиогр. 5 назв. Рус. Деп. ВИНИТИ № 527—В94.
3. Матвеев С. А., Сикаченко В. М. Результаты экспериментально-теоретических исследований жестких дорожных одежд с ортотропными слоями. Тезисы докладов на Всероссийской международной научно-технической конференции «Автомобильные дороги Сибири». Омск, 1994, с. 65—66.
4. Экспериментально-теоретические исследования балочного элемента, работающего в условиях пространственного изгиба / Матвеев С. А., Лаптев О. П., Одегов П. И.; Сиб. автомоб.-дор. ин-т. Омск, 1993. 16 с. Библиогр. 3 назв. Рус. Деп. ВИНИТИ № 2704—В93.
5. Теоретические исследования решетчатой дорожной плиты / Матвеев С. А., Лаптев О. П.; Сиб. автомоб.-дор. ин-т. Омск, 1994. 28 с. Библиогр. 10 назв. Рус. Деп. ВИНИТИ № 1809—В94.
6. Матвеев С. А., Лаптев О. П. Моделирование и расчет решетчатой плиты как конструктивного элемента дорожной одежды. Тезисы докладов на Всероссийской международной научно-технической конференции «Автомобильные дороги Сибири». Омск, 1994, с. 64, 65.

# Анализ Энергопотребления на АБЗ

Д-р техн. наук Я. Н. КОВАЛЕВ,  
канд. техн. наук В. Н. РОМАНЮК  
(Белорусская государственная политехническая  
академия)

Анализ работы типового асфальтобетонного завода (АБЗ) системы Миндорстроя Белоруссии позволил определить величину удельного энергопотребления на 1 т смеси, которая составила 0,9 ГДж, что в 2,2 раза превышает потребление энергии на подобных заводах развитых стран (США, Финляндия).

Приведенное соотношение не может быть оправдано никакими причинами. Необходим целенаправленный поиск эффективных путей снижения расхода энергии на производство асфальтобетонных смесей. Актуальность проблемы очевидна. Во-первых, описанная ситуация характерна для большинства АБЗ дорожной отрасли, во-вторых, в настоящее время резко возросла цена топлива.

Характерной особенностью структуры приходной части энергобаланса АБЗ является резкое преобладание топливной составляющей (примерно 93%). Потребление электроэнергии составляет около 7%. Таков фактический энергобаланс исследованного АБЗ, а в оптимальном энергобалансе отмеченная диспропорция еще больше, т. е. доля электрической составляющей оказывается еще меньше.

Анализ различных модификаций представления приходной части энергобаланса, учитывающих потери энергии на ее выработку и доставку на АБЗ (структура внешнего энергопотребления АБЗ в пересчете на энергию топлива, ввезенного в Белоруссию, следующая: энергия топлива, пошедшего на выработку электроэнергии для АБЗ на ТЭС РБ, 14%; энергия топлива, использованного на АБЗ, ≈86%) или учитывающих цены топлива и электроэнергии (структура внешнего энергопотребления АБЗ в стоимостном выражении (в ценах 1994 г.): электроэнергии ≈20%; энергии топлива ≈80%), показал, что радикального изменения в соотношении статей баланса они не дают.

Контрастом описанной выше картины энергобаланса является то, что в силу объективных и субъективных причин, сложившихся исторически, уровень организации энергопотребления (учет, доставка, наличие комплекса технических устройств и его обслуживание, подготовка специалистов, обеспечивающих энергоснабжение) применительно к электроэнергии оказывается несравненно выше, чем в отношении использования энергии топлива.

Из приведенной ситуации следует, что если не принимать во внимание грубые промахи в организации электропотребления, вероятность существования которых близка к нулю, то возможности улучшения энергопотребления оказываются весьма ограниченными. Например, снижение электропотребления на 10% за счет улучшения работы элементов электрической цепи, не затрагивающей технологии АБЗ и объемов производства смеси, следует признать гипотетическим вариантом. При этом, учитывая структуру энергобаланса АБЗ, из упомянутых 10% экономии электропотребления получим снижение общего энергопотребления не более 0,7%.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что исследования, направленные на снижение энергопотребления, следует вести, в первую очередь, в отношении оптимизации топливной составляющей. Во-первых, из-за чрезмерно высокой доли в энергобалансе АБЗ, во-вторых, из-за крайне неудовлетворительного состояния ее использования. Из последнего обстоятельства следует, что снижение потребления топлива примерно на 20% в общем энергопотреблении составляет практически такую же величину и не требует больших капиталовложений.

Следует отметить, что примерно такое же снижение энергопотребления на АБЗ связано с устранением увлажнения минеральных материалов (щебня, песка, гравия), а также битума при его хранении.

Мероприятия в этом направлении (устройство крытых складов, дренажей и др.) лежат вне круга вопросов, связанных с техническим уровнем энергоиспользования, и здесь не рассматриваются.

В настоящее время известны четыре основных пути снижения расхода энергии на промышленном предприятии: изменение технологии производства продукции; повышение экономичности работы отдельных агрегатов; использование вторичных энергоресурсов; рациональное построение теплоэнергетической системы предприятия в целом. На АБЗ, как показал анализ, до конца не реализован ни один из этих путей.

Следует признать, что существующие АБЗ не рассматривались проектировщиками (при привязке оборудования на генплане) с позиции комплексно-системного подхода, т. е. АБЗ не рассматривался как единая тепло-технолого-энергетическая система, в которой технологические потоки увязываются между собой и технологически, и энергетически.

Новый подход изменяет работу агрегатов смежных технологических подсистем, а также параметры самих технологических потоков в характерных точках единой технологической схемы при сохранении заданных параметров основного технологического процесса. При этом уменьшается не только энергопотребление, но и при выполнении ряда условий повышается качество готовой продукции.

В будущем, при развитии предлагаемого нового подхода к АБЗ, т. е. отказа его рассмотрения

как объекта, производящего только асфальтобетонные смеси, можно представить его работу и как объекта, дающего тепло и электроэнергию для других целей. Такое комбинированное производство позволяет получить дальнейшее снижение энергопотребления, маневрировать электрической мощностью в часы пиков нагрузки энергосистемы, снизить стоимость асфальтобетонной смеси. При наличии газообразного топлива несложно вообще отказаться от котельной и громоздкого парового хозяйства, не потреблять внешнюю электроэнергию.

Пересмотр технологической цепочки существующих АБЗ позволяет в условиях республики уменьшить в десятки раз расход энергии на нагрев битума и вообще не применять для этой

цели специальные нагревательные устройства на АБЗ.

Кроме того, при существующих условиях работы АБЗ и имеющихся мощностях сушильных барабанов, смесителей можно в 2—3 раза увеличить производство асфальтобетонных смесей, улучшив условия работы сушильных барабанов и повысив их экономичность.

В Белорусской государственной политехнической академии разработан системный подход к организации работы новых АБЗ, причем предлагаются варианты его применения на действующих заводах. Срок окупаемости затрат не превышает года, а уровень энергопотребления на единицу продукции соответствует лучшим мировым аналогам.

УДК 625.84

## Исследование работы двухслойного жесткого покрытия

Канд. техн. наук В. П. АПЕСТИНА,  
д-р техн. наук О. Н. ТОЦКИЙ (Аэропроект)

Двухслойные жесткие покрытия применяют на аэродромах и карьерных дорогах с тяжелыми нагрузками. Д-р техн. наук В. А. Кульчицкий расчетным путем выявил важную особенность: образование зон отрыва слоев друг от друга при действии сосредоточенной нагрузки [1]. Опубликованы работы, содержащие теоретическое изучение этого фактора, в том числе канд. техн. наук А. Н. Соколова [2].

В Аэропроекте выполнено экспериментальное исследование в данной области. На специальном стенде испытан фрагмент покрытия размером в плане  $8,0 \times 7,5$  м. Верхний слой толщиной 0,2 м и нижний толщиной 0,3 м выполнены из бетона класса прочности на растяжение при изгибе  $B_{40}$  4,0. Верхний слой разделен пополам одним деформационным швом, нижний — одним, совмещенным с верхним, и двумя, перпендикулярными ему (рис. 1). Верхний слой армирован металлической сеткой из арматуры класса АII диаметром 12 мм, уложенной непосредственно на поверхность нижнего и пересекающей деформационный шов, не прерываясь. Разделительная прослойка между слоями не устраивалась. В основании — мелкозернистый песок толщиной 1,5 м.

Нагружение проводилось гидродомкратом в девяти точках, что позволило изучить работу конструкции при четырех характерных вариантах взаимного положения деформационных швов в слоях. Нагрузка передавалась через жесткий штамп диаметром 0,357 м и доводилась до 600—800 кН. Деформации расслоения измерялись специальными датчиками, имеющими индикатор,

закрепленный на верхней плите, со штоком, упирающимся в поверхность нижней плиты через пробуренное отверстие.

**Вариант I** (две точки нагружения). Верхняя и нижняя плита не имеют деформационных швов. Зона расслоения кольцевой формы начинается на расстоянии 1,5 м от оси действия нагрузки и достигает максимума на расстоянии 2,5 м от нее (рис. 2, а). После приложения усилия 800 кН и разгрузки образовалась кольцевая остаточная зона расслоения вблизи штампа с максимумом на расстоянии 1 м от оси действия нагрузки. Обычно используемая расчетная предпосылка о совместном прогибе слоев в действительности не имеет места. Это не означает, что в данном (простейшем) случае расслоение существенно влияет на работу конструкции.

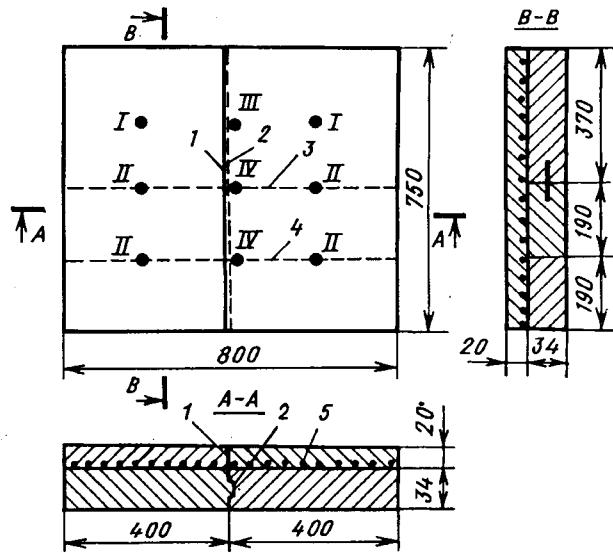


Рис. 1. План и разрезы плиты опытного двухслойного покрытия (размеры в см):

1 — сквозной шов в верхней плите; 2 — шпунтовый шов в нижней плите; 3 — сквозной шов со штырями в нижней плите; 4 — сквозной шов в нижней плите; 5 — арматурная сетка ( $\mu_a = 0,20\%$ ); I—IV — точки приложения нагрузки при различных вариантах взаимного расположения швов в слоях

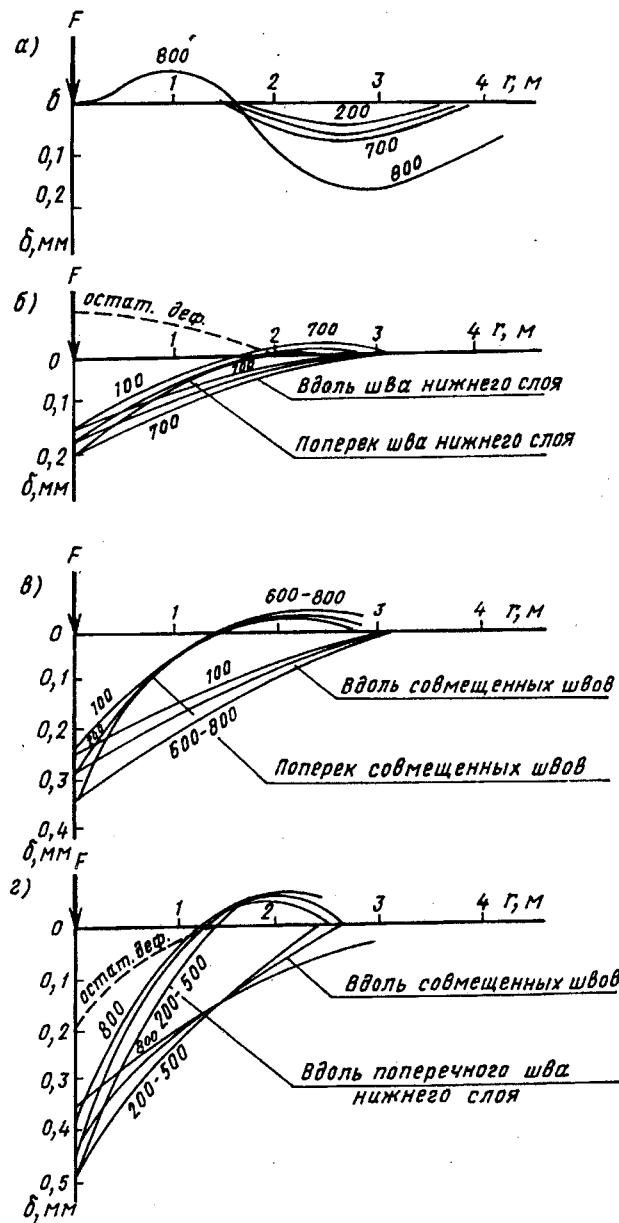


Рис. 2. Деформации расслоения при различном взаимном расположении швов в двухслойном покрытии ( $r$ —расстояние от оси нагрузки, м; цифры на графиках—нагрузка, кН):  
а—г—соответственно варианты I—IV

**Вариант II** (четыре точки нагружения). Центр штампа находится над швом в нижнем слое, верхний—сплошной. Центр зоны расслоения в форме эллипса с диаметрами 4 и 6 м совпадает с осью действия нагрузки (рис. 2, б). При ее значении 600 кН отмечено резкое нарастание прогибов, свидетельствующее о начале разрушения. При других вариантах положения швов подобное явление не наблюдалось. Изгибающие моменты, вычисленные по измеренным кривизнам поверхности, также наибольшие. Отсюда сделан вывод, что наибольшие усилия в конструкции возникают в рассматриваемом варианте.

В двух точках при снятии нагрузки 600 кН отмечено появление на поверхности верхней пли-

ты трещин глубиной 4—5 см, ориентированных поперек шва в нижнем слое. Причина их образования—наклеп арматуры, вызвавший обратный выгиб верхней плиты при разгрузке. Об этом же свидетельствует образование зоны остаточного расслоения под штампом. Важно отметить, что трещины появились только в точках, где деформационные швы разделяют нижний слой на более крупные плиты. Можно заключить, что раздробление нижнего слоя швами или трещинами на мелкие диски повышает трещиностойкость верхней плиты.

**Вариант III** (одна точка нагружения). Швы верхнего и нижнего слоев совмещены. Зона расслоения с центром под штампом вытянута вдоль шва на 6 м и ее размер в противоположном направлении—3 м (рис. 2, в).

**Вариант IV** (две точки нагружения). Верхний и нижний слои имеют совмещенный шов. В нижнем слое есть еще шов, перпендикулярный первому (см. рис. 1). В одной из точек нагружение проводилось дважды: по оси, проходящей через точку пересечения швов, и с установкой штампа на краю верхней плиты у шва. Существенной разницы в результатах измерения при этом не обнаружено. Зона расслоения размером в плане 4×6 м значительных изменений в ходе нагружения не претерпела. В ходе увеличения нагрузки от 100 до 800 кН в направлении совмещенного шва диаметр возрастал от 4 до 6 м, в направлении перпендикулярного шва в нижнем слое—уменьшался от 4 до 2 м (рис. 2, г). Деформация расслоения появлялась при первой же ступени нагрузки и почти не изменялась при ее увеличении.

При нагружении краев плит по совмещенному шву (варианты III и IV) прогибы оказались примерно в 2 раза больше, чем в центре плиты. Тем не менее в ходе нагружения сосредоточенной силой до 800 кН перегибы на кривой прогибов и образования трещин в верхнем слое не наблюдалось, несмотря на расслоение конструкции. Тем самым доказано, что использованный конструктивный прием пересечения швов сеткой обеспечивает надежную работу краевых зон плит, их трещиностойкость. Измеренные по кривизне плиты изгибающие моменты при краевом нагружении больше, чем в центре плиты, если нижний слой поделен на крупные фрагменты, и меньше, если нижний слой разделен на мелкие диски. Наибольшие деформации расслоения наблюдались в варианте IV (0,55 мм).

Полученные результаты создают экспериментальную базу совершенствования расчетной модели двухслойного покрытия.

#### Литература

1. Кульчицкий В. А., Иванов С. В., Буянов С. А., Пчелкина Л. Б. Влияние податливости выравнивающих прослоек на работу жестких слоев усиления аэродромных покрытий // Сопротивление материалов и теория сооружений, 1990, вып. 57, с. 90—95.
2. Соколов А. Н. К расчету двухслойных жестких покрытий с податливой разделительной прослойкой // Автомобильные дороги, 1993, № 9, с. 16—18.



# КОНСУЛЬТАЦИЯ

УДК 625.855.3.08.006.3

## Возможности модернизации устаревшего оборудования на АБЗ

Канд. техн. наук С. В. ПОРАДЕК  
(Научно-внедренческая фирма «Веросс»)

Большинство дорожно-строительных организаций из-за недостатка средств не имеют возможности приобретать новое оборудование современного технического уровня. Вместе с тем многие сильно поредевшие коллективы еще живы. В некоторых областях России, особенно в отдаленных районах, им часто нет альтернативы, а работы по содержанию и ремонту дорог, по их реконструкции остро нужны и реально ведутся, а кое-где есть и новое строительство. При этом технически устаревшее оборудование серьезно мешает делу. Невысокое качество смесей, сверхнормативные выбросы, значительный перерасход топлива, частые поломки и в связи с этим постоянные сбои в работе изматывают коллективы, снижают экономические показатели, а следовательно, и заработка дорожников.

Практически нет удовлетворительно работающих установок Д-597-А, Д-508-2А, ДС-117-2Е, СИ-601. Встречаются неплохо работающие ДС-117-2К, ДС-158, «Тельтомат». Но и эти установки в большинстве случаев, особенно при работе на тяжелом топочном мазуте, как говорится, оставляют желать лучшего.

Подавляющее большинство асфальтосмесительных установок не имеют санитарной очистки отходящих газов. Очистка в циклонах—не в счет. Это возврат в смесь уноса относительно крупных частиц, которые не имеют санитарного значения. К выбросам сажи, продуктов недожога топлива, пыли на большинстве АБЗ привыкли.

Конечно, если реальная перспектива приобрести новую асфальтосмесительную установку, например, Кременчугскую ДС-168 производительностью 130—150 т/ч или ДС-185 производительностью 42—56 т/ч, новый «Тельтомат» или даже «Бернарди», то с модернизацией старого оборудования возиться не стоит.

А вот если еще 2—3 года, а то и более на нем все же предстоит поработать, то неплохо усовершенствовать оборудование, что обойдется в 10—20 раз дешевле, но по выбросам, по удельному расходу топлива, по качеству смесей можно достичь достаточно хороших результатов.

Научно-внедренческая фирма «Веросс» специализируется на практической помощи дорожно-строительным организациям в модернизации оборудования баз дорожного строительства. Что мы предлагаем дорожникам?

**1. Провести обследование их баз и диагностику оборудования.** По результатам обследования заказчику представляется отчет с анализом технического состояния оборудования и конкретными предложениями срочных и перспективных работ, включая обоснование и технические решения по предложенным усовершенствованиям. При этом руководители имеют возможность оценить затраты и наметить наиболее эффективные мероприятия с учетом своих возможностей.

Бывает, высказывается мнение, что каждый сам знает «свои болячки». Это далеко не так. Привыкание к существующему положению и не знание возможностей своего оборудования весьма распространены.

**2. Переоборудование внутреннего устройства сушильных барабанов.** На установках Д-597А и Д-508-2А они не были оборудованы ковшами. На многих установках ДС-117-2Е и ДС-117-2К и даже ДС-158 при восстановлении ковшей, разрушенных из-за неправильного запуска установки, часто прежняя конструкция заменяется на отрезки швейлера № 16, что приводит к засыпанию факела горящего топлива песком и щебнем и фиксации недожога [1].

Ковши современной конструкции заметно уменьшают удельный расход топлива и нагрев обечайки барабана, продлевая срок ее службы.

**3. Усовершенствование мазутных горелок.** Мазутные горелки установок ДС-117, которые применены (в ухудшенном варианте) и на СИ-601, ДС-158, Д-645-2Г, не отработаны. Их конструкция, верная в принципе, не оптимизирована.

Можно существенно улучшить работу мазутных горелок этих установок путем их усовершенствования на месте. Многие уповают на новые горелки иной конструкции, которые предлагают некоторые малые предприятия. Встречаются устройства, работающие лучше горелок упомянутых установок в их штатном виде, но значительно хуже тех, которые были усовершенствованы и налажены [2].

Уже сообщалось о новом горелочном агрегате ГМП с мазутной горелкой для установок «Тельтомат» [3]. Для устойчивой работы на топочном мазуте потребовалась форкамера всего полтора кирпича глубиной (около 400 мм). Это радикально решает проблему стойкости огнеупора, так как футеровка не прогревается выше 800°C.

Горелки установок ДС-117 и ДС-158 также могут быть усовершенствованы, чтобы форкамера уменьшилась почти вдвое и полностью «ушла» в разгрузочную камеру сушильного барабана, а персонал забыл о замене футеровки в течение строительного сезона.

**4. Оснащение установок высокоеффективной мокрой очисткой с применением скруббера Вентури.** При этом концентрация пыли в отходящих газах уменьшается до 0,2 г/м³ [4, 5]. К сожалению, в указанных статьях наряду с правильной

схемой, когда циклоны находятся на всасывающей стороне дымососа, а мокрый аппарат—на напорной, приведена ошибочная схема, где и циклоны, и мокрый аппарат располагаются на напорной стороне дымососа. При этом в циклонах в бункере сбора пыли и в шнеке неприемлемо повышается давление.

Для установок «Тельтомат» реализуется специфическая конструкция—натрубный мокрый пылеуловитель [6].

На установках СИ-601 в скруббер Вентури переоборудуется газоход от дымососа-пылеуловителя к мокрому циклону и тогда он становится достаточно эффективным брызгоуловителем [7].

На установках ДС-117-2К и ДС-158 имеется мокрая очистка—барботажный пылеуловитель. Однако ныне Кременчугский завод дорожных машин их уже не выпускает, так как признана сложность в эксплуатации и недостаточная эффективность. Следует сказать, что наиболее опасная «легочная» пыль (фракции 1—2 мкм) здесь улавливается с эффективностью всего 20%. Новые установки ДС-185 и ДС-168 выпускаются уже только со скрубберами Вентури. Поэтому и мы рекомендуем переоборудовать мокрые аппараты на установках ДС-117-2К и ДС-158. Предлагается техническое решение подобное натрубному мокрому пылеуловителю. При этом улитка дымососа разворачивается на 30° выхлопным патрубком вверх. Первое такое переоборудование сделано на АБЗ ДЭП-22 системы Костромаавтодора вблизи г. Вожма.

Каждый АБЗ, где применен эффективный мокрый аппарат, необходимо оснастить системой обратного водоснабжения с двухсекционным шламоотстойником [8].

**5. Оснащение установки агрегатом минерального порошка.** К сожалению, в прошлом Кременчугский завод не был заинтересован в выпуске установок в полной комплектности и часто на наших АБЗ нет агрегатов минерального порошка и складов для него. Однако во многих регионах реально возникла обстановка конкуренции производителей смесей и повысились требования к их качеству. Поэтому, тем, кто хочет выиграть конкурсы и иметь заказы, необходимо подумать о дооснащении своих установок.

Надо предостеречь тех, кто хотел бы немного сэкономить и намерен взвешивать порцию заполнителя в весовом бункере горячих каменных материалов. Простейший расчет покажет, что при таком решении невозможно уложиться в стандартную точность дозирования, а следовательно, и гарантировать получение высококачественных смесей. Следует все же использовать отдельный бункер с весовой головкой для точного дозирования минерального порошка. Это примерно 15% общих затрат.

**6. Принять на практику стажеров.** В некоторых регионах, особенно отдаленных, в ответ на объективную потребность специалисты, имеющие опыт работы с другими техническими системами, в том числе весьма высокой квалификации, начинают осваивать новую, незнакомую технологию, где многие устоявшиеся технические реше-

ния кажутся им абсурдными и наоборот, очевидно эффективные устройства почему-то не приживаются.

Пройдет некоторое время, пока они разберутся в тонкостях и специфике наших технических систем, которые только кажутся такими простыми, и тогда эти специалисты станут реально полезными для дорожников. Можно ускорить этот процесс. Мы могли бы принять на двух-трехнедельную стажировку специалистов с высшим техническим образованием, которые намерены совершенствоваться в области механизации дорожного строительства и работать над проблемой совершенствования оборудования асфальтобетонных заводов. Они бы изучили наш опыт, поучаствовав в работах по модернизации оборудования АБЗ, что дало бы им творческий импульс, а организации, направившие к нам стажеров, получили бы квалифицированных сотрудников, способных на эффективную отдачу.

**7. Провести школу передового опыта для операторов и механиков АБЗ.** Оператор—центральная фигура на АБЗ. От него в решающей степени зависит качество работы асфальтосмесительной установки. Желание хорошо работать—главное условие успеха, но не единственное. Он должен быть обучен. К сожалению, учебные комбинации не дают достаточной информации по оптимизации и диагностике технологического процесса и оборудования, по перспективным направлениям технических усовершенствований. Приемы наладки, режимы экологически чистой и высокопроизводительной работы, одновременно позволяющие уменьшить износ оборудования, остаются без внимания.

Одно- и двухдневных школ передового опыта нами проведено уже более 30. Это очень эффективное мероприятие.

Автору этой статьи много раз приходилось видеть последствия «самодеятельности» персонала, загубленный металл, потерянное время и труд. Есть техническая литература, справочники, аннотированные бюллетени, экспресс-информация, наконец, наш профессиональный журнал «Автомобильные дороги». Читайте их.

#### Литература

1. Порадек С. В. Практические советы по эксплуатации сушильных агрегатов на АБЗ // Автомобильные дороги, 1993, № 6, с. 20, 21.
2. Ермаков С. В., Порадек С. В. Усовершенствование мазутной горелки и топочного агрегата на установке Д 645-2 // Автомобильные дороги, 1994, № 7, с. 24, 25.
3. Порадек С. В. Мазутная горелка для асфальтосмесительных установок «Тельтомат» // Автомобильные дороги, 1994, № 10—11, с. 38.
4. Порадек С. В. Какие пылеуловители нужны на АБЗ // Автомобильные дороги, 1993, № 5, с. 10, 11.
5. Порадек С. В. Результаты испытания системы пылеулавливания со скруббером Вентури // Автомобильные дороги, 1993, № 11, с. 22, 23.
6. Порадек С. В., Фурсик П. С. Натрубный мокрый пылеуловитель // Автомобильные дороги, 1992, № 7—8, с. 17, 18.
7. Порадек С. В. Что нам делать с установками СИ-601? // Автомобильные дороги, 1994, № 9, с. 22.
8. Порадек С. В. Как оборудовать на АБЗ систему обратного водоснабжения мокрого пылеуловителя // Автомобильные дороги, 1993, № 10, с. 24, 25.

## Долговечность бетона в исследованиях С. В. Шестоперова

С. В. Шестоперов проработал в Союздорнии (Дорнии) свыше 8 лет (1946—1954 гг.). С тех пор прошло почти полвека, но и сейчас его идеи и результаты работ представляют интерес. Полезно, отметив его 90-летие, напомнить и оценить вклад этого выдающегося инженера-исследователя в развитие технологии бетона и особенно в актуальную и в настоящее время проблему долговечности цементобетона.

На основании своего опыта исследований и практического применения бетона в крупном гидротехническом (канал Москва—Волга) и многообразном промышленном строительстве (Челябинский металлургический комбинат) С. В. Шестоперов после Великой Отечественной войны организовал и провел обширные исследования свойств и технологии бетона, в том числе для дорожных покрытий и искусственных сооружений.

Начатые еще в конце 30-х годов исследования долговечности бетона были направлены, прежде всего, на изучение морозостойкости, как основной технической характеристики, определяющей долговечность сооружений в

суровом климате нашей страны. По существу впервые была исследована фактическая долговечность бетона на различных цементах и при различных его составах с использованием разных заполнителей.

Со свойственными ему размахом и оригинальностью С. В. Шестоперовым были поставлены лабораторные исследования морозостойкости бетона, опытные и производственные работы, в том числе массовые испытания образцов бетона и элементов железобетонных конструкций в натуральных условиях.

Одновременно с исследованиями морозостойкости бетона проводились работы по совершенствованию способов укладки и уплотнения бетонных смесей, структуры цементного камня и бетона, его коррозионной стойкости, по химическим добавкам и способам повышения прочности бетона в различных температурных и влажностных условиях.

В дорожных сооружениях бетон в разных частях подвергается механическим воздействиям—силовому наружению различного вида, истиранию, в том числе многократному, при одновременном

воздействии воды и воздуха разной температуры. Особенно опасны для железобетона воздействие воды, содержащей растворенные соли—хлориды, применяющиеся для борьбы с гололедом, и попеременное замораживание-оттаивание бетона, насыщенного водой или раствором хлористых солей.

Чтобы определить воздействия на бетон в период его службы, необходимо знать условия, в которых конструкции из данного бетона будут эксплуатироваться. С. В. Шестоперов впервые предложил при проектировании разделять сооружения на зоны по условиям службы независимо от отрасли строительства и промышленности, в которой применяются железобетонные конструкции (бетоны). Было предложено разделять их на зоны: постоянно находившиеся на воздухе и увлажняемые атмосферными осадками, постоянно находящиеся под водой, периодически увлажняемые водой и внутренние зоны массивных сооружений, защищенные от внешних воздействий.

При таком подходе появилась возможность нормировать требования к морозостойкости бетона, и в этом С. В. Шестоперовым было сказано новое слово.

Большое внимание в исследованиях С. В. Шестоперов уделял роли минералогического состава цементного клинкера, проведя впервые определение морозостойкости камня из вяжущих на основе отдельных минералов цементного клинкера. Данные ис-

следований были положены в основу требований к минералогическому составу цементов, предназначенных для дорожного и гидротехнического строительства.

Детально исследовался трехкомпонентный цемент, в котором половина портландцементного клинкера была заменена равными количествами песка и активной минеральной добавки. Трехкомпонентный цемент был применен в массивных конструкциях с учетом его пониженного тепловыделения. Аналогичные цементы на основе новой технологии и применения добавок находят применение и в современном строительстве.

На основании физико-химических представлений о реакциях гидратации цемента, как гетерогенных процессов, идущих на поверхности твердой фазы, большое внимание С. В. Шестоперов уделил вопросу о рациональной тонкости помола и возможности ускорения реакций цемента с водой тонким измельчением цемента. Технология мокрого помола цемента была исследована досконально и опробована в производственном масштабе. Ее реальному осуществлению помешали недостатки оборудования и некоторые технологические сложности. Новые предложения, например, технология, так называемого ВНВ, основана на применении тонкого помола и поверхностно-активных добавок.

Применению поверхностно-активных добавок—этого обязательного компонента современных бетонных сме-

сей, в исследованиях С. В. Шестоперова было уделено значительное внимание. На основании исследований, показавших эффективность сульфитно-спиртовой барды, были выполнены первые производственные испытания пластифицированных бетонов с этой добавкой при строительстве цементобетонного покрытия дороги Таллинн—Ленинград (1947—1953). Эти работы послужили началом обширных исследований пластифицированных бетонов, в которых участвовали многие научно-исследовательские и производственные организации.

Добавки—пластификаторы и воздуховлекающие, начиная с 50-х годов, стали обязательным компонентом бетонов для ответственных дорожных и гидротехнических сооружений с повышенными требованиями к долговечности—морозостойкости. Результаты исследований и накопленный опыт стали основой для разработки современных суперпластификаторов бетонной смеси, что составило содержание последнего этапа технического прогресса в технологии бетона.

Очень важным элементом в исследованиях С. В. Шестоперова было отражение влияния технологий работ на свойства бетона—прочность, морозостойкость, коррозионную стойкость. В основной монографии<sup>1</sup> автор настоятельно подчеркивает: «... бетонные работы имеют свою спе-

цифику и их с полным основанием можно отнести к химической технологии» (с. 39).

Каждое свое утверждение С. В. Шестоперов подтверждал результатами экспериментов. Так, исследования морозостойкости, проведенные им, не имеют себе равных по масштабам в нашей стране.

На естественном стенде в нижнем бьефе ГЭС на р. Косьва (Северный Урал) были расположены свыше 10 тыс. образцов и десятки железобетонных конструкций. В течение года образцы подвергались сотням циклов замораживания и оттаивания. На основании своих исследований С. В. Шестоперов высказал теоретическое соображение о механизме разрушения бетона при замораживании и оттаивании.

В краткой статье невозможно отразить все результаты и предложения С. В. Шестоперова в широком диапазоне проблем технологии бетона. Главными особенностями его научной и практической деятельности были широта подхода к исследованиям, увлеченность и энтузиазм, с которыми ставились и проводились масштабные эксперименты, привлечение к решению проблем смежных организаций и специалистов. Он был всегда поглощен своим делом, идеями и в любых условиях готов обсуждать и решать проблемы бетона и его технологии. Это был «Бетонщик» с большой буквы.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, д-р техн. наук, проф. **Ф. М. Иванов**

<sup>1</sup> Шестоперов С. В. Долговечность бетона транспортных сооружений. М.: Автотрансиздат, 1960.



## ЗА РУБЕЖОМ

УДК 625.731.2:624.138.23

### Возможности применения стабилизаторов, предлагаемых зарубежными фирмами

Кандидаты техн. наук В. М. ЮМАШЕВ, С. Г. ФУРСОВ, В. С. ИСАЕВ (*Союздорнне*)

Вопрос о использовании в дорожном строительстве связных глинистых грунтов, распространенных на территории России, является актуальным. Технология применения таких грунтов зачастую более трудоемка по сравнению с технологией использования сыпучих материалов. Так, технология устройства оснований дорожных одежд из укрепленных глинистых грунтов требует их предварительного размельчения до агрегатного состава с размером частиц более 5 мм не свыше 25% от массы. Кроме того, для получения необходимых показателей укрепленного материала нужен повышенный расход вяжущего.

Перечисленные выше обстоятельства сдерживают применение местных материалов (к каким относятся глинистые грунты) при строительстве автомобильных дорог. Дефицит же каменных материалов заставляет дорожников обращать внимание на появляющиеся в печати и рекламных проспектах новые технологии укрепления связных грунтов. К таким технологиям, в частности, относится широко рекламируемая технология стабилизации грунтов. В проспектах иностранных фирм дается высокая оценка стабилизаторов. При довольно низкой стоимости строительства из-за малой концентрации стабилизатора в рабочем растворе стабилизированный грунт по приведенным в проспектах данным характеризуется высокими физико-механическими показателями.

В Союздорнне проведены работы по проверке возможности и разработке эффективных способов использования стабилизаторов грунтов зарубежных фирм в дорожном строительстве России.

Стабилизаторы Перма-Зим, Роадбонд, ИСС МАРИ РОС прошли проверку на опытном строительстве оснований и покрытий дорожных одежд из обработанных ими грунтов и каменных материалов.

Исследованные стабилизаторы представляют собой многокомпонентные системы, характери-

зумею кислой реакцией среды ( $\text{pH}=1,72-2,65$ ). Кислотное число стабилизатора фирмы МАРИ РОС составляет 239,18 мг КОН/г. При введении стабилизатора в воду, последняя активируется за счет ионизации ( $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  и  $\text{H}_3\text{O}^-$ ). Раствор стабилизатора, в свою очередь, изменяет заряд в грунтово-глинистых частицах за счет энергичного обмена электрическими зарядами между ионизированной водой и частицами грунта. Это обстоятельство подтверждается результатами исследований pH среды раствора стабилизатора и pH водной вытяжки грунта, обработанного стабилизатором. Так, если значение показателя pH среды раствора стабилизатора составляет 2,65 (кислая реакция среды), то pH водной вытяжки глины, обработанной раствором стабилизатора, равное 8,44, указывает на основную реакцию среды при кислой реакции среды водной вытяжки исходного грунта ( $\text{pH}=6,89$ ).

Обмениваясь зарядами с ионизированной водой, частицы грунта нарушают природные связи с капиллярной и пленочной водой. При уплотнении из грунта, обработанного раствором стабилизатора, легко отделяется капиллярная и пленочная вода, создавая условия высокой уплотняемости смеси. Таким образом, стабилизатор играет роль пластифицирующей добавки, позволяющей при меньшей оптимальной влажности грунта достигать более высоких показателей его плотности.

Действительно, в рекламных проспектах в качестве положительных сторон действия стабилизатора на обрабатываемый грунт, в первую очередь, отмечается уменьшение оптимальной влажности и увеличение максимальной плотности материала. Результаты исследований также указывают на пластифицирующий эффект стабилизаторов. Так, суглинок с числом пластичности 14,4, уплотненный на приборе для стандартного уплотнения грунтов при оптимальной влажности (15%) на чистой воде, характеризуется максимальной плотностью 1,73 г/см<sup>3</sup>, в то время как при добавке в грунт 13% раствора стабилизатора взамен чистой воды максимальная плотность увеличивается до 1,92 г/см<sup>3</sup>.

Необходимо отметить, что такого эффекта можно достичь при максимальном введении в грунт взамен чистой воды раствора стабилизатора, а это сопряжено с определенными трудностями при высокой естественной влажности грунта.

Обеспечивая более высокую плотность обработанным грунтам, стабилизатор способствует повышению прочностных показателей неводонасыщенных образцов. Глинистые грунты, в том числе песчано-гравийные смеси с высоким содержанием пылевато-глинистых частиц, с добавкой стабилизатора характеризуются модулем упругости и показателем GBR, превышающими аналогичные показатели грунтов без стабилизатора (табл. 1).

Более высокие прочностные показатели песчано-гравийных смесей, обработанных стабилизатором, по сравнению с смесями без него позволяют использовать в основаниях и покрытиях дорожных одежд переходного типа гравийные материалы, «засоренные» большим содержанием пылевато-глинистых частиц.

Однако, на что, в частности, указано в рекламных проспектах, стабилизаторы не являются вяжущими материалами и не создают жестких покрытий. Грунты, обработанные стабилизатором и подвергшиеся полному водонасыщению, разрушаются, а при капиллярном водонасыщении имеют низкие прочностные показатели, однако, значительно превышающие аналогичные показатели материала без обработки стабилизатором.

Таким образом, стабилизаторы, способствуя повышению уплотняемости грунтов и, как следствие, прочности неводонасыщенного материала, не обеспечивают им достаточно высокой водостойкости. Это обстоятельство требует применения специальных мероприятий для использования грунтов, обработанных стабилизатором, в основаниях дорожных одежд. К таким мероприятиям, в частности, следует отнести уменьшение или полное исключение поступления как со стороны покрытия и обочин, так и со стороны земляного полотна.

Следует отметить, что по рекомендации фирм коэффициент уплотнения рабочего слоя земляного полотна при использовании стабилизированного грунта в основании дорожных одежд должен быть не ниже 1,20.

Применение стабилизаторов в рабочем слое земляного полотна позволит повысить плотность слоя при снижении трудозатрат на его уплотнение, расширить диапазон используемых грунтов, а также снизить толщину дорожной одежды.

Учитывая то обстоятельство, что стабилизаторы являются поверхностно-активными веществами, в основном, пластифицирующего действия,

Таблица 1

Коэффициент сбега смеси	Модуль упругости, МПа			GBR, %, при глубине вдавливания 2,5 мм	
	на чистой воде	с раствором Перма-Зим	с раствором Роад-бонд	на чистой воде	с раствором Перма-Зим
0,75	38,0	43,0	42,0	103,5	142,8
0,85	58,0	63,0	59,3	113,2	157,1
0,90	36,0	38,0	37,5	103,5	123,5

Таблица 2

Состав укрепленного грунта, % от массы			Физико-механические показатели свойств образцов, твердевших 28 сут		
Су-гли-нок	Рас-твор стаби-лизатора	Це-мент	Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	$K_{\text{мрз}}$ при 15 циклах замораживания-оттаивания
90	5	10	4,9	0,92	0,72
90	—	10	4,4	0,74	0,53

можно было ожидать положительных результатов от совместного их использования с традиционными вяжущими. Действительно, как показали результаты испытаний тяжелого суглинка (число пластичности 14,4), укрепленного цементом, в том числе с использованием раствора МАРИ РОС (табл. 2), стабилизатор способствует повышению показателей физико-механических свойств и позволяет получать на основе тяжелого суглинка материал II марки прочности.

Аналогичный эффект имеет место при укреплении грунта известью. Так, прочность водонасыщенных образцов из грунта с известью без стабилизатора составила 1,4 МПа, с добавкой стабилизатора—1,8 МПа.

Учитывая специфичность действия новых, предлагаемых фирмами стабилизаторов, целесообразно перед их применением проводить специальные исследования, которые позволяют правильно выбрать материалы и составы смесей, в том числе количество стабилизатора для тех или иных дорожных конструкций, строящихся в разных климатических и гидрологических условиях по методикам, разработанным Союздорнини. Это

позволит избежать отрицательных результатов при практическом использовании зарубежных стабилизаторов в климатических условиях России.

Необходимо отметить, что и на территории России имеется много отечественных ПАВ, в том числе отходов промышленности, аналогичных по действию стабилизаторам, предлагаемым зарубежными фирмами. Однако их состав, механизм и степень эффективности действия на обрабатываемые грунты и каменные материалы отличаются друг от друга. Это обстоятельство позволяет использовать их аналогично зарубежным стабилизаторам после испытаний исходных материалов и определения рекомендуемых составов смесей по разработанным Союздорнини методикам.

Проведенные исследования дают возможность заключить, что применение стабилизаторов и отечественных ПАВ позволяет повысить несущую способность рабочего слоя земляного полотна и конструктивных слоев дорожной одежды из местных материалов и грунтов, а также уменьшить толщину дорожной конструкции.

## По страницам зарубежных журналов

АННОТАЦИИ К СТАТЬЯМ  
ИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ  
ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ

### 9-я Международная Конференция по асфальтобетону

Проспект Ассоциации ААРА

Австралийская Ассоциация по асфальтобетонным покрытиям ААРА провела 13—17 ноября 1994 г. 9-ю Международную Конференцию, в которой приняли участие представители европейских стран, США, ЮАР, стран Азии и Австралии.

Ассоциация ААРА основана в 1969 г. и членами ее являются производители битума и асфальтобетонных и черных смесей, государственные чиновники, представители местной администрации, консультанты по устройству покрытий, поставщики материалов, изготовители заводов и машин, подрядчики и лица, заинтересованные в техноло-

гии приготовления и укладки асфальтобетонных смесей.

Цель конференции—ознакомление с достижениями сегодняшнего дня и тенденциями развития отрасли в будущем.

На конференции были рассмотрены основные проблемы: содержание и ремонт асфальтобетонных и черных покрытий; перспективы обучения и передачи опыта исследователями и практическими специалистами в области устройства нежестких покрытий; здоровье, безопасность и экология; исследования и достижения в отрасли; новые разработки и технологии; новые изделия и методы устройства асфальтобетонных и черных покрытий; перспективы развития отрасли.

Кроме того, были представлены доклады по вопросам: новое в разработках установок и оборудования; гарантия качества и технические требования; достижения в устройстве тонких поверхностных слоев; стоимость за весь срок службы; регенерация покрытий.

### Сооружение новой взлетно-посадочной полосы в аэропорту

Runway Takes off  
«International Construction», 1993, т. 32, № 10, с. 21.

Для защиты от загрязнения вод залива Ботани при сооружении новой взлетно-посадочной полосы (ВПП) в аэропорту «Кингсфорд Смит» в Сиднее сооружают волнозащитную стенку из армированного грунта длиной 6,8 км.

Новая ВПП длиной 2400 м сооружается параллельно главной ВПП (в 1037 м от нее), идущей с севера на юг.

Все работы планируется завершить за 120 недель.

Волнозащитная стенка из армированного грунта сооружается всухую под защитой дамбы, намытой из песка, разработанного в заливе. Защита из полиэфирных полотнищ вокруг дамбы позволяет выполнять землечерпальные работы без риска загрязнения вод и береговой линии зали-

ва. Песок из залива подавали в дамбу земснарядом Владандерен XI мощностью 9,86 МВт, производительностью 2000 м<sup>3</sup>/ч. Высота дамбы составляет 2 м над австралийским относительным уровнем АНД, ширина по верху—40 м.

Волнозащитную стенку сооружали за дамбой на расстоянии нескольких сотен метров от нее из песка дамбы, который разрабатывают с внутренней ее части на глубину 3,5 м ниже АНД. Темп сооружения стенки составляет 200 м в неделю.

После сооружения стенки часть оставшегося снаружи ее песка будет подана насосом за стенку и использована в качестве дополнительного материала.

По мере сооружения волнозащитной стенки необходимо непрерывно круглосуточно проводить обезвоживание в течение 50 недель для создания сухих, устойчивых зон длиной 800, шириной 35 м.

Для обезвоживания каждой зоны длиной 800 м требуется примерно 40 насосов и 2200 трубчатых колодцев для понижения уровня грунтовых вод.

Высота волнозащитной стенки составляет 4—5 м, в зависимости от скорости течения.

После разработки грунта дамбы на заданную глубину начинают строительство защитной стенки из армированного грунта. На песок укладывают сборные выравнивающие подушки, на которые опираются первые сборные панели облицовки размером 2×3 м.

Срок службы защитной стенки должен превышать 100 лет, в течение которых она будет находиться под воздействием соленой воды. В этой связи горизонтальные ее швы заполняют резиновым заполнителем для обеспечения герметизации. Каждый вертикальный шов изолируется использованием геотекстиля

Бидим А 64, обворачиваемого вокруг бетонных блоков.

Для предотвращения коррозии элементов облицовки в сборных опорных блоках устраивают отверстия, через которые пропускают стальные соединительные петли, за счет чего предотвращается откалывание бетона при коррозии. Арматурные ленты крепятся затем к этим петлям, обеспечивая эффективное и прочное соединение.

Армирующие элементы состоят из лент толщиной 15 мм, шириной 55 мм, длиной 5,5 м, выполненных из стали, обеспечивающей высокое сцепление с грунтом.

Ленты полностью погружены в плотный песок, препятствующий их коррозии.

Уплотнение песчаной засыпки, покрывающей ленты, является ключевым этапом сооружения волнозащитной стенки. Ленты уложены попарно, с шагом между парами 1,5 м, на расстоянии 660 мм по вертикали.

Непосредственно перед волнозащитной стенкой из армированного грунта устраивается защита от размыва; она меняется по длине стенки в зависимости от воздействия волн и течения. На участках наименьшего воздействия защита обеспечивается бетонными блоками из регенерированного бетона массой до 70 кг каждый,ложенными на геотекстиль Бидим А 64. Для участков, подверженных большему воздействию, защита устраивается из матов, выполненных из геотекстиля, заполненных цементным раствором.

Небольшая стенка сооружается для перемещения выхода из бухты Милл Понд Крик к востоку от новой ВПП. Эта отводящая стена длиной 1 км сооружается из армированного грунта с облицовкой из крестообразных облицовочных панелей и стандартных арматурных лент максимальной длиной 7 м.

Примерно 5% стоимости контракта составляют работы по контролю за экологией и мероприятия по защите экологии в процессе строительства.

«*Port of London*», 1993, т. 68, № 667.

**Проект нового аэропорта в эстуарии Темзы (Великобритания)**

Прогнозируемое значительное увеличение воздушных перевозок в ближайшие 20—30 лет (в 2020 г. число пассажиров увеличится до 145 тыс. млн./г.) повлечет за собой значительные перегрузки аэропортов в Лондоне и Саут-Исте, расширение которых потребует решения проблем экологии. Предложено новое решение—строительство взлетно-посадочной полосы (ВПП) аэропорта на искусственном острове в эстуарии Темзы в 8 км от Ширнесса, что значительно снизит отрицательное воздействие на окружающую среду.

Пассажиры из терминала «Маринер» в Восточном Талбуре будут перевозиться к местам посадки на самолеты высокоскоростной железной дорогой, на 50% проходящей под землей, поездом, скорость которого составит 192 км/ч. (с. 141—142).

«*Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineers*», 1993, т. 98, № 4.

**Платные автомобильные дороги и частный сектор (Великобритания).**

Приведены материалы конференции, на которой рассматривалась возможность привлечения частного сектора к финансированию работ по улучшению инфраструктуры платных автомобильных дорог в связи с дефицитом средств у правительственные организаций на финансирование их собственной дорожной программы. Рассматриваются положительные и отрицательные моменты такого решения (с. 235—236).

**Более подробную информацию и переводы статей можно заказать по адресу:  
119819, Москва, 2-й Зачатьевский пер., д. 2, корп. 7, ПКТИтрансстрой.  
Тел. 201-43-64 А. С. БУРДО.**

**Аннотированный перечень материалов (отчетов, руководств, справочников) по стратегической, дорожной, исследовательской программе (SHRP), США Вашингтон. 1992—1994 гг.**

## **Мосты**

### **1. SHRP-S/FR-92-103**

*Оценка состояния бетонных мостов в связи с коррозией арматуры.*

*Том 1. Обзор существующих методов.*

*Condition Evaluation of Concrete Bridges Relative to Reinforcement Corrosion.*

Volume 1: State of the Art of Existing Methods.

Washington, 1992, с. 1—70.

Обсуждаются методы обнаружения повреждений в результате коррозии стальной арматуры в бетоне низкого качества или в разрушенном бетоне, а также методы обнаружения повреждений преднатяженной и постнатяженной арматуры, втопленной в бетон.

### **2. SHRP-S/FR-92-104**

*Оценка состояния бетонных мостов в связи с коррозией арматуры.*

*Том 2. Метод измерения скорости коррозии арматурной стали.*

*Condition Evaluation of Concrete Bridges Relative to Reinforcement Corrosion.*

Volume 2: Method for Measuring the Corrosion Rate of Reinforcing Steel.

Washington, 1992, с. 1—105.

Лабораторные исследования различных параметров, влияющих на измерения скорости коррозии, выполняемые электрохимическими средствами.

### **3. SHRP-S-325**

*Оценка состояния бетонных мостов в связи с коррозией арматуры.*

*Подробную информацию по вопросам ознакомления и заказа переводов указанных материалов можно получить по адресу: 125498, Москва, Смольная ул., д. 1/3. ГП Росдорний*

*Том 3. Метод оценки состояния мостовых настилов с асфальтобетонным покрытием.*

*Condition Evaluation of Concrete Bridges Relative to Reinforcement Corrosion.*

Volume 3: Method of Evaluating the Condition of Asphalt-Covered Decks.

Washington, 1993, с. 1—84.

Информация о состоянии настила бетонного моста необходима для расчета срока службы, программирования работ по восстановлению и содержанию и для оценки объемов разрушений. Описывается разработка неразрушающего метода определения наличия расслоений бетона над и под арматурой.

### **4. SHRP-S-326**

*Оценка состояния бетонных мостов в связи с коррозией арматуры.*

*Том 4. Эффективность применения мембран на мостовом настиле и метод оценки целостности мембран.*

*Condition Evaluation of Concrete Bridges Relative to Reinforcement Corrosion.*

Volume 4: Deck Membrane Effectiveness and a Method for Evaluating Membrane Integrity.

Washington, 1993, с. 1—143.

Цель исследования: разработка неразрушающего метода оценки целостности мембран на месте; исследование эффективности мембран в качестве хлоридного барьера в зависимости от целостности мембраны; оценка факторов, влияющих на эксплуатационные качества мембранны.

включая тип и возраст мембранны, климатические условия и интенсивность применения противогололедных средств.

### **5. SHRP-S-327**

*Оценка состояния бетонных мостов в связи с коррозией арматуры.*

*Том 5. Методы и оценки эффективности проникающих герметиков.*

*Condition Evaluation of Concrete Bridges Relative to Reinforcement Corrosion.*

Volume 5: Methods for Evaluating the Effectiveness of Penetrating Sealers.

Washington, 1993, с. 1—59.

Метод электрических сопротивлений и метод поверхностной абсорбции для оценки проникающих герметиков, используемых на портландцементных мостовых конструкциях. Лабораторные и полевые испытания.

### **6. SHRP-S-328**

*Оценка состояния бетонных мостов в связи с коррозией арматуры.*

*Том 6. Метод полевого определения общего содержания хлоридов.*

*Condition Evaluation of Concrete Bridges Relative to Reinforcement Corrosion.*

Volume 6: Method for Field Determination of Total Chloride Content.

Washington, 1993, с. 1—155.

В этом отчете рассматривается метод и детальные процедуры точного измерения содержания хлорида в армированном бетоне в полевых условиях.

## ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

Подписка на наш журнал  
на I полугодие 1996 г.  
будет проводиться по

## КАТАЛОГУ ГАЗЕТ и ЖУРНАЛОВ,

издаваемого Федеральным  
управлением почтовой связи  
при Минсвязи России

◆  
Учредители журнала:  
Федеральный дорожный  
департамент Минтранса  
Российской Федерации

Акционерное общество  
Корпорация «Трансстрой»  
Соучредитель:  
Федеральное дорожно-  
строительное управление  
МО РФ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В.С. АРУЮНОВ, В.Д. БРАСЛАВСКИЙ,  
А.П. ВАСИЛЬЕВ, А.П. ВИНОГРАДОВ,  
Г.Г. ГАНЦЕВ, А.П. ЗАРУБИН,  
И.Е. ЕВГЕНЬЕВ, В.С. ИСАЕВ,  
В.И. КАЗАКИН, В.Д. КАЗАРНОВСКИЙ,  
А.И. КЛИМОВИЧ, П.П. КОСТИН,  
О.Н. МАКАРОВ, Н.И. МУСОРИН,  
А.А. МУХИН, А.А. НАДЕЖКО,  
М.А. ПОКАТЕАВ, В.Н. ПОЛОСИН,  
В.А. ПОПОВ, А.А. ПУЗИН,  
В.А. САЗОНОВ, Н.Д. СИЛКИН,  
О.В. СКВОРЦОВ, В.У. ТИМОШИН,  
А.М. ШЕЙНИН, А.Я. ЭРАСТОВ,  
В.М. ЮМАШЕВ  
И. о. главного редактора  
В.Ф. ЛИПСКАЯ  
Редакция: Т.Н. Никольская,  
Р.А. Чумикова, В.М. Ляминчева

◆  
Адрес редакции:  
119819, Москва,  
2-й Зачатьевский пер.,  
д. 2, корп. 7  
Телефон 203-13-12  
Формат 60×84 $\frac{1}{4}$ .  
Печать высокая и офсетная.  
Усл. печ. л. 5,12.  
Уч.-изд. л. 5,5.

◆  
Малое предприятие «Вельти»  
165100, г. Вельск Арханг. обл.

Распространяется по подписке

Трансстройиздат

## В НОМЕРЕ

Денисенко В. И.—Саэт М. Г.—  
Сохранить оперативность в до-  
рожной отрасли . . . . . 1

### СТРОИТЕЛЬСТВО

Николаев И. С.—Пакет программ  
для оперативного управления до-  
рожно-строительными работами . 3  
Дробышевский Б. А., Лаза-  
рев С. В., Лядова О. В.—Испы-  
тание элемента арочного моста . 3  
Каримов Б. Б., Мурадов Х. Я.,  
Насреддинов С. А.—Проект Тад-  
жикского участка Евроазиатской  
трансконтинентальной автомо-  
бильной дороги . . . . . 6  
Коршунов В. И., Ланге Ю. Г.—  
Асфальтобетон или цементо-  
бетон? . . . . . 9

### ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Боровик В. С., Лукин В. А.—  
Обоснование мероприятий по  
обеспечению безопасности дви-  
жения . . . . . 12

### РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ

Саканский Ю. Н., Семенов С. В.,  
Архипов В. В. и др.—Опыт уши-  
рения габаритов и усиления ба-  
лочных железобетонных пролет-  
ных строений мостов . . . . . 13  
Еремеев В. П.—Диагностика тех-  
нического состояния городского  
моста . . . . . 15

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
Бондарев Б. А., Набоков В. Ф.—  
Сопротивляемость стеклопластич-  
нолимербетонных элементов кратко-

временным, длительным и мно-  
гократно приложенными нагру-  
кам . . . . . 18

Лещицкая Т. П., Юрчен-  
ко А. И.—Исследования упруго-  
вязких свойств асфальтобетон-  
ных покрытий аэродромов . . . . . 20

Басурманова И. В.—Технология  
строительства покрытий и осно-  
ваний из укатанного бетона . . . . . 21

### НАУКА—ПРОИЗВОДСТВУ

Матвеев С. А., Сикаченко В. М.,  
Лаптев О. П.—Комбинирован-  
ная дорожная одежда с асфаль-  
тобетонным покрытием на сбор-  
ном основании из решетчатых  
плит . . . . . 23

Ковалев Я. Н., Романюк В. Н.—  
Анализ энергопотребления на  
АБЗ . . . . . 25

Апестина В. П., Тоцкий О. Н.—  
Исследование работы двухслой-  
ного жесткого покрытия . . . . . 26

### КОНСУЛЬТАЦИЯ

Порадек С. В.—Возможности  
модернизации устаревшего об-  
орудования на АБЗ . . . . . 28

### ИЗ ПРОШЛОГО

Иванов Ф. М.—Долговечность  
бетона в исследованиях С. В. Ше-  
стопирова . . . . . 30

### ЗА РУБЕЖОМ

Юмашев В. М., Фурсов С. Г.,  
Исаев В. С.—Возможности при-  
менения стабилизаторов, предла-  
гаемых зарубежными фирмами . 31  
По страницам зарубежных жур-  
налов . . . . . 33

## Отчет о прибылях и убытках Российского акционерного коммерческого дорожного банка "РОСДОРБАНК" за 1994 год

млн.руб.

### ДОХОДЫ

1. Процентные доходы	38 083
2. Доходы по операциям с ценными бумагами	62
3. Доходы по операциям на валютном рынке	34
4. Прочие доходы	8 731
Итого доходов	46 910

### РАСХОДЫ

1. Проценты по кредитам, вкладам и депозитам	20 430
2. Расходы по операциям с ценными бумагами	-
3. Расходы по операциям на валютном рынке	-
4. Прочие расходы	6 913
Итого расходов	27 343
Прибыль/убыток	19 567

# БАЛАНС РОССИЙСКОГО АКЦИОНЕРНОГО КОММЕРЧЕСКОГО ДОРОЖНОГО БАНКА "РОСДОРБАНК"

НА 1 ЯНВАРЯ 1995 ГОДА

регистрационный номер № 1573 от 25.09.91г.

адрес 107014 Москва ул. Стромынка д. 11

млн.руб.

<b>АКТИВ</b>	
1. Денежные средства, счета в Центральном Банке	25.966
2. Средства в банках и кредитных учреждениях	5.681
3. Вложения в ценные бумаги, паи и акции	1.144
4. Кредиты предприятиям, организациям, населению	31.606
5. Основные средства и нематериальные активы	7.719
6. Прочие активы	10.140
7. Всего активов	82.256
<b>ПАССИВ</b>	
<b>I. Обязательства</b>	
1. Средства Центрального банка	-
2. Средства банков и кредитных учреждений	2.921
3. Средства клиентов, включая вклады населения	63.008
4. Выпущенные банком долговые обязательства	3.173
5. Прочие обязательства	3.636
6. Всего обязательств	72.738
<b>II. Собственные средства (капитал)</b>	
7. Уставный фонд	1.500
8. Прочие фонды и другие собственные средства	8.018
9. Прибыль (убыток) за отчетный год	19.567
10. Использовано прибыли в отчетном году	19.567
11. Нераспределенная прибыль (убыток) [стр.9-стр.10]	-
12. Всего собственных средств (капитал) [стр.7 + стр.8+(-)стр.11]	9.518
13. Всего пассивов	82.256
Внебалансовая статья:	
Гарантии, поручительства, выданные банком	

Конкурс грантов  
Корпорации „Трансстрой“  
1996 г.

Наименование научно-технического проекта

---



---

## Заявка на грант

Организация \_\_\_\_\_  
полное название

Руководитель проекта \_\_\_\_\_  
фамилия, имя, отчество полностью

Научное содержание проекта (составляется в форме аннотации объемом до 2-х машинописных страниц через 1,5 интервала)

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА

Фамилия, имя, отчество	Место работы	Должность

### КАЛЬКУЛЯЦИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ НА ПРОВЕДЕНИЕ НИР

Наименование затрат	Всего, тыс. руб.	Примечания
Заработка плата		
Начисления на заработную плату		
Материалы		
Командировки		
Оборудование		
Услуги сторонних организаций (не более 30% объема)		
Прочие прямые расходы		
Накладные расходы (не более 15% от объема)		
Итого:		

Мы, нижеподписавшиеся, ознакомлены с Временным положением об организации конкурсов грантов в Корпорации «Трансстрой» и согласны с условиями выполнения работ по грантам.

Руководитель проекта

1

\_\_\_\_\_  
должность \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
ф., и., о.

Руководитель организации

\_\_\_\_\_  
должность \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
ф., и., о.