

# НАУКА

4.2008

# ТЕХНИКА

## В ДОРОЖНОЙ

## ОТРАСЛИ





## Редакционный совет:

К. АСП

(профессор, Швеция)

**У. БРАННОЛЬТЕ**

(профессор, Германия)

**Н.В. БЫСТРОВ**

(канд. техн. наук, профессор)

**В.А. ЗОЛОТАРЕВ**

(д-р техн. наук, Украина)

**А.П. ВАСИЛЬЕВ**

(д-р техн. наук, профессор)

**В.П. ВОЛОДЬКИН**

(канд. эконом. наук)

**В.Д. КАЗАРНОВСКИЙ**

(д-р техн. наук, профессор, экспертно-научный совет МСД)

**Р.С. КАРТАНБАЕВ**

(д-р техн. наук, Киргизия)

**Я.Н. КОВАЛЕВ**

(д-р техн. наук, Белоруссия)

**И. КУНЦ**

(профессор, Германия)

**Е.М. ЛОБАНОВ**

(д-р техн. наук, профессор)

**В.Ф. ЛИПСКАЯ** (инженер)

(зам. главного редактора – ответственный секретарь)

**Л.В. МАКОВСКИЙ**

(канд. техн. наук, профессор)

**В.П. НОСОВ**

(д-р техн. наук, профессор)

**П.И. ПОСПЕЛОВ**

(д-р техн. наук, профессор)

**И.С. САДИКОВ**

(д-р техн. наук, Узбекистан)

**В.В. СИЛЬЯНОВ** (главный редактор)

(д-р техн. наук, профессор)

**Б.Б. ТЕЛТАЕВ**

(д-р техн. наук, Казахстан)

**В.В. УШАКОВ**

(д-р техн. наук, профессор)

**В.В. ЧВАНОВ**

(канд. техн. наук)

**В.М. ЮМАШЕВ**

(канд. техн. наук)

Адрес редакции: Россия, 125319 Москва,

Ленинградский проспект, 64

Тел: +7 (499) 151-52-41, +7 (499) 943-23-76

Факс: +7 (499) 151-03-31

E-mail: vvs@madi.ru

Отдел подписки и реализации

Тел/факс: +7 (495) 748-36-84

ИЗДАТЕЛЬСТВО



Журнал реферируется в реферативных журналах  
ВИНИТИ РАН

Распространение через издательство  
и по подписке в любом отделении связи  
по каталогу агентства «Роспечать»

Подписной индекс

72883

ISSN 1993-8543



9 771993 854772 >

Журнал зарегистрирован в Государственном  
комитете РФ по печати № 019125 21.07.1999 г.  
Подписано в печать 30.11.2008 г. Формат 60 x 90/8.  
Объем 5 п. л. Печать офсетная. Тираж 3000 экз.



## В НОМЕРЕ:

### БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Обеспечение безопасности незащищенных участников движения.....	1
Системы организации и управления дорожным движением.....	4
<b>Кравченко П.А.</b> – О мерах по совершенствованию региональной системы ОБДД .....	6
<b>Николаева Р.В.</b> – Тенденции изменения транспортных рисков .....	8
<b>Батищева О.М., Ганичев А.И.</b> – Роль человека в обеспечении безопасности дорожного движения .....	10

### УПРАВЛЕНИЕ

<b>Боровик В.С.</b> – Производственные проблемы в свете перспективы инновационного развития дорожной отрасли.....	13
<b>Кашевская Е.В., Маргунов В.С.</b> – Автоматизация обработки данных мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог.....	17
<b>Мальцев Ю.А., Мясников А.В.</b> – Оптимизация работы мобильных парков дорожных машин .....	21

### ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<b>Жайлович И.Л., Яромко В.Н.</b> – Совершенствование методов оценки механических свойств асфальтобетона .....	23
<b>Кретов В.А., Гладких А.С.</b> – Повышение долговечности полужестких дорожных одежд .....	30
<b>Гохман Л.М.</b> – Расчет состава полимерно-битумного вяжущего .....	33
<b>Порадек С.В.</b> – Опыт приготовления разжиженного МАК-битума.....	35

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ

<b>Прокофьев А.С.</b> – Работоспособность моста с клееным стыком .....	37
<b>Котлярский Э.В., Воейкова О.А.</b> – Влияние противогололедных реагентов на свойства битумов и асфальтобетонов .....	39
<b>Нгуен Тхань Чунг</b> – Влияние дорожных условий на расход топлива .....	42

### РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

<b>Каган Г.Л., Максимова А.С.</b> – Расчет несущей способности плиты из гранулированного шлака .....	45
--	----

### ИНФОРМАЦИЯ

Цементобетонным покрытиям – зелёный свет .....	47
--	----

### ROAD TRAFFIC SAFETY

Safety of the Vulnerable Road Users.....	1
Systems of Road Traffic Control and Management.....	4
<b>Kravchenko P.A.</b> – About Measures on Perfection of Regional Systems for Ensuring Road Traffic Safety .....	6
<b>Nikolaeva R.V.</b> – The Tendency of Change of Transport Risks .....	8
<b>Batischeva O.M., Ganichev A.N.</b> – Role of Human Being in Ensuring Road Traffic Safety .....	10

### MANAGEMENT

<b>Borovik V.S.</b> – Industrial Problems in Light of Prospect of Innovation Development of Road Sector.....	13
<b>Kashevskaya Ye.V., Margunov V.S.</b> – Automation of Data Processing Monitoring of Processes of Innovation of Quality Management of Highways .....	17
<b>Malcev Yu.A., Myasnikov A.V.</b> – Optimization of Work of Mobile Road-Building Machine Parks .....	21

### ROAD-BUILDING MATERIALS

<b>Kretov V.A., Gladkikh A.S.</b> – Increase of Durability of "Semi-Rigid" Road Pavements.....	23
<b>Gokhman L.M.</b> – Calculation of Polymer-Bitumen Binding Agent Composition .....	30
<b>Poradek S.V.</b> – The Practice of Preparation of MAK-Bitumen Cutback .....	33
<b>Zhailovich I.L., Yaromko V.N.</b> – Perfection of Methods for Estimation of Mechanical Properties of Asphalt Concrete .....	35

### ROAD OPERATION

<b>Prokofyev A.S.</b> – Serviceability of the Bridge with Flat Glued Joint.....	37
<b>Kotlyarsky Ed.V., Voeikova O.A.</b> – Influence of Antiicing Reagent on Bitumen and Asphalt Concrete Characteristics.....	39
<b>Nguyen Thanh Trung</b> – Influence of Road Conditions on Vehicle Fuel Consumption .....	42

### ROAD PAVEMENT DESIGN

<b>Kagan G.L., Maksimov A.S.</b> – Computation of Bearing Capacity of Plate from Granulated Slag... ..	45
--	----

### INFORMATION

For Cement Concrete Pavements – "Green Light" Way.....	47
--	----

# Международный научно-технический журнал International Journal “Science & Engineering for Roads”

Орган Международного Форума Дорожных Научно-Исследовательских Организаций – «ИНТЕРДОРНИО – IFRRI» и Московского автомобильно-дорожного института (Государственного технического университета) МАДИ-ГТУ

Рецензируемое издание

## № 4—2008 (47)

# НАУКА 4.2008 ТЕХНИКА В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НЕЗАЩИЩЕННЫХ УЧАСТНИКОВ ДВИЖЕНИЯ

В соответствии с планом реализации Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» ФГУ «Дирекция по управлению федеральной целевой программой» организовала в Московском автомобильно-дорожном институте (государственном техническом университете), Институте повышения квалификации и переподготовки кадров транспортно-дорожного комплекса проведение специализированного обучающего семинара и целевой конференции для руководителей и специалистов в сфере обеспечения безопасности дорожного движения из Центрального федерального округа Российской Федерации.

С 29 сентября по 1 октября 2008 г. в ИПК МАДИ (ГТУ) проведена целевая конференция на тему «Программа по защите незащищенных участников движения». На конференции были рассмотрены следующие вопросы: сложившееся положение с обеспечением безопасности движения с участием пешеходов в нашей стране; динамика изменения аварийности в последние годы; причины возникновения ДТП с участием пешеходов в различных регионах страны; факторы, способствующие росту ДТП с участием пешеходов; мероприятия по снижению уровня аварийности с пешеходами с использованием традиционных методов организации движения; внедрение новых методов и средств, способствующих снижению аварийности среди пешеходов, таких как: пешеходные и жилые зоны, зоны ограничения скорости движения, зон успокоения движения; мероприятия по улучшению видимости пешеходов в темное время суток, оптимизация размещения пешеходных переходов, а также внедрения в практику различных технических средств по оповещению пешеходов о возможной опасности; положение дел с обеспечением безопасности пешеходов в Европейских странах, США и Японии и применяемых в этих странах различных способах и методах, направленных на повышение безопасности этой категории участников дорожного движения; международный опыт развития интеллектуальных транспортных систем в обеспечении безопасности дорожного движения.

На специализированном обучающем семинаре на тему «Обеспечение безопасности незащищенных участников движения» были рассмотрены следующие вопросы: нарушения дисциплины водителями и пешеходами; новое руководство по организации дорожного движения; анализ повреждений незащищенных участников движения (пешеходы, велосипедисты, дети, пассажиры); безопасность и организация дорожного движения; автомобиль, активная и пассивная безопасность и послеаварий-

ная безопасность участников движения; оценка травматизма пассажиров автобусов в зависимости от скорости движения и условий эксплуатации; пути обеспечения безопасности участников движения средствами ОСАГО; обеспечение безопасности участников движения на месте ДТП.

Конференцию открыли: проректор по научной работе МАДИ (ГТУ) **А.М. Иванов**, директор ИПК МАДИ (ГТУ), проф. **В.Д. Геррами**.

МАДИ (ГТУ) уже третий год проводит семинары и конференции по ФЦП, их тематика определена техническим заданием на проведение этих мероприятий и учитывает долгосрочный характер ФЦП.

**В.Д. Кондратьев** – начальник НИЦ ГИБДД МВД России выступил на конференции с докладом на тему «О реализации национальной стратегии по обеспечению безопасности дорожного движения в Российской Федерации». Он отметил следующее.

Основным условием достижения положительных результатов в снижении аварийности является успешная реализация Федеральной целевой программы, и основным результатом первого этапа выполнения ФЦП стало определенное общественное признание проблемы безопасности движения. Работа в этом направлении заметно активизировалась и в центре, и на местах.

Только на федеральном уровне уже привлечено около сорока органов исполнительной власти. Практически во всех субъектах приняты региональные программы. Соглашения о взаимодействии заключены со всеми регионами. Количество регионов, реализующих пилотные проекты, возросло с 7 до 45, объем софинансирования мероприятий Программы из бюджетов субъектов и внебюджетных источников увеличился в 3 раза.

Два с половиной года реализации федеральной целевой программы позволили достигнуть определенных результатов. За этот период удалось сохранить жизнь более чем 10 тысячам человек. Впервые за последние 8 лет началось снижение числа дорожно-транспортных происшествий и количества раненых, снизилась тяжесть последствий, сократился детский дорожно-транспортный травматизм. Причем, эти результаты отмечаются в условиях очень высоких темпов прироста автопарка. Так, в 2007 г. количество транспорта увеличилось на 2,8 млн единиц, то есть – плюс 35%, в 2008 г. прогнозируется рост автопарка еще на 4 млн единиц.

Д-р техн. наук, проф. МАДИ (ГТУ) **В.В. Сильянов** подчеркнул, что для решения проблемы безопасности движения пешеходов и других незащищенных участников дорожного движения должен использоваться комплекс мероприятий, основным из которых яв-

ляется транспортное воспитание населения, которое успешно осуществляется в Германии, а также широкое использование интеллектуальных транспортных систем и транспортной телематики.

**Г.Б. Кибардина** (ЗАО «ЗМ Россия», руководитель проектов) выступила с докладом «Малозатратные высокоэффективные мероприятия по снижению уровня аварийности с участием пешеходов в местах концентрации ДТП на улично-дорожной сети за счет применения современных ТСОДД». Она отметила, что проблема аварийности на автомобильных дорогах России за последние годы стала настолько острой, что приобрела статус национальной проблемы. Анализ статистических данных показывает, что 70–72% всех дорожно-транспортных происшествий на улично-дорожной сети городов и населенных пунктов страны происходит с участием пешеходов. Самый распространенный вид дорожно-транспортных происшествий – наезд на пешеходов составляет 53–57%. Тяжесть последствий в таких авариях, как правило, составляет 11 погибших на 100 пострадавших.

Как показывает зарубежный опыт, существенно понизить уровень аварийности можно за счет некапиталоемких, но высокоэффективных мероприятий, направленных на повышение видимости зон пешеходных переходов и обеспечение комфортности их преодоления пешеходами. На примере ряда зарубежных исследований представлена методика выбора наиболее эффективных мер по снижению аварийности, позволяющих достичь высокого социально-экономического эффекта при минимальных затратах.

Комплексный подход, лежащий в основе этих мероприятий позволяет охватывать все категории населения и действовать на всей улично-дорожной сети городов и населенных пунктов. Выбор мероприятий по снижению аварийности в значительной степени зависит от дорожно-транспортных условий. Например, в случаях, когда в условиях высокой интенсивности транспортного потока и организации единственной возможности пересечения улицы только по пешеходному переходу целесообразно оборудовать пешеходный переход светофорным объектом с табло обратного отсчета времени.

В случаях, когда скорость и интенсивность транспортного потока невысока, нет общественного транспорта, а пешеходы переходят улицу не строго по пешеходному переходу возникает целесообразность в оборудовании пешеходного перехода техническими средствами организации дорожного движения, в т.ч. искусственных дорожных неровностей и знаков на желтом флуоресцентном фоне из световозвращающих материалов. Если присутствует движение общественного транспорта, то применение искусственных дорожных неровностей недопустимо, но знаки на желтом флуоресцентном фоне обязательно необходимо устанавливать.

В случаях, когда нет возможности применить искусственные дорожные неровности, высока концентрация дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов, а в непосредственной близости от детских учреждений целесообразно оборудовать пешеходные переходы интерактивными знаками обратной связи с водителем.

Отдельное внимание предлагается уделять вопросам организации комфортного перехода проезжей части для людей с ограниченными физическими возможностями. В частности, создания в пешеходных зонах понижающих пандусов, использование материалов с тактильным рисунком, организация островков безопасности на проезжей части.

Приведенные примеры реализации эффективных мероприятий по снижению аварийности в регионах России наглядно подтверждают целесообразность и эффективность предлагаемых мероприятий.

Канд. техн. наук, доцент МАДИ (ГТУ) **С.В. Жанказиев** выступил на конференции с докладом на тему: «Международный опыт развития интеллектуальных транспортных систем в обеспечении безопасности дорожного движения».

В современной зарубежной практике при постановке задач улучшения параметров транспортного потока и повышения безопасности на дороге, прежде всего, принято рассматривать проекты

оптимизации транспортных параметров улично-дорожной сети. С этой задачей лучше всех справляются транспортно-телематические системы (ТТС). При наличии надстройки – оперативных и ситуационных межведомственных центров, – которые корректируют работу ТТС с учетом требований всех участников транспортной системы дороги, города, региона или даже страны, систему обычно называют Интеллектуальной транспортной системой (ИТС).

Общественная ИТС способна решать целый ряд задач и большая часть из них прямо или косвенно обеспечивает безопасность дорожного движения. Это такие подсистемы, входящие в частное понятие Интеллектуальная дорога, как: маршрутное ориентирование участников дорожного движения; диспетчерское управление и выделение обособленных полос для городского маршрутизированного транспорта; контроль за соблюдением участниками дорожного движения правил дорожного движения; автоматизированный мониторинг различных параметров транспортного потока и погодных условий; автоматизированное управление светофорными объектами. Также в системе интеллектуального сопровождения транспортной деятельности могут быть: единые дорожные системы сбора и использования данных о весовом контроле и о режимах труда и отдыха водителей на грузовом транспорте и автобусах, мониторинг технического состояния транспортного средства и состояния груза. Могут применяться и другие подсистемы.

Повышение эффективности автомобильной транспортной сети и снижение количества аварий, особенно с тяжелыми последствиями является одной из приоритетных национальных задач, решение которых также может возлагаться на телематическое обеспечение интеллектуальной дороги.

Основываясь на зарубежном опыте можно утверждать, что внедрение ИТС позволит увеличить пропускную способность дорог, повысить безопасность и снизить общее количество ДТП. В качестве примера можно сказать, что внедрение аналогичной системы во Франции позволило снизить количество ДТП почти в 2 раза.

В работе конференции приняли участие более 150 специалистов по БДД из более чем 70 организаций Центрального федерального округа России.

Специализированный обучающий семинар открыли: первый проректор МАДИ (ГТУ), проф. **П.И. Поспелов**, директор ИПК МАДИ (ГТУ), проф. **В.Д. Герами**.

На семинаре выступали известные специалисты в области обеспечения безопасности дорожного движения, в частности канд. техн. наук, доцент МАДИ (ГТУ) **А.П. Шевяков** с докладом «Разработка руководства по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах». В докладе было рассмотрено следующее.

«Руководство по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» как отраслевой дорожный методический документ разрабатывался по заданию Росавтодора в 2005-2006 гг., в настоящее время находится на внутреннем согласовании в Росавтодоре. Документ рассчитан к применению при проектировании новых, реконструкции, ремонте и эксплуатации существующих дорог и является четвертым изданием Указаний по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» (ВСН 39-67, ВСН 25-76, ВСН 25-86), разработанных и выпущенных в свет под руководством профессора В.Ф. Бабкова в период 1968–1988 гг.

При разработке «Руководства» учитывались существенные изменения характеристик движения автомобилей, происходящие в последние 15-20 лет – рост интенсивности движения, изменение состава транспортного потока, значительное возрастание скоростей движения как легковых, так и грузовых автомобилей.

Руководство имеет 10 разделов и 12 приложений, которые могут быть сгруппированы по следующим направлениям:

- методы оценки безопасности движения в целом по дороге и на отдельных участках;
- принципы планирования и согласования мероприятий по безопасности движения;
- рекомендации по назначению геометрических параметров дорог и повышение безопасности движения в различных дорожных условиях;

- инженерное оборудование дорог;  
 - технико-экономическое обоснование принимаемых решений.  
 Также в «Руководстве» приводится методика оценки скорости движения на дорогах различных категорий.

Как показывает опыт, использование «Указаний» (ВСН 39-67, ВСН 25-76, ВСН 25-86), разработанное «Руководство» будет способствовать принятию выверенных оптимальных решений и, следовательно, повышать безопасность движения на дорогах России.

Канд. техн. наук, доцент МАДИ (ГТУ) **В.В. Новизенцев** в докладе «Нарушения дисциплины водителями и пешеходами» отметил, что одним из ключевых направлений стратегий по снижению уровня аварийности и важной составной частью национальных программ в данной области признано обеспечение соблюдения правил дорожного движения (ПДД). Нарушения правил практически во всех странах являются основной причиной дорожно-транспортных происшествий. При этом зарубежные специалисты считают и неоднократно заявляли об этом на многочисленных международных форумах, конференциях, семинарах и т.п., что изменить поведение недисциплинированных водителей может лишь осознание ими высокой степени риска быть привлеченными к ответственности.

Государственные органы должны более серьезным образом учитывать уязвимость пешеходов и играть активную роль в деле снижения опасности, которой они подвергаются на дорогах, посредством:

- уделения особого внимания проблеме безопасности пешеходов;
- учета интересов пешеходов при разработке транспортных планов и маршрутов движения транспортных потоков и уделения им такого же внимания, как и другим участникам дорожного движения. При строительстве новых или изменении существующих инфраструктур следует проводить проверки на предмет безопасности, с тем чтобы, в частности, выявлять и смягчать возможное негативное воздействие на безопасность и мобильность пешеходов;
- привлечения к участию в этой работе жителей соответствующих районов, с тем чтобы своими предложениями они могли содействовать повышению безопасности пешеходов.

Канд. техн. наук, доцент МГУ **В.С. Емышев** выступил на семинаре с докладом «Обеспечение безопасности участников движения на месте ДТП. Современные средства фиксации обстановки на местах ДТП».

Во «Всемирном докладе о предупреждении дорожно-транспортного травматизма», опубликованном совместно Всемирной организацией здравоохранения и Всемирным банком в 2004 г., отмечается:

«Исследователи проблемы во всем мире приходят к выводу, что смерти большинства жертв, погибших в результате ДТП до того, как их доставили в больницу, можно было бы избежать».

«Недостаточность медицинской помощи после аварии является крупнейшей проблемой во многих местах. От доступности и качества такой помощи во многом зависит, приведет ли травма, полученная в результате аварии, к смерти или инвалидности пострадавшего».

Проведенные в разных странах исследования, показали, что несвоевременность помощи является причиной смерти от 14 до 20% людей, погибающих в результате ДТП.

Между тем, достаточно очевидно, что оказание своевременной помощи раненым в результате людям ДТП не является чисто медицинской проблемой. Многие зависит от эффективности выполнения и других, так называемых послеаварийных действий, в состав которых входит и оказание медицинской помощи пострадавшим на месте ДТП.

В.С. Емышев отметил, что огромное число нареканий вызывает качество составления сотрудниками ГИБДД схем мест ДТП. Здесь претензии предъявляются не только участниками ДТП, но также экспертами-автотехниками, которые привлекаются судами для решения вопросов о причинах ДТП. Некачественное составление схем приводит к многочисленным спорам, затягивает, а иногда де-

лает невозможным объективное установление причин и виновных в ДТП. Для решения этой проблемы предлагается, наряду с составлением схемы традиционным способом, выполнять измерительную фотосъемку по методу однокамерной фотограмметрии. Этот метод не требует сложной и дорогой техники и может быть достаточно быстро освоен.

Фотосъемка места происшествия осуществляется обычным цифровым фотоаппаратом (правда, прошедшим специальную калибровку) с двух точек пространства. Затем два полученных снимка вводятся в компьютер и с помощью специальной программы прямо на экране монитора можно проводить необходимые измерения. Метод отличается объективностью и полнотой фиксации информации, поскольку на фотографии запечатлеваются не отдельные объекты и следы, а буквально все, что находится на месте происшествия. Автоматически строится и план расположения ситуационных точек на местности (т.е. тех точек, между которыми проводятся измерения).

Повышение эффективности послеаварийных действий приведет к желаемой цели, т.е. к обеспечению безопасности участников движения на местах ДТП.

Проректор по научной работе МАДИ (ГТУ) **А.М. Иванов** выступил с докладом на тему «Оценка травматизма пассажиров автобусов в зависимости от скорости движения и условий эксплуатации».

Канд. техн. наук, доцент МАДИ (ГТУ) **В.В. Карпов** выступил с докладом «Пути обеспечения безопасности участников движения средствами ОСАГО». В.В. Карпов в своем докладе проанализировал системы обеспечения БДД ряда стран Западной Европы, и сделал вывод, что вне зависимости от степени государственного контроля, практически во всех системах страховщики принимают активное участие в формировании, модернизации и реализации указанных систем; дал оценку возможностей повышения БДД влиянием на каждый элемент комплекса ЧАДС, которая проводилась с помощью матрицы Хэддона. Анализ показал, что участие страховых компаний возможно, целесообразно и эффективно практически на всех стадиях ДТП и по каждому элементу системы. Также Карпов В.В. отметил, что из механизмов ОСАГО можно особо выделить мероприятия по модернизации системы «бонус-малус», коррекцию тарифной политики и введение системы Европейского протокола. Во второй части доклада Карпов В.В. ознакомил участников семинара с результатами социологического исследования по оценке общественного мнения по проблеме БДД в России и возможности ее решения с помощью механизмов ОСАГО.

В докладе «Автомобиль, активная и пассивная безопасность и послеаварийная безопасность участников движения». В.В. Карпов рассмотрел следующее.

Система обеспечения безопасности комплекса ЧАДС в общем случае может быть представлена в виде отдельных систем обеспечения безопасности каждого из элементов комплекса. Если за дополнительный параметр классификации принять отдельную фазу развития ДТП, то мы приходим к структуре, которая обычно именуется «Матрицей Хэддона».

При этом комплекс мероприятий по снижению вероятности возникновения ДТП называют системой обеспечения активной безопасности, по снижению вероятности и тяжести травмирования участников в кульминационной фазе ДТП – системой обеспечения пассивной безопасности, снижению тяжести последствий после ДТП – системой обеспечения послеаварийной безопасности.

В ходе доклада участники получили информацию о современных подходах к анализу системы функционирования комплекса ВАДС, которая позволит им самостоятельно решать задачи оценки узких мест организации работы по повышению БДД в их организациях и находить пути для их преодоления.

В частности, был проиллюстрирован подход, который через сопоставление трехуровневой системы поведения водителя при управлении транспортным средством и модели решения водителем основной транспортной задачи позволяет формулировать основные направления работ по повышению безопасности участ-

ников движения в комплексе – через анализ межэлементного взаимодействия отдельных элементов ЧАДС.

Подход «Дерева причин ДТП» в рамках микроскопического подхода с анализом причинной обусловленности ДТП позволяет наглядно иллюстрировать возможности использования средств активной безопасности автомобиля с целью предотвращения ДТП.

Д-р мед. наук., проф. (Всемирная Организация Здравоохранения), руководитель программ по травматизму **Л.А. Мыльникова** выступила на семинаре с докладом «Анализ поврежденных незащищенных участников движения (пешеходы, велосипедисты, дети, пассажиры)». Она отметила следующее.

Все виды участников дорожного движения подвергаются риску получить травму или погибнуть в результате ДТП, но существуют значительные различия в уровнях смертности между различными группами участников дорожного движения.

В частности, такими «уязвимыми» участниками дорожного движения, как пешеходы и водитель двухколесных транспортных средств, подвергаются большему риску, чем водители и пассажиры автомобилей, и обычно на них приходится наибольшее бремя травматизма. Это особенно верно в странах с низким и средним уровнем дохода из-за большого разнообразия транспортного потока и его интенсивности.

Несколько исследований выявили явные различия в уровне смертности между различными группами участников дорожного движения, а также между участниками дорожного движения в странах с высоким уровнем дохода и в странах с низким и средним уровнем дохода.

При анализе 38 исследований было обнаружено, что смертность среди пешеходов является самой высокой в 75% исследований, она представляется от 41 до 75% общей смертности. Пассажиры — вторая по численности жертв группа участников дорожного движения, на них приходится 38–51% смертности от ДТП. Третья группа участников дорожного движения, подверженных травматической опасности – велосипедисты (от 8 до 23%). Завершают список мотоциклисты на которых, тем не менее, приходится от 10 до 70% смертных случаев.

Более миллиона людей во всем мире гибнут в результате ДТП. Дорожно-транспортный травматизм находится на 11 – м месте как причина смерти и на 9-м месте как причина потери лет жизни из-за инвалидности во всем мире. Уязвимые участники дорожного движения – пешеходы, велосипедисты и мотоциклисты – несут особенно тяжелое бремя. Около 90% случаев смерти в результате ДТП происходит в развивающихся странах, в которых проживает две трети населения земного шара. Рост автомобилизации в некоторых странах приведет к разрушительным последствиям в человеческом, социальном и экономическом плане. Мужчины с более высокой вероятностью могут попасть в ДТП, чем женщины. На экономически активных взрослых в возрасте от 15 до 44 лет приходится более половины всех случаев смерти от ДТП. Если не проводить дополнительных мероприятий, дорожно-транспортный травматизм к 2020 г. станет третьей причиной смертности. Пешеход и водитель, являющиеся основными жертвами дорожно-транспортных происшествий, подлежат научному изучению, которое должно быть использовано для профилактики дорожно-транспортного травматизма.

В ходе проведения конференции были использованы интернет-технологии. Докладчики и участники имели возможность использовать всемирную сеть Интернет. С этой целью были установлены точки доступа стандарта 802.11g. В настоящее время технология WiFi уже получила широкое распространение в мире. Любой желающий, имеющий совместимое оборудование, мог получить доступ в сеть, используя ноутбук, портативный компьютер (КПК), мобильный телефон или любое другое схожее устройство. Используя данную технологию, слушателям были продемонстрированы основные ресурсы сети Интернет, относящиеся к тематике конференции, в том числе сайт Дирекции по управлению Федеральной целевой программой «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах», сайты ведомств и структурных подразделений ГИБДД МВД России и другие. В своем докладе д-р техн. наук, проф. МАДИ (ГТУ) В.В. Сильянов продемонстрировал множество зарубежных интернет-страниц, которые отражают положение дел с обеспечением безопасности пешеходов, как в европейских странах, так и в США и Японии.

## СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ (Целевая конференция СПбГАСУ 22–24 сентября 2008 г.)

В соответствии с планом реализации ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 гг.» ФГУ «Дирекция по управлению Федеральной целевой программой» 22–24 сентября 2008 г. организовало в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете (СПбГАСУ) проведение целевой конференции для руководителей и специалистов в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД) Северо-Западного Федерального округа.

Тема целевой конференции: «Системы организации и управления дорожным движением». Основные вопросы, обсуждаемые на конференции: технические средства организации дорожного движения; автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД); проектирование объектов управления дорожным движением; международный опыт создания АСУДД; применение интеллектуальных транспортных систем в АСУДД; программное обеспечение и информационные устройства в АСУДД; моделирование функционирования АСУДД, методы обеспечения БДД средствами дорожного обустройства.

Цели конференции:

- создание условий, обеспечивающих повышение эффективности функционирования систем организации и управления дорожным движением;

- оценка эффективности деятельности и потенциала органов власти, бизнеса и общества в решении актуальных проблем обеспечения дорожной безопасности;

- повышение квалификации специалистов в сфере управления дорожным движением, проектирования его объектов, применения интеллектуальных транспортных систем, программного информационного и другого обеспечения автоматизированных систем управления дорожным движением.

В приветственном слове ректор СПбГАСУ **Е.И. Рыбнов** отметил, что Университет многие годы собирает в своих стенах отечественных и зарубежных ученых и специалистов, руководителей различных уровней, представителей бизнеса, общественных организаций для поиска путей решения сложнейшей для нашей страны проблемы организации и безопасности дорожного движения. Проводимые регулярные конференции, семинары обеспечивают приток новых знаний, поддерживают интерес научной общественности и специалистов нашей страны к проблеме, обеспечивают международный обмен опытом ее решения.

В выступлениях докладчиков основное внимание уделялось проблемам организации и управления дорожным движением, обеспечения дорожной безопасности. Было отмечено, что в последнее время отмечается резкое ухудшение условий дорожного движения

в городах России, особенно в мегаполисах. Транспортные проблемы нарастают высокими темпами пропорционально росту уровня автомобилизации.

В частности, в настоящее время уровень автомобилизации в России в среднем около 250 авт./1000 жит., в крупных городах (Москва, Санкт-Петербург) он достиг уровня более 300 авт./1000 жит. К 2020–2025 гг. в российских городах ожидается уровень автомобилизации порядка 500–600 авт./1000 жит.

Параметры существующей улично-дорожной сети не соответствуют количеству эксплуатируемого в городе автотранспорта. Многие магистрали городов находятся на пределе пропускной способности. Снижается скорость сообщения, увеличивается уровень дорожной перегруженности, вызывая высокий уровень аварийности, заторов и негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевым вопросом в решении проблемы является внедрение современных технологий организации и управления дорожным движением, включая интеллектуальные транспортные системы, АСУДД, их согласованность с системой градостроительных мероприятий и др. По оценкам специалистов, эффективность внедрения таких технологий может достигнуть 15–20%. Вместе с тем в России существует ряд препятствий по их внедрению, связанный прежде всего с правовыми, управленческими, организационными, информационными, инженерными, техническими, финансовыми и другими проблемами.

На Западе используется уже «четвертое поколение» АСУДД, в которых используются современные подсистемы связи, информационного обеспечения, навигации. Кроме систем управления светофорной сигнализацией, такие АСУДД имеют системы: управления табло переменной информации, управления скоростными магистралями, видеонаблюдения, управления парковками. Они входят в систему общей интеллектуальной транспортной системы, имея тесное взаимодействие с другими ее элементами: АСУ городского пассажирского транспорта (ГПТ), системой обеспечения дорожной безопасности, системой транспортной информации, системой электронных платежей на ГПТ.

В России эксплуатируемые системы АСУДД в большинстве случаев относятся к системам «первого поколения». Для примера, иногда 3–4 светофорных объекта, объединенных координируемым управлением, даже без головного координирующего контроллера, считают в городе работающим АСУДД. Если проанализировать статистические документы, то она действительно числится с 80-х годов как АСУДД, но на самом деле она исчерпала все свои моральные и физические возможности.

Мероприятия, включенные в ФЦП по модернизации АСУДД, направлены на стимулирование органов власти на всех уровнях по реанимированию АСУДД и их дальнейшему развитию.

Особое внимание уделялось комплексу мер по устранению заторов, который включает:

- совершенствование градостроительной политики и транспортного планирования;
- развитие улично-дорожной сети городов;
- повышение привлекательности общественного транспорта;
- применение ограничительных мер для легкового и грузового транспорта;
- эффективная организация дорожного движения;
- интеллектуальные транспортные системы.

Анализ мирового опыта показывает, что:

В современном мире наблюдается развитие общих тенденций и общих проблем в сфере автодорожного транспорта.

В любой стране период наращивания численности парка автотранспортных средств неизбежно сопровождается:

1. Усилением перегруженности дорожных инфраструктур,
2. Обострением проблем дорожной аварийности и ухудшением качества среды проживания,
3. Ростом общих издержек общества, замедляющих его экономический рост.

Для преодоления этих негативных следствий автомобилизации в различных странах решаются схожие задачи.

Некоторые страны с продолжительным стажем автомобилизации сумели найти решения для выхода из аналогичной ситуации, в которой находится Россия. Сегодня эти страны при уровнях автомобилизации, в 2–2,5 раза превышающих российский уровень, обеспечивают риск гибели в ДТП в 10 раз ниже, чем в России.

По мере загруженности дорожной сети, мобильность сообщества снижается. Перегруженность влечет за собой экономические потери, рост уровня ДТП и стресса для окружающей среды.

Снижения перегруженности на сети дорог можно добиваться с помощью двух способов:

1. Экстенсивного способа – расширения протяженности сети за счет строительства новых дорог.

Этот способ требует от общества: одновременных значительных затрат для строительства новых дорог; постоянных увеличенных затрат бюджета на последующую эксплуатацию и содержание расширенной сети. Поэтому строительство новых дорог требуют экономического обоснования и наличия некоторых положительных макроэкономических тенденций (увеличение численности населения, появление новых производств, перспективы роста экспорта и т.д.). Направление больших ресурсов сообщества на создание новых активов при недостатке ресурсов на ремонт, содержание и эксплуатацию существующих, приводит к ухудшению эксплуатационных качеств существующей дорожной сети сообщества, в том числе, безопасности движения.

2. Интенсивного способа – улучшения использования существующей дорожной сети.

Этот способ требует рационального управления существующими дорогами, нацеленного на:

- повышение пропускной способности узких мест,
- улучшения плавности движения транспортных потоков с целью повышения производительности всей сети.

Создание новых активов допускается только после того, как все возможности повышения пропускной способности существующих активов полностью исчерпаны. Поэтому приоритет при строительстве новых связей – не расширение протяженности сети, но оптимизация существующей транспортной схемы.

Отсюда начальным предложением, влияющим на повышение безопасности дорожного движения в России, может служить:

1. Для российской ситуации главным способом снижения аварийности должен стать интенсивный способ.

Обоснование – наличие потенциала для улучшения существующей сети и ее оптимизации даже в условиях бюджетных ограничений.

Цель – улучшить производительность существующей дорожной сети за счет повышения эксплуатационных качеств.

2. Все меры, направленные на повышение производительности транспортной системы (повышение пропускной способности элементов дорожной инфраструктуры, улучшение плавности движения транспортных потоков, сокращение времени поездок между пунктами отправления и назначения) и, в результате, снижающие перегруженность сети, следует считать мерами, направленными на повышение безопасности дорожного движения.

Цель – использовать потенциал всех способов и средств, как прямых, так и косвенных, для повышения безопасности дорожного движения.

3. Все мероприятия по снижению аварийности должны реализовываться в рамках программ.

Цель – обеспечить максимальный эффект от мероприятий по повышению безопасности движения не только за счет увеличения бюджетных средств, направляемых на проведение мероприятий, а за счет координации действий заинтересованных участников и действий согласованно направляемых на подавление факторов, «виновных» в возникновении ДТП.

4. Принять долгосрочную государственную политику в области безопасности дорожного движения.

Цель – определить «курс» для инициатив в различных секторах бизнеса (кино, мода, реклама, музыка, литература, проектиро-

вание и т.д.) в качестве поддержки деятельности государственных органов по повышению безопасности дорожного движения.

Требование партнерства государственного и частного секторов отвечает новой Транспортной стратегии РФ на период до 2020г.

5. Следует гармонизировать национальные методы сбора и представления статистики с международными методами и включиться в формирование международных банков данных.

Цель – получить инструменты для: определения масштаба проблемы российского сообщества; определения позиции России в международном рейтинге безопасности дорожных сетей; выбора партнеров для сотрудничества; контроля правильности курса государственной политики; оценки результативности национальных программ в области безопасности дорожного движения.

Требования по сближению и гармонизации российских стандартов с международными и развитию системы статистики отвечает новой Транспортной стратегии РФ на период до 2020г.

6. Введение в обязательную практику методов экономической оценки последствий для решений, принимаемых в области дорожной инфраструктуры, программ и проектов.

Цель – выбор оптимальных вариантов из числа возможных решений проблемы ДТП с точки зрения интересов сообщества; обеспечение гарантии окупаемости средств бюджета, направляемых на повышение безопасности дорожного движения; планирование ресурсов для последовательного выполнения предусмотренных программ.

7. Качественное расследование ДТП с указанием всех основных и сопутствующих факторов, а также, ведение топографического учета ДТП для выявления участков дорожной сети с повышенным риском.

Цель – более точное и полное определение факторов, приводящих к ДТП на конкретных участках сети для более дифференцированного подбора инструментов и методов решения проблемы.

Необходимо расширить перечень инструментов за счет международного опыта, оказывая предпочтение недорогим, но проверенным и результативным решениям.

8. Введение практики аудита дорожной безопасности, как метода контроля качества на всех технологических стадиях развития дорожного проекта.

Цель – исключение передачи Пользователю эксплуатационных «дефектов» – потенциально небезопасных элементов дорожной инфраструктуры. Для обеспечения максимального экономического эффекта, аудит безопасности следует применять на самых ранних стадиях развития дорожного проекта (планирование и проектирование) для выявления потенциальных проблем безопасности, когда «дефект» можно устранить с минимальными затратами для сообщества.

Сближение российских стандартов дорожного проектирования и повышение однородности условий дорожного движения, предотвращает ошибки участников дорожного движения и аварийность на международных автодорожных маршрутах.

9. Участие в международном сотрудничестве для разработки гармонизированных стандартов дорожного проектирования, сближения правил дорожного движения, национальных законодательств.

Цель – создание однородных условий движения на обширных географических пространствах для плавного перемещения транзитных потоков, с минимальными затратами, минимальным риском ДТП и минимальным негативным воздействием на окружающую среду и здоровье населения.

10. Начало процесса повышения безопасности дорожной сети – определение ее сегодняшней и перспективной роли в составе более масштабных транспортных схем и общих тенденций на основе:

- Планов национального и регионального развития или генпланов
- Потребности в развитии транспортной схемы
- Иерархии связей в составе сети
- Эксплуатационных требований для соответствия потребностям дорожного пользователя.

## О мерах по совершенствованию региональной системы ОБДД

*Д-р техн. наук, научный руководитель конференции, директор ИБДД СПбГАСУ*  
**П.А. КРАВЧЕНКО** (доклад на конференции СПбГАСУ)

Существует ряд причин, которые блокируют решение проблемы ОБДД в Российской Федерации, не позволяют государству многие годы найти средства решения проблемы и даже вынудили публично заявить в Концепции ФЦП (октябрь 2005 г.) о кризисе в системе ОБДД, о неспособности решить проблему только силами государственных структур и о необходимости привлечения в механизм ОБДД потенциала бизнеса и институтов гражданского общества.

Концепция ФЦП определила три блока причин или факторов многолетнего негативного влияния на процессы ОБДД в Российской Федерации:

- несоответствие дорожной среды транспортным потребностям и задачам обеспечения БДД;
- несовершенство государственной системы управления процессами в системе ОБДД;
- низкая дисциплина непосредственных участников дорожного движения.

Естественны вопросы – почему, промахи чьей деятельности создали сложившуюся ситуацию, ведь в системах ОБДД объектом управления и является деятельность участников системы – от президента страны до водителя и пешеходов. Лиц, персонально ответственных за возникновение и сохранение многие годы блоков перечисленных причин (факторов), в стране сегодня не установить – виноваты все. Если учесть что в опасных системах ответственность может быть только индивидуальной и что признание допустимым использование принципа коллективной ответственности в таких системах адекватно коллективной безответственности, то это путь в тупик, и мы его в своей стране наблюдаем сегодня.

В нашей стране нет массива факторов, тщательно обобранного специалистами. Его отсутствие приводит к тому, что при множестве скрытых факторов нейтрализация любого из них воспринимается как большая победа. Полный массив конкретных, или частных факторов чрезвычайно емко и его в нашей стране еще предстоит сформировать. Но о емкости его можно говорить уже сегодня. По опыту смежных областей транспорта в РФ для аналогичных задач емкость массива факторов превышает тысячу. В развитых странах, например в Израиле, в государственной системе обеспечение БДД осуществляется в факторном пространстве такой же емкости – факторов более тысячи.

Фактор дорожной среды. Приведение последней в соответствие с потребностями общества представляется сложной, но самостоятельной проблемой страны, опосредованно влияющей на ОБДД. Дорожная среда представляет собой медленно меняющуюся функциональную составляющую общей системы. Ее параметры не используются в задачах предупреждения тяжелых или опасных ДТП в оперативном режиме – смерть нужно уметь предупредить, обнаружив фактор ее инициирующий, а не ограничиваться их счетом на длительных отрезках времени и постфактум придумывать различные средства, как правило, не эффективные, снижения числа смертных исходов. Таким образом, дорожная среда развивается вне проблем поиска и разработки оперативных средств обеспече-

ния БДД, т.е. предупреждение возникновения «опасных» факторов. И это задача профессиональных служб, создающих и эксплуатирующих такую среду стандартными инженерными средствами, т.е. здесь нет проблем технических – есть деньги и дороги будут. Управление же уровнем дорожной безопасности, т.е. предупреждение «опасных» ситуаций – это функция управленцев.

Фактор несовершенства системы управления процессами обеспечения БДД – это ключевой фактор. Системы, которая могла бы гарантированно достигать заданных целей, в стране нет на всех иерархических уровнях, потому что это не система, а пока все еще ее аморфный аналог – сфера. Причина в том, что в ней нет целевого блока, нет органов управления (с набором системных функций и ответственности за их неисполнение); нет подсистемы управления поведением «вольных» участников общей системы – водители, пешеходы, частный бизнес, субподрядные субъекты, общественные организации; нет механизмов сравнения целевых результатов с достигаемыми, которые собственно и обеспечивают возможность формирования программы оперативного управления БДД; нет всего, что является следствием преднамеренных или непреднамеренных системных ошибок персонала и отказов техники – массивов «запрещенных» ошибок и отказов, методик их кодирования, информирования всех участников, слежения за их динамикой и т.п. Можно сказать, что в стране есть ГАИ, с нее и спрос. Но ГАИ – надзорная структура, обслуживающая главную обратную связь государственной системы ОБДД. С нее спрос за качество надзора и все. Она поставляет системную информацию для своего заказчика – Правительство РФ.

Всё перечисленное является следствием фундаментального дефекта государственной СОБДД – неприменения к управлению её состоянием системного подхода, который в сфере ОБДД часто называется программно-целевым. Неприменения из-за непробиваемости и агрессивности защиты со стороны профессионального невежества современного чиновничества, как бы это оскорбительно не звучало, со стороны невежества, формировавшегося в стране десятилетиями и наступающего повсеместно в противовес всеобщему применению его во всем мире в управляемых системах любой сложности, не говоря о больших системах, которые принципиально не способны управляться вне принципов системного подхода. Часто говорят, что это сложно и надо проще. Но надо не проще, а необходимо и достаточно для решения проблемы. Очевидно, только следствием сохранения указанного фундаментального дефекта общей системы является то, что в стране все, от мала до велика, знают, как обеспечить дорожную безопасность. Всё население участвует в бесконечных дискуссиях в СМИ о том, как обеспечить БДД, потоком генерирует множество самых различных предложений, в большинстве случаев и объективно не понимая сути проблемы.

И государство это поощряет. Но если вся страна знает и ищет, то тогда что означает факт, что ни одна частная подсистема из всего их системного множества во обеспечиваемому качеству до сих пор не удовлетворяет общество? Пример у всех на слуху – подсистема подготовки водителей. Она ущербна многие десятилетия. В ней все еще нет общепринятого определения качества подготовки водителей, плохо, размыто определены цели в системе подготовки, и их практически строго никто не знает; неопределенность целей влечет неопределенность в технологиях их преобразования в желаемый результат, в технологиях организации обратных связей, обеспечивающих измерение достигнутого результата, в выработке требований ко всему комплексу функциональных подсистем обеспечения учебного процесса; наконец, ее персонал не имеет представления о необходимости и методах системной организации деятельности всех автошкол как некоторого специализированного цеха СОБДД региона. Ведь главная беда автошкол – неисполнение или некачественное исполнение действующих нормативов. То же можно сказать и о других подсистемах.

Результат сохранения множества частных дефектов системы проявляется в том, что любое предложение, сделанное любым её участником, воспринимается на «кура», создавая иллюзию движения к разрешению проблем. Но однажды возникнув, оно, как правило, не становится системной нормой, а гаснет с уходом из системы его автора, означает, что это «мыльный пузырь». Результат – желаемого выхода по сей день нет, проблема всё время топчется на месте и остаётся

на «нулевом» решении. Системный же подход определяет обязательность сохранения базиса системы вне зависимости от параметров её персонала. Образно говоря – «команда может многократно меняться, но корабль должен быть всегда готов к плаванию».

Фактор низкой дисциплины поведения участников дорожного движения является следствием многих причин, в большинстве своем многократно озвученных, но сегодня, в значительной мере, он стал являться следствием утраты веры граждан в способность государства исполнить Конституционную норму обеспечения их безопасности и других государственных норм, а также веры в способность инженерной и управленческой мысли страны решать многие сложные задачи проблемы ОБДД, ставшей, по существу, законсервированной на многие годы. Здесь главным лекарством служит демонстрация красоты реализуемой в стране систем и наблюдаемым человеком на корабле шагу. Эту красоту создают специалисты!

Для изменения сегодняшней ситуации предлагается следующее:

- Поскольку структура систем, как и их внутренняя организация, определяет их фундаментальные свойства, то необходимо произвести структурное и технологическое совершенствование действующей СОБДД региона до уровня, способного реализовать принятую развитыми странами идеологию «нулевой смертности» на дорогах, т.е. идеологию оперативного, управляемого в режиме реального времени процесса предупреждения опасных ДТП (структура системы с органом управления, объединяющей всех участников, нормативы (стандарты) деятельности (поведения) каждого из них и их отображение в должностных инструкциях, сертификаты соответствия квалификаций, нормы ответственности, технологии и т.д.). Оформить указанное совершенство соответствующей Концепцией, т.е. идеологией основной оперативного управления дорожной безопасностью.

- Восстановить, модернизировать или создать «с нуля» полный комплекс обратных связей – каналов текущего измерения или мониторинга результата деятельности в каждой отдельно взятой подсистеме и в системе в целом; обеспечить гарантированное функционирование всех каналов, поскольку без актов измерения управление не может быть обеспечено принципиально.

- Обеспечить постоянно действующую гласность законодательных изменений формируемого в стране нового менталитета в части ответственности за ненадлежащее исполнение предусмотренных норм ОБДД, способное быть причиной опасных ДТП.

- Разработать внутрисистемные стандарты деятельности всех профессиональных участников, общественных организаций, организаций бизнеса, а так же поведения непосредственных участников дорожного движения.

- Разработать пакет лицензионных (разрешительных) документов под стандарты деятельности каждого вида, способного быть причиной опасных ДТП.

- Организовать многоуровневую систему обучения граждан в лицензированных образовательных учреждениях «технике» предупреждения опасных видов ненадлежащего исполнения предусмотренной деятельности (поведения) – возможно с выдачей соответствующих сертификатов.

- Разработать и внедрить в практику процедуру получения сертификата на право оказания первой медицинской помощи водителями при получении водительских прав или повышения ими квалификации, сотрудниками ГИБДД и МЧС, медработниками с целью использования потенциала дееспособных лиц попавших в ДТП. Разработать и внедрить стандарт обязательного обеспечения транспортных средств наборами для восстановления дыхания пострадавшему при ДТП, для остановки наружного кровотечения и т.д., обеспечения транспортных средств минимумом технических средств для извлечения людей из полостей поврежденного автомобиля, например, фомкой для открывания заклинивших дверей, устройством для разбивания стекол под водой и т.п.

- Распространить или унифицировать пакет перечисленных предложений на все виды транспортных средств региона с учетом специфики назначения последних и реализуемого в сфере их эксплуатации положительного общетранспортного опыта в сфере безопасности движения.

## Тенденция изменения транспортных рисков

Аспирант Р.В. НИКОЛАЕВА  
(Казанский ГАСУ)

*Приводится анализ уровня безопасности движения в отдельных районах Республики Татарстан и тенденций его изменения за период с 2003 по 2006 гг. Рассмотрен транспортный риск на примере двадцати районов, основанный на статистике дорожно-транспортных происшествий, количестве транспортных средств и народонаселения.*

**Ключевые слова:** районы Республики Татарстан, безопасность дорожного движения, транспортный риск, автомобилизация.

Проблема безопасности движения на автомобильных дорогах стоит очень остро во всем мире. Одной из причин аварийности – это высокий темп автомобилизации.

Республика Татарстан – это одна из наиболее развитых в экономическом отношении республик в Российской Федерации и является крупнейшим научным, образовательным и промышленным центром, получившим признание не только в России, но и во всем мире. Республика обладает выгодным геополитическим положением. К числу основных геополитических преимуществ относятся: срединное экономико-географическое положение, транзитная роль между европейской и азиатской частями страны, низкая интенсивность стихийных природных явлений. Уникальное положение характеризуется прохождением автомобильных дорог федерального значения в трех направлениях: запад – восток – юго-восток и север – запад-восток. В административном отношении территория Татарстана представляет сложное образование из 43 районов (рис. 1).

Увеличение количества транспортных средств неизбежно приводит к увеличению количества дорожно-транспортных происшествий и числа пострадавших в них. Установлено, что количество погибших в дорожно-транспортных происшествиях в любой стране за рассматриваемый год связано с количеством зарегистрированных транспортных средств и численностью населения в этой стране.

Для сравнения потерь в ДТП по годам и странам используют показатель «эпидемиологической опасности» автомобиля, или так называемые **транспортные риски**, которые выражаются количеством погибших в ДТП на 100 000 автомобилей. В качестве основного показателя для сравнения транспортных рисков используется уровень автомобилизации населения (количество автомобилей на 1000 жителей).

В Татарстане наблюдается высокая степень автомобилизации. Так, в 1995 г. автопарк республики составил 406968 единиц, а на конец 2006 г. эта цифра возросла до 693637 единиц. Современный уровень обеспечения автомобилями в городах уже превысил 200 единиц на 1 тыс. жителей, тогда как дорожно-транспортная инфраструктура рассчитана на 60–100 единиц на 1 тыс. жителей.

Быстрый рост численности автопарка за последние годы и массовое включение в дорожное движение новых водителей и перевозчиков привели к существенному изменению характеристик и усложнению условий дорожного движения: увеличилась плотность транспортных потоков, возросла интенсивность движения в небольших городах и на территориальных дорогах, что оказало влияние на рост аварийности.

Происшествия на дорогах являются одной из серьезнейших социально-экономических проблем и в Республике Татарстан. С 2001 г. по 2006 г. произошло около 37 тыс. ДТП, в которых погибли и получили ранения более 50 тыс. чел. Ежегодно в республике погибает в среднем 800 чел., получают ранения свыше 6 тыс. чел.

Детализированный анализ по модели транспортных рисков проведен по районам Республики Татарстан. Было выделено 20 наиболее неблагоприятных по количеству транспортных средств на душу населения и по числу погибших в дорожно-транспортных происшествиях. Наиболее неблагоприятными районами Республики Татарстан являются: Азнакаевский, Алькеевский, Альметьевский, Атинский, Бавлинский, Бугульминский, Верхнеуслонский, Елабужский, Заинский, Кайбицкий, Камскоустынский, Лаишевский, Лениногорский, Мамадышский, Нижнекамский, Новошешминский, Нурлатский, Пестречинский, Тюлячинский, и Чистопольский.

Изменение основных показателей для выявления тенденции изменения транспортных рисков, таких как автомобилизация и количество погибших за 2003 г. и 2006 г., представлены на рис. 2.

Транспортный риск в зависимости от автомобилизации по 20 рассматриваемым районам Республики Татарстан представлены на рис. 4 (для 2003 г.) и на рис. 5 (для 2006 г.).

Тенденции изменения уровня безопасности дорожного движения в Республике Татарстан за 2003 и 2006 гг., как зависимость транспортного риска от уровня автомобилизации представлена на рис. 6.

Анализ тенденции изменения транспортных рисков показал следующие:

- Большинство районов республики следуют общей и ожидаемой тенденции. Они двигаются вниз по регрессионной прямой, демонстрируя уменьшение транспортных рисков при увеличении уровня автомобилизации. К данным районам относятся Альметьевский (3), Бавлинский (5), Верхнеуслонский (7), Елабужский (8), Заинский (9), Кайбицкий (10), Камскоустынский (11), Мамадышский (14), Нижнекамский (15), Новошешминский (16), Пестречинский (18), Тюлячинский (19), и Чистопольский (20);

- В таких районах как Атинский (4), Лаишевский (12), Нурлатский (17) происходит увеличение транспортного риска вместе с ростом автомобилизации;

- Выделяется также ряд районов, в которых наблюдается уменьшение транспортных рисков, это такие районы как Азнакаевский (1), Алькеевский (2), Бугульминский (6), Лениногорский (13).

Анализ транспортных рисков по районам республики показал, что наблюдается тенденция снижения транспортных рисков. В 13 районах республики (из 20 районов) наблюдается уменьшение транспортных рисков при увеличении уровня



Рис. 1. Административные районы Республики Татарстан

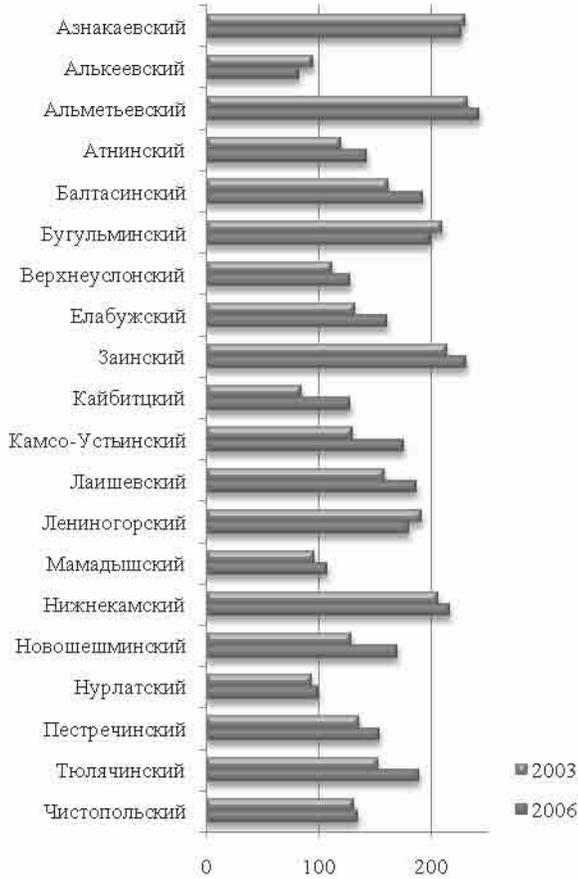


Рис. 2. Уровень автомобилизации районов Республики Татарстан (количество транспортных средств на 1000 жителей).



Рис. 3. Количество погибших людей в ДТП в районах Республики Татарстан.

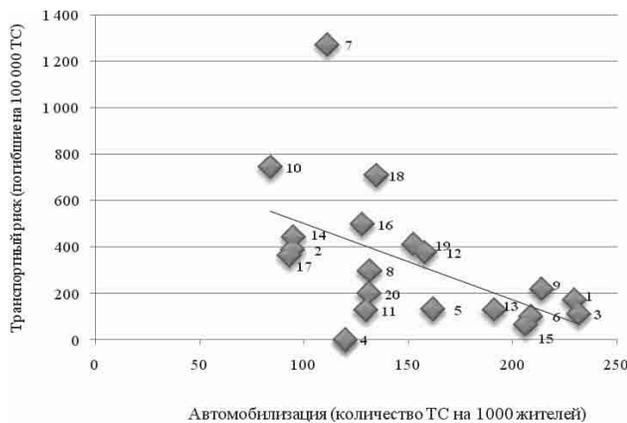


Рис. 4. Транспортные риски по районам Республики Татарстан за 2003 г. 1 – Азнакаевский, 2 – Алькеевский, 3 – Альметьевский, 4 – Атнинский, 5 – Балтасинский, 6 – Бугульминский, 7 – Верхнеуслонский, 8 – Елабужский, 9 – Заинский, 10 – Кайбицкий, 11 – Камско-Устьинский, 12 – Лаишевский, 13 – Лениногорский, 14 – Мамадышский, 15 – Нижнекамский, 16 – Новошешминский, 17 – Нурлатский, 18 – Пестречинский, 19 – Тюлячинский, 20 – Чистопольский

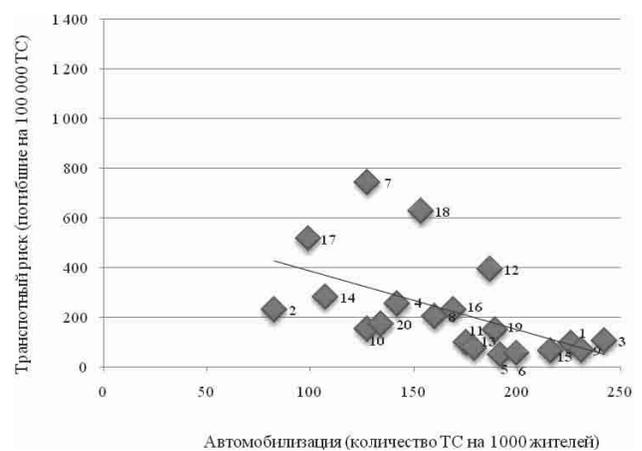


Рис. 5. Транспортные риски по районам Республики Татарстан за 2006 г. 1 – Азнакаевский, 2 – Алькеевский, 3 – Альметьевский, 4 – Атнинский, 5 – Балтасинский, 6 – Бугульминский, 7 – Верхнеуслонский, 8 – Елабужский, 9 – Заинский, 10 – Кайбицкий, 11 – Камско-Устьинский, 12 – Лаишевский, 13 – Лениногорский, 14 – Мамадышский, 15 – Нижнекамский, 16 – Новошешминский, 17 – Нурлатский, 18 – Пестречинский, 19 – Тюлячинский, 20 – Чистопольский

УДК 656.13.05.001(038)

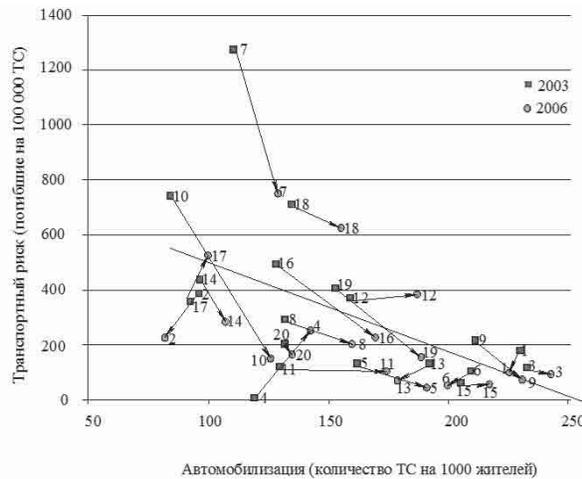


Рис. 6. Тенденция изменения транспортных рисков в Республике Татарстан за 2003 г. и 2006 г.

автомобилизации, это составляет 65%. Уменьшение транспортных рисков связано с увеличением транспортных средств и снижением количества погибших за рассмотренный период.

Тенденция изменения транспортных рисков в республике, показывает, что наблюдается небольшое улучшение безопасности движения за последние годы, но несмотря на это, необходимо применять меры, которые будут способствовать дальнейшему повышению безопасности на автомобильных дорогах.

Дальнейшее снижения показателей транспортных рисков возможно только с помощью специальных мер, направленных на уменьшение показателей аварийности. Необходимы структурные преобразования в процессе совершенствования организационно-правовых, финансово-экономических механизмов, которые бы регулировали транспортную деятельность.

Решение проблем обеспечения безопасности дорожного движения относится к числу наиболее приоритетных задач развития Республики Татарстан, и обуславливают необходимость принятия государственных мер с целью снижения негативных проблем автомобилизации.

### Литература

1. Газван А.Х., АСП К. Международные модели оценки уровня безопасности дорожного движения // Журнал «Наука и техника в дорожной отрасли», № 3, 2006.
2. Уткин А.В. Тенденции повышения безопасности дорожного движения в России // Журнал «Наука и техника в дорожной отрасли», 3, 2007.
3. Комплексная Программа демографического развития Республики Татарстан до 2010 года и на перспективу до 2030 года.
4. Программа «Безопасность дорожного движения в Республике Татарстан на 2006-2007 годы», №498.

### THE TENDENCY OF CHANGE OF TRANSPORT RISKS

Ph.D. student R. Nikolaeva (Kazan State Civil Engineering University)

The analysis of road traffic safety in separate regions of Republic Tatarstan and tendencies of its change for the period with 2003 on 2006 is resulted. The transport risk on an example of regions based on statistics of road incidents, motorization and population is considered.

Key words: regions of Republic Tatarstan, road traffic safety, transport risk, motorization

Рецензент: канд. техн. наук А.В. Уткин (МАДИ-ГТУ). Статья поступила в редакцию 10.01.2008 г.

## Роль человека в обеспечении безопасности дорожного движения

Канд. техн. наук, доцент О.М. БАТИЩЕВА,  
канд. техн. наук, доцент А.И. ГАНИЧЕВ  
(Самарский ГТУ)

Рассматривается системный подход для анализа сложной системы «водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда». Анализируются причины ошибок, совершаемых водителями в сложных условиях движения.

**Ключевые слова:** человеческий фактор, безопасность дорожного движения, сложная система «водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда».

На безопасность дорожного движения оказывает влияние множество факторов как объективных (конструктивные параметры и состояние дороги, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования, время года, суток), так и субъективных (состояние водителей и пешеходов, нарушение ими установленных правил). Таким образом, на дорогах существует сложная динамическая система, включающая в себя совокупность элементов «человек» – «автомобиль» – «дорога», функционирующей в определенной среде. Эти элементы дорожно-транспортной системы находятся в отношениях и связях друг с другом и образуют определенную целостность.

Анализ (рис. 1) состояния безопасности дорожного движения автотранспорта за продолжительный период времени свидетельствует, что подавляющее большинство аварийных ситуаций происходит из-за ошибок, просчетов и других негативных проявлений со стороны водителя, участвующего в перевозочном процессе.

На основе такого рода анализа разработаны правила, инструкции и технологические процессы, неукоснительное выполнение которых позволяет осуществлять перевозки без дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

К сожалению, сам факт наличия правил не является панацеей от происшествий. С одной стороны, ни один здравомыслящий человек, чья деятельность связана с движением транспортных средств, не желает нарушать правила и допускать брак в работе, подвергая свою жизнь, жизнь пассажиров, окружающих людей и среду опасности. И в то же время человеческие ошибки неизбежны. С ними надо бороться и делать всё необходимое и возможное, чтобы предупредить их.

Несмотря на очевидность этой задачи, необходима её постоянная чёткая формулировка и декларирование. Нередко возникает желание для достижения этой цели ввести такие элементы юридического характера, как понятие вины и ответственности. Заслонять этими понятиями главное – это означает ставить под сомнение эффективность усилий по предотвращению происшествий.

Безопасность движения закладывается ещё на этапе разработки конструкции технических средств, в том числе и автомобилей, тогда, когда в этих конструкциях создаётся необходимый запас прочности. **Человек** создаёт технические средства, подбирая необходимый материал и разрабатывая технологию производства, **человек** осуществляет эксплуатацию и планомерно-предупредитель-

ный ремонт этой техники, осуществляет меры по модернизации и своевременной замене устаревших технических средств.

Таким образом, наряду с составляющей, определяемой как собственно процесс управления перевозками, существенным является факт создания и эксплуатации технических средств и сооружений. Может быть, в меньшей степени, но зависимость существует и от состояния окружающей среды: туман, дождь, снегопад, мороз и т.п.

Происшествия практически не бывают следствием какой-либо отдельной причины. Обычно они происходят в результате взаимосвязи нескольких разных причин. Взятые по отдельности они могут показаться несущественными, но в совокупности с другими они способны составить последовательность внешне не связанных друг с другом событий, которые приводят к ДТП.

Отсюда следует, что при расследовании происшествий главное внимание должно быть уделено системному анализу первоначальной аварийной ситуации. Необходимы четкие ответы на вопросы: почему произошла авария, какая ошибка была допущена человеком и что следует предпринять, чтобы такая ошибка не повторилась?

В свою очередь, предупреждение происшествий состоит в выявлении и устранении таких причин до того, как замкнется последнее звено в цепи упомянутых событий. Однако при этом не следует забывать, что ни один человек: ни конструктор, ни инженер, ни заведующий гаражом, ни водитель не может постоянно выполнять идеально свои обязанности. Очевиден также тот факт, что действия, выполненные в одних обстоятельствах, могут считаться отличной работой, тогда как в других оказываются неприемлемыми.

В этой связи бессмысленно ожидать, что работники окажутся «лучше» или будут «не похожими» на других, если такое ожидание не подкрепляется активными действиями, связанными с повышением профессиональной подготовки, совершенствованием средств и методов обучения кадров, распространением лучшего опыта, повышением квалификации, дисциплины и т.д. К сожалению, изучению человеческого фактора не уделяется достаточного внимания – особенно по вопросам собственного поведения, уязвимости, а также возможности реализации действий по предупреждению аварийных ситуаций и при их возникновении.

Есть и другая сторона этой проблемы. Несмотря на существенный прогресс автомобильной техники всё ещё имеют место случаи, когда аварийные очаги закладываются в процессе конструирования, изготовления или технического обслуживания автомобилей. Разумеется, при создании конструкций должны приниматься решения, сводящие к минимуму влияние любого аварийного фактора. Правильная конструкция должна не только предусматривать малую вероятность отказов системы, но и в случае их возникновения обеспечивать такие условия, чтобы неисправность какого-либо одного узла не могла привести к происшествию. Вместе с тем при конструировании технических средств, систем управления ими, обслуживания и ремонта необходимо стремиться также к максимальному сокращению возможности совершения ошибки человеком, занятым в перевозочном процессе.

Таким образом, можно выделить основные причины ошибок, просчётов и нарушений, вызванных субъектом как элементом динамической системы «человек – автомобиль – дорога – среда»:

- недостаточные знания персоналом устройств технических средств, правил их обслуживания и ремонта, а также своих должностных обязанностей;
- повторение пагубных привычек действовать не по правилам и инструкциям, что порождается бесконтрольностью и ненаказуемостью за допущенные нарушения;
- пренебрежительное отношение к выполнению приказов и указаний по вопросам безопасности движения;
- ошибки памяти, забывание выполнения требуемых действий в нужный момент;
- невнимательность при наблюдении за сигналами светофоров, неправильное восприятие и толкование отдельных дорожных знаков, отвлечение от своих основных обязанностей;
- нарушение требуемой последовательности действий и регламента переговоров (особенно водителей автопоездов и такси);
- утомляемость, неподготовленность к работе (особенно в ночное время);
- нарушение режима труда и отдыха;
- растерянность или сильное расстройство;
- недостаток необходимого инструмента, измерительных приборов или приспособлений, а также неумелое их использование;
- недостаток материалов, запасных деталей, узлов и сигнальных принадлежностей;
- отсутствие нормальных условий труда, неудовлетворительная освещённость рабочего места, захламлённость или излишняя загазованность;
- ненормированный производственный климат, конфликты в семье или предрасположенность к конфликтам;
- чрезмерная самоуверенность;
- увлечение вредными привычками.

При анализе первоначальной причины происшествия важно получить ответы на ряд достаточно сложных и многоплановых вопросов. Был ли конкретный работник физически и психически готов правильно реагировать на создавшееся положение? Если нет, то почему? Являлась ли ошибка следствием состояния, в которое он ввёл себя сам, как, например, состояние усталости или алкогольного опьянения? Был ли он достаточно подготовлен, чтобы найти выход из создавшегося положения? Кто несёт ответственность за упущения в подготовке, и почему они имеют место? Был ли человек рассеян и именно поэтому не мог уделить должного внимания выполнению своих должностных обязанностей? Если так, то кто или что явилось причиной подобной рассеянности и почему?

Таким образом, следует анализировать не только сами ошибки и просчёты человека, но и причины, по которым они произошли. Опыт показывает, что это возможно только при наличии соответствующей информации.

Подавляющее большинство всех участников движения, в том числе дорожников, строителей, ремонтников и работников ряда других служб обычно с пониманием относятся к решению задач по предотвращению происшествий. Однако в случае причастности к происшествию может возникнуть желание выбора между обязанностью сообщить о происшествии достоверно, как было на самом деле, и в результате оказаться под угрозой наказания и возможностью скрыть правду и тем самым избежать наказания. В случае необъективности соответствующие аварийные факторы могут остаться без внимания и привести к очередному происшествию. Одним из способов, позволяющим избежать ложной информации, является применение талонной системы предупреждения о случаях нарушений, не повлёкших за собой последствий. Водителя при этом не наказывают, а предупреждают (лишением талона) о недопущении подобных случаев впредь.

Применяют и другие способы получения достоверной информации о происшедшем и без наложения взысканий. К таким способам относятся: индивидуальные беседы руководителя с исполнителем, допускающим отклонения от правил или упрощения при

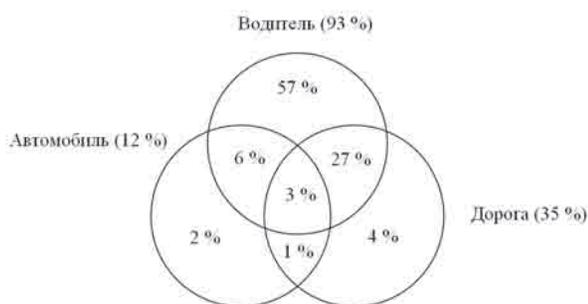


Рис. 1. Роль факторов риска и их сочетание в возникновении ДТП

их выполнении; разбор таких нарушений на рабочих собраниях с воздействием общественного мнения (возможно привлечение к данной работе ГИБДД) и др.

Как важный фактор, влияющий на вариативность принятых решений, следует отметить сложность условий функционирования водителей (особенно маршрутного пассажирского транспорта и автопоездов) и дорожных служб. В качестве примера в табл. 1 приведены данные по зависимости безопасности движения от состояния дорожного покрытия.

Таблица 1

**Влияние состояния дорожного покрытия на относительный уровень аварийности (риск ДТП)**

Состояние дорожного покрытия	Относительный уровень аварийности
Сухое чистое	1,0
Влажное чистое	1,3
Грязное	1,5
Покрытое твёрдым снегом	2,5
Покрытое снегом и льдом	4,4

В любую погоду, в любое время года, днём и ночью водители и работники дорожных служб должны обеспечить безопасность и безаварийный проезд. Каждый из них испытывает большие физические и психологические нагрузки, высокую ответственность за порученное дело, ибо оно связано с жизнью людей и сохранностью перевозимых людей и грузов. При этом большинство из них работают в зоне повышенной личной опасности. В табл. 2 приведены данные, свидетельствующие о влиянии загруженности транспортных магистралей на уровень ДТП.

Таблица 2

**Влияние уровня перегруженности на относительный уровень аварийности**

Уровень относительной перегруженности на дорогах общего пользования	Относительный уровень аварийности (число ДТП на 1 млрд авт.·км)
Менее 0,80	47,8
0,80–1,00	60,5
1,00–1,25	78,0
1,25–1,50	80,6
1,50–2,00	89,7
Более 2,00	103,9

Многочисленные данные убедительно свидетельствуют и о том, что главнейшим условием для обеспечения безопасности движения в перевозочном процессе является работоспособность человека.

Это, пожалуй, самое ёмкое условие для выполнения человеком возложенных на него обязанностей с соблюдением требований безопасности. Работоспособность зависит от предела физических и психологических возможностей человека. Некоторые из них могут быть оценены количественно как, например, острота зрения или сила мускулов. Другие определяются состоянием здоровья. Многие зависят от влияния усталости, утомлённости, потребления лекарств, наркотических средств или алкоголя.

Некоторое воздействие на человека могут оказывать и факторы, связанные с окружающей средой, такие как: шум, температура, вибрация или однообразие самого труда.

Результативность способности работать во многом зависит от знаний человека, его опыта и профессионализма, интереса к своей работе и удовлетворённость этой работой. На работоспособности сказываются и многие личные качества, в том числе:

- самодисциплина, как важный элемент организованной деятельности;
- самоуспокоенность, которая может притупить чувство опасности при повторении негативных факторов в работе;
- положительные и отрицательные эмоции.

Перечисленные факторы представляют собой сложные физиологические и психологические проявления. Их влияние на человека не имеет одномерной оценки. Некоторым из них даже не уделяется внимания в правилах и инструкциях. Несмотря на кажущуюся очевидность этих факторов, как показывает анализ, многие ДТП с тяжелейшими последствиями произошли из-за отсутствия необходимой работоспособности по указанным выше причинам.

Примером тому являются ДТП, допущенные из-за сна водителя в процессе управления автомобилем. В своём большинстве это случаи, когда водители не использовали по назначению время, отведённое для нормального отдыха и, как следствие – перед рейсом не обладали способностью бороться с надвигающимся на организм сном. В табл. 3 представлены результаты анализа влияния факта отдыха водителя на риск ДТП.

Таблица 3

**Влияние продолжительности суточного отдыха водителей на риск ДТП**

Продолжительность суточного отдыха водителей грузового АТС, ч	Относительный уровень аварийности (риск ДТП)
до 10,50	1,00
от 10,50 до 13,75	0,88
от 13,75 до 25,75	0,87
более 25,75	0,81

В заключение следует отметить наиболее значимые личностные качества водителя, связанные с управлением автомобилем:

- способность адаптироваться к меняющимся ситуациям и принимать такие решения, которые позволяют при наличии достаточной работоспособности обеспечить безопасность движения;
- обладание чувством самоконтроля, умением правильно оценивать свои действия и решать задачи в сложившихся ситуациях, не проявляя излишней самоуверенности и светливости;
- отсутствие страха перед возможными нештатными ситуациями, уверенность в их преодолении, ибо страх порождает растерянность и ошибочные действия;
- способность оценивать свои ошибки как оскорбление, нанесённое всему коллективу, как опаснейшую тенденцию к беде.

**Литература**

1. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов – М.: Изд-во АСВ, 2005. – с. 272.  
 2. Козубенко В.Г. Безопасность управления поездом – М.: Маршрут, 2005. – 320 с.

**ROLE OF HUMAN BEING IN ENSURING ROAD TRAFFIC SAFETY**

*Dr. Batishcheva O.M., Dr. Ganichev A.I. (Samara State Technical University)*

A system approach to the analysis of the complex dynamic system "driver – vehicle – road – environment" has been considered. Principal concern is a subjective factor. Causes of faults of an individual as a participant of road traffic have been marked along with personal qualities of a driver which guarantee an adaptation to the traffic situation.

Key words: human factor, complex system "driver-vehicle-road-environment", road traffic safety.

Рецензент: проф. А.Н. Романов (МАДИ-ГТУ). Статья поступила в редакцию 10.06.2008 г.

# Производственные проблемы в свете перспективы инновационного развития дорожной отрасли

*Д-р техн. наук, проф. В.С. БОРОВИК  
(Волгоградский ГАСУ)*

*Автором высказывается предположение, что в настоящее время при решении широкого круга производственных «проблем», интуиция играет ведущую роль в понимании сути и содержании того, что можно или следует считать производственной проблемой. Интуитивное понимание не способствует выделению главного, контролируемого результата при решении проблемы, не позволяет точно сформулировать цель, что особенно актуально в условиях перехода к инновационному типу развития. Проблема, как и задача, берет свое начало в проблемной ситуации, возникновение которой обусловлено появлением информации. Анализ проблемной ситуации создает предпосылки для преобразования её либо в задачу, либо в проблему. На основе разработанной концепции автором критически анализируются различные документы, и предлагаются правила выявления проблемных ситуаций, задач и проблем и алгоритм их решения.*

*Ключевые слова: производственные проблемы, инновационное развитие, дорожная отрасль, проблемная ситуация.*

При всем многообразии информации, отражающей изучение, исследование и разрешение производственных проблем, как правило, отсутствуют четкие указания на то в чем, собственно, авторы видят проблему, например [1–4]. Отсюда можно сделать предположение, что в настоящее время интуиция играет ведущую роль в понимании сути и содержании того, что можно или следует считать проблемой. Однако интуитивное понимание порождает ряд отрицательных последствий. Оно не способствует выделению главного – контролируемого результата при решении проблемы. Возникает вопрос, если не сформулирована проблема, то насколько точно можно сформулировать цель? Можно сделать осторожное предположение, что постановка цели в такой ситуации вероятность адекватного отображения реальной ситуации в организационно-хозяйственной системе не будет иметь достаточно высокого значения.

Производственная деятельность на интуитивном понимании проблемы расплывается на большом количестве частных. Очень сложно достаточно точно сосредоточить ресурсы, сбалансировать их потребление на наиболее ответственных участках, связанных с решением проблемы. Нечеткие формулировки дезориентируют членов коллектива. Неясное понимание мешает выделению главного направления работы, сбалансированности в использовании ресурсов, обоснованию и критическому анализу решения проблемы. Это сказывается на способах координации деятельности, ведет к существенному перерасходу ресурсов в организационно-хозяйственных системах.

Отсутствие сформулированной проблемы или недостаточно четко сформулированная проблема не способствует однозначному формулированию цели и стратегии развития предприятий дорож-

ной отрасли. Можно высказать сомнение в возможности выбора точной цели при отсутствии четко сформулированной проблемы.

Анализируя социально-экономические проблемы строительства и эксплуатации скоростных автомагистралей, возникающие в связи с предстоящим участием России в международном проекте, авторами документа перечисляются, по их мнению «проблемы»:

«- экономические последствия такого строительства с учетом сложных природно-климатических условий на значительной части российских территорий;

- необходимость обязательной параллельной реконструкции примыкающих местных дорог;

- проблемы окружающей среды и удовлетворения транспортных потребностей населения» [5].

Однако в чем конкретно заключаются «проблемы» не указываются и их формулировки не приводятся. По нашему мнению изложенная информация является перечнем факторов, которые могут оказать влияние на эффективность строительства и эксплуатации скоростных автомагистралей.

В этой связи представляет интерес выступление руководителя Росавтодора О.В. Белозерова, посвященное итогам 2005 г.: «Вместе с тем **проблема** финансирования дорожного хозяйства до конца не решена. Не определены эффективные целевые источники дорожного бюджета. Денег для глобальной реконструкции и строительства автодорог по-прежнему **не хватает**» (выделено мною Б.В.) Руководитель Росавтодора говоря о проблеме, указывает только на несоответствие объема имеющихся финансовых источников необходимому объему для глобальной реконструкции и строительства автомобильных дорог. Достаточно ли этой констатации, чтобы считать, что изложенная информация отражает существо проблемы? Попытаемся разобраться в этом вопросе.

В практической деятельности постоянно возникают ситуации, разрешение которых с помощью имеющихся средств, знаний и опыта затруднено [6]. В таких случаях принято говорить о том, что возникла проблема. Проблема, как и задача, берет свое начало в проблемной ситуации [7, 8]. Возникновение проблемной ситуации обусловлено появлением информации (рис. 1) [9, 10]. Анализ проблемной ситуации создает предпосылки для преобразования её либо в задачу, либо в проблему. Для наших дальнейших исследований будем считать достаточным такое деление проблемной ситуации при всем многообразии толкований понятия проблемы<sup>1</sup>.

По нашему мнению, в организационно-хозяйственных системах проблемная ситуация проявляется в информации о **несоответствии** реального результата желаемому, или реальных условий или средств желаемым. Несоответствие в таких системах возникает под влиянием информации, имеющей статус документа. Это может быть нормативный документ, акт, приказ, экспертное заключение, договор и т.д.

Виды проблемы в зависимости от области деятельности могут быть научными, производственными, экономическими, социальными, техническими, экологическими и др.<sup>2</sup> В своем исследовании мы не будем касаться концепции проблемы в научной области и сошлемся на мнение достаточно авторитетного источника, например на БСЭ.

По масштабу влияния производственные проблемы могут быть местными, региональными, отраслевыми, государственными, глобальными и т.д. (рис. 2). Для каждой области и масштаба влияния

<sup>1</sup> Например, БСЭ дает следующее толкование: **проблѣма** – задача; буквально – нечто брошенное вперед – сложный теоретический или практический вопрос, требующий разрешения, изучения, исследования. ЗАДАЧА [problem] в самой общей «канонической» форме – логическое высказывание) вида: «Дано У (т. е. заданные условия), требуется Ц (достижение некоторой цели)»; записывается: <У> Ц>. Если известны только условия, но неизвестна цель, то высказывание <У> –> образует неполную З., называемую **ситуацией**. В противоположном случае – тоже неполную З., называемую **проблемой**: <-> Ц>. [Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. Япдех 2003.]

<sup>2</sup> Аристотелем предложено деление проблем на три группы – проблемы практические, теоретические и такие, которые служат для достижения какой-либо истины.



Рис. 1. Структурная схема процесса преобразования проблемной ситуации.

проблемной ситуации необходим свой индивидуальный подход к решению. Вероятно, нерационально решать, например, научную проблему инструментами и методами решения производственных проблем и т.д.

Для нашего исследования представляют интерес проблемы, связанные с производственной деятельностью предприятий дорожной отрасли. Как правило, неточное определение областей, масштабов влияния, ошибки в учете условий, средств и времени, в которых возникла проблемная ситуация, приводит к псевдопроблеме. Проблема в отличие от псевдопроблемы позволяет обосновать и планировать конечный результат [6].

Методология и методика решения задач, преобразованных из проблемных ситуаций, разработаны достаточно детально, например [11]. Процесс распознавания и решения организационно-хозяйственных проблем не получил достаточно глубокого развития.

На наш взгляд, проблемная ситуация проявляется в ходе сравнения информации о результатах процессов, происходящих в производстве в текущий момент, с информацией о результатах, которые были запланированы ранее. Несоответствие значений сравниваемых параметров и отсутствие решения в данный конкретный момент времени обуславливает возникновение проблемной ситуации, если параметры этого несоответствия выходят за границы ранее установленных пределов. Например, в соответствии с контрактом между заказчиком и дорожно-строительным предприятием построена автомобильная дорога с гарантийными обязательствами на срок в пять лет. Через три года документально установлено, что по своему транспортно-эксплуатационному состоянию (ТЭС) дорога не соответствует нормативным требованиям. Гарантийные обязательства не выполнены. Установлено несоответствие текущего ТЭС дороги, запланированному ТЭС и по своим параметрам выходящему за ранее установленные пределы. Возникла проблемная ситуация.

Возникновение проблемы обуславливается информацией о несоответствии результатов производственной деятельности в текущий момент с результатами, которые планируются на перспективный период также, если это несоответствие выходит за границы установленных пределов. Например, из проблемной ситуации, изложенной выше, у руководства дорожно-строительного предприятия может быть два основных выхода.

1. Разработать проект ремонта с целью восстановления ТЭС автомобильной дороги и выполнить

комплекс работ в соответствии с проектом, т.е. решить задачу.

2. Отказаться от выполнения своих гарантийных обязательств, что создаст предпосылки для возникновения проблемы, так как заказчик представит соответствующие документы в арбитражный суд и дело, вероятнее всего, выиграет с последующими санкциями. Кроме того, для дорожно-строительного предприятия в будущем также возникнут сложности с заключением контрактов и т.д.

Предлагаемая нами концепция согласуется с позицией З.К. Авдеевой, которая, излагая метод выявления проблем, отмечает, что он основан на «оценке состояния управляемой системы по результатам сценариев саморазвития и управляемого развития» [12] (выделено мною Б.В.). По нашему мнению «результаты сценариев» можно рассматривать как информацию о возможных прогнозируемых событиях, т.е. планируемых на перспективный период.

Для иллюстрации можно привести также мнение Е.В. Моргунова, анализирующего проблемы управления рисками в России. Он отмечает, что «вопрос управления риском в России на современном этапе не отвечает передовым методикам управления, что в условиях современного развития общества и все ускоряющегося НТП приводит к провалам в управлении современным предприятием».

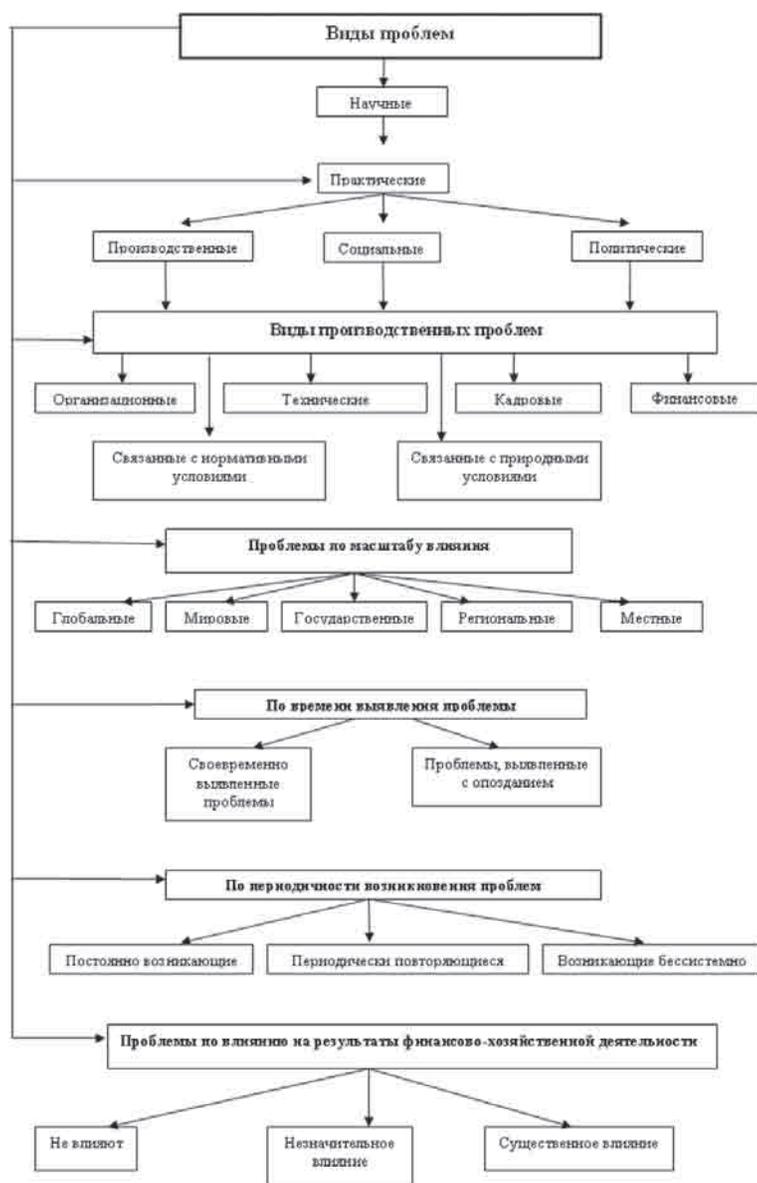


Рис. 2. Классификация производственных проблем.

ем. Следовательно, это приведет к замедлению развития предприятия, нанесению убытка в долгосрочной перспективе или полной ликвидации предприятия под конкурентным давлением. Для России данная проблема особенно актуальна в контексте вхождения на мировой рынок и присоединения к ВТО» [13] (выделено мною Б.В.). Во-первых, в приводимом примере констатируется несоответствие современного уровня управления рисками (уже существующим) передовым методикам, что свидетельствует о наличии проблемной ситуации. Во-вторых, проблема прогнозируется в связи с присоединением к ВТО. В третьих, предлагается уйти от проблемы путем решения задачи: «...необходимо внедрить современную систему управления предприятием и экономикой, что невозможно без построения современной подсистемы управления рисками, направленной на экстренные оперативные решения в условиях повышенной динамики рынка и высокой степени неопределенности, такого уровня, чтобы быстро перестроиться и составить равную конкуренцию на мировом».

Таким образом, общим свойством для проблемы и проблемной ситуации является информация о несоответствии результатов. Отличие проблемной ситуации от проблемы заключается в том, что возникновение проблемной ситуации обусловлено появлением информации о несоответствии запланированных результатов и результатов, имеющихся в текущий период времени, а проблемы – результатов текущего периода и прогнозируемого.

Следует подчеркнуть, что появление проблемной ситуации строго связано с целью и хозяйственной стратегией. Изменение цели и стратегии может либо привести к проблемной ситуации и в случае игнорирования её приведет к проблеме, либо к решению задачи. Инновационный путь развития дорожной отрасли обуславливает возникновение проблемных ситуаций, так как для обеспечения конкурентоспособности и необходимости выполнения больших объемов строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог необходимо ставить амбициозные цели. Отчетливое понимание процессов, происходящих в стране, отрасли, регионе, на рынке дорожных работ создает предпосылки для эффективного управления производством. Как показывают исследования для производственной деятельности важно не создавать проблем, а вовремя прогнозировать их возникновение, точно формулировать и выходить из проблемных ситуаций путем решения задач.

Информация о проблемной ситуации дает импульс для сбора, систематизации и анализа информации, позволяющей выйти на решение задачи или на формулирование проблемы. Для дальнейшего анализа важно отметить, что проблемная ситуация после разделения на задачи и проблемы может возникнуть вновь при решении задачи или проблемы. Возникновение проблемных ситуаций, решение задач и прогнозирование проблем – постоянно идущий процесс. Его можно сравнить с цепной реакцией.

Как правило, такие ситуации типичны при инновационном развитии производства, когда чрезвычайно ограничен объем информации о новых технологиях, материалах, процессах и необходимо прогнозировать различные ситуации. Кроме этого, определенная часть проблемных ситуаций может возникать из-за несоответствия знаний и необходимой квалификации рабочих и служащих предприятий потребностям современного производства. По исследованиям С.В. Панасенко, «...ключевой проблемой в процессе внедрения стратегического подхода к управлению персоналом является проблема недостатка знаний и умений» [14].

Считается, что в экономике, как и в других социальных науках, решаемые проблемы практически всегда относятся к так называемым слабоструктурированным проблемам [ill-structured problem] – качественная, не полностью поддающаяся детальному количественному анализу проблема. Поэтому исследование начинается с их качественного анализа, структуризации, т. е. расчленения на такие части, которые можно преобразовать в эквивалентные «хорошо определенные» задачи. Они решаются, а затем производится синтез проблемы на новом, более высоком уровне ее понимания [12]. В контексте нашего исследования вопросы экономики отрасли находятся на стыке науки и производства. Учитывая, что

для производства очень важно выходить из проблемных ситуаций на решение задач, слабоструктурированные проблемы не следует рассматривать, как объект для эффективного решения в рамках производственной системы. Тесно налаженные контакты производственных предприятий с научными организациями способствуют своевременному прогнозированию таких проблем и оперативному их решению соответствующими инструментами и методами. Таким образом, то, что для предприятия является проблемой, для научной организации – задача.

Столь детальное рассмотрение проблемы и проблемной ситуации связано с тем, что довольно часто за проблему принимается задача и, наоборот, столкнувшись с действительной проблемой, пытаются решить ее как задачу. Наиболее распространенное заблуждение проявляется в попытке решения непосредственно проблемной ситуации. Такое положение не способствует эффективному использованию времени и средств. В связи с этим достаточно точное разделение понятий проблемы и проблемной ситуации имеет для практики чрезвычайно большое значение.

Например, на парламентских слушаниях в Госдуме перечислены «четыре основные проблемы» дорожного хозяйства (выделено мною Б.В.):

1. Отсутствие специальных федеральных законов в области дорожного строительства и дорожного хозяйства, отставание с реализацией реформы технического регулирования в отрасли.
2. Сохранение ограничений для привлечения частных инвестиций в отрасль, формирования национальной системы платных автомобильных дорог.
3. Отсутствие адекватной базы финансирования дорожного комплекса.
4. Низкая эффективность расходования средств федерального бюджета, направляемых на дорожное хозяйство».

В приведенном перечне указаны не проблемы, а нечетко сформулированные проблемные ситуации, так как интуитивно понятно, что речь идет о несоответствии нормативной базы текущим потребностям, несоответствии базы финансирования текущим потребностям отрасли, несоответствии эффективности расходования средств бюджета текущим потребностям дорожного хозяйства.

Из проблемной ситуации необходимо четко выделить либо проблему, либо задачу. Выделить – это значит, прежде всего, точно сформулировать задачу или проблему. Наиболее однозначно это можно сделать при помощи хозяйственной стратегии и главной цели предприятия или организации. Возникновение проблемной ситуации связано с целью. Если для достижения ранее поставленной цели в конкретный момент времени выясняется не соответствие условий или средств, то это свидетельствует о возникновении проблемной ситуации. Инновационное развитие предполагает постановку целей, обуславливающих более напряженный режим функционирования организационно-хозяйственной системы. В основе инноваций, как правило, лежит более эффективное использование имеющихся средств (ресурсов) и условий производства. Поэтому можно с уверенностью констатировать, что инновационное развитие создает предпосылки для возникновения проблемных ситуаций и объективно способствует прогрессу производства.

Для практики чрезвычайно важно определить признаки и свойства проблемной ситуации. Необходимо определить основные требования, играющие важную роль в осмыслении и формулировании проблем, а также эффективные приемы их решения. Детальное изучение этих вопросов позволяет на ранней стадии выделить действительную проблему от псевдопроблемы.

Проблемная ситуация преобразуется в задачу если находится выход из этой ситуации с помощью информации об имеющихся средствах и условиях решения задачи (рис. 1). В противоположность задаче, проблема осознается как противоречивая ситуация. Она характеризуется необходимостью выполнения определенных действий, для которых в конкретный момент времени отсутствуют необходимая информация о возможных вариантах преобразова-

ния средств и условий для ее решения. Возникновение производственных проблем, как правило, связано с отсутствием информации о возможности выхода из проблемной ситуации путем решения задачи. Для получения такой информации необходимо выполнение комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [6].

Например, проблемная ситуация, связанная со снабжением щебнем строящихся объектов, значительно удаленных от железнодорожных и водных коммуникаций. Выйти из этой проблемной ситуации можно путем решения задачи – применением автомобильного транспорта.

Если отказаться от использования автомобильного транспорта, как весьма дорогостоящего способа доставки материалов, то проблемная ситуация преобразуется в проблему.

Одним из путей решения проблемы может быть, например, использование местных грунтов в качестве основания дорожной одежды. Однако информация о соответствующей эффективной технологии, удовлетворяющая нормативным требованиям в конкретный момент времени для конкретных условий, на предприятии отсутствует. Для решения этой проблемы необходимо провести исследования, испытания, производственные эксперименты, разработать технологию, нормативные документы, провести согласования, утверждения, приобрести необходимую технику и др. Возможен совмещенный вариант, когда одновременно с решением задачи, т.е. использованием автотранспорта решать проблему – вести комплекс НИР и ОКР.

Существенными свойствами проблемной ситуации являются – невозможность выполнения производственного задания в нужном объеме, либо с необходимым качеством или в заданное время.

Существенными признаками проблемной ситуации следует считать:

- несоответствие условий выполнения работы;
- несоответствие количества или качества ресурсов предъявляемым требованиям по выполнению работ;
- несоответствие реального и планируемого времени выполнения работы.

Причем в двух предприятиях с одинаковым профилем деятельности в силу различного уровня владения информацией одна и та же проблемная ситуация для одного оборачивается проблемой, а для другого задачей.

В качестве примера рассмотрим «Содержание **проблемы** и обоснование необходимости ее решения программными методами Подпрограммы «Автомобильные дороги» федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 гг.)» (выделено мною Б.В.).

«Развитие сети автомобильных дорог федерального и регионального значения в 2002–2005 гг. осуществлялось в рамках федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 гг.)», утвержденной постановлением Правительства российской федерации от 5 декабря 2001 г. № 848. В 2002–2005 гг. работы по строительству и реконструкции автомобильных дорог федерального и регионального значения были выполнены на 44%, а по проведению капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог – на 67%. Всего отремонтировано около 79,3 тыс. км автомобильных дорог федерального и регионального значения».

Наш комментарий. В приведенном пункте «проблем» констатируется только несоответствие выполненных объемов ранее установленным плановым заданиям. Это значит, что речь идет не о проблеме, а о проблемной ситуации. Из проблемной ситуации необходимо выделить задачи или сформулировать проблемы, а затем выбрать соответствующие инструменты для их эффективного решения.

Следующий пункт «содержания проблемы»: «Темпы дорожного строительства сегодня отстают от темпов роста автомобильного парка страны. Так, за 2002–2004 гг. протяженность автомобильных дорог федерального и регионального значения увеличилась на 3% при росте автомобильного парка страны на

20%. Рост парка автотранспортных средств сказывается на интенсивности движения автотранспортных потоков, которая за последние годы на опорной сети автомобильных дорог федерального и регионального значения возросла более чем в два раза. Расчеты показали, что около 48% общего объема перевозок по автомобильным дорогам федерального значения осуществляется в условиях превышения нормативного уровня загрузки этих дорог. Это приводит к росту затрат на автомобильные перевозки на 20–30% по сравнению с нормативными условиями движения. Проблемы нарастания отставания в развитии автомобильных дорог федерального и регионального значения по сравнению с ростом автомобильного парка создают угрозу ограничения экономического роста и замедления социального развития страны, приводят к возникновению системных транспортных заторов из-за недостаточной пропускной способности сети автомобильных дорог федерального и регионального значения. При сохранении существующих объемов дорожного строительства решение приоритетной задачи реконструкции и модернизации автомобильных дорог в составе международных транспортных коридоров будет завершено не ранее чем через 25–30 лет».

Наш комментарий. Констатируется несоответствие текущих показателей объема строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог ранее установленным плановым заданиям и несоответствие темпов развития автомобильных дорог темпам автотомобилизации, что является признаками проблемной ситуации. Проблема не сформулирована.

Третий пункт «содержания проблемы»: «Особое беспокойство вызывает состояние сети автомобильных дорог федерального и регионального значения. В 2004–2005 гг. ежегодно ремонтировалось около 16 тыс. км автомобильных дорог федерального и регионального значения, в том числе около 4 тыс. км автомобильных дорог федерального значения и 12 тыс. км автомобильных дорог общего пользования регионального значения (далее – автомобильные дороги регионального значения), что составляет около 30% нормативной потребности. Это означает, что не обеспечивается восстановление ежегодного износа автомобильных дорог федерального и регионального значения и начинается необратимый процесс разрушения государственного имущества, стоимость которого оценивается почти в 1 трлн рублей. Ремонт и восстановление автомобильных дорог федерального и регионального значения в таких условиях обойдется в 2,5–3 раза дороже, чем затраты на ремонт и модернизацию при своевременном их проведении».

Наш комментарий. Приводится описание проблемных ситуаций, проявляющихся в несоответствии выполненных объемов ремонтных работ ранее запланированным объемам. Пользуясь этой информацией, в зависимости от целей и стратегии управления следовало сформулировать либо задачи, либо проблемы. Однако стратегия отсутствует, и, следовательно, сформулировать проблемы весьма сложно.

Дальнейшая редакция «проблем» Подпрограммы «Автомобильные дороги» федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 гг.)» выполнена в том же стиле. Приводится обширный перечень проблемных ситуаций, непосредственное решение которых, как мы выяснили ранее, осуществлять весьма сложно. Чтобы убедиться в этом, достаточно обратиться к тексту документа.

## Выводы

1. В проанализированных документах при описании проблем, фактически излагаются проблемные ситуации, непосредственное решение которых весьма сложно.

2. Для эффективного выхода из проблемной ситуации необходимо сформулировать либо задачи, либо проблемы.

3. Как показывает практика для адекватного формулирования и решения проблемы необходимо выполнение следующих основных требований:

- Процесс решения проблемы должен быть управляемым.

- Необходимо наличие хозяйственной стратегии однозначно отражающей реальные возможности и главную цель.
- Проблема формулируется о конкретных реальных объектах, или предметных областях.
- Должно обязательно выполняться условие разрешимости проблемы.
- Следует установить результат, определяющий решение проблемы.
- Необходимо понимание сути проблемы, характера и взаимосвязей отдельных вопросов, составляющих проблему.
- Следует выделить критерии и наиболее существенный фактор, объединяющий все другие, и сосредоточиться на его решении.

### Литература

1. Экономическая энциклопедия. М.: Издательство «Советская энциклопедия». 1980.
2. Румянцева Е.Е. Новая экономическая энциклопедия. М.: Инфра. 2006.
3. Новый экономический словарь. М.: Институт новой экономики. 2006. и др.
4. Лукьянова В. Проблемы реформы технического регулирования. Стандарт и качество. 2006, № 12.
5. Ульянова Е.А. и др. Социально-экономические проблемы строительства и эксплуатации скоростных автомагистралей в России. Проблемы прогнозирования № 6, 2001.
6. Герасимов И.Г. Структура научного исследования. М., Мысль. 1985.
7. Краткий психологический словарь. М.: Издательство политической литературы. 1985.
8. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия. 1983.
9. Молодцов Д.А. Устойчивость принципов оптимальности. М.: Наука. 1987. С. 22.
10. «Информация есть обозначение содержания, полученного от внешнего мира в процессе преобразования его человеком». Логический словарь-справочник. М.: Наука. 1975. С. 212.
11. Теслинов А.Г. Развитие систем управления: методология и концептуальные структуры. М.: «Глобус». 1998.
12. Авдеева З.К. Методы формирования стратегий решения слабоструктурированных проблем на основе когнитивных моделей. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Институт проблем управления РАН. М.: 2006.
13. Моргунов Е.В. Проблема управления рисками в России. Научное обозрение. 2006. № 2. С. 122.
14. Панасенко С.В. Стратегический подход к управлению персоналом в некоммерческих организациях/ Управление персоналом. 2006. №5. С. 64.

### INDUSTRIAL PROBLEMS IN LIGHT OF PROSPECT INNOVATION DEVELOPMENT OF ROAD SECTOR

Prof., D.Sc. V. Borovik (VologradSCIU)

By the author the assumption expresses, that now at the decision of a wide circle of industrial «problems», the intuition plays a conducting role in understanding main point and contents that is possible or it is necessary to consider as an industrial problem. The intuitive understanding does not promote allocation main, controllable result at the decision of a problem, does not allow to precisely formulate the purpose, that is especially urgent in conditions of transition to innovation type of development. The problem, as well as task, takes the beginning in a problem situation, which occurrence is caused by occurrence of the information. The analysis of a problem situation creates the preconditions for transformation it either in a task, or in a problem. On the basis of the developed concept the author critically analyzes the various documents, and the rules of revealing of problem situations, tasks both problems and algorithm of their decision are offered.

Key words: industrial problems, innovation development, road sector, problem situation.

Рецензент: д-р техн. наук С.П. Романов (ВолгГАСУ). Статья поступила в редакцию 10.12.2007 г.

УДК 625.7.008.2

## Автоматизация обработки данных мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог

Канд. техн. наук Е.В. КАШЕВСКАЯ  
(Белорусский НТУ), инж. В.С. МАРГУНОВ  
(Белорусско-Российский Университет)

В статье рассмотрена автоматизация обработки данных социально-экономического и финансового мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог на основе матричной модели представления информации.

**Ключевые слова:** мониторинг процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог, программные средства, автоматизированные системы, матричная модель.

### Введение

Стратегическая задача управления качеством автомобильных дорог для предприятий дорожной отрасли заключается в обеспечении конкурентоспособности на рынке дорожно-строительных работ, сохранении рабочих мест, обеспечении высокого качества труда. Реализация этой стратегической задачи позволяет использовать критерии социально-экономического развития предприятий в качестве критериев мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог, поэтому анализ хозяйственной деятельности можно использовать как основной инструмент социально-экономического и финансового мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог.

### Современное состояние рассматриваемой задачи

В настоящее время анализ хозяйственной деятельности предприятий дорожной отрасли рассматривается только в качестве инструмента бухгалтерского аудита работы предприятия, т.е. фактически не учитывается влияние получаемых результатов социально-экономического и финансового мониторинга на процессы управления качеством продукции в дорожной отрасли (качество автомобильных дорог). Департамент «Белластор» является организацией с децентрализованной структурой управления, так как в его состав входит большое количество обособленных подразделений, имеющих юридическую независимость и обособленные балансы. При такой структуре большое количество управленческих решений принимается на тактическом и оперативном уровнях управления, руководителям этих уровней делегируются большие и важные полномочия, касающиеся всех функций управления.

При такой структуре руководители стратегического уровня редко проверяют повседневные решения. Поэтому контроль реализации управленческих решений по достижению плановых показателей социально-экономического развития предприятия должен стать обязательным. Причиной контроля становится необходимость выявления и решения возникших проблем, которые требуют своевременных предупреждающих или корректирующих действий. Главная задача заключается в организации эффективной обратной связи при принятии решения, способствующей обеспечению его реализации и необходимого развития для достижения желаемого результата деятельности предприятия.

### Визуализация данных мониторинга процессов инновационного управления

В рамках внутрифирменного управления, реализующего сочетание принципа централизации и децентрализации такого управления, возникает вопрос оптимизации контроля. Этой цели может послужить

мониторинг процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог. Инновационное управление – это управление, основанное на научно-обоснованных критериях мониторинга процессов управления качеством, позволяющее осуществить переход от системы контроля качества автомобильных дорог к системе обеспечения качества автомобильных дорог.

Управленческий мониторинг процессов инновационного управления является одним из главных инструментов выработки политики и принятия управленческих решений, обеспечивающих нормальное функционирование предприятия и достижение его целей в долгосрочной перспективе и текущей работе [1].

Основным содержанием мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог являются:

- сбор, обработка и анализ фактических результатов деятельности всех подразделений предприятия, сравнение их с плановыми показателями, выявление отклонений и причины этих отклонений;
- анализ причин отклонений текущей деятельности от запланированного поведения предприятия и теоретическое (научное) обоснование возможных тенденций их развития;
- разработка мероприятий, необходимых для достижения намеченных целей (желаемого результата деятельности) предприятия и принятия корректирующих управленческих решений;
- создание системы отчетности на предприятии, проверка и анализ этой отчетности по результатам хозяйственной деятельности предприятия в целом и каждого отдельного подразделения.

Система мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог должна базироваться на организации системы учета и отчетности финансовых и производственных показателей деятельности, а так же на организации и проведении их анализа.

Для повышения эффективности анализа результатов мониторинга важнейшим является правильная визуальная подача информации, формирующая образ состояния управляемого объекта (концептуальная модель) [2, 3]. На следующем этапе руководитель осуществляет мысленное сравнение концептуальной модели и теоретической. По результатам сравнения принимается управленческое решение.

Полнота концептуальной модели процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог и ее адекватность отображаемому объекту зависят от адекватности информационной и концептуальной моделей [4, 5, 6], потенциал и резервы которой практически не используются в традиционной схеме информационной поддержки руководителей дорожной отрасли. Процесс визуализации процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог делает их «прозрачными» для руководителя, принимающего корректирующие и предупреждающие действия.

С учетом психологических особенностей активного участия человека в контуре диалогового управления, должны быть сформулированы основные требования индикаторам [7, 8, 9].

В практике внутрифирменного мониторинга процессов инновационного управления необходимо использовать две формы управленческого контроля: финансовый мониторинг процессов инновационного управления (общий управленческий мониторинг процессов инновационного управления) и оперативный (административный) мониторинг процессов инновационного управления. Финансовый мониторинг процессов инновационного управления необходимо организовать на основе действующей системы финансовой отчетности дорожно-строительного (дорожно-эксплуатационного) предприятия. Число показателей и сроки предоставления отчетности определяются формами статистической отчетности [10].

Финансовый мониторинг процессов инновационного управления необходимо организовать через функциональные подразделения на различных уровнях управления (на уровне головного предприятия и на уровне отделов бухгалтерии и планирования в филиалах).

Функциональные подразделения должны обеспечивать сбор и анализ соответствующей отчетной информации за установленный системой мониторинга процессов инновационного управления период – чаще всего отчетный период. Финансовый анализ должен проводиться отдельно по каждому подразделению и по предприятию в целом.

Взаимосвязь отчетности по финансовому контролю с показателями планирования позволит одновременно организовать и мониторинг процессов инновационного управления выполнения плановых показателей подразделений, а также предприятия в целом. Добиться такого эффекта позволяет предложенная белорусскими экономистами В.А. Анташовым и Г.В. Уваровой матричная модель анализа и оценки производственно-хозяйственной деятельности предприятия [11], которая одновременно служит и средством моделирования, и средством взаимодействия с прикладной компьютерной программой, что является признаком высокой эффективности информационной модели-индикатора [12].

Повышение роли мониторинга процессов инновационного управления при выполнении плановых заданий должно поддерживаться использованием автоматизированной системы передачи информации, которая позволит проводить сбор, обработку и анализ отчетной документации мониторинга адресно, а также оперативно выявлять отклонения и причины их возникновения для принятия срочных решений как централизованно, так и децентрализованно.

Применение информационных технологий на базе автоматизированных информационных систем сбора, обработки и распределения информации будет способствовать усилению централизации и оперативности мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог на предприятиях дорожной отрасли, их структурных подразделениях с одновременным применением децентрализованного оперативного мониторинга их деятельности.

Для автоматизации анализа и оценки эффективности хозяйственной деятельности дорожных предприятий матричным методом специалистами ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» было разработано программное обеспечение «Матричный анализ эффективности деятельности предприятия».

#### Постановка задачи и проектирование программного продукта

Основной задачей является разработка программного обеспечения «Матричный анализ эффективности деятельности предприятия». Данная программа разрабатывается в локальном варианте. Программный продукт предназначен для решения вопросов по анализу и оценке эффективности хозяйственной деятельности дорожных предприятий. Он продукт должен быть прост в использовании, иметь полноценный графический интерфейс, развитую систему отслеживания и предупреждения возможных ошибок пользователя, что повысит надежность программы и ускорит процесс обработки вводимых данных.

Также должен быть предусмотрен вывод на печать документов необходимых для подтверждения операций, производимых пользователем в программе (формы исходных данных, матричные модели, отчеты с результатами анализа за различные периоды). Печать должна осуществляться как на локальных, так и на сетевых печатающих устройствах.

Поскольку программа написана с помощью языка программирования Visual Basic for Applications входящего в пакет Microsoft Office 97-2007, то она предназначена для использования в операционных системах Windows 95, 98, 2000, Me, XP. Соответственно и аппаратные средства должны поддерживать описанные выше операционные системы, т.е. это относится к IBM-совместимым компьютерам и компьютерам, эмулирующих работу ОС Windows.

Проанализировав поставленную задачу можно выделить ряд подзадач: приведение исходных данных в соизмеримые значения (применение коэффициентов корреляции); построение матричных моделей на основании исходных данных (пример матричной модели показан в табл. 1); анализ полученных показателей; составление отчетов.

Анализ и оценка эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия проводятся в три этапа:

- а) динамика изменения количественных результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятия за заданный период;
- б) блочные и обобщающие (интегрированные) оценки эффективности и интенсивности работы предприятия;
- в) факторный анализ основных результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

На первом этапе на основании динамики изменения количественных результатов - хозяйственной деятельности и затраченных ресурсов делают вывод о сбалансированности развития и об использовании ресурсов.

Анализ количественных результатов деловой активности (матрица относительных и индексных значений) проводится на базе результатов производства продукции. Форма исходных данных для анализа эффективности производственно-хозяйственной деятельности приведена в табл. 2.

Показатели ресурсоемкости характеризуют техническую эффективность производства и отражают технологию и технико-экономическую сторону производства. По ним можно судить о конкурентоспособности продукции. При эффективной работе предприятия ресурсоемкость продукции должна снижаться. Формы показателей ресурсоемкости и динамика ее изменения приведены в табл. 3 и 4.

Показатели ресурсоемкости, расположенные над главной диагональю матрицы, при эффективном производстве должны показывать тенденцию к снижению, и их индексное значение должно быть меньше единицы.

Экономические показатели, приведенные в матрицах, характеризуют технико-экономические условия производства, а степень использования ресурсов зависит от технико-организационного уровня производства, то

Матричная модель анализа и оценки

	Прибыль	Добавленная стоимость (ДС)	Товарная продукция (ТП)	Полная себестоимость (ПС)	Материальные затраты (МЗ)	Основные фонды (ОФ)	Фонд оплаты труда (ФОТ)	Численность персонала ср. (ЧП)
	86 052	140 848	384 544	298 492	243 696	326 243	53 550	2 179
Прибыль	*	Съем ДС с 1 руб. прибыли	Съем ТП с 1 руб. прибыли	Затратоёмкость прибыли	Материалоёмкость прибыли	Фондоёмкость прибыли	Зарплатоёмкость прибыли	Трудоёмкость прибыли
86 052		1,6368	4,4687	3,4687	2,8320	3,7912	0,6223	0,0253
Добавленная стоимость (ДС)	Рентабельность ДС	*	Съем ТП с 1 руб. ДС	Затраты на 1 руб. ДС	Материалоёмкость ДС	Фондоёмкость ДС	Зарплатоёмкость ДС	Трудоёмкость ДС
140 848	0,6110		2,7302	2,1192	1,7302	2,3163	0,3802	0,0155
Товарная продукция (ТП)	Рентабельность ТП	Удельный вес ДС в ТП	*	Затраты на 1 руб. ТП	Материалоёмкость ТП	Фондоёмкость ТП	Зарплатоёмкость ТП	Трудоёмкость ТП
384 544	0,2238	0,3663		0,7762	0,6337	0,8484	0,1393	0,0057
Полная себестоимость (ПС)	Рентабельность затрат	Затратоотдача по ДС	Затратоотдача по ТП	*	Соотношение МЗ и ПС	Соотношение ОФ и ПС	Соотношение ФОТ и ПС	Соотношение персонала и ПС
298 492	0,2883	0,4719	1,2883		0,8164	1,0930	0,1794	0,0073
Материальные затраты (МЗ)	Рентабельность МЗ	Материалоотдача по ДС	Материалоотдача по ТП	Закрепленность ПС за МЗ	*	Соотношение ОФ и МЗ	Соотношение ФОТ и МЗ	Соотношение персонала и МЗ
243 696	0,3531	0,5780	1,5780	1,2249		1,3387	0,2197	0,0089
Основные фонды (ОФ)	Рентабельность фондов	Фондоотдача по ДС	Фондоотдача по ТП	Закрепленность ПС за ОФ	Закрепленность МЗ за ОФ	*	Соотношение ФОТ и ОФ	Соотношение персонала и ОФ
326 243	0,2638	0,4317	1,1787	0,9149	0,7470		0,1641	0,0067
Фонд оплаты труда (ФОТ)	Рентабельность зарплат	Зарплатоотдача по ДС	Зарплатоотдача по ТП	Закрепленность ПС за ФОТ	Закрепленность МЗ за ФОТ	Закрепленность ОФ за ФОТ	*	Соотношение персонала и ФОТ
53 550	1,6069	2,6302	7,1810	5,5741	4,5508	6,0923		0,0407
Численность персонала ср. (ЧП)	Рентабельность персонала	Производительность по ДС	Производительность по ТП	Затрато-вооруженность персонала	Материало-вооруженность персонала	Фондо-вооруженность персонала	Средняя за период оплата персонала	*
2 179	39,4915	64,6388	176,4773	136,9858	111,8385	149,7214	24,5755	

Таблица 2

Исходные данные матричного анализа эффективности деятельности

Период (кв. / год)	Прибыль	Добавленная стоимость (ДС)	Товарная продукция (ТП)	Полная себестоимость (ПС)	Материальные затраты (МЗ)	Основные фонды (ОФ)	Фонд оплаты труда (ФОТ)	Численность персонала ср. (ЧП)
I кв.	86 052	140 848	384 544	298 492	243 696	326 243	53 550	2 179
II кв.	84 975	140 765	435 286	350 311	294 521	329 495	68 026	2 235
III кв.	56 398	115 566	386 320	329 922	270 754	342 729	65 524	2 264
IV кв.	192 011	296 468	778 608	586 597	48 214	434 557	103 438	2 264
Структура доходов и затрат (%)								
I кв.	22	37	100,0	78	63	1,179	14	
II кв.	20	32	100,0	80	68	1,321	16	
III кв.	15	30	100,0	85	70	1,127	17	
IV кв.	25	38	100,0	75	6	1,792	13	

Таблица 3

есть отражает и результаты организационного мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог.

На втором этапе анализа оценивают, насколько эффективно использовались ресурсы и какой «ценой» достигнуты результаты. Для этого используют обобщающие блочные и интегрированные оценки эффективности и интенсивности, которые рассчитываются на базе индексной матрицы. Они оценивают тесноту связи между затратами и результатами, между затратами и ресурсами и располагаются под главной диагональю матрицы. Форма обобщающих блочных и интегрированных оценок эффективности показана в табл. 5.

Каждый из них имеет свое экономическое содержание:

A1 – блок взаимосвязей между результатами хозяйственной деятельности;

A2 – блок преобразования ресурсов и затрат в конечные результаты, отдача от ресурсов;

A3 – блок взаимосвязей между ресурсами и затратами.

Сравнение блочных и интегрированных оценок эффективности производственно-хозяйственной деятельности позволяет выявить период, в котором предприятие работало более успешно и эффективно, и ответить на вопрос, по каким позициям в различные периоды достигнуты наилучшие результаты, определяемые по минимальной сумме баллов.

Оценка эффективности управления ресурсами и процессами является центральным ядром матричной модели.

Эффективность использования производственных ресурсов проявляется в трех измерениях:

Показатели ресурсоёмкости

Период (кв./год)	Затраты на 1 руб. ТП	Материалоёмкость ТП	Фондоёмкость ТП	Зарплатоёмкость ТП	Трудоёмкость ТП
I кв.	0,7762	0,6337	0,8484	0,1393	0,0057
II кв.	0,8048	0,6766	0,7570	0,1563	0,0051
III кв.	0,8540	0,7009	0,8872	0,1696	0,0059
IV кв.	0,7534	0,6192	0,5581	0,1328	0,0029

Таблица 4

Динамика изменения ресурсоёмкости

Период (кв./год)	Затраты на 1 руб. ТП	Материалоёмкость ТП	Фондоёмкость ТП	Зарплатоёмкость ТП	Трудоёмкость ТП
Абсолютные изменения показателей доходов и затрат (млн.руб.)					
II кв./I кв.	1,0368	1,0677	0,8922	1,1222	0,9061
III кв./II кв.	0,0612	1,0358	1,1720	1,0853	1,1414
IV кв./III кв.	0,8822	0,8835	0,6291	0,7833	0,4962

- в объеме и качестве произведенной и реализованной продукции;
- в величине потребления или затрат ресурсов на производство (себестоимости продукции);
- в величине примененных ресурсов (авансированных для хозяйственной деятельности основных и оборотных средств).

Блочные и обобщающие оценки интенсивности и эффективности

Период (кв./год)	Блочные оценки						Интегрированные оценки				Итого	
	взаимосвязей конечных результатов (A1)	место	преобразование затрат в результаты (A2)	место	взаимосвязей затрат и результатов (A3)	место	интенсивности	место	эффективности	место	сумма	место
I кв.	0,9144	2	0,9215	2	1,0546	2	0,9180	2	0,9635	2	10	2
II кв.	0,8271	3	0,8123	3	0,9641	1	0,8197	3	0,8678	3	13	3
III кв.	1,4297	1	1,8878	1	1,3268	3	1,6588	1	1,5481	1	7	1

При «здоровом» развитии предприятия значение блочной оценки взаимосвязи конечных результатов (A1) должно составлять либо 0,99., либо 1,01 (нормальное значение). Если полученные индексы оказываются ниже их нормальных значений, это означает, что в данный период более быстрыми темпами росли затраты на производство. Если полученные индексы превышают нормальные значения, то, скорее всего, результаты достигнуты, в основном, за счет ценового фактора (роста цен на готовую продукцию), а не за счет более эффективной работы предприятия.

На факторном анализе основываются управление процессами и конечными результатами деятельности предприятия, а также поиск резервов.

Суждение об эффективности основывается на системе взаимосвязанных оценок. Для руководителя такую информацию желательно подготовить в виде схемы, на которой представлены важнейшие взаимосвязи. Схема создает наглядность детализации общего изменения прибыли и позволяет локализовать причины изменения прибыли или убытков. Подобные схемы можно составлять для большинства важных показателей деятельности предприятия.

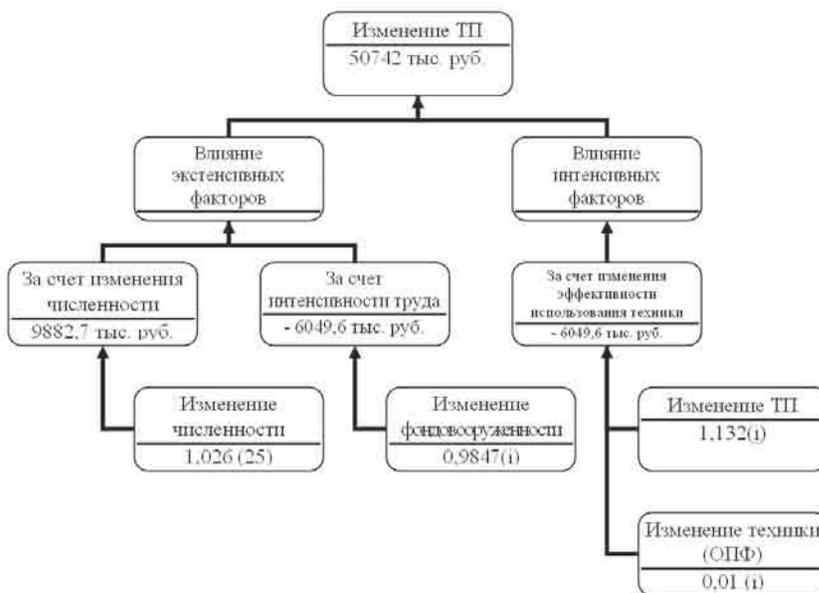


Схема взаимосвязанных оценок

**Заключение**

Использование большого объема информации предполагает обязательное применение при выработке управленческих решений современных компьютерных технологий, основанных на использовании баз данных, поэтому:

- для оптимизации и повышения эффективности корректирующих и предупреждающих действий представляется особенно важным использование диалоговых графических моделей для инновационного управления качеством автомобильных дорог;
- автоматизацию обработки данных анализа хозяйственной деятельности - основного инструмента социально-экономического и финансового мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог целесообразно осуществить с применением матричной модели анализа и оценки производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

**Литература**

1. Гончаров, В.И. Менеджмент: Учебное пособие / В.И. Гончаров. – Мн.: Мисанта, 2003. – 624 с.
2. Ваганян, Г. Исследование возможностей применения машинной графики в управлении и планировании строительством. автореферат дисс. канд. техн. наук, – М., ЦН ПИАСС, 1980.
3. Ваганян, Г. Человеко-машинное графическое моделирование в управлении социально-экономическими процессами / Г. Ваганян // В сб. АОН при ЦК КПСС // Математическое моделирование социальных процессов. – М., 1989.
4. Вудвордс, Р.С. Экспериментальная психология / Р.С. Вудвордс. – М.: Иностранная литература, 1950.
5. Котик, М.А. Курс инженерной психологии / М.А. Котик // Таллин: Валгус, 1978.
6. Зенкин, Г.М. Функциональная организация зрительного процесса и принцип Гештальта / Г.М. Зенкин, А.П. Петров // В сб.: Интеллектуальные процессы и их моделирование. – М.: Наука, 1987.

7. Глезер, В.Д. Зрение и мышление / В.Д. Глезер. – Л.: Наука, 1985.
8. Грегори, Г. Разумный глаз / Г. Грегори. – М.: Мир, 1972.
9. Зинченко, В.П. Функциональная структура зрительной памяти / В.П. Зинченко, Б.М. Величковский, Г.Г. Вутевич. – М.: МГУ, 1980 – 260 с.
10. Самсонова, С.С. Формирование управленческой отчетности как инструмент управления предприятием / С.С. Самсонова // Планово-экономический отдел, 2006, № 2, С. 60.
11. Анташов, В.А. Система взаимосвязанных показателей для оценки экономики предприятия / В.А. Анташов, Г.В. Уварова // «Экономика. Финансы. Управление», № 10 – 2006. – С. 87–100.
12. Ваганян, Г.А. Виртуальные технологии менеджмента (системотехника электронного управления) / Г.А. Ваганян, О.Г. Ваганян // монография. – Ер.: Нжар, – 2005. – 368 с.

**AUTOMATION OF DATA PROCESSING FOR MONITORING OF INNOVATION PROCESSES OF ROAD MANAGEMENT QUALITY**

By Dr. Ye.V.Kashevskaya (Byelorussian National Technical University, Minsk), engineer V.S. Margunov (Byelorussian - Russian University, Mogilyev)

In the paper the automation of data processing of socio-economic and financial monitoring of processes innovation processes of road management quality is considered on the basis of matrix model of representation of the information.

Key words: road sector, product quality control, innovation, monitoring, socio-economic monitoring, ecologically-engineering monitoring, activity of the enterprises.

Рецензент: д-р техн. наук В.С. Боровик. Статья поступила в редакцию 17.07.2008 г.

## Оптимизация работы мобильных парков дорожных машин

Д-р военных наук, проф. Ю.А. МАЛЬЦЕВ,  
аспирант А.В. МЯСНИКОВ  
(Военно-технический университет)

Постоянное удаление головных участков строящейся автомобильной дороги от района размещения парка строительных машин влечет за собой дополнительные расходы на холостые пробеги техники и охрану машин, оставляемых в конце смены на трассе. Решение проблемы облегчается при использовании мобильных парков машин, однако организация таких парков требует решения дополнительных вопросов, в частности, какова периодичность перемещения парка в новый район и каков максимальный «радиус действия» парка с одной стоянки; какое количество техники должно быть в парке чтобы он обладал высокой мобильностью и не требовал больших затрат на подготовку нового района базирования и т.п. Указанные вопросы недостаточно проработаны в научно-методическом плане. В статье излагаются подходы к их решению с использованием экономико-математических методов.

**Ключевые слова:** мобильные парки машин, оптимизация.

Автомобильная дорога как линейно-протяженный объект строительства предъявляет особые требования к размещению и организации работы производственных предприятий и парков машин. Поскольку головные участки строящейся дороги постоянно удаляются от районов размещения АБЗ, карьеров, ЦБЗ, возрастает дальность доставки материалов, конструкций, что удорожает стоимость строительства. Кроме того, существует предельная дальность транспортировки по технологическим соображениям (недопустимость остывания горячей асфальтобетонной смеси ниже предельного значения, расслоение бетонной смеси и т.п.). Это требует периодического перемещения указанных предприятий, приближения их к объектам работ. Мобильность объектов производственной базы, в свою очередь, влияет на структуру предприятия и состав его оборудования (громоздкие стационарные заводы трудно и дорого перебазируть).

Указанные соображения в полной мере относятся к паркам дорожных и строительных машин. Организация мобильного парка требует решения ряда вопросов, в частности:

- какова периодичность перемещения парка в новый район, и каков максимальный «радиус действия» парка с одной стоянки;
- какое количество техники должно быть в парке, чтобы он обладал высокой мобильностью и не требовал больших затрат на подготовку нового района его перебазирования (здесь могут рассматриваться два варианта: иметь всю необходимую технику на собственном балансе или часть этой техники, прежде всего транспортных средств, арендовать у автотранспортных предприятий);
- какой производительностью должны обла-

УДК

дать элементы парка (пункты заправки, технического обслуживания и ремонта и другие).

Решение указанных вопросов на практике чаще всего осуществляется на основе опыта и интуиции, что влечет за собой существенные потери либо от недостатка техники на головных участках дороги, простоя фронта работ, либо от дополнительных затрат на перебазирование парка. Эти потери можно существенно снизить за счет применения экономико-математических методов и моделей при обосновании решений на организацию парка машин.

Авторами статьи предложены методы обоснования состава мобильного парка с применением моделей массового обслуживания и управления запасами. Они изложены в работах [1, 2]. При этом модели массового обслуживания использованы для обоснования состава пункта заправки техники, пункта технического обслуживания и ремонта; модели управления запасами позволили рассчитать запасы горюче-смазочных материалов, ремонтных и других материальных средств.

В статье излагается модель экстремального анализа, рекомендуемая для обоснования частоты перемещения мобильного парка и радиуса его действия с одной стоянки.

Математическая постановка задачи сводится к нахождению оптимального значения радиуса действия парка с одной стоянки ( $R_{\text{пар}}$ ). Для этого используется зависимость вида:

$$T_n = f(R_{\text{пар}}, C_{1 \text{ км}}^{\text{доп}}) \quad (1)$$

где  $T_n$  – время работы парка на одном месте (время между двумя очередными перебазированиями);  $C_{1 \text{ км}}^{\text{доп}}$  – стоимость 1 км дороги с учетом ее строительства при нахождении парка на одном месте.

Постановка задачи иллюстрируется рис. 1.

Затем рассчитывается общее количество машин в парке, которые задействуются на производстве строительных работ. Далее вся используемая техника разбивается на две группы:

1. Машины, возвращающиеся в парк в конце суток для обслуживания и хранения (как правило, это экскаваторы и транспортные средства);
2. Машины, остающиеся в межсменный период на линии или специально отводимой площадке на дороге (асфальтоукладчики, катки).

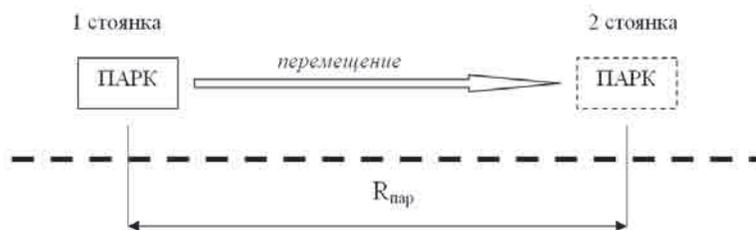


Рис. 1. Расчетная схема для определения оптимального радиуса использования парка ( $R_{\text{пар}}$ )

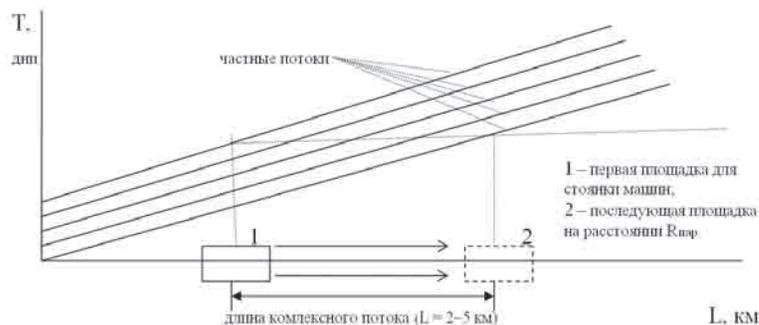


Рис. 2. Расчетная схема определения периодичности устройства стояночных площадок на основе линейного графика производства работ.

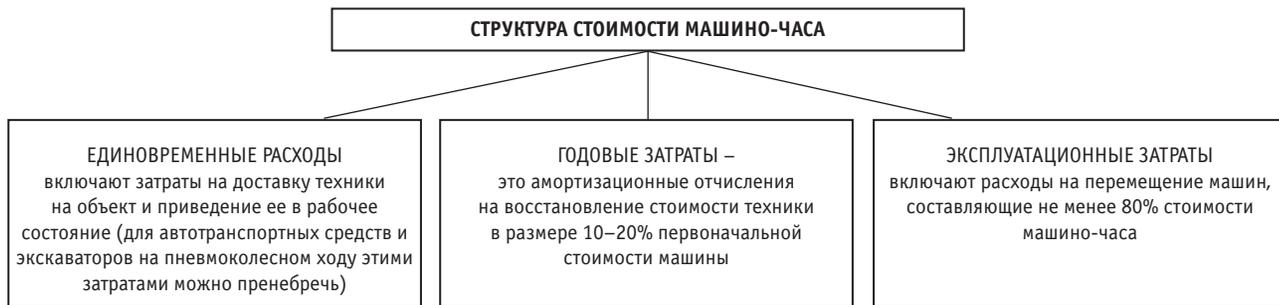


Рис. 3. Структура стоимости машино-часа строительных машин.

Первая группа техники требует дополнительных расходов на ежедневное перемещение к объектам работ и обратно, причем эти расходы увеличиваются с возрастанием  $R_{\text{пар}}$ . Стоимость пробега по маршруту «парк – объект работ» и обратно может быть определена по сборнику сметных цен (ССЦ). Затраты на хранение машин второй группы будут складываться из размера заработной платы персонала охраны (который рассчитывается как произведение суточной ставки охранников на время нахождения парка на одном месте), а также затрат на подготовку площадок стоянки машин (если они необходимы). Такие стоянки могут потребоваться при полностью развернутом строительном потоке, длина которого может составлять от 2 до 5 км (рис. 2).

Среднюю длину потока можно условно принять равной 3,5 км. При этом количество стоянок техники, оставляемой на дороге при нахождении парка в одном районе, составит:

$$N_{\text{Площ}} = \frac{R_{\text{пар}}}{3,5} \quad (2)$$

Тогда стоимость хранения техники 2-й группы на дороге в рабочее время составит:

$$C_{\text{Хр}}^{\text{Т2}} = \frac{C_{1\text{сут}}^{\text{опр}} \cdot n_{\text{опр}} \cdot R_{\text{пар}}}{V_{\text{пот}}} + C_{\text{Пл}} \cdot N_{\text{Площ}}, \quad (3)$$

где  $C_{1\text{сут}}^{\text{опр}}$  – суточный тариф охранника;  $n_{\text{опр}}$  – количество охранников;  $V_{\text{пот}}$  – скорость строительного потока;  $C_{\text{Пл}}$  – стоимость устройства одной площадки хранения,  $N_{\text{Площ}}$  – количество площадок.

Возвращаясь к зависимости (1) целевую функцию с учетом затрат на перемещение техники на линии можно записать в виде:

$$C_{1\text{км}}^{\text{дор}} = C_{\text{М}} + C_{\text{ТР}}^{\text{Т1}} + C_{\text{Хр}}^{\text{Т2}} + C_{\text{Мд}}^{\text{Т1}} \rightarrow \min \quad (4)$$

где  $C_{\text{М}}$  – стоимость материалов (не зависит от  $R_{\text{пар}}$ );  $C_{\text{Мд}}^{\text{Т1}}$  – стоимость демонтажа, перебазирования и монтажа парка на новом районе, отнесенная к стоимости 1 км дороги, определяемая по формуле:

$$C_{\text{Мд}}^{\text{Т1}} = \frac{C_{\text{Мд}}^{\Sigma}}{R_{\text{пар}}}, \quad (5)$$

где  $C_{\text{Мд}}^{\Sigma}$  – суммарная стоимость демонтажа и монтажа сооружений и оборудования парка, руб.

$C_{\text{ТР}}^{\text{Т1}}$  – затраты на пробег машин 1-й группы до места выполнения работ и их возвращение по окончании работ. Эту стоимость можно найти как часть стоимости машино-часа машин первой группы. Структура стоимости машино-часа складывается из трех групп затрат (рис. 3).

Следовательно, доля затрат на перемещение техники и возвращение ее назад будет определяться по формуле:

$$C_{\text{ТР}}^{\text{Т1}} = \sum_{i=1}^n \frac{0,85 \cdot C_{\text{Мчи}} \cdot N_i^{\text{Т1}} \cdot R_{\text{пар}}}{V_i}, \quad (6)$$

где  $n$  – количество видов машин 1-й группы;  $C_{\text{Мчи}}$  – стоимость машино-часа  $i$ -го вида машин;  $N_i^{\text{Т1}}$  – количество машин на автомобильном ходу  $i$ -го вида;  $V_i$  – средняя скорость движения техники от парка до места производства работ. Коэффициент 0,85 – коэффициент использования рабочего времени.

**Количество техники для устройства конструктивных слоев дороги**

Наименование	Количество	Стоимость м-часа, руб.
<b>1 группа</b>		
Экскаваторы	6	162,46
Автосамосвалы	54	81,00
Автогрейдеры	6	145,80
Поливомоечные машины	6	100,94
Автогудронаторы	2	113,66
<b>2 группа</b>		
Асфальтоукладчики	2	123,83
Катки самоходные	14	62,39
Бульдозеры	4	98,44

С учетом выражений (2), (3), (5) и (6) целевая функция (4) примет вид:

$$C_{1\text{км}}^{\text{дор}} = C_{\text{М}} + \sum_{i=1}^n \frac{0,85 \cdot C_{\text{Мчи}} \cdot N_i^{\text{Т1}} \cdot R_{\text{пар}}}{V_i} + \left( \frac{C_{1\text{сут}}^{\text{опр}} \cdot n_{\text{опр}}}{V_{\text{пот}}} + \frac{C_{\text{Пл}}}{3,5} \right) \cdot R_{\text{пар}} + \frac{C_{\text{Мд}}^{\Sigma}}{R_{\text{пар}}} \rightarrow \min \quad (7)$$

Для удобства расчета примем следующие обозначения:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{0,85 \cdot C_{\text{Мчи}} \cdot N_i^{\text{Т1}}}{V_i} \quad (8)$$

$$B = \frac{C_{1\text{сут}}^{\text{опр}} \cdot n_{\text{опр}}}{V_{\text{пот}}} + \frac{C_{\text{Пл}}}{3,5} \quad (9)$$

С учетом этих обозначений зависимость (7) примет вид:

$$C_{1\text{км}}^{\text{дор}} = C_{\text{М}} + A \cdot R_{\text{пар}} + B \cdot R_{\text{пар}} + \frac{C_{\text{Мд}}^{\Sigma}}{R_{\text{пар}}} \rightarrow \min \quad (10)$$

Продифференцировав формулу (10) по  $R_{\text{пар}}$ , получим:

$$\frac{dC_{1\text{км}}^{\text{дор}}}{dR_{\text{пар}}} = A + B - \frac{C_{\text{Мд}}^{\Sigma}}{R_{\text{пар}}^2} = 0 \quad (11)$$

Решение зависимости (11) позволяет получить формулу оптимального радиуса действия парка с одной стоянки:

$$R_{\text{пар}} = \sqrt{\frac{C_{\text{Мд}}^{\Sigma}}{A + B}} \quad (12)$$

Подставив в выражение (12) значения  $A$  и  $B$  запишем формулу определения  $R_{\text{пар}}$  в окончательном виде:

$$R_{\text{пар}} = \sqrt{\frac{C_{\text{Мд}}^{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{0,85 \cdot C_{\text{Мчи}} \cdot N_i^{\text{Т1}}}{V_i} + \frac{C_{1\text{сут}}^{\text{опр}} \cdot n_{\text{опр}}}{V_{\text{пот}}} + \frac{C_{\text{Пл}}}{3,5}}} \quad (13)$$

Покажем работоспособность формулы (13) на примере. Допустим:  $C_{пл} = 5500$  руб.;  $n = 5$  видов;  $V_{пот} = 0,25$  км/сут.;  $V_i = 30$  км/ч = 720 км/сут.;  $C_{мд}^{\Sigma} = 3\,941\,500$  руб.;  $C_{1сут}^{охр} = 11,77$  руб.  $\times 14$  ч = 164,78 руб. (14 ч – продолжительность периода охраны техники на линии между сменами). Данные о количестве машин и стоимости их машино-часов (в базовых ценах 2001 г.) приведены в таблице.

Для охраны 20 машин 2-й группы необходимо 4 охранника ( $n_{охр} = 4$  чел). По зависимости (13) получим:

$$R_{нар} = \sqrt[3]{1 \cdot \left( \frac{3941500}{720} + \frac{164,78 \cdot 4}{0,25} + \frac{5500}{3,5} \right)} = 30,5 \text{ км}$$

Предлагаемая методика была проверена на практике строительства участка автомобильной дороги «Дон» в управлении дорожного строительства № 4. В соответствии с принятым решением на организацию строительства значение  $R_{нар}$  составляло 23 км. Проведенные на реальных данных расчеты по предлагаемой методике показали, что оптимальный радиус действия парка должен быть равен 12,7 км. Экономия финансовых средств за счет оптимизации частоты перемещения парка составила 45,625 млн. руб. в ценах 2008 г. Такой экономический эффект получен в основном за счет сокращения непроизводительного перемещения техники между парком и объектами работ. В то же время этот эффект зависит от ряда других факторов, которые могут существенно изменить значение показателя  $R_{нар}$  и величину экономического эффекта. Последний может быть сокращен, если строительная организация использует дорожную технику, перемещение которой является дорогостоящим. Наоборот, частота перемещения парка может быть значительно увеличена, если учесть затраты на подготовку документации и оплату стоимости земли при оборудовании нового района базирования парка машин. Этот фактор имеет большое значение при строительстве дороги в центральных районах страны, где стоимость земли достигает многих тысяч рублей за одну сотку.

Приведенные рассуждения говорят о том, что изложенная в статье методика оптимизации работы мобильного парка дорожной техники может быть использована для обоснования состава и частоты перемещения мобильных парков на строительстве дороги по критерию минимума затрат на техническое обеспечение строительного-монтажных работ. Однако при расчетах экономической эффективности принимаемых решений необходимо более полно подготавливать исходную информацию, в полной мере учитывающую конкретные условия строительства и экономические особенности региона.

## Литература

1. Мальцев Ю.А., Мясников А.В. Математическая модель оптимизации запаса горючего на заправочной станции парка строительных машин // Научно-технический сборник. Выпуск IV/15, М.: 26 ЦНИИ МО РФ, 2007. – С. 74.
2. Мясников А.В. Методика обоснования элементов парка строительных машин // Научно-технический сборник. Выпуск 14, ВТУ, 2006. – С. 99.

## OPTIMIZATION OF WORK OF MOBILE ROAD-BUILDING MACHINE PARKS

By Professor Yu. A. Malcev, Ph.D. student A. V. Myashnikov (Military-Technical University, Balashiha)

In the paper is stated methods for optimization of the work of mobile park road-building machines, which can be used for motivation and frequencies of the using mobile park on construction of the roads on the criterion of minimization of the expenses on hardware of the building and assembly jobs.

Key words: mobile park of the road-building machines, optimum radius of the action of park of machines, economic and mathematical models, optimization.

Рецензент: д-р техн. наук В.А. Зорин (МАДИ-ГТУ). Статья поступила в редакцию 24.09.2008 г.

УДК 625.855.3.058.2

# Совершенствование методов оценки механических свойств асфальтобетона

Канд. техн. наук И.Л. ЖАЙЛОВИЧ,  
д-р техн. наук, проф. В.Н. ЯРОМКО  
(«БелдорНИИ», Минск)

В статье представлены результаты испытаний, полученные на приборе оценки качества асфальтобетона ненарушенной структуры, позволяющие расширить представление о механических свойствах различных типов асфальтобетонов и позволяющих более объективно прогнозировать их работоспособность как на стадии проектирования состава асфальтобетона, так и в период эксплуатации покрытия. Показана закономерность изменения прочности, а также модуля деформации и вязкости при изменении состава и структуры асфальтобетона.

**Ключевые слова:** экспресс-методы испытаний асфальтобетона, прибор по оценке качества асфальтобетона ненарушенной структуры, реологические свойства, кинетика развития деформаций, модуль деформации, вязкость.

## Введение

Работоспособность асфальтобетонного покрытия зависит не только от качества приготовленной смеси, но и от качества выполнения работ на месте укладки. Обеспечить это можно, повысив эффективность операционного и приемочного контроля при устройстве асфальтобетонных покрытий, осуществлением мониторинга за изменением свойств материала с течением времени и таким образом более объективно прогнозировать их эксплуатационные свойства. В свою очередь это позволит в дальнейшем не допустить в эксплуатацию объекты или их части с показателями ниже нормативных.

В настоящее время существует проблема оценки качества вновь устроенного покрытия и определения изменения свойств асфальтобетона в процессе эксплуатации. Это связано с тем, что при операционном контроле определяются только физические свойства, не позволяющие в полной мере характеризовать работоспособность материала. Воздействие транспорта и погодноклиматических факторов на покрытие вызывает в нем сложное напряженно-деформированное состояние, которое постепенно приводит к расшатыванию структуры, накоплению необратимых деформаций и усталостному снижению прочности.

Для сравнительного анализа и оценки работоспособности различных типов асфальтобетонов важно знать, какова динамика изменения их механических свойств в процессе эксплуатации, каким образом изменение тех или иных технологических факторов и материалов при приготовлении и укладке асфальтобетона влияет на его прочностные и деформационные качества и каким образом это сказывается на долговечности работы покрытия. Изучение и обобщение этих вопросов позволит принимать более обоснованные проектные решения, повысит эффективность вложения финансовых средств и качество выполненной работы.

Сегодня уже недостаточно характеризовать качество асфальтобетона по результатам испытаний только лабораторных образцов, необходимо дополнить их требованиями к свойствам асфаль-

тобетона покрытия. Иными словами, задача повышения эффективности операционного контроля должна быть увязана с задачей нормирования эксплуатационных качеств асфальтобетона.

Очевидно, что одним из перспективных направлений в развитии методов контроля является разработка и применение экспресс-методов, которые дают возможность уменьшить объем традиционных испытаний и обеспечивают существенное уменьшение разрыва во времени между производством работ и определением требуемых количественных показателей качества. При этом необходимо обеспечить достоверность и объективность полученных результатов.

**Методика исследований, материалы и применяемое оборудование**

Для повышения эффективности операционного контроля на предприятиях-изготовителях в Белоруссии разработаны и используются на практике экспресс-методы, позволяющие в течение 1-1,5 ч определить требуемые физико-механические свойства асфальтобетона прямым испытанием и без использования поправочных коэффициентов [1].

В настоящее время качество асфальтобетонных покрытий оценивается только по коэффициенту уплотнения и физическим показателям (водонасыщение, набухание). Методы оценки механических показателей путем переформовки вырубок в стандартные образцы трудоемки, длительны во времени, а эксплуатационные свойства оцениваются по результатам испытаний вновь сформованных стандартных образцов.

Уевозможность воспроизвести результаты определения механических свойств асфальтобетона отобранного из покрытия и при готовленного в лаборатории на одном и том же образце является существенным препятствием в осуществлении эффективного операционного и приемочного контроля при устройстве покрытий, а также проведения исследований по изучению изменения свойств материала в процессе эксплуатации.

В этой связи целесообразна разработка новых методов и приборов, позволяющих не только проводить необходимые испытания в короткий срок, но и лучше моделировать работу материала в покрытии. При этом для всесторонней оценки качества асфальтобетонных смесей необходимы такие методы испытаний, которые позволят определять показатели эксплуатационной устойчивости покрытий в упруго-вязко-пластическом состоянии.

Для реализации поставленных задач был изготовлен прибор ПСО-1 (рис. 1). При его разработке исходили из необходимости создания таких условий деформирования образца, которые как можно более точно воспроизводили бы напряженно-деформированное состояние материала покрытия, а при оценке качества позволяли учитывать не только прочностные, но и реологические свойства асфальтобетона.

Известно, что в результате действия на дорогу вертикальной нагрузки от колеса автомобиля в условном фрагменте материала покрытия соседнего участка будут возникать напряжения от усилий бокового обжатия по его контуру и реакция опоры снизу.

Попыткой приблизить моделирующий эксперимент к реальному поведению материала в покрытии и решить вышеперечисленные задачи является предлагаемый в настоящей работе прибор для определения прочностных и деформационных свойств асфаль-

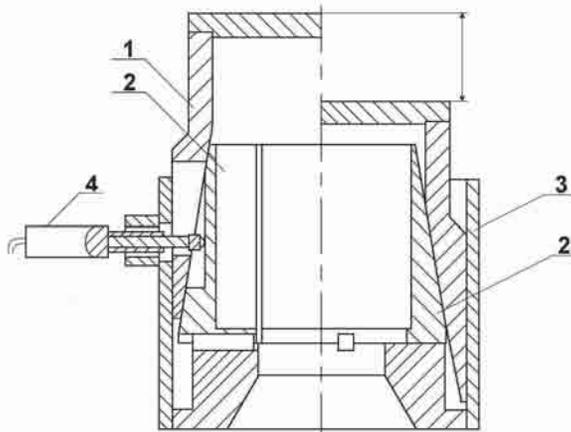


Рис. 1. Схема прибора ПСО-1: 1 – обжимной цилиндр, 2 – сегменты, 3 – корпус, 4 – датчик перемещений

тобетона приготовленного как в лаборатории, так и из материала, отобранного из покрытия без его переформовки.

Условия деформирования образца при испытании на приборе ПСО-1 представляют собой равномерное обжатие асфальтобетонного образца по образующей при ограничении деформации по одной из торцевых поверхностей. В этом случае возникает дополнительное сопротивление деформированию, и резко возрастают нормальные напряжения по площадкам скольжения в материале. Это способствует включению в работу не только сил сцепления, в большей мере проявляется влияние внутреннего трения, что позволяет более четко выявлять различие деформативных и прочностных свойств асфальтобетонов, отличающихся granulometric composition, form and character of mineral particles, degree of bitumen structuring and its viscosity.

Принцип действия прибора – равномерный обжим по боковой поверхности цилиндрического образца путем превращения вертикального перемещения обжимного цилиндра 1 в горизонтальное перемещение сегментов 2. На корпусе 3 крепится датчик перемещений 4, который касается сегмента 2.

Для обеспечения перемещения сегментов по радиусу к центру между ними предусмотрены небольшие зазоры. Незначительная величина свободной от приложения нагрузки поверхности образца, равная величине зазоров, не оказывает существенного влияния на напряженно-деформированное состояние образца, так как радиус свода обратных реакций материала, образующийся в свободном от приложения нагрузки пространстве, будет в два раза меньше величины зазоров между сегментами.

Характер напряжений можно определить, воспользовавшись формулой [2] для радиального  $\sigma_r$  и окружного  $\sigma_t$  напряжений

$$\sigma_r = -\frac{1}{r^2 - r_{\%0}^2} [p \cdot r^2 (1 - \frac{r_{\%0}^2}{r^2}) + p_{\%0} \cdot r_{\%0}^2 (\frac{r^2}{r^2} - 1)], \tag{1}$$

$$\sigma_t = -\frac{1}{r^2 - r_{\%0}^2} [p \cdot r^2 (1 + \frac{r_{\%0}^2}{r^2}) + p_{\%0} \cdot r_{\%0}^2 (\frac{r^2}{r^2} + 1)]. \tag{2}$$

Исходя из того, что в нашем случае  $P_b = 0$  уравнения преобразуются следующим образом:

Таблица 1

Составляющие материалы	Содержание материала, %			
	Номера составов и типы асфальтобетонов			
	I (тип В)	II (тип А)	III (тип А)	IV (тип Б)
Щебень (5-15)	28	64	56	48
Песок природный	60	28	—	—
Отсев дробления	—	—	38	41
Минеральный порошок	12	8	6	11
Битум марки БНД 60/90	6,0	4,4	5,1	5,1

$$\sigma_r = -\frac{1}{r_i^2 - r_{\text{во}}^2} p \cdot r_i^2 \left(1 - \frac{r_{\text{во}}^2}{r_i^2}\right) \quad (3)$$

$$\sigma_t = -\frac{1}{r_i^2 - r_{\text{во}}^2} p \cdot r_i^2 \left(1 + \frac{r_{\text{во}}^2}{r_i^2}\right) \quad (4)$$

Полагая, что  $r = r_b$  формулы радиального и окружного напряжений примут вид:  $\sigma_r = 0$ , а  $\sigma_t = -2P_r$ . Отрицательная величина указывает на то, что характер деформирования представляет собой сжатие. Для более полного соответствия напряженно-деформированному состоянию покрытия равномерное обжатие по образующей цилиндрического образца осуществляется в условиях ограничения деформации по одной из торцевых поверхностей.

Конструкция прибора позволяет испытывать образцы диаметром 101 мм и высотой до 70 мм. Минимальная высота образца ограничивается только возможностью материала сохранять структурную прочность при заданных температурах испытания.

На начальном этапе исследований ставилась задача определить, насколько полученные результаты испытаний на приборе ПСО-1 согласуются с известными положениями о влиянии состава асфальтобетона на его прочностные и деформационные свойства.

В данной статье рассматриваются результаты, полученные при определении механических свойств асфальтобетонов различного состава (табл. 1).

Уплотнение образцов проводилось в соответствии с ГОСТ 12801-98. При проведении испытаний в качестве эталонных приняты образцы с соотношением высоты и диаметра 1 : 2.

Предел прочности образца при сжатии по образующей  $R_{сж}^{\text{обр}}$  вычисляли по формуле

$$R_{сж}^{\text{обр}} = \frac{k \cdot P}{F}, \quad (5)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий кинематическую схему прибора;

$P$  – разрушающая нагрузка, Н (кгс);

$F$  – площадь боковой поверхности образца (керна), мм<sup>2</sup> (см<sup>2</sup>).

Испытания проводили при температуре 50 °С и скорости холостого хода равномерного обжатия 3 мм/мин.

### Прочность и деформативность асфальтобетона

О сдвигустойчивости асфальтобетонных покрытий обычно судят по показателю прочности при сжатии и сдвиге. При этом выполнение требований нормативного документа по величине указанных показателей не гарантирует отсутствие образования пластических деформаций в процессе эксплуатации дороги. Показатель прочности не позволяет полностью характеризовать работу материала, так как в результате воздействия транспорта в нем возникают не только обратимые, но и необратимые деформации, величина которых связана с уровнем напряжения, временем его действия и скоростью деформации. Это означает, что прочности при сжатии или сдвиге сами по себе не могут в полной мере характеризовать сдвигустойчивость покрытий нежесткого типа.

В то же время зависимость между напряжением и деформацией является одной из основных характеристик напряженного состояния асфальтобетона. Поэтому при разработке конструкции прибора и способа обработки результатов ставилась задача определения не только прочности, но и реологических свойств испытываемых материалов.

На рис. 2 представлены зависимости роста деформации от величины напряжения в асфальтобетонах, имеющих различный гранулометрический состав, форму и характер поверхности минеральных частиц, степень структурирования битума.

В большей степени природ величины деформации на единицу роста удельной нагрузки имеет первый состав. Это обусловлено тем, что зерна щебня в этом асфальтобетоне контактируют не непосредственно минерал по минералу, а через прослойку пластичного асфальтового вяжущего.

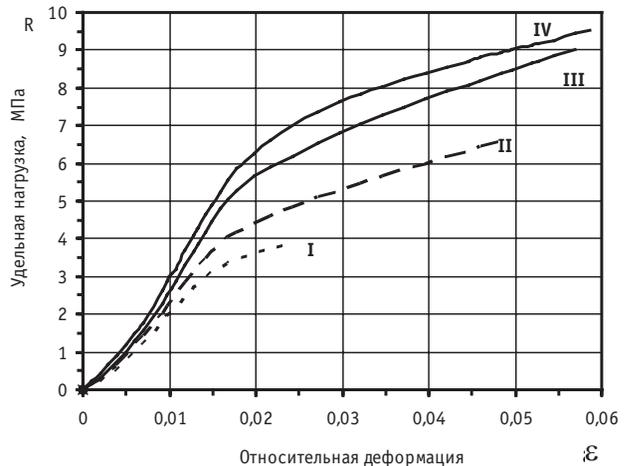


Рис. 2. Зависимости «удельная нагрузка – деформация» полученные при испытании на приборе ПСО-1 (I, II, III, IV – номер состава)

Асфальтовый раствор в составах II-IV содержится в минимальном количестве и не раздвигает крупные минеральные зерна, что позволяет им соприкасаться и таким образом обеспечивать материалу большую прочность. Наличие песка из отсева дробления у смесей III и IV обуславливает их меньшую деформативность. В свою очередь IV состав содержит больше минерального порошка, имеет более высокую степень структурирования битума по сравнению с составом III и, как следствие, в меньшей степени подвержен деформированию при одинаковом уровне напряжений. Результаты испытаний показывают, что с увеличением напряжения интенсивность роста деформации в асфальтобетонах зависит от их состава, и при расчетах дорожных одежд нежесткого типа целесообразно учитывать это обстоятельство.

В интервале от 20 до 40 с в зависимости от состава асфальтобетона наблюдается пропорциональность между прилагаемым усилием и отвечающей ему деформацией, затем характер деформирования меняется, материал постепенно переходит в стадию вязкопластического течения, где график напряжение – деформация изменяется по экспоненте.

Одной из основных деформационных характеристик материала является модуль деформации, характеризующий его жесткость. При высоких положительных температурах значения модуля должны быть не меньше требуемого по условиям обеспечения деформационной устойчивости покрытия, а при отрицательных его величина должна быть ограничена.

Поэтому при проведении исследований для характеристики асфальтобетонов не ограничивались только прочностными показателями, но определяли и модуль деформации. Конструктивные особенности прибора, объединение его с компьютером и средствами измерения в единый испытательный комплекс позволили получить требуемые для расчета параметры.

При определении условно-мгновенного модуля  $E_m$ , модуля деформации на пределе пластичности  $E_p$  и модуля деформации на пределе прочности  $E_c$  использовали значения деформаций, соответствующие приложенной удельной нагрузке.

$$E = \frac{R}{\varepsilon}; \quad (6)$$

где  $E$  – модуль деформации, МПа;

$R$  – удельная нагрузка, МПа;

$\varepsilon$  – относительная деформация.

На примере составов IV и I представлена кинетика изменения модуля деформации для асфальтобетонов, соответственно, каркасной (рис. 3а) и базальной (рис. 3б) структур.

В начале нагружения фиксировался максимальный модуль деформации, который можно назвать «условно-мгновенным», так

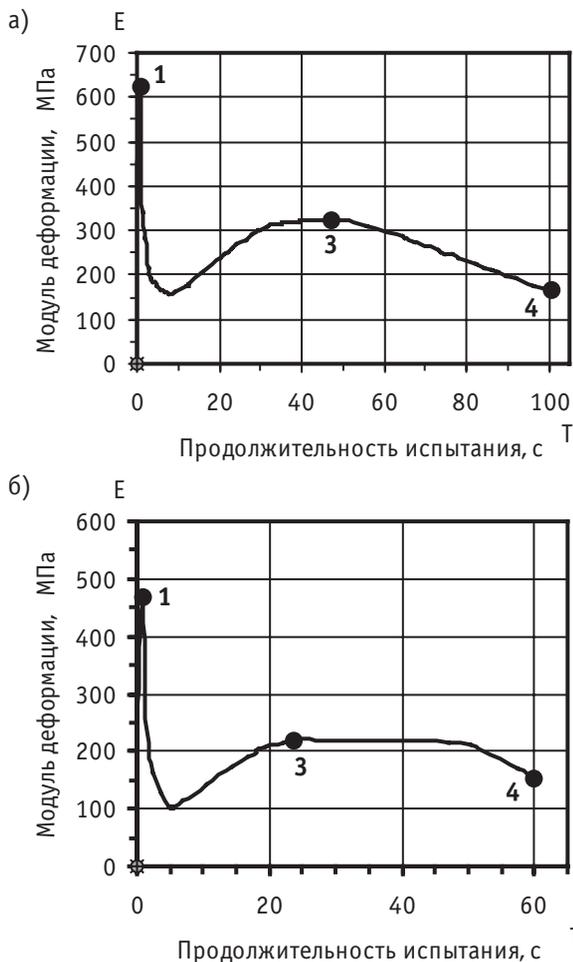


Рис. 3. Кинетика изменения модуля деформации асфальтобетона (а – состав IV, б – состав I)

как для точного его определения величина принимаемой упругой деформации будет зависеть от точности измерения, условий приложения нагрузки, принятой системы отсчета времени и возможностей испытательного оборудования. Кроме того, в момент приложения нагрузки, помимо общей деформации, возникает еще и местная деформация пограничного слоя в месте соприкосновения образца с обжимными сегментами, которая будет влиять на полученное значение.

Деформация асфальтобетонного образца складывается из сумм деформаций минеральной части и битума. Из графиков (рис. 3) видно, что модуль деформации в процессе нагружения изменяется. Точка 1 соответствует «условно-мгновенному» модулю. После достижения максимального значения с увеличением напряжения наблюдается снижение модуля деформации обусловленное деформируемостью материала в пограничной области, деформаций коагуляционных контактов и упорядочением структуры материала. Увеличение модуля с ростом напряжений объясняется увеличением связанности системы и ростом числа контактов минерального остова. При напряжениях, превышающих предел пластичности (точка 3), вследствие значительного роста структурных микроразрушений происходит более интенсивный рост деформации, что приводит к постепенному снижению модуля. Пределу прочности  $R_{сж}^{обп}$  соответствует минимальный модуль  $E_1$  и максимальная величина относительной деформации  $\epsilon_1$  (точка 4).

Модули деформации для составов I-III возрастают с увеличением содержания щебня, песка из отсева дробления, и степени структурирования битума (см. табл. 2). При этом кинетика его

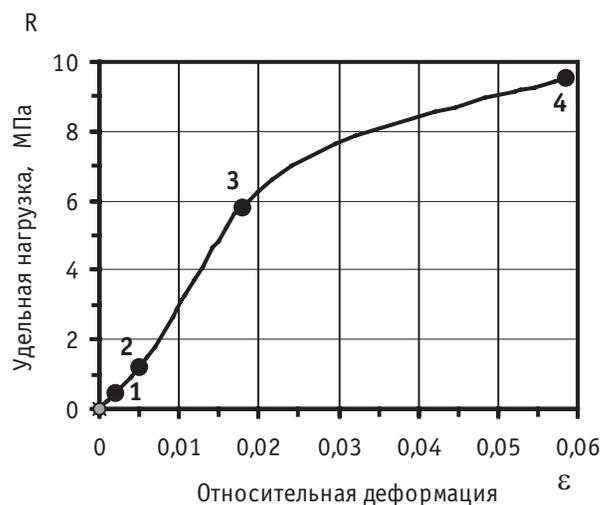


Рис. 4. Зависимость «удельная нагрузка – деформация» для асфальтобетона состава IV

изменения для асфальтобетона каркасной структуры и с малым содержанием щебня различна. Очевидно, что структурно-механические свойства в значительной степени зависят от деформативных свойств битумо-минеральных смесей. Для многослойного асфальтобетона после достижения предела пластичности характерно постепенное снижение модуля. В асфальтобетоне базальной структуры модуль деформации еще достаточно продолжительное время (30% от общего времени работы материала до момента разрушения) остается практически неизменным (рис. 3б). Это обусловлено большей структурной однородностью и, как следствие, более равномерным распределением напряжений по всему объему образца. В процессе деформирования происходит накопление количества микроразрушений, суммарная критическая величина которых, приводящая к нарушению сплошности материала, значительно меньше, чем у IV состава.

С ростом напряжения в материале образца при сжатии по образующей изменяется динамика его деформирования, которая имеет несколько характерных участков, показанных на примере состава IV на рис. 4.

Общая деформация асфальтобетона состоит из упругой (участок 0-1), вязкой (участок 1-3) и пластической составляющей, каждая из которых развивается с разной скоростью в зависимости от структуры асфальтобетона, свойств составляющих материалов, условий деформирования и температуры. Участки, отмеченные на графике, соответствуют определенным реологическим состояниям асфальтобетона в процессе разрушения образца.

Вязкость и сдвигоустойчивость асфальтобетона

При малых напряжениях материал слабо деформируется и наблюдается прямая пропорциональность между прилагаемым усилием и отвечающей ему абсолютной деформацией. В этот временной интервал асфальтобетон имеет наибольшую предельную вязкость, соответствующую ньютоновской жидкости, зависящую от величины напряжения и градиента скорости деформирования.

$$\eta = \frac{\sigma}{dl/dt}, \quad (7)$$

Нарушение прямолинейности на участке 1-2, обусловлено с одной стороны разрушением первоначальной структуры образца и как следствие уменьшением вязкости, а с другой стороны, в этом временном интервале оказывает влияние деформация материала в пограничном слое. С увеличением напряжений (участок 2-3) наблюдается пропорциональность между прилагаемым усилием и отвечающей ему абсолютной деформацией (упруго-вязкое состояние материала). В дальнейшем, вследствие накопления остаточных деформаций, асфальтобетон переходит в область вязкопласт-

тического течения с последующим разрушением. Для этой стадии характерен интенсивный рост деформации.

Особенность асфальтобетона, как упруго-вязкого материала предполагает оценивать работоспособность не только с точки зрения его жесткости, но и учитывать еще одно его свойство – вязкость, которая описывает поведение асфальтобетона во времени. Сдвиговые деформации в покрытии происходят вследствие недостаточного сопротивления асфальтобетона возникающим напряжениям. Обусловлено это снижением вязкости битума при высоких температурах. Прочность при сжатии имеет прямую связь с вязкостью и поэтому может быть использована для оценки возможности образования пластических деформаций на асфальтобетонном покрытии.

Для обеспечения требуемой сдвигоустойчивости в летний период, необходимо, чтобы величина вязкости асфальтобетона соответствовала возникающим в покрытии сдвиговым напряжениям и длительности их действия. Она является одним из наиболее информативных реологических показателей. Это обусловлено тем, что асфальтобетон представляет собой структурированную дисперсную систему, у которой коэффициент пропорциональности между напряжением и деформацией может меняться на несколько порядков, в зависимости от градиента скорости деформации  $\dot{\gamma}$ .

Для упрощения расчета определения вязкости на пределе пластичности приняли, что, так как кривизна огибающей (участок 1-2 рис. 4), обусловленная постепенным уменьшением вязкости по мере разрушения первоначальной структуры материала невелика, то нарушение прямолинейности кривой  $\sigma$ - $\epsilon$  допустимо аппроксимировать прямой линией. В этом случае деформация  $L_p$  будет включать в себя мгновенно упругую и вязкоупругую деформации. Это допущение учитывалось при расчете градиента скорости вязкоупругого деформирования  $\dot{\gamma}_{np}$ .

$$\eta_p = \frac{R_p \cdot 10^6}{\dot{\gamma}_p \frac{2L_p}{D^2}}, \quad (8)$$

где  $\eta_p$  – пластическая вязкость, Па·с;  
 $R_p$  – удельная нагрузка, соответствующая пределу пластичности, МПа;  
 $\dot{\gamma}_p$  – градиент скорости вязкоупругого деформирования, мм/с;  
 $L_p$  – деформация по индикатору перемещений, соответствующая пределу пластичности, мм;  
 $D$  – диаметр, мм.

На рис. 5 представлена кинетика изменения вязкости асфальтобетона состава IV. Из него видно, что в процессе нагружения вязкость изменяется. В первые мгновения приложения нагрузки она имеет наибольшее значение (точка 1), которое по аналогии с модулем деформации можно назвать условно-мгновенной вязкостью. Затем происходит резкое снижение (в 6,6 раза) и величина вязкости практически стабилизируется до момента достижения предела пластичности (точка 3) и по мере перехода работы материала в стадию вязкопластического течения начинает постепенно уменьшаться. Минимальная вязкость наблюдается на пределе прочности материала (точка 4). Точки 1, 3, 4 на рис. 5 практически соответствуют временным интервалам, отмеченным точками 1, 3, 4 рис. 3а.

Для определения вязкости на пределе прочности  $\eta_t$  в формулу (8) подставляли значения, соответствующие этому напряженно-деформационному состоянию.

Значения физических характеристик асфальтобетона (средняя плотность –  $\rho_m^a$ , водонасыщение – W) и результаты определения механических свойств исследуемых составов асфальтобетонов приведены в таблице 2. Из нее видно, что прочность  $R_{сж}^{0,6p}$  и деформация  $L_t$  асфальтобетона I состава, соответственно, в 1,7-2,4 и 2,1-2,5 раз меньше чем у составов II-IV, имеющих сформированный из крупного заполнителя упругий минеральный каркас, в большей степени воспринимающий возникающие напряжения.

При большой степени насыщения смеси крупным заполнителем роль макро- и микронеровностей сказывается на увеличении общей поверхности скольжения. Наличие в асфальтобетонах (сме-

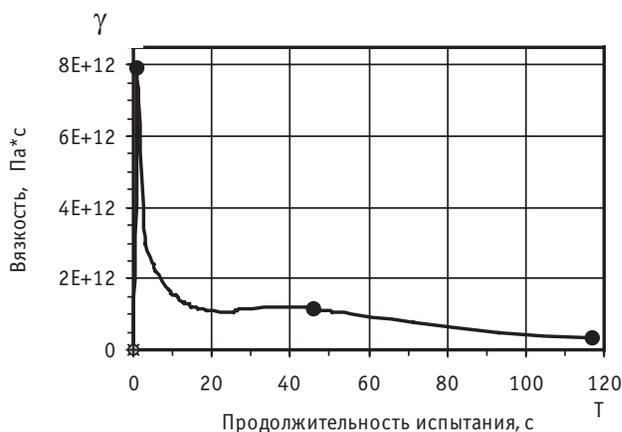


Рис. 5. Кинетика изменения вязкости асфальтобетона (состав IV)

си III и IV) отсева дробления обеспечивает их большую прочность (увеличение, соответственно, на 17-20%), по сравнению с составом II, содержащим природный песок, за счет большего внутреннего трения, обусловленного взаимным заклиниванием зерен.

Для многослойных асфальтобетонов модули  $E_m$ ,  $E_p$ ,  $E_t$  имеют большее значение, чем для состава с базальной структурой за счет минерального каркаса, работающего при нагружении только в упругой стадии. При этом обращает на себя внимание то обстоятельство, что если модуль деформации на пределе пластичности составов II ( $E_p^{II}$ ), III ( $E_p^{III}$ ), IV ( $E_p^{IV}$ ) больше, чем у состава I ( $E_p^I$ ), соответственно, на 18, 47, 49%, то при максимальной разрушающей нагрузке, различия в жесткости изменяются ( $E_t^{II}/E_t^I=0,9$ ,  $E_t^{III}/E_t^I=1,13$ ,  $E_t^{IV}/E_t^I=1,17$ ). Это обусловлено нарастанием кинетики деформирования материала после достижения предела пластичности, уменьшением отношения напряжение – деформация и большей величиной деформации асфальтобетонов каркасной структуры к моменту потери сплошности.

Наибольшую прочность имеют образцы IV состава, у которого сочетание количества щебня, его крупность, вязкость используемого битума, наличие шероховатости поверхностей скольжения, содержание минерального порошка и степень структурирования битума способствовали достижению более выгодного расположения и взаимодействия всех его компонентов по сравнению с другими составами.

Прочностные и деформационные свойства асфальтобетона определяются релаксационными процессами, происходящими в битуме, соотношением минеральных материалов, их природой, характером взаимодействия с вяжущим.

У всех составов значения вязкости на пределе пластичности больше, чем на пределе прочности. Это обусловлено тем, что в процессе деформирования материала и увеличения напряжений происходит выжимание битума из зон контакта в межзерновое пространство. В результате этого толщина пленки битума на каменном материале уменьшается, а вязкость системы в свою очередь увеличивается. Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к смещению зерен минерального заполнителя относительно друг друга и увеличению микроразрушений в материале. При этом скорость структурных изменений с увеличением напряжений возрастает, а вязкость системы понижается.

Для асфальтобетона II состава  $\eta_p$  близка к аналогичному показателю I состава. Это обусловлено тем, что на крупных частицах толщина битумной пленки больше, чем на мелких и при насыщении смеси щебнем зерна, создающие жесткий каркас, обволакиваются пленками битума, прочность и вязкость которых гораздо ниже, чем в смеси с базальной структурой. При содержании щебня выше оптимального предела для данного битума, нарушается равновесие между влиянием каркаса и пленок битума, причем влияние последних является определяющим для величины вязкости. Кроме того, сте-

Таблица 2

Номер состава	$\rho_{m,r}^a$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	$R_{сж}^{обр}$ , МПа	$L_r$ , мм	$E_m$ , МПа	$E_p$ , МПа	$E_r$ , МПа	$\eta_p$ , Па·с	$\eta_r$ , Па·с	$t_p$ , с
I	2,45	1,01	3,97	2,40	435	218	140	$6,5 \cdot 10^{11}$	$4,1 \cdot 10^{11}$	29
II	2,52	1,40	6,61	4,94	597	258	126	$6,9 \cdot 10^{11}$	$2,4 \cdot 10^{11}$	39
III	2,52	1,51	9,00	5,78	568	321	158	$9,3 \cdot 10^{11}$	$2,9 \cdot 10^{11}$	47
IV	2,53	0,99	9,54	5,92	623	325	164	$1,0 \cdot 10^{12}$	$3,1 \cdot 10^{11}$	47

пень структурирования битума I состава выше, чем у II, что также способствует увеличению вязкости системы, так как известно, что уменьшение толщины битумных слоев сопровождается резким увеличением когезии, являющейся следствием ориентации структурных элементов битума. Полученный результат подтверждает известные положения том, что сопротивление сдвигу и внутреннее трение асфальтобетонов с увеличением содержания щебня выше некоторого предела, несмотря на прочный минеральный каркас, уменьшается в связи с меньшей прочностью и вязкостью асфальто вяжущего, концентрация которого уменьшается с одновременным снижением суммарного количества контактирующих точек.

Сопротивление асфальтобетона деформированию обуславливается преодолением когезионных и адгезионных свойств битума (адгезионная составляющая, которая описывается законом трения-скольжения Дерягина), и деформированием структуры материала. Иными словами деформация асфальтобетона может быть представлена как сумма деформаций минеральной части и пленок вяжущего, в свою очередь структурно-механические свойства битумо-минерального материала в значительной степени обуславливаются деформативными свойствами битумо-минеральных смесей. На начальном этапе роста напряжений адгезионная и деформационные составляющие трения будут возрастать, а вместе с этим будет увеличиваться и вязкость системы до определенного предела  $\eta_p$ .

Вязкость на пределе пластичности имеют прямую связь с прочностью и поэтому может быть использована для оценки возможности образования пластических деформаций на асфальтобетонном покрытии.

В процессе нагружения по мере накопления микроразрушений происходит деформирование структурных связей, изменяются фактические площади контакта, что приводит к постепенному снижению вязкости асфальтобетонов  $\eta_T$ . При этом у I состава интенсивность снижения наименьшая ( $\eta_T^I / \eta_T^I = 1,6$ ). Для II, III, IV составов это отношение будет равно, соответственно,  $\eta_T^{II} / \eta_T^{II} = 2,9$ ,  $\eta_T^{III} / \eta_T^{III} = 3,2$ ,  $\eta_T^{IV} / \eta_T^{IV} = 3,3$ . Это обусловлено гораздо меньшей продолжительностью работы материала I состава от момента достижения предела пластичности до его разрушения при этом величина общей деформации в 2,1-2,5 раза меньше, чем у асфальтобетонов каркасной структуры.

Образцы, приготовленные из смесей различного состава, имеют неодинаковую структуру, что сказывается на их поведении под нагрузкой. Максимальное время работы материала в вязко-упругой стадии  $t_p$  наблюдается у III и IV составов, минимальное у I состава.

Результаты, представленные в табл. 2, хорошо согласуются с известными положениями прочности и деформативности различных типов асфальтобетонов при высоких температурах.

Реологические характеристики асфальтобетонов в момент разрушения и материала, имеющего под действием нагрузки незначительные деформации (условно можно характеризовать его как материал неразрушенной структуры) существенно отличаются. Так, величины модулей деформации и вязкости на пределе пластичности больше в 1,6-2 и 1,6-3,2 раза соответствующих значений на пределе прочности.

На основании полученных результатов, а также исходя из того, что покрытие, по условиям обеспечения требуемой работоспособности и долговечности не должно иметь заметных повреждений в процессе эксплуатации, целесообразно для оценки сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий использовать реологические

Таблица 3

Номер состава	Коэффициенты		Достоверность аппроксимации
	a	b	
I	0,97	-0,31	0,93
II	2,15	-3,74	0,98
III	2,72	-4,16	0,95
IV	3,18	-4,99	0,99

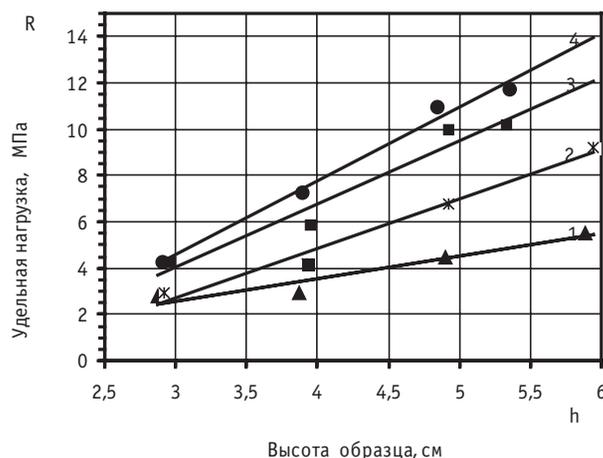


Рис. 6. Зависимости «высота образца — прочность» при температуре испытания 50°C: 1 — состав I; 2 — состав II; 3 — состав III; 4 — состав IV

характеристики, полученные на материале, работающем в области линейной вязкоупругости, когда микроразрушения и соответствующая им деформация изменяются пропорционально действующему напряжению.

**К оценке прочности асфальтобетона по результатам испытаний кернов**

Асфальтобетонные покрытия устраиваются, как правило, различной толщины, поэтому при разделении высверленных кернов алмазной дисковой пилой по слоям, образцы будут иметь разную высоту и возможность установления корреляции между ними, является еще одним важным критерием при оценке эффективности прибора и метода испытаний.

Исследования показали, что прочность асфальтобетонных образцов с изменением высоты образца меняется и эта зависимость описывается уравнением  $Y = aX + b$ . Коэффициенты a и b определяют по методу наименьших квадратов.

На рис. 6 показана зависимость изменения прочности асфальтобетонных образцов от их высоты при испытании на приборе ПСО-1.

Параметры линий тренда, зависимостей «высота образца — прочность» для исследуемых типов асфальтобетонов представлены в табл. 3. Из нее видно, что полученные результаты име-

ют высокую достоверность аппроксимации (средняя величина 0,96). Тангенсы углов наклона линий трендов (рис. 6) зависят от структурной прочности материала, обусловленной его внутренним трением и сцеплением. При этом значения механических и реологических характеристик на нормируемых образцах хорошо коррелируются с результатами испытаний образцов, имеющих различную высоту. С ростом прочности, модуля деформации и вязкости асфальтобетона тангенс угла наклона линий трендов (коэффициент  $\alpha$ ) увеличивается.

Зная параметры линий тренда можно полученные значения прочности кернов, отобранных из покрытия и имеющих различную высоту, привести к прочности нормируемого образца.

Таким образом, для оценки сдвигоустойчивости асфальтобетонов можно использовать полученные при испытании на приборе ПСО-1 значения вязкости или коррелирующиеся с ней показатели прочности и модули деформации, соответствующие пределу пластичности материала на образцах различной высоты. Использование при расчете полученных значений реологических характеристик асфальтобетона старого покрытия и вновь применяемого материала, является существенным резервом в совершенствовании проектирования конструкций дорожных одежд.

Исходя из того, что на приборе ПСО-1 можно испытывать образцы (керна) без их переформовки, что позволяет существенно уменьшить разрыв во времени между производством работ и определением механических свойств устраиваемого покрытия, предложенный метод можно отнести к экспресс-методам испытаний.

Проведенные исследования преследовали цель раскрыть особенности поведения различных типов асфальтобетонов в зависимости от уровня напряженного состояния при испытании на приборе ПСО-1 и показать полученные критерии оценки структурно-реологических свойств асфальтобетона на характерных этапах деформирования материала. При этом установлено, что целесообразно сдвигоустойчивость асфальтобетона оценивать по результатам определения реологических свойств на пределе пластичности, т.е. в условиях неразрушенной структуры материала.

### Выводы

1. Совершенствование системы контроля качества как на стадии приготовления асфальтобетонных смесей, так и при устройстве покрытий является залогом успешной реализации программы качества дорожного строительства.

2. Одним из перспективных направлений в развитии методов контроля является разработка и применение экспресс-методов, которые дают возможность уменьшить объем традиционных испытаний и обеспечивают существенное уменьшение разрыва во времени между производством работ и определением требуемых количественных показателей качества.

3. Невозможность воспроизвести результаты определения механических свойств асфальтобетона, отобранного из покрытия и приготовленного в лаборатории на одном и том же образце, является существенным препятствием в осуществлении эффективного операционного и приемочного контроля при устройстве покрытий, а также проведения исследований по изучению изменения свойств материала в процессе эксплуатации.

4. Результаты исследований на приборе ПСО-1 показали:

- с помощью прибора можно определять не только прочность, но и характеризовать свойства асфальтобетона по показателям модуля деформации, вязкости и деформативности материала, что позволяет дать всестороннюю оценку качества и эксплуатационной устойчивости покрытий в упруго-вязко-пластическом состоянии;

- целесообразно для оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона использовать реологические характеристики, полученные на материале, работающем в области линейной вязкоупругости, когда микроразрушения, и соответствующая им деформация изменяется пропорционально действующему напряжению;

- при оценке сдвигоустойчивости асфальтобетонов можно использовать полученные значения вязкости или коррелирующиеся с ней показатели прочности и модули деформации,

соответствующие пределу пластичности материала, которые хорошо согласуются с известными положениями о влиянии состава асфальтобетона на его механические свойства;

- преимуществом предложенного прибора и метода испытаний, по сравнению с другими методами, является возможность установления корреляции механических свойств образцов различной высоты, приготовленных в лаборатории и отобранных из покрытия без их переформовки, существенное сокращение разрыва во времени между производством работ и определением механических свойств устраиваемого покрытия;

- применение прибора при испытании материала покрытия, имеющего ненарушенную структуру, позволит использовать полученные расчетные характеристики на стадии проектирования, исследовать динамику изменения механических свойств асфальтобетона в процессе эксплуатации.

5. Разработка новых методов и приборов, позволяющих проводить оценку качества асфальтобетона в короткий срок на материале ненарушенной структуры в условиях максимально близко моделирующих напряженное состояния материала в покрытии, является перспективным направлением в изучении его эксплуатационных качеств.

### Литература

1. СТБ П 1536-2005. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Экспресс-методы испытаний
2. Дарков А.В., Широ Г.С. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 1975, с.654.

### PERFECTION OF METHODS FOR ESTIMATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE

By Dr. I.L. Zhailovich, Prof. V.N. Yaromko ("Beldornii" Public Corporation, Minsk, Byelorussia)

In the paper the results of the tests received on the device of an estimation of quality of not broken structure of asphalt concrete, allowing are submitted to expand representation about mechanical properties of various types asphalt concretes and allowing more objectively to predict their serviceability, both at a stage of designing of structure, and during operation of a road surface. The law of change of durability, and also module of deformation and viscosity is shown at change of composition and structure of asphalt concrete.

Key words: the express – method of asphalt concrete tests, device for estimation the asphalt concrete quality of the not broken structure, flow characteristics, kinetics of development of deformations, module of deformation, viscosity.

Рецензент: д-р техн. наук В.П. Носов (МАДИ-ГТУ). Статья поступила в редакцию 16.04.2008 г.

## ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Коллектив  
Белорусского  
национального технического  
университета  
с 50-летием  
начала подготовки  
инженеров-дорожников!

## Повышение долговечности «полужестких» дорожных одежд

Д-р техн. наук, проф. В.А. КРЕТОВ,  
инж. А.С. ГЛАДКИХ

Статья посвящена актуальной проблеме повышения долговечности так называемых «полужестких» дорожных одежд и снижению эксплуатационных затрат при применении таких конструкций, перспективных для условий тяжелого и интенсивного движения. Авторы провели экспериментальное изучение влияния введения в состав бетона резиновой крошки на морозостойкость низкомарочного бетона. Подробно изложена методика выполненных экспериментов и их результаты.

**Ключевые слова:** дорожный, низкомарочный цементобетон, «полужесткие» дорожные одежды, отраженная температурная трещиностойкость, резиновая крошка, морозостойкость.

При все возрастающей интенсивности движения на автомобильных дорогах и постоянном росте нагрузок одной из важных проблем, требующей радикального решения, становится проблема увеличения межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий. Частые ремонты, кроме всего прочего, создают условия для образования автомобильных «пробок» на дорогах, замедляя скорость перемещения пассажиров и грузов, снижая при этом экономическую эффективность работы автомобильного транспорта и ухудшая условия безопасности движения.

Наиболее распространенные конструкции дорожных одежд – нежесткие дорожные одежды с асфальтобетонным покрытием. При всех их достоинствах они обладают существенным недостатком – сравнительно небольшими межремонтными сроками, в том числе по причине накопления остаточных деформаций и разрушений.

Гораздо более перспективными в рассматриваемом смысле представляются жесткие дорожные одежды с цементобетонными покрытиями, обладающие повышенной прочностью, долговечностью и сопротивляемостью колеобразованию.

Однако опыт эксплуатации жестких дорожных одежд с цементобетонным покрытием показывает, что они также обладают своими недостатками: возникновение продольных и поперечных трещин, шелушение, просадки, сколы и образование уступов в швах, разрушение углов плит, более низкая, по сравнению с асфальтобетонными покрытиями, комфортность движения.

Определенный компромисс позволяют получить жесткие дорожные одежды с асфальтобетонными покрытиями, где в качестве основания используются цементобетонные слои. Такие конструкции часто называют «полужесткими», хотя такой термин не отражен ни в одном из действующих нормативных документов.

В так называемых «полужестких» конструкциях дорожных одежд совмещены прочность и

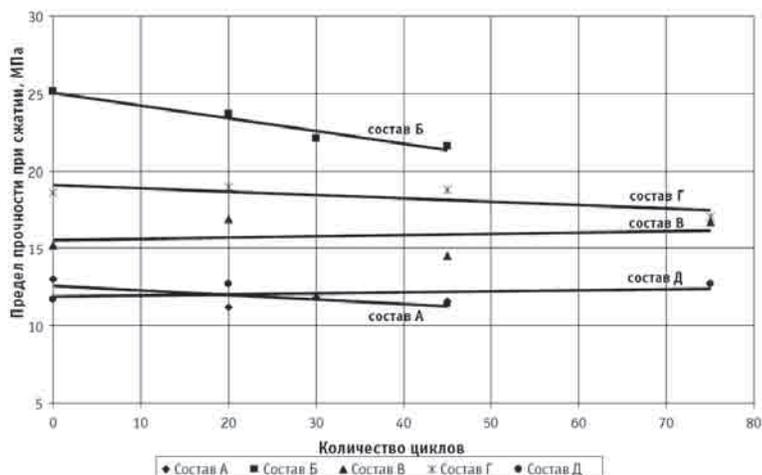
малая деформативность цементобетонного основания с высокими дорожно-эксплуатационными качествами асфальтобетонного покрытия.

Главным недостатком таких конструкций, не позволяющим использовать все их преимущества в полной мере, является возникновение отраженных температурных трещин в слоях покрытия, в первую очередь над швами или трещинами в основании, что подтверждается многочисленными наблюдениями, выполненными исследователями и инженерами-практиками [1–5]. Как показывает статистический анализ, увеличение количества повреждений асфальтобетонного покрытия на 1% приводит к росту расхода топлива транспортом в среднем на 1% [6].

В конечном результате, трещины способствуют преждевременному разрушению дорожных одежд и значительному сокращению срока их службы, невозможности обеспечивать безопасное движение с расчетной скоростью.

Проведенный ранее теоретический анализ [9] показал, что одним из возможных способов снижения температурных напряжений в асфальтобетонном покрытии на цементобетонном основании является использование для устройства основания низкомарочного цементобетона. Это связано с тем, что на температурную трещиностойкость конструкции существенно влияет величина модуля упругости основания: чем она ниже, тем, при прочих равных условиях, ниже величина температурных напряжений в асфальтобетонном покрытии.

Действующие нормативно-методические документы по проектированию жестких дорожных одежд разрешают устройство оснований дорожных одежд из бетонов низких марок по прочности на растяжение при изгибе начиная с  $B_{тб} 0.8$  (марка по прочности на сжатие М50). При этом, согласно п. 7.12 СНиП 2.05.02-85 в основаниях из бетона класса В12.5 (М150) необходимо предусматривать продольные и поперечные швы сжатия и расширения. В случае использования низкомарочных бетонов возникают определенные проблемы. Первая – обеспечение требуемой морозостойкости. Практический опыт показывает, что обеспечить требуемую морозостойкость бетонов марок М50, М75, наиболее подходящих для устройства оснований с точки зрения повышения температурной трещиностойкости устраиваемых на них асфальтобетонных покрытий, не удастся. Вторая – чисто психологическая: требования предполагают, что марка не должна быть выше проектной. В то же время производители зачастую полагают, что некоторое увеличение расхода цемента (необходимое для обеспечения требуемой марки цементобетона по морозостойкости) благоприятно



Зависимость прочности при сжатии от количества циклов попеременного замораживания-оттаивания. Каждая нанесенная на график точка соответствует среднему арифметическому значению прочности при сжатии серии из шести образцов.

Таблица 1

**Составы мелкозернистых цементобетонов  
В/Ц = 0,5**

Маркировка серии	Состав в массовых частях		
	Ц	П	Резиновая крошка
А (7%) <sup>*</sup>	1	2,9	0,182
Б (0%) <sup>*</sup>	1	3,3	-
В (3%) <sup>*</sup>	1	3,7	0,078
Г (1%) <sup>*</sup>	1	3,6	0,025
Д (5%) <sup>*</sup>	1	3,2	0,131

<sup>\*</sup> Примечание: в скобках дано процентное содержание резиновой крошки по объему.

сказывается и на общей прочности конструкции, что с точки зрения опасности трещинообразования не верно.

В ряде работ, направленных на исследование влияния легких пористых заполнителей на свойства бетона, отмечается положительное влияние маложестких заполнителей на морозостойкость цементных бетонов. К таким работам относятся труды А.И. Ваганова, Г.А. Франка, В.Ф. Знакомского и других ученых.

По мнению П.Г. Комохова [8], для повышения морозостойкости бетона наиболее эффективны компоненты низкой жесткости (модуль упругости менее 10<sup>3</sup> МПа). Одним из наиболее распространенных представителей этой группы является резиновая крошка.

В этой связи следует обратить внимание на то, что с бурным развитием автомобильного транспорта в нашей стране и, как следствие этого, шинной промышленности, каждый год требуется утилизировать огромное количество вышедших из эксплуатации автомобильных покрышек.

Проблема использования изношенных шин имеет важное экологическое значение. Вывозимые на свалки или рассеянные на окружающих территориях шины длительное время загрязняют окружающую среду вследствие высокой стойкости к воздействию внешних факторов. Кроме того, они обладают высокой пожароопасностью, а горение резины сопровождается выделением большого количества диоксида серы, оксидов азота, сажи, диоксинов, фуранов, оказывающих крайне вредное влияние на окружающую среду.

Во всех развитых странах мира проблеме переработки изношен очевидно, что использование резиновой крошки в качестве добавки в низкомарочный бетон с целью повышения его морозостойкости до требуемых нормативными документами значений позволяло бы решать экологические проблемы.

В целях более полного и глубокого изучения влияния резиновой крошки на свойства низкомарочного укладываемого дорожного бетона, авторами был проведен комплекс лабораторных исследований. В программу исследований входило:

1. Определение влияния количества гранул резиновой крошки (далее РК) на прочность цементобетона;
2. Влияние количества РК на морозостойкость цементобетона.

Для проверки возможности повышения морозостойкости цементных бетонов в лаборатории ФГУП «РосдорНИИ» было изготовлено пять серий образцов-призм, размером 4x4x16 см из мелкозернистого бетона с различным процентным содержанием резиновой крошки. Составы цементобетонных смесей приведены в табл. 1. Замесы выполнялись при помощи лабораторного смесителя объемом 10 л. При этом время перемешивания для всех серий составляло: сухое – 2 мин., влажное – 1 мин. Уплотнение образцов производили на лабораторной виброплощадке.

Подвижность приготовленных смесей характеризовалась распылом малого конуса в пределах 12,5–13,5 см.

В экспериментах использовали следующие материалы:

Цемент	ПЦ400Д0, НГЦТ 24,5%, ОАО «Михайловцемент»
Песок	M <sub>кр</sub> = 2,6, ОАО «Вяземское карьероуправление»
Резиновая крошка	РД0.5, Чеховский регенератный завод «ЧРЗ»

Резиновая крошка представляет собой дробленую резину, получаемую измельчением изношенных шин, ездовых и варочных камер на основе каучуков общего назначения, а также резины, образующейся после шероховки протекторов шиновосстановительного производства и из вулканизированных отходов резино-технических изделий.

Резиновая крошка марки РД0.5 отвечает следующим требованиям:

Массовая доля резины, просеянной через сито с сеткой, %, не менее	Марка РД0.5
0,63	100
0,5	90
Массовая доля остатков кордного волокна, %, не более	5,0
Массовая доля воды, %, не более	1,5
Массовая доля частиц черных и цветных металлов, %, не более	0,2

Результаты испытаний образцов мелкозернистого бетона на сжатие и изгиб, а также значения пористости образцов приведены в табл. 2 и 3.

В возрасте 28 суток образцы были испытаны на морозостойкость согласно ГОСТ 10060.0-95. Испытания проводили по второму базовому методу (насыщение образцов в 5%-ном водном растворе хлористого натрия с последующим замораживанием при температуре –18±2С°). Результаты испытаний приведены на рисунке.

Анализ графиков показывает, что прочность образцов контрольного (без добавок) состава уже после 20 циклов снизилась более чем на 5%, что соответствует марке по морозостойкости F75. Введение 1% резиновой крошки способствовало увеличению марки по морозостойкости с F75 до F150. Составы, содержащие 3 и 5% резиновой крошки, выдержали 75 циклов попеременного замораживания-оттаивания (марка по морозостойкости более F400) без проявления внутрискруктурных повреждений с некоторым упрочнением, вызванным, по всей вероятности, интенсификацией процессов гидратации.

Состав, содержащий 7% резиновой крошки, выдержали 20 циклов попеременного замораживания-оттаивания (марка по морозостойкости F100), что немногим больше контрольного состава. Незначительное увеличение морозостойкости образцов данного состава может быть объяснено тем, что введение резиновой крошки в данном объеме наряду с увеличением условно-замкнутой пористости приводит и к увеличению капиллярной пористости.

Таким образом, результаты испытаний показывают, что:

1. Введение резиновой крошки в состав мелкозернистого цементобетона способствует снижению как прочности при сжатии, так и прочности на растяжение при изгибе. При этом влияние резиновой крошки как непосредственное (она является низкопрочным компонентом), так и косвенное – вызывает увеличение общей пористости цементобетона.

2. Введение резиновой крошки в состав мелкозернистого цементобетона способствует повышению его морозостойкости, что можно объяснить созданием дополнительного объема условно-замкнутых пор;

3. Оптимальное содержание резиновой крошки в составе мелкозернистой цементобетонной смеси с точки зрения повышения морозостойкости лежит в пределах 3-5% от объема.

Прочность образцов мелкозернистого цементобетона исследуемых составов

Содержание резиновой крошки, % от объема	Прочность в возрасте 7 сут.		Прочность в возрасте 28 сут.	
	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии
0	5,00	17,6	5,16	25,8
1	4,04	15,9	4,85	20,4
3	3,15	10,7	4,04	15,7
5	3,22	9,9	3,93	13,4
7	2,85	10,0	3,56	12,9

Таблица 3

Характер поровой структуры образцов мелкозернистого цементобетона исследуемых составов

Серия	№ образца	Водопоглощение, % от объема, $W_0$	Плотность, $\rho_0$ , кг/см <sup>3</sup>	Истинная плотность, $\rho_{gr}$ , кг/см <sup>3</sup>	Полный объем пор, $P_n$	Объем открытых пор, $P_o$	Объем условно-замкнутых пор, $P_z$
А	2	3,15	1,89	2,51	24,00	6,65	17,4
	3	3,97	1,91				
	4	3,33	1,93				
	среднее	3,48	1,91				
Б	5	2,37	2,21	2,62	15,30	4,86	10,4
	6	1,78	2,25				
	8	2,43	2,20				
	среднее	2,19	2,22				
В	9	3,04	1,95	2,55	23,18	6,15	17,0
	10	3,30	1,96				
	12	3,09	1,97				
	среднее	3,14	1,96				
Г	13	2,93	2,07	2,60	19,82	5,57	14,2
	14	2,77	2,08				
	16	2,35	2,10				
	среднее	2,68	2,08				
Д	17	2,70	1,92	2,52	23,86	5,49	18,4
	18	3,11	1,91				
	20	2,77	1,92				
	среднее	2,86	1,92				

Учитывая почти линейную зависимость модуля упругости цементобетона от его прочности при сжатии, в первом приближении можно говорить, что введение в цементобетон резиновой крошки позволит решить сразу две задачи: снизить модуль упругости и повысить морозостойкость конструкции.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности продолжения исследований, направленных на изучение влияния резиновой крошки на свойства дорожных цементных бетонов.

### Литература

1. Богуславский А.М. Оценка сдвигоустойчивости и трещинообразования асфальтобетонных покрытий // Автомобильные дороги. 1973. № 9. С. 10-12.
2. Богуславский А.М. Определение толщины асфальтобетонных покрытий из условий температурной трещиностойкости // Автомобильные дороги. 1981. №7. С. 21-22.
3. Виллежье М., Шансолм М. Исторический обзор использования тонких слоев для предупреждения отраженного трещинообразования // Revue générale des routes et des aérodromes. 1995. V. 727. № 3. P. 42-44.
4. Кретов В.А. Эффективный метод снижения отраженного трещинообразования в асфальтобетонных покрытиях : В сб. докл. Всероссийской конференции руководителей дорожных научных и проектных организаций. Суздаль, 1998. С. 45-51.
5. Кретов В.А., Красноперов А.Р., Казарновский В.Д. Теоретические основы количественной оценки трещиностойкости жесткой конструкции дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием. М.: Информавтодор, вып. № 5, 1999. 21 с.

6. Кретов В.А., Крамер Е.Л., Руденский А.В. Отраженное трещинообразование в асфальтобетонных покрытиях. //Наука и техника в дорожной отрасли. 1998. № 1. С. 7-9.

7. Богуславский А.М. О деформативной способности асфальтобетона при охлаждении / ХАДИ. Харьков, 1961, вып. 26. С. 81-90.

8. Бабков В.В., Мохов В.Н., Капитонов С.М., Комохов П.Г. Структурообразование и разрушение цементных бетонов. Уфа, ГУП «Уфимский полиграфкомбинат», 2002. 376 с.

9. Кретов В.А., Казарновский В.Д., Красноперов А.Р. Метод количественной оценки температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий, устраиваемых на основаниях со швами. // Труды РосдорНИИ, 2000, вып.10, с. 153-163.

### INCREASE OF DURABILITY OF «SEMIRIGID» ROAD PAVEMENTS

Prof. V.Kretov, ing. A.Gladkikh

The paper is devoted to a urgent problem of increase of durability of «semirigid» road pavements and decrease of operational expenses at application of such designs, perspective for conditions of heavy and high volume traffic. The authors have carried out experimental study of influence of introduction in structure of concrete rubber bit on frost resistance of low standard concrete. The technique of the executed experiments and their results is detailed stated.

Key words: road low standard cement concrete, «semirigid» road pavements, reflected temperature crack-resisting, rubber bit, frost resistance.

Рецензент: д-р техн. наук В.Д. Казарновский (СоюздорНИИ).  
Статья поступила в редакцию 24.12.2007 г.

# Расчет состава полимерно-битумного вяжущего

Канд. техн. наук Л.М. ГОХМАН  
(ОАО «СоюздорНИИ»)

В данной работе предложен способ расчета минимально необходимого содержания полимера и пластификатора в ПБВ. Подтверждена применимость основ общей теории строения органических вяжущих материалов как для битумов, так и для ПБВ.

**Ключевые слова:** битум, полимерно-битумное вяжущее, дисперсная структура, органические вяжущие материалы, блоксополимер типа СБС, общая теория строения органических вяжущих.

В статье «Применение формулы МУНИ для определения критической концентрации дисперсных систем типа битумов» [1] было показано, что кривая структурообразования в интервале  $0 < C_v < 0,613$  может быть описана уравнением Муни-Радовского:

$$\ell_n \eta^* = \frac{2,5C_v}{1 - 1,63C_v} \quad (1)$$

где  $\eta^*$  – приведенная наибольшая ньютоновская вязкость, равная соотношению вязкости системы и среды;  $C_v$  – объем частиц дисперсной фазы в единице объема системы.

В свою очередь

$$C_v = C_m \cdot \lambda \cdot \bar{d}, \quad (2)$$

где  $C_m$  – содержание зародышей частиц дисперсной фазы в единице массы;  $\lambda$  – коэффициент объемности, равный соотношению объемов частицы дисперсной фазы и ее зародыша;  $\bar{d}$  – соотношение плотностей частицы дисперсной фазы и ее зародыша.

При этом частица дисперсной фазы в дисперсной системе рассматривается как собственно зародыш, адсорбировавший часть дисперсионной среды, образуя сольватную оболочку в этом комплексе, который является единым целым при тепловом движении и в процессе деформирования. В опубликованных позже теоретических основах строения органических вяжущих материалов [2, 3] объем частиц дисперсной фазы  $C_v$  обоснован как основной критерий типа дисперсной структуры органического вяжущего материала (ОВМ), а, следовательно, и его качества. Показано, что для оптимального типа дисперсной структуры ОВМ объем частиц дисперсной фазы заключен в пределах  $0,487 < C_v < 0,613$  или  $C_v^* < C_v < C_v^{**}$ .

В связи с этим для того, чтобы получить полимерно-битумное вяжущее (ПБВ), т.е. вяжущее, характеризующееся наличием структурной сетки полимера во всем объеме, необходимо определить  $C_m$  при  $C_v^* = 0,487$  и  $C_v^{**} = 0,613$ .

Для этой цели необходимо знать содержание асфальтенов в битуме, значение  $\lambda$  и  $\bar{d}$  для асфальтенов и полимера. При этом плотность частиц дисперсной фазы можно считать равной плотности собственно битума или ПБВ.

Для определения значения  $\lambda$  для асфальтенов и полимера необходимо определить значение приведенной наибольшей ньютоновской вязкости системы, состоящей из той среды, в которую будет введен данный наполнитель в предполагаемом количестве.

Значение  $\lambda$  определяют по следующей зависимости, полученной при подстановке значения  $C_v$  из формулы (1) в формулу (2).

$$\lambda = \frac{\ell_n \eta^*}{C_m \bar{d} (2,5 + 1,63 \ell_n \eta^*)} \quad (3)$$

Ниже приведен пример расчета минимально необходимого содержания блоксополимера типа СБС марки ДСТ-30-01 в битумах типа БНД для образования пространственной структурной сетки полимера.

Как известно из теоретических положений о дисперсной структуре битумов, разработанных А.С. Колбановской, и многочисленных данных, полученных при исследовании групповых химических составов, среднее содержание асфальтенов в битумах марок БНД, дисперсная структура которых относится к III типу, составляет 22% от массы, т.е.  $C_m^{асф} = 0,22$ , а для марок БН  $C_m^{асф} = 0,16$ .

По данным, приведенным в работе [4] плотность асфальтенов, битумов марок БНД, полученных окислением легких гудронов, составляет  $1,235 \text{ г/см}^3$ , следовательно,  $\bar{d} = 0,81$  (образец 2.3). При этом исследование реологических свойств модельного битума, содержащего 30% асфальтенов по массе в среде, состоящей из смеси парафино-нафтеновых и ароматических углеводородов в соотношении 1 : 1 и 25% смол, позволило рассчитать значение  $\lambda$  по формуле (3), которое равно 2,18. Указанные данные позволяют по формуле (2) определить, какой минимальный объем будут занимать в ПБВ частицы дисперсной фазы, представленные асфальтеновыми комплексами в битумах марок БНД и БН:

$$\text{Для БНД } C_v^{асф} = 0,22 \cdot 2,18 \cdot 0,81 = 0,388$$

$$\text{Для БН } C_v^{асф} = 0,16 \cdot 2,18 \cdot 0,81 = 0,282$$

Исходя из представления о том, что максимальный объем частиц дисперсной фазы в вяжущем составляет  $C_v^{**} = 0,613$ , что соответствует наиболее вероятной плотности упаковки шарообразных частиц, объем частиц дисперсной фазы образованных полимером, т.е. объем СБС-комплексов в ПБВ составит:

$$\text{Для БНД } C_v^{ДСТ} = 0,613 - 0,388 = 0,225$$

$$\text{Для БН } C_v^{ДСТ} = 0,613 - 0,282 = 0,331$$

Учитывая, что плотность блоксополимера типа СБС марки ДСТ-30-01 составляет  $0,96 \text{ г/см}^3$ , а плотность ПБВ принимаем равной 1,0, тогда  $\bar{d} = 1,04$ .

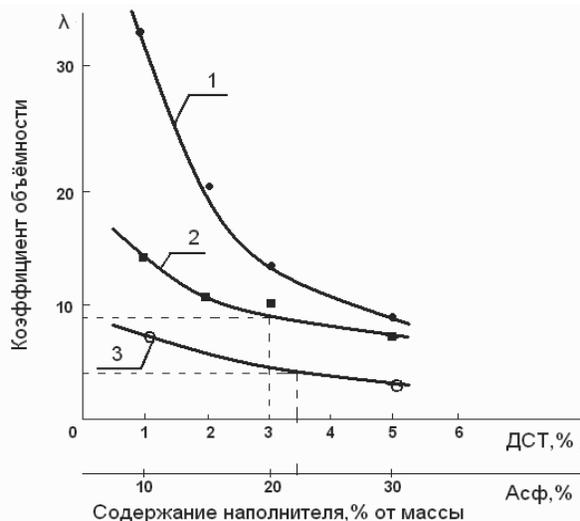
В работе [4] определены значения  $\lambda$  для указанного полимера в среде, состоящей из смеси 80% ароматических углеводородов и 20% смол и наиболее близкой по составу к свободной дисперсионной среде битумов марок БНД (рисунок, кривая 2). Содержание полимера в этой модели составляло 1, 2, 3, 5% от массы, а рассчитанное значение  $\lambda$  составляло соответственно 13,6; 10,3; 10,2; 7,1. Для определения минимального содержания полимера на кривой зависимости  $\lambda$  от содержания ДСТ (рисунок, кривая 2) определили значение  $\lambda = 9$ , соответствующее подтвержденному на практике минимальному необходимому содержанию полимера, равному 3% от массы в ПБВ на основе битумов марок БНД, а для максимального содержания полимера принято  $\lambda^{ДСТ} = 7$ , что соответствует 5% полимера, в среднем  $\lambda_{\text{сред}}^{ДСТ} = 8$ . По формуле (2) определяли  $C_m$ .

$$C_m^{ДСТ\text{min}} = \frac{0,225}{9 \cdot 1,04} = 0,024; \quad C_m^{ДСТ\text{max}} = \frac{0,225}{7 \cdot 1,04} = 0,0309.$$

Исходя из указанных данных для получения ПБВ с равновесной структурой расчетное минимальное содержание ДСТ в ПБВ составляет 2,4% от массы, а максимальное 3,09% от массы, что практически совпадает с экспериментальными данными для ПБВ на основе битумов марок БНД [5].

Очевидно, что при более высоком содержании полимера будет нарушено равновесное состояние в системе, а следовательно, необходимо наряду с увеличением содержания полимера вводить пластификатор. Это позволит избежать уменьшения толщины сольватных оболочек у асфальтеновых комплексов и снижения работоспособности (эффективности) полимера, ухудшения технологических свойств ПБВ. Таким образом, полученные данные являются важнейшим теоретическим обоснованием необходимости и целесообразности применения пластификаторов для получения ПБВ высокого качества, т.е. с высокими эксплуатационными и одновременно с высокими технологическими характеристиками.

При этом можно рассчитать минимально необходимое содержание пластификатора в ПБВ, чтобы не нарушить равновесное состояние в системе. Так, если в соответствии с подбором состава ПБВ необходимо ввести в битум типа БНД не 2,5% ДСТ, а 3,5%, т.е. на 1,0% больше минимально необходимого, то минимально необходимое содержание пластификатора в этом случае можно рассчитать следующим образом. Определили по формуле (2) объем  $C_v$ , занимаемый 1,0% ДСТ:  $C_v^{ДСТ} = 0,01 \cdot 8,0 \cdot 1,04 = 0,0832$ .



Влияние содержания наполнителя на коэффициент объёмности частиц дисперсной фазы: 1 – ДСТ в среде из парафино-нафтеновых углеводородов; 2 – ДСТ в среде из ароматических углеводородов в смеси с 20% смол; 3 – асфальтены в среде из парафино-нафтеновых и ароматических углеводородов в соотношении 1:1 в смеси с 25% смол.

Следовательно, объем, занимаемый пластификатором, будет равен разности между объемом ДСТ-комплекса  $C_v^1$ , образованного 1% ДСТ, и объемом его зародыша  $C_v^2$ .

$$C_v^{\text{пласт}} = C_v^1 - C_v^2 = 0,0832 - 0,0104 = 0,0728$$

$$C_v^2 = 0,01 \text{ г} : 0,96 \text{ г/см}^3 = 0,0104$$

Так как плотность пластификатора (индустриальное масло марки И-40А) равна  $0,9 \text{ г/см}^3$ , то масса пластификатора будет равна  $0,0655$  (6,55% от массы). При введении 4% ДСТ в битум, минимально необходимое содержание пластификатора в ПБВ с равновесной структурой составит 9,76% от массы. При введении 5,5% ДСТ максимально необходимого для ПБВ по ГОСТ Р 52056, минимально необходимого содержания пластификатора составит 20,96%. Как правило, при таком содержании полимера удается получить ПБВ с требуемыми для любого региона России и любых условий эксплуатации свойствами.

ПБВ с более высоким содержанием полимера используется для кровель, герметиков и содержит, как правило, небольшое количество пластификатора или вовсе его не содержит и может рассматриваться как полимер, пластифицированный битумом. Асфальтены в такой системе играют роль наполнителя.

Ранее [5] было показано, что для получения ПБВ на основе битумов с разными типами дисперсной структуры III и II марок БНД и БН по ГОСТ 22245 соответственно необходимо введение 2,5% – 3,0%; 3,5% – 4,0%, полимера марки ДСТ 30-01 соответственно или в среднем 2,75%; 3,75%. Расчеты, аналогичные выполненным выше, по определению  $C_v^{\text{ДСТ}}$  по формуле (2) или дисперсионной среды, свободной от асфальтеновых комплексов, показывают, что значения  $\lambda$  для указанных ПБВ составляют соответственно 7,9; 8,5. При этом содержание асфальтенов для расчета  $\lambda^{\text{ДСТ}}$  в битумах III и II типов структуры приняты равными 22% и 16% соответственно.

Таким образом показано, что, во-первых, значение  $\lambda = 7,9$  для ДСТ-комплексов в ПБВ, полученных на основе битумов III и II типов, близко к его значению, полученному экспериментально  $\lambda_{\text{сред}} = 8$ . Следовательно, состав дисперсионной среды, принятый в модельной системе, действительно близок к тому составу дисперсионной среды в битумах III типа, в которых образуются ДСТ-комплексы. Эти данные позволяют предположить, что в будущем можно будет установить состав свободной дисперсионной среды в битумах, а следовательно, и состав сольватных оболочек в асфальтеновых комплексах.

Во-вторых, показано, что в дисперсионной среде битума II типа полимер набухает сильнее, чем в среде битума III типа, что, как и следовало ожидать, связано со значительно меньшим содержанием асфальтенов в нем.

В-третьих, экспериментально подтверждены основы общей теории строения органических вяжущих материалов, изложенных в работах [2, 3], в части ее применимости для ПБВ.

Последнее положение подтверждается и для битумов, как будет показано ниже.

В работе [4] приведены данные по значению  $\lambda$  для асфальтеновых комплексов как при 30% асфальтенов (образец 2.3) от массы в модельных битумах, так и при 8% асфальтенов, которые равны соответственно  $\lambda = 6,5$  (при 8%) и  $\lambda = 2,18$  (при 30%). Эти данные позволяют методом интерполяции по кривой 3 (см. рисунок), характер которой аналогичен кривым 1 и 2, получить значение  $\lambda$  при среднем содержании асфальтенов в битумах с дисперсной структурой III типа по А.С.Колбановской, равном 22% от массы и оно составляет  $\lambda = 3,1$ . Следовательно, при  $C_m = 0,22$ , зная значение  $d = 0,81$  и  $\lambda = 3,1$  можно определить пределы содержания асфальтенов по массе  $C_m$  в битумах этого типа структуры по формуле (2).

$$C_m^{\text{min}} = \frac{C_v^*}{\lambda \cdot d} = \frac{0,487}{3,1 \cdot 0,81} = 0,194,$$

$$C_m^{\text{max}} = \frac{C_v^{**}}{3,1 \cdot 0,81} = \frac{0,613}{3,1 \cdot 0,81} = 0,244.$$

Таким образом, получили, что  $C_m$  изменяется в интервале от 19,4% до 24,4%. По классификации А.С.Колбановской, полученной экспериментальным путем, битумы III типа содержат от 21 до 23% асфальтенов, что укладывается в интервал, полученный теоретически. Вместе с тем битумы II типа содержат менее 18% асфальтенов, а битумы I типа более 25% асфальтенов, следовательно, отличие теоретического значения от экспериментального для II типа составляет 7,8%, для I типа - 2,4%.

Полученные теоретические данные могут быть использованы при подборе состава ПБВ.

## Литература

1. Радовский Б.С., Гохман Л.М., Гурарий Е.М., Духовный Г.С. Применение формулы Муни для определения критической концентрации дисперсных систем типа битумов. Коллоидный журнал АН СССР, 1979, № 4.
2. Gokhman L.M. Theoretical bases of the structure of bitumens and organic binders. Preprints. Simposia Chemistry and Characterization of asphalts. Washington D.C. August 26-31, 1990, v.35, № 3. July 1990, p.308-313. Fuel science and technology international, 1993, h.1133-1148.
3. Гохман Л.М. Теоретические основы строения битумов и других органических вяжущих материалов. «Химия и технология топлив и масел», 1993, № 3, с. 25-28.
4. Гохман Л.М., Гурарий Е.М. Принципы создания и метод расчета состава комплексных органических вяжущих материалов на основе нефтяных остатков для дорожных покрытий. В кн. «Проблемы переработки тяжелых нефтей». Материалы 5 конференции по нефтехимии. Алма-Ата. Изд. «Наука» Каз.ССР, 1980. с. 188-199.
5. Гохман Л.М. Регулирование процессов структурообразования и свойств дорожных битумов добавками дивинил-стирольных термоэластопластов. Автореферат кандидатской диссертации. М. 1974. Союздорнии.

## CALCULATION OF POLYMER-BITUMEN BINDING AGENT COMPOSITION

By Dr. L.Gokhman ("Souzdornii" Public Corporation)

In the paper the method of calculation minimally necessary contents of polymer and plasticizer in polymer-bitumen binding agent (PBB) is offered. The applicability of bases of the general theory of a structure of organic binding materials both for bitumen, and for PBB is confirmed.

Key words: bitumen, polymer-bitumen binding agent, dispersed structure, organic binding materials, block polymer of the type SBS, general theory of a structure of organic binding materials

Рецензент: д-р техн. наук В.А. Золотарев (ХНАДУ). Статья поступила в редакцию 20.09.2008 г.

## Опыт приготовления разжиженного МАК-битума

Канд. техн. наук С.В. ПОРАДЕК

*В статье сообщается об опыте приготовления разжиженного МАК-битума на производственной установке для приготовления складированных холодных асфальтобетонных смесей. Приводится схема реактора и описание действия смесительного оборудования, а также соотношения компонентов в смеси, последовательность работ и технологические параметры процесса.*

**Ключевые слова:** разжиженный МАК-битум, МАК-порошок, реактор, холодные смеси, температура размягчения, условная вязкость, кинематическая вязкость, слеживаемость смесей.

Уже несколько лет в некоторых дорожных предприятиях России битум модифицируют МАК-порошком, который поставляют в Россию фирма ИТГ (Интернешнл Текнолоджи Груп, сайт в Интернете: [www.itg-usa.com](http://www.itg-usa.com)). Производственный опыт накоплен в Пермском ДПМК, на предприятии «Фэцит» в Новосибирске, в нескольких филиалах ПРСО «Татавтодор», на АБЗ «Самарадорстрой», в ФГУ ДЭП №8 (г. Вязники Владимирской обл.), на АБЗ предприятия «Дорожник» (г. Ростов-на-Дону).

В статье [1] сообщалось об опыте применения смесей на МАК-битумах в России. В статье [2] уже рассматривалась технология приготовления МАК-битума для горячих смесей. Однако большинство из перечисленных дорожных предприятий России пока используют МАК-порошок с целью приготовления разжиженного вяжущего и производства складированных холодных смесей в основном для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий (кроме Перми и Новосибирска). К сожалению, специалисты этих предприятий не спешат поделиться с коллегами полученным опытом, и публикаций с такой информацией в отраслевой периодике нет. А ведь накопленные ими знания были бы очень полезны для новичков в освоении этой новой и весьма эффективной технологии.

В сентябре 2008 г. на АБЗ Медведевского ДРСГУП (Республика Марий Эл) проводились работы по освоению технологии приготовления разжиженного МАК-битума и производства на его основе холодной смеси с намерением использовать ее для ямочного ремонта будущей весной.

Перемешивание компонентов, составляющих вяжущее для этих смесей, производилось в реакторе со специальным смесительным оборудованием струйного типа [3], схема которого показана на рисунке.

Диаметр цилиндрической емкости с плоскими днищами – 2,06 м, длина – 5,88 м. Для того чтобы промешать весь битум в емкости и избежать застойных зон, была применена схема с рассекателем в виде крыши домика. Рабочий орган смесителя – винт в обойме типа водометных движителей речных судов. При частоте вращения винта ~1000 1/мин образуется нисходящая затопленная струя со скоростью потока в рабочем участке около 10 м/с. Пробные пуски показали достаточно высокие скорости перемещения битума и на верхней поверхности (~0,5 м/с).

Холодные асфальтобетонные смеси используются уже десятилетиями, в основном применительно к технологии ямочного ремонта покрытий, и для их приготовления необходим разжиженный

битум. В качестве пластификатора чаще всего брали доступное на любом АБЗ дизельное топливо. Однако, при длительном (несколько месяцев) хранении в штабеле верхние слои обеднялись вяжущим, которое понемногу стекало вниз. Поэтому приходилось регулярно «перелопачивать» штабель экскаватором или ковшевым погрузчиком. Добавление к композиции МАК-порошка имеет целью воспрепятствовать такому стеканию, получить более толстую пленку вяжущего на частицах каменного материала, а также улучшить удобоукладываемость и уплотняемость смеси даже при весьма низких температурах зимой за счет повышенной текстотропии вяжущего.

Предварительные лабораторные пробы показали, что плохо перемешанные образцы вяжущего расслаивались, в верхней части смесь была значительно жиже, были видны нерастворенные крупинки порошка. Как показали лабораторные исследования, весьма важна температура жидкости. Разумеется, повышенная температура способствует растворению МАК-порошка, однако высокие температуры опасны. Температура вспышки смеси битума и дизельного топлива оказалась чуть более 100°C. Даже при относительно небольшой температуре около 120°C в окружающее пространство выделяются пары углеводородов. Малейшая искра и... Поэтому крышки люков реактора необходимо герметично закрывать.

Истинная плотность частиц МАК-порошка приблизительно 1,1 г/см<sup>3</sup>, однако при загрузке на горячий битум благодаря силам поверхностного натяжения маленькие крупинки не тонут, а плавают на поверхности. Поэтому при создании реактора необходимо предусмотреть механизм вовлечения порошка в битум. Например, если применяется лопастная мешалка с вертикальным валом, то нужно «притапливать» верхний слой за счет наклона лопаток.

В нашем случае, если уровень жидкости в реакторе превышает уровень верхней кромки конуса рабочего участка смесителя на 40–80 мм, то образуется всасывающая воронка, наличие которой очень важно, когда к битуму добавляются, например, адгезионные добавки с меньшей, чем у битума плотностью, или загружаются порошки, которые плавают на поверхности, как в нашем случае, тогда они увлекаются с поверхности в рабочий участок и активно перемешиваются с битумом.

Если нужно приготовить большее количество МАК-битума, то после загрузки порошка и некоторого перемешивания, можно добавить битум (на рисунке максимальный уровень показан пунктиром) и окончательно перемешать смесь. В этом случае, разумеется, дизтопливо и порошок сразу загружают на полную намеченную порцию приготавливаемого вяжущего.

Рецепты разжиженного МАК-битума обычно содержат по весу 2,2–2,5% порошка, 15–25% дизельного топлива, остальное

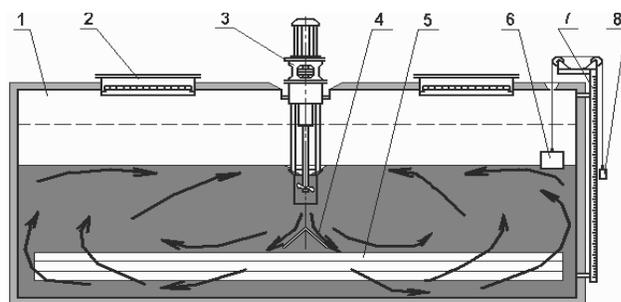


Схема реактора для улучшения битума добавками на АБЗ Медведевского ДРСГУП: 1 – емкость реактора, 2 – люк-лаз, 3 – насос-смеситель РМБ-7, 4 – рассекатель, 5 – нагревательные элементы, 6 – поплавок уровнемера, 7 – тарировочная рейка, 8 – противовес.

– битум. Чаще всего применяется битум марки 60/90. В смесях, используемых зимой, применяют вяжущее с большим содержанием пластификатора.

Чтобы подтвердить готовность полученного вяжущего и удостовериться в его однородности после завершения перемешивания, применить способ, описанный в [4], к сожалению оказалось невозможным – слишком пластичный продукт даже при 0°C и с минимальной массой подвижной части пенетromетра (~50 г без утяжелителя). Однако какой-то признак достаточности перемешивания всё же необходим. Предлагается определять температуру размягчения по КиШ для смеси, взятой сверху и снизу отобранного образца после его термостатирования в жидком состоянии (~100°C) и выдержки в морозильнике. Если температуры размягчения будут близки, то следует считать смесь однородной. Разумеется, это предложение требует проверки и обоснования допуссаемого отклонения.

На производственной установке, схема которой приведена выше, была приготовлена пробная партия ~12 т разжиженного МАК-битума следующего состава: дизтоплива 20%, МАК-порошка 2,4%, остальное – битум марки 60/90. Сначала в емкость был залит при температуре ~120°C битум в расчетном количестве с учетом плотности при данной температуре, с контролем по уровню. Все нагреватели в емкости были подключены. Затем добавили из топливозаправщика через счетчик расчетное количество холодного дизтоплива (в литрах с учетом его плотности по паспорту 0,84 кг/л).

При включении насоса-смесителя температура смеси упала до 95°C. После перемешивания и доведения температуры в реакторе до ~120°C начали вручную через приоткрытую крышку люка-лаза постепенно засыпать из мешков МАК-порошок так, чтобы один мешок (20 кг) высыпался за 2–3 минуты. Время загрузки составило более 1 ч. Температура в емкости во время загрузки поднялась почти до 140°C, после чего нагреватели были отключены. Перемешивание после загрузки последнего мешка продолжали еще 1 ч фактически при температуре ~140°C.

Полученное вяжущее в следующие дни было применено для приготовления смеси на установке ДС-1853 (с микропроцессорной системой управления) из предварительно просушенного накануне и положенного в штабель щебня (габбро), который вторично подавался в сушильный барабан. Рецепты холодных смесей – отдельный вопрос, выходящий за рамки данной статьи. Вяжущее поступало в смеситель из рабочей битумной емкости при температуре 100–110°C. Температура приготавливаемой смеси была в пределах 60–80°C. Полученную смесь положили в штабель для хранения на полгода.

Имеются сведения о применении холодного и непросушенного щебня. Однако в этом случае обязательно добавлять в композицию адгезивы, которые в нашем опыте не использовались.

Показатели качества разжиженного МАК-битума не определены и не обоснованы результатами экспериментальных работ или производственных испытаний. Учитывая цель применения МАК-порошка – замедление стекания с частиц пленки вяжущего при хранении, лучшее качество подразумевает более высокую температуру размягчения или более высокую вязкость композиции. Например, смесь битума с дизтопливом без МАК-порошка имела температуру размягчения 11°C, а после объединения с МАК-порошком при концентрации 2,25% – 20°C.

Будет ли полезен такой показатель, как **условная вязкость** в секундах, определяемая по времени истечения жидкости через калиброванное отверстие? Такие вискозиметры имеются в большинстве дорожных лабораторий России. Испытание придется проводить при повышенной температуре, например, при 60 или 80°C. Но пленка вяжущего «работает» в условиях хранения смесей в штабеле при температурах окружающего воздуха, в том числе зимой. Сомнения возникают из-за специфических свойств гелеобразного вяжущего, которые как раз придает битуму МАК-

порошок. Показательной возможно будет, например, кинематическая вязкость. Но какие уровни температуры размягчения или кинематической вязкости (и при какой температуре?) будут достаточны? И для каких условий хранения смесей и их применения? К тому же вискозиметров для определения кинематической вязкости в дорожных лабораториях России нет.

По убеждению автора статьи этот вопрос требует отдельного исследования и обоснования. Причем требуемые показатели качества вяжущего могут быть определены только по показателям качества холодных смесей. Каким? Одним из показателей должна быть слеживаемость. Если смесь нужно хранить несколько месяцев, то в конце срока хранения она должна быть технологичной для данного применения, а покрытие из нее соответствовать требованиям к покрытиям для данных условий. Исходя из необходимых значений показателей качества вяжущего можно уже определиться с рецептами и параметрами технологического режима его приготовления.

Температура в реакторе и время перемешивания, необходимое для растворения МАК-порошка и получения однородной смеси, наверняка взаимосвязаны. Кроме того, это время зависит от параметров смешения (кратность циркуляции, скорость сдвига). Последнее не позволяет гарантировать общность результатов исследований этого процесса, выполненное на каком-то конкретном смесителе. Поэтому результаты лабораторных исследований, которые представляются все же необходимыми для выявления закономерностей, дадут только понимание того, **что** происходит, и, возможно, **почему**. Но количественные зависимости будет нельзя перенести на реакторы со смесителями иного типа и в каждом случае при освоении этой технологии дорожные лаборатории будут должны выполнить собственное исследование на том производственном оборудовании, которое применяется. Это непростая задача с учетом недостаточного оснащения большинства наших дорожных лабораторий [5, 6].

## Литература

1. Марышев Б.С., Кужлев В.П. Опыт применения МАК-асфальта в России // *Строительная техника и технологии*, №3, 2008 г., с. 146-148.
2. Васильковский В. В., Порадек С.В. Как получить МАК-битум высокого качества // *Наука и техника в дорожной отрасли*, № 3, 2008 г. с. 28-30.
3. Порадек С.В. Устройство для интенсивного перемешивания гудрона и битума в горизонтальных емкостях // *Автомоб. дороги: Информ. сб./Информатодор*. – 1996. – Вып. 12, с. 24-28.
4. Порадек С.В. Способ оценки однородности смесей битума с добавками // *Новости в дорожном деле: Науч.-техн. информ. сб. / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»*. 2006. – Вып. 6, – с. 57-60.
5. Порадек С.В. Проблемы лабораторного обеспечения технологии улучшения битума добавками // *Наука и техника в дорожной области*. – 2007, № 3, с. 43-44.
6. Васильковский В.В., Порадек С.В. Дорожная лаборатория. Из прошлого в будущее // *Наука и техника в дорожной отрасли*. – 2005, № 2, с. 17-18.

## THE PRACTICE OF PREPARATION OF MAK-BITUMEN CUTBACK

By Dr. S.Poradek

In the paper experience of preparation of MAK-bitumen cutback on industrial installation for preparation storage cold asphalt concrete mixtures is described. The reactor sketch and description of action of the mixing equipment, and also ratio of components in a mixture, sequence of works and technological parameters of process is resulted.

Key words: MAK-bitumen cutback, MAK-powder, reactor, cold mixtures, temperature of softening, conditional viscosity, kinematic viscosity, blocking property of mixtures.

Рецензент: начальник центральной лаборатории ОАО ПРСО «Тавтаводор» Ф.Г. Дубкова. Статья поступила в редакцию 24.10.2008 г.

## Работоспособность моста с клееным стыком

*Д-р техн. наук, проф. А.С. ПРОКОФЬЕВ  
(ООО «РИСАД»)*

*В статье на основе обследований и испытаний моста через р. Сухона у г. В.Устюг анализируется несущая способность предварительно напряженного железобетонного составного пролета из блоков с плоским клееным стыком.*

**Ключевые слова:** работоспособность, пролетное строение, разрушение, клееный стык.

Широкое распространение составные железобетонные пролетные строения с клееными швами между блоками получили в 1962 г., после строительства во Франции моста Чойз-ле-Рой со стыками из эпоксидной композиции [1]. В этот же период были введены в нашей стране мосты с подобными стыками через реки Дон в Ростове, Оку у Каширы и Москву у Филей.

Основной применения в мостостроении эпоксидных клеев явились научные работы Л.А. Игонина, Ю.Н. Саканского и Л.В. Захарова [2]. Ю.Н. Саканским было получено авторское свидетельство на состав «мягкого» клея, применяемого в зимнее время.

Разработанный нормативный документ [3] позволял использование пластичных зимних составов значительной толщины, при этом конструкции рассчитывались как «цельнопролетные».

Обширные обследования клеевых швов восьми мостов [4] позволили утверждать об отсутствии внешних признаков старения (растрескивания) клея. Результаты испытания клея, взятого из наплывов, и кернов даже самых старых мостов свидетельствовали о сохранении клеями прочностных характеристик, удовлетворяющих нормативным требованиям.

Однако исследования физико-механических характеристик клея выявили изменения в очень широком диапазоне деформативных ( $16 \leq E \leq 2700$  МПа) и прочностных ( $7,1 < \sigma \leq 81,4$  МПа) свойств, при этом отмечается хорошее качество в шестидесяти годы и последующее снижение качества работ склеивания блоков. Авторы наблюдали на всех мостах протечки воды: от 1 до 50% локального характера у клеевых стыков и 90% в бетонируемых «замковых» блоках; отмечается более высокая водонепроницаемость клееных швов по сравнению с бетонируемыми.

На основании проведенных исследований [4] авторы не сомневаются в долговечности твердых (летних составов) и пластичных, мягких (зимних составов) клеев при толщине швов до 7,0 мм и, соответственно, клееных стыков.

Однако в исследованиях ЦНИИС [2] отмечаются деструктивные процессы клея, зависящие от состава композиции и качества выполнения операций при склеивании. Результаты испытаний образцов клея с мостов, находящихся в эксплуатации 20–25 лет, свидетельствовали о высокой долговечности эпоксидных композитов при верном подборе состава компаунда и соблюдении необходимых технологических требований. Авторы считают неоправданно успешным внедрение в практику /3/ мостостроения использование толстых клеевых швов, которые при многократных механических загрузках и переменных температурных воздействиях обладают ограниченной выносливостью. В результате исследований был сделан вывод, что для обеспечения требуемой работоспособности клееных стыков необходимо существенно ограничить число рецептур клеевых составов, запретить использование непригодных для мостостроения смол, наполнителей, максимальную толщину

стыков до 5,0 мм; при расчете на главные напряжения ввести понижающий коэффициент 0,9 к предельным значениям; предусмотреть при монтаже равномерное обжатие стыка.

В 1980 г. через реку Сухона у г. В.Устюг был построен мост с неразрезным железобетонным предварительно напряженным пролетным строением (63,34 + 70,00 + 2x105,00 + 70,00 + 63,34), выполненным из сборных блоков коробчатого сечения переменной высоты с плоскими клееными стыками по проекту Ленинградского филиала Гипрорднии.

После строительства СоюздорНИИ обследовал и испытал мост и разрешил эксплуатацию сооружения под проектные нагрузки Н-30, НК-80.

В 1986 г. обрушилось 63-метровое пролетное строение. После обрушения СоюздорНИИ отмечает образование трещин в 28 стыках. Причиной аварии Росдорортгехстрой предположил сдвиг по шву. Проведенные испытания восстановленного моста в 1987 г. 75%-ной нагрузки от А11 позволили получить конструктивные коэффициенты по прогибам 0,73–1,06, по напряжениям менее, а относительные прогибы составляли (1/3500–1/4000) ℓ. Сдвигов стыков при испытании не было обнаружено.

В 1989 г. Росдорнии обследовал и испытал мост нагрузкой 79–100% от нормативной величины после дополнительного усиления пролетного строения. Основные конструктивные коэффициенты находились в пределах 0,66–1,00, т.е. накопление повреждений не существенное.

В 1993 г. «ИМИДИС» после обследования приходит к выводу, что общее состояние стыков может быть оценено как относительно удовлетворительное. По клею новых трещин нигде не обнаружено. Утверждается о «существенной нестачи обжатия в размере 40–50 кг/см<sup>2</sup>» и невысокой эффективности усиления дополнительной напрягаемой арматурой, а также постановки стальных шпонок по методу СоюздорНИИ. В этих условиях процесс разрушения может происходить без развития симптомов расстройств стыков, т.е. хрупко и неожиданно.

«ИМИДИС» рекомендует сохранить существующий режим эксплуатации моста: максимальная масса транспортного средства в колонне 30 т с интервалом 50,0 м; максимальная масса специальных видов транспорта, пропускаемая в одиночном порядке, не выше 40 т. Проведение любых видов испытаний тяжелой нагрузкой недопустимо.

Далее предлагается загрузить дефектные стыки тяжелой (порядка 40–60 т) нагрузкой и заинъектировать их метилметакрилатом, что позволит значительно поднять надежность стыковых соединений.

**Однако рекомендуемый полимер не имеет длительной прочности, а имеет неограниченную ползучесть и может служить только герметиком!**

Учитывая противоречивость последнего обследования и время эксплуатации в 2001 г. неразрезное железобетонное пролетное строение было обследовано Воронежским НПЦ РосдорНИИ (руководитель д-р техн. наук, проф. А.С. Прокофьев), при этом осмотр наружных поверхностей производился с помощью специальной машины РД-803-М. Анализ данных обследования позволил утверждать о прекращении процесса раскрытия трещин, а образование новых трещин на наружной поверхности блоков с шириной раскрытия до 0,2 мм связано с усталостью циклических механических и температурно-влажностных воздействий [6].

Ранее [7] нами было впервые обнаружено явление синергизма усталости от данных воздействий, приводящее к трещинообразованию в клеевых швах деревянных мостовых балках. Динамика их развития аналогична. Испытания второго экспериментального клееного деревянного моста через р. Курлак в Воронежской обл. в шестидесяти годы были обнадеживающие. Однако через год начался процесс трещинообразования, связанный с синергической усталостью клеевых швов [8]. Далее пролетные строения моста были заменены на железобетонные. Большинство поставленных в 1987 г. гипсовых маяков на трещинах внецентренных поверхностей сохранились. Образовавшиеся маяки в стыках в виде размazanно-

го эпоксидного компаунда при установке шпонок в самых опасных местах демонстрировали отсутствие трещинообразования.

При обследовании внутренних поверхностей прежде всего поражало обильное выщелачивание с ростом сталактитов как на поверхности бетона, так и в клееных стыках. Плохое качество работ видно было и в решении стыков, когда до 120 мм выступают толщины стенок соседних блоков.

На основе проделанной работы было рекомендовано выполнить новую гидроизоляцию с устройством тротуаров в одном уровне с мостовым полотном и установкой барьерных ограждений безопасности, что позволит значительно уменьшить постоянную нагрузку.

В 2007 г. ООО «РИСАД» (руководитель д-р техн. наук, проф. А.С. Прокофьев) после выполненного ремонта обследовал и испытал мост через р. Сухона.

Из анализа данных обследования был сделан вывод, что процесс раскрытия трещин с 2001 г. не возобновлялся. Интересно, что один маяк из четырех поставленных 16.07.1987 г. разрушен, но наклонная трещина в бетоне имеет по-прежнему раскрытие 0,1 мм. Это говорит о том, что трещина меняла свою ширину в зависимости от циклических температурно-влажностных и механических воздействий. Трещина в стыке блоков 138-139 верховой стороны, рекомендованная ГП Росдорнии для специального наблюдения, осталась неизменной. На низовой стороне образовалась единственная трещина по размазанному эпоксидному компаунду при постановке верхней шпонки шириной 0,1 мм и длиной 250 мм. Так как трещина располагается от нижней поверхности на высоте 1,5 м, то причиной ее возникновения можно считать также циклические температурно-влажностные воздействия.

В отчетах обследования, проводимых ранее другими организациями, практически не говорится о плохом качестве сборки блоков строителями. Так в стыке блоков 108-109 верховой стороны непрочной проходит на глубину 140 мм и длину 400 мм. Много стыков замачивалось, выщелачивалось с ростом сталактитов. Все это брак строителей, так как качественно выполненный клеевой шов должен быть более водонепроницаемый, чем бетон. При этом в пролете ближе к рухнувшему имеются сталактиты больших размеров, и их интенсивность растет. Нам удалось побеседовать с тремя бывшими строителями, включая ныне работающего в Департаменте дорожного хозяйства Вологодской обл. Выяснилось, что блоки на стройку поступали сырые, поверхности склеивания сушили паяльными лампами, деградируя верхний бетонный слой. Некоторые блоки склеивали в соответствии с ВСН 98-74 так называемым мягким клеем при отрицательной температуре, при этом бетонные поверхности были покрыты льдом.

Таким образом, рост сталактитов в швах подтверждает, что подобное склеивание привело не к цельности составной по длине конструкции, как рекомендовали технические указания ВСН 98-74, а к раздельной работе блоков, что можно считать причиной разрушения пролета 1-2.

Вероятно, это осознали после аварии и авторы ВСН 98-74, так как в дополнение к СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» немедленно потребовали уменьшить клеевую прослойку до 3 мм (п.3.165\*), при этом клей предназначается для герметизации стыков блоков (п.3.8\*).

Таким образом, ухудшение качества склеивания на мостах более поздней постройки, о чем убедительно показано в работах головных институтов [2, 4] привело к оправданию будущих браков строителей при строительстве новых мостов.

В последнем пролете, аналогичном разрушенному, на мосту через р. Сухона, нами не были выявлены вышеприведенные дефекты склеивания. Для оценки несущей способности пролет был испытан статической нагрузкой в виде четырех груженых автомобилей КАМАЗ, эквивалентной НК-80, на максимальный изгибающий момент и поперечную силу. Для количественной оценки результатов испытаний использован расчет пролетного строения и величины прогибов ГП Росдорнии. Изгибающий момент составлял 77% и прогиб 13 мм вместо 17 мм (76%) соответственно от величин ГП Росдорнии. Конструктивный коэффициент составлял 0,91.

Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм и базой 200 мм не фиксировали отклонения стрелок на ранее указанных опасных швах у крайней опоры при воздействии максимальной поперечной силы. Аналогичные результаты при воздействии максимального изгибающего момента были получены при испытании остальных пролетов. Следует отметить, что полученные относительные прогибы на порядок меньше нормативной величины.

В результате обследования и испытания можно сделать вывод о стабильности напряженно-деформированного состояния неразрезного пролета и проектной долговечности качественно исполненных клеевых стыков железобетонных блоков составной конструкции.

## Литература

1. Podolny W., Muller J.M. *Construction and Design of Prestressed Concrete Segmental Bridges*. – A. Wiley – Inter – Science Publication. USA. 1982.
2. Цейтлин А.Л., Браун В.В. «Особенности работы клееных стыков составных по длине железобетонных пролетных строений мостов», *Транспортное строительство*, № 10, 1990г.
3. Технические указания по проектированию, изготовлению и монтажу составных по длине конструкций железобетонных мостов. ВСН 98-74 Минтрансстрой, М., 1975.
4. Шейнцвит М.И., Смелова М.В. «Долговечность клееных стыков железобетонных коробчатых пролетных строений» // *Автомобильные дороги*, № 3, 1991.
5. Браун В.В., Робсман В.А. *Методика и результаты автоматизированных усталостных испытаний клеевых соединений бетона* // *Бетон и железобетон*, 1990, № 1.
6. Prokofiev A.S. and others. *Glued and Solid wood fatigue of bridge constructions and the wais of its calculation: the seventieth Czech and Slovak international conference on steel structures and bridges-94 Bratislava*, 1994.
7. Прокофьев А.С. «Проектирование мостов с учетом усталости клееной древесины», *Автомобильные дороги*, № 8, 1984.
8. Прокофьев А.С. «Сопротивляемость клееных деревянных балок скалыванию при ассиметричном действии пульсирующих нагрузок» - дисс. ... канд. техн. наук, Воронеж, 1973.

## SERVICEABILITY OF THE BRIDGE WITH FLAT GLUED JOINT

By Prof. A.S.Prokofyev (Director, "RISAD" Ltd.)

In the paper on the basis of inspections and tests of the bridge over the river Sukhona at Velikiy Ustug the bearing capacity of prestressed concrete compound span from blocks with flat glued joints is analyzed.

Key words: serviceability, span, destruction, glued joint.

Рецензент: д-р техн. наук П.М. Саламахин (МАДИ-ГТУ). Статья поступила в редакцию 20.05.2008 г.

## НОВЫЕ КНИГИ

УДК 624.01/07

ББК 38.5

**Картошина С.В. Примеры расчета железобетонных конструкций.** Учебное пособие / МАДИ(ГТУ). – М., 2008, – 100 с.

Учебное пособие содержит примеры расчетов и конструктивных решений зданий и сооружений дорожного и аэродромного комплексов, а также справочные материалы, необходимые для студентов специальности «автомобильные дороги и аэродромы» и может быть использовано при выполнении дипломных проектов и для реального проектирования.

Телефон для справок  
+7 499 155-01-81

## Влияние противо- гололедных реагентов на свойства битумов и асфальтобетонов

**Канд. техн. наук, проф. Э.В. КОТЛЯРСКИЙ,  
канд. техн. наук, доцент О.А. ВОЕЙКО  
(МАДИ-ГТУ)**

*Исследовано действие попеременного замораживания-оттаивания и противогололедных реагентов на асфальтобетон и его составляющие. Установлено, что деструктивные процессы, происходящие в асфальтобетоне, при совместном действии попеременного замораживания-оттаивания и противогололедных реагентов протекают динамичнее.*

**Ключевые слова:** противогололедные реагенты, цикл замораживание-оттаивание.

Требования обеспечения безопасного движения автомобильного транспорта вынуждают в осенне-зимне-весенний период эксплуатации активно использовать противогололедные реагенты. В работе О.А. Швагириной [1] приведена классификация твердых противогололедных материалов по эффективности их применения (табл. 1).

Долгое время считалось, что противогололедные реагенты не оказывают какого-либо заметного воздействия на структуру и свойства органических вяжущих материалов и асфальтобетона. Однако анализ систематических наблюдений за состоянием асфальтобетонных покрытий свидетельствует, что при интенсивной обработке противогололедными материалами асфальтобетонные покрытия, как правило, имеют пониженные сроки эксплуатации. На долговечность асфальтобетона в агрессивной солевой среде большое влияние оказывает химическая стойкость битума, его адгезионные свойства и количество в асфальтобетонной смеси, химико-минералогический состав, генетическая природа, структура и текстура минеральных компонентов, плотность асфальтобетона и другие факторы [2].

Влияние воздействия щелочных, кислотных растворов и грунтовой воды на структуру и свойства нефтяных битумов исследовались Н.В. Засурским, О.В. Розен, Э.З. Юдовичем и Я.Н. Новиковой, Чуракиной, А.И. Лысихиной, И.А. Рыбьевым [1, 2, 3, 4, 5].

Ряд авторов приходит к определенному выводу, что битумы более устойчивы при действии растворов кислот, чем в растворах щелочей.

Так, при оценке адгезионных свойств битумов на специально приготовленных пластинках в агрессивной среде установлено, что растворы слабо концентрированных кислот и грунтовая вода не вызывают каких-либо видимых внешних изменений битумной пленки (отслаивание пленки от пластинок не наблюдалось). Обратная картина наблюдалась при воздействии щелочной среды. В этом случае битумная пленка приобретала коричневатый оттенок и отслаивалась от пластинок.

Установлено, что под воздействием солевых растворов групповой состав битумов изменяется в сторону увеличения содержания асфальтенов, в результате чего повышается температура размягчения [2]. При этом ухудшаются адгезионные и пластические свойства битума, что способствует потере эластических свойств асфальтобетона при отрицательных температурах.

Не меньший интерес представляют результаты исследований поведения в агрессивных средах битумо-минеральных композиций. В качестве агрессивной среды использовались растворы соляной и серной кислот, щелочи, растворы сульфата натрия и магния, хлористого натрия, морская вода и минерализованные грунтовые воды.

При изучении поведения битумных мастик в агрессивных средах было установлено, что растворы кислот и солей вымывают битум из мастики на известняковом наполнителе карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ . Большую активность проявляют кислотные растворы, меньшую – солевые. Воздействие указанных сред сильно меняет групповой состав битума. В нем увеличивается содержание асфальтенов, происходит переход масел в легкие смолы, тяжелые смолы становятся легкими асфальтенами. Раствор высокомолекулярных органических соединений (по И.М. Руденской) становится более вязким [6].

В результате исследования стойкости холодных асфальтовых мастик в минерализованных водах установлено, что битум, входящий в состав мастики, при длительном контакте с агрессивной средой (1–2 года) не защищает ее минеральную часть от разрушения. Экспериментальная оценка длительной водопроницаемости битумов и мастик позволила установить, что исследуемые материалы увеличивают вес и теряют прочность. В большей степени это происходит в мягких и щелочных водах. Более интенсивное воздействие этих вод проявляется с понижением количества вяжущего. Установлено, что водоустойчивость мастик, изготовленных на одном высококачественном заполнителе, устойчивом в данных водных средах, и битумах, полученных из различного сырья по различной технологии, определяется в мягких водах видом и расходом вяжущего, а в минерализованных растворах – свойствами всех компонентов асфальтобетонной смеси.

А.И. Лысихина отмечала, что стабильность нефтяных битумов к воздействию воздуха, света и других факторов зависит от содержания нафтеновых и ароматических углеводородов. С увеличением кислородосодержащих, азотистых и сернистых соединений стабильность битума нарушается [3].

Н.М. Поздняк [7] определил, что интенсивность процессов старения асфальтобетона при контакте с некоторыми минерализо-

Таблица 1

**Классификация твердых противогололедных материалов по эффективности их применения**

№	Наименование	Температура эвтектики, °С
1	Мочевина	до –10
2	Неслеживающаяся смесь (10% $\text{CaCl}_2$ , +90% $\text{NaCl}$ )	до –20
3	Хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ )	
4	Цитрат-кальциевая мочеви́на (НКМ)	
5	Нитрат-кальциевая мочеви́на с добавкой ингибитора коррозии (АНС)	
6	Ацетат магния	до –25
5	Нитрат-кальциево-магниевая мочеви́на (НКММ)	до –30
6	Ацетат кальция	
7	Хлорид кальция ( $\text{CaCl}_2$ )	

ванными водами обусловлена растворами сульфата магния и натрия. В меньшей степени на процессы старения влияют соли NaCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>.

В процессе искусственного старения экспериментально получены зависимости между изменением химического состава битума и его температурой (табл. 2 и на рис. 1).

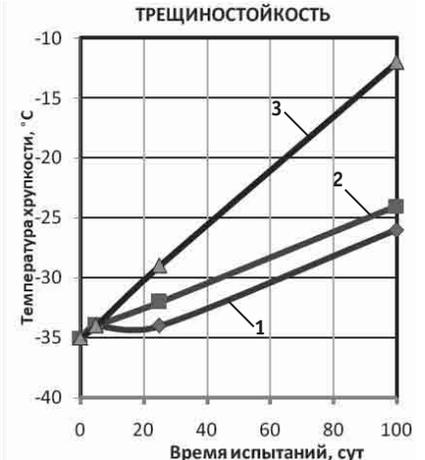
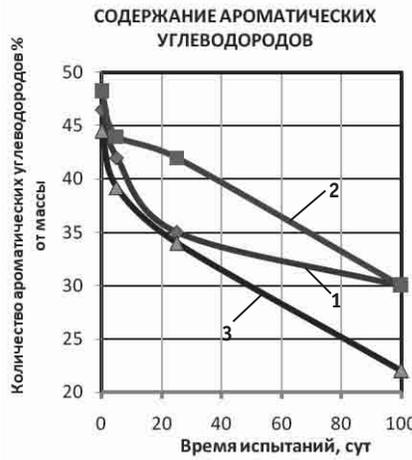
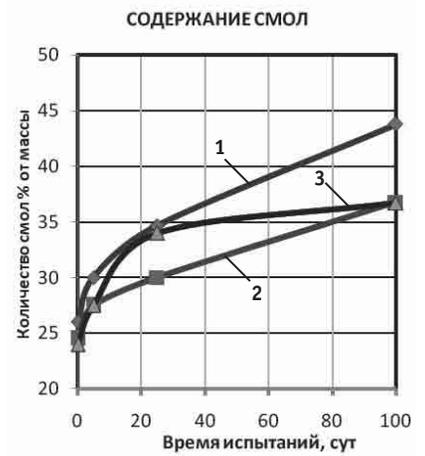
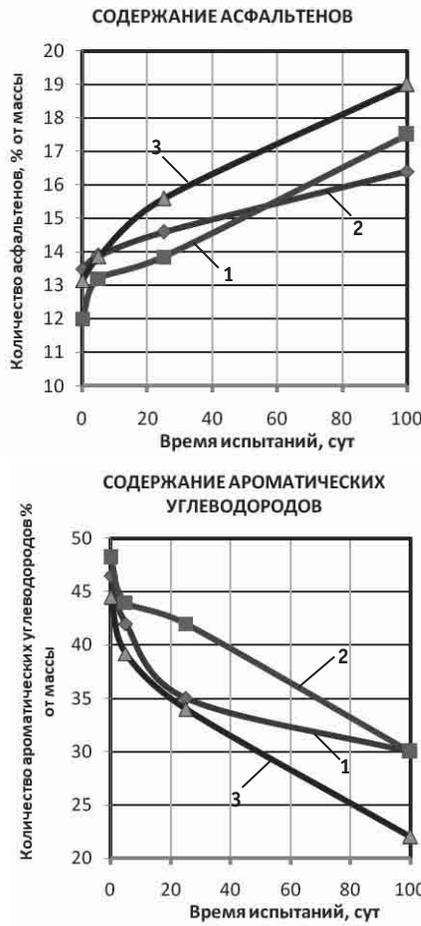
Испытания проводились на битуме марки В 180 (отечественный аналог -битум марки БНД 130/200). Как видно из рис. 1, в процессе испытания меняется групповой состав всех испытанных битумов. Увеличивается содержание асфальтено-смолистых составляющих за счет снижения количества масел. Температура хрупкости при этом заметно снижается.

Исследования И.А. Рыбьева [5, 6] показали, что при длительном взаимодействии битумных материалов с водной средой наблюдается диффузия воды сквозь битумную пленку, ее аккумуляция в порах минеральных частиц и на границе раздела фаз.

Этот процесс сопровождается выносом продуктов растворения, постепенным разрушением структуры и изменением (как правило, ухудшением) свойств битумо-минерального материала. Под влиянием водной среды ускоряется процесс старения битумов, изменяется их групповой состав и свойства, повышается вязкость, снижаются показатели деформационной устойчивости, повышается подвижность материалов, что является прямым отражением процесса разрушения их структуры. Это происходит тем быстрее, чем интенсивнее диффузия. Процесс диффузии особенно усиливается с увеличением концентрации водорастворимых веществ, причем диффундирующая вода способна вымывать их из битума, придавая ему при низких температурах кавернозную структуру.

Не менее существенным фактором, характеризующим динамику деструктивных процессов в битумо-минеральных композициях, являются генезис, химико-минералогический состав, структура

и структура каменного материала. Наилучшая сопротивляемость влиянию агрессивных сред наблюдается у плотных изверженных горных пород. Щелочестойкость известняка в 2,5 раза выше, чем у гранита, а стойкость мрамора во всех случаях выше, чем у известняка. Природные каменные материалы под воздействием агрессивных сред претерпевают все три вида коррозии.



Изменение группового состава битума и температуры хрупкости в зависимости от времени старения (1, 2, 3 – БНД 60/90 см. табл. 2)

Результаты исследований изменения химического состава битумов

Номера проб	Сроки испытания, дни	Насыщенные углеводороды, %	Ароматические углеводороды, %	Смолы, %	Асфальтены, %	Температура хрупкости, °С
1	0	16,50	46,20	23,80	13,50	-35,7
	5	16,60	41,80	27,80	13,90	-34,0
	25	14,64	35,24	33,85	14,50	-34,3
	100	16,70	30,40	36,40	16,40	-25,5
2	0	15,40	48,10	24,50	12,10	-34,8
	5	15,40	43,70	27,60	13,30	-33,9
	25	15,60	40,96	29,62	13,82	-32,9
	100	14,90	30,80	36,80	17,50	-24,0
3	0	15,80	44,50	26,40	13,30	-34,8
	5	16,70	38,90	30,30	14,20	-34,1
	25	16,02	33,54	34,86	15,59	-28,8
	100	15,90	21,50	43,50	19,10	-11,5

Таблица 2

Многочисленными авторами установлено, что более высокой чувствительностью к действию агрессивной воды обладают основные горные породы (по сравнению с кислыми). Это объясняется различием в характере химических связей, рвущихся при разрушении. Породообразующие минералы гранита (кварц и полевые шпаты) разрушаются только с разрывом химических связей «кремний – кислород», образующих кремнекислородный каркас. В основных горных породах могут рваться также более полярные связи «металл – кислород». В процессе физикодействия с агрессивной средой проявляется физическая форма коррозии строительных материалов. Кристаллизовавшиеся в порах материалов соли при присоединении ими кристаллизационной воды увеличиваются в объеме, создавая дополнительное давление на стенки пор, что приводит к разрушению материала.

Результаты исследований Б.С. Куринова [2] показали, что под воздействием солевых растворов происходит растворение и вынос малостойких к данной среде составляющих асфальтобетона. Это хорошо коррелируется с коррозией цементного камня II вида по В.М. Москвину.

Эксперименты Г.П. Зарайского и В.Н. Балашова при изучении проникания воды в различные минералы показали, что для любой минеральной фазы имеется температура, выше которой жидкость приобретает способность неограниченно проникать в твердое тело. Для мрамора эта температура составляет около 200°C, для базальта – около 300°C, для гранита – около 400°C. Проникновение воды, насыщенной солями, может происходить даже при комнатной температуре. Это означает, что присутствие агрессивного раствора ускоряет процесс проникания его в поры каменного материала. При одновременном действии попеременного замораживания-оттаивания и агрессивных солевых растворов, деструктивные процессы, протекающие в асфальтобетоне и его составляющих, существенно ускоряются [8].

Существенное влияние на деструктивные процессы оказывают адгезионные свойства органических вяжущих материалов. Они определяются активными полярными группами асфальтовых комплексов в составе битумов, претерпевающих структурные изменения в процессе воздействия агрессивной среды.

Сравнительная оценка изменения адгезии битумов по методу «кипячения» показало, что этот показатель существенно зависит от вида среды испытания. Испытанию подвергался стандартный битум марки БНД 60/90 и полимербитумное вяжущее той же марки. Испытание проводили по стандартной методике с той разницей, что для двух кипячение производилось в 5%-ном растворе нитратов, двух проб – в 5%-ном растворе хлоридов и в пресной воде.

При кипячении в пресной воде битумы выдерживают испытание. При кипячении в хлоридном растворе заметно снижается поверхность частиц, покрытых битумной пленкой. Еще в большей степени ухудшение сцепления наблюдается при кипячении в нитратной среде [8].

Интенсивность деструктивных процессов в битумо-минеральных смесях возрастает при совместном воздействии химически агрессивной среды и попеременного замораживания и оттаивания. В лаборатории испытаний битумно-минеральных строительных материалов и пластмасс Мюнхенского Технического университета были проведены исследования разрушения асфальтобетонных покрытий в результате комплексного воздействия попеременного замораживания-оттаивания и противогололедных реагентов [9].

Авторы отмечают, что между морозостойкостью материала и его стойкостью к воздействию размораживающих солей надо проводить четкое различие. Испытания проходили на высверленных из асфальтобетонного покрытия кернах, которые насыщали водой и растворами метанола, а затем подвергали циклическому замораживанию-оттаиванию. Оценку коррозионной стойкости асфальтобетона проводили по количеству раздробленных зерен щебня. Результаты испытаний показали, что даже после 10 циклов замораживания-оттаивания с увеличением концентрации метанола от 0,01 до 1,0% раздробление известнякового щебня возрастает от 0 до 60% массовой доли.

Воздействие циклически повторяющихся контактов с агрессивной средой расшатывает структуру асфальтобетона и отражается на его свойствах. Скорость накопления солей при этом увеличивается с возрастанием концентрации и уменьшается со временем.

При кристаллизации солей происходит дополнительное образование пор и каверн, соизмеримых с молекулами воды в микро-структуре битума (как дисперсной системы), что в свою очередь, способствует разрушению асфальтобетона в условиях отрицательных и знакопеременных температур.

## Литература

1. Швагирева О.А. Исследование влияния противогололедных реагентов на изменение структуры и свойств асфальтового бетона. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., МАДИ, 1999.
2. Куринов Б.С. Исследование свойств асфальтобетона в агрессивных средах и некоторые вопросы повышения его долговечности: Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. - М., 1970. - 148 с.
3. Лысихина А.И. Новый метод определения группового состава битумов и пути более дробного разделения битумов на отдельные компоненты. М., Дориздат, 1949.
4. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. М., Высшая школа, 2003. 701 с.
5. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. М., Высшая школа, 1978. 307 с.
6. Руденская И.М., Руденский А.В. Органические вяжущие для дорожного строительства. - М. Транспорт, 1984. - 226 с.
7. Позняк Н.М. Строительство автомобильных дорог на засоленных грунтах. - М., 1952. - 37 с.
8. Котлярский Э.В., О.А. Воейко. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации. «Техно-лиграфцентр», М. 2007, -136 с.
9. Gauer P.K. Ermittlung von Verdichtungswilligkeit und Verformungswiderstand bituminöser Gemische im Laboratorium. Bitumen, 1975, p.88-96.

## INFLUENCE OF ANTIICING REAGENT ON BITUMEN AND ASPHALT CONCRETE CHARACTERISTICS

By Prof. Ed. V. Kotlyarskyi, Dr. O. Voeiko (State Technical University-MADI)

The action of alternate freezing - thawing and antiicing reagent on asphalt concrete and its components is investigated. It was established, that destructive processes occurring in asphalt concrete, at joint action of alternate freezing-thawing and antiicing reagent proceed more dynamically.

Key words: antiicing reagent, freezing-thawing cycle.

Рецензент: д-р техн. наук И.М. Паписов (МАДИ-ГТУ). Статья поступила в редакцию 10.05.2008 г.

## НОВЫЕ КНИГИ

### ИЗДАНИЯ ТИХООКЕАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

УДК 656.13.05.001.25(038)

**Организация и безопасность движения** : учеб. пособие / И.Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. – 232 с.

Даны основы организации движения, способы изучения и оценки её эффективности. Проанализированы причины ДТП, дана их классификация и система учета. Приведены характеристики транспортных и пешеходных потоков. Рассмотрены практические мероприятия по организации движения на отдельных элементах улично-дорожной сети. Дана экологическая оценка мероприятий по организации движения транспортных средств.

Для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Организация и безопасность движения» и «Организация перевозок и управления на транспорте».

Телефон для справок  
+7 4212 35-85-70

## Влияние дорожных условий на расход топлива

Аспирант Нгуен Тхань Чунг (МАДИ-ГТУ)

В статье предлагается математическая модель для описания зависимости среднего расхода топлива транспортных средств от дорожных условий на въездах в г. Ханой (Вьетнама).

**Ключевые слова:** средний расход топлива, транспортные средства, въезд, дорожные условия, основные характеристики транспортного потока.

Въезды в большие города характерны высоким уровнем загрузки движением, характерным составом транспортного потока. Проектирование и эксплуатация таких участков автомобильных магистралей существенно отличается от проектирования внегородских автомагистралей. Въезды в г. Ханой и другие большие города Вьетнама характерны неоднородными смешанными транспортными потоками. В потоке преобладают мотоциклы (более 80%), большой процент городских автобусов (более 15%). Одним из важнейших показателей транспортной работы дороги является расход топлива, на размер которого влияют дорожные условия, состояние транспортного потока и т.п. Этот вопрос приобретает еще большее значение в современных условиях быстрого роста стоимости топлива. В предлагаемой статье приводятся результаты экспериментального исследования влияния характеристик транспортного потока на расход топлива транспортных средств на въездах в г. Ханой, имеющих более четырех полос движения.

Для измерения расхода топлива транспортных средств автором был использован японский комплекс сбора и обработки информации CORRSYS-DATRON, который позволяет измерить полный (л), средний (л/км) и мгновенный расход топлива (л/км). Прибор состоит из двух узлов: датчика, включенного в топливную магистраль на участке между подкачивающей помпой и фильтром грубой очистки с помощью топливопроводов из бензостойкой резины, и электронного блока на микропроцессорной основе. Все управ-

ление расходомером, а также считывание результатов измерений осуществляется с электронного блока. При работе необходимо знать только размеры топливопровода. Все остальные параметры, необходимые для проведения измерений, расходомер может определить самостоятельно.

Как показала практика эксплуатации прибора, точность измерения расхода топлива в зависимости от конкретных условий находится в пределах 0,5-1,0%. Число замеров составляло для каждого транспортного средства 15 раз во времени от 8 до 18 ч на каждом экспериментальном участке, основные характеристики которых приведены в табл. 1. Расход топлива транспортных средств во многом зависит от скорости движения, на величину которой влияют дорожные условия. В табл. 2 приведены результаты измерения полного расхода топлива на экспериментальных участках – въездах в г. Ханой. Все экспериментальные исследования были выполнены при поддержке Института стратегического развития транспорта, Государственного комитета по безопасности дорожного движения, Академии наук и технологии транспорта Министерства Транспорта Социалистической Республики Вьетнам.

Результаты измерения расхода топлива в реальных дорожных условиях обрабатывались с помощью метода наименьших квадратов. В результате были получены закономерности изменения среднего расхода топлива транспортных средств в зависимости от основных характеристик транспортных потоков и дорожных условий на въездах в г. Ханой.

**Влияние скорости движения.** Наибольшее влияние на расход топлива оказывает средняя скорость движения транспортного потока ( $V$  – км/ч).

Наблюдение показывает что, при увеличении средних скоростей потоков в диапазоне 33–48 км/ч, расход топлива транспортных средств прямопропорционально увеличивается (рис. 1). При этом расход топлива при средней скорости потока 48 км/ч больше, чем при 33 км/ч и увеличивается в 3,1 раза для мотоциклов, в 3,29 раза – для легковых автомобилей и в 1,69 раза – для грузовых автомобилей.

Величины полного среднего расхода топлива транспортных средств при изменении их средней скоростей (в диапазоне 30–55 км/ч) могут быть определены по следующим формулам:

$$\text{для грузовых автомобилей: } Q = 0,0009v^2 - 0,0552v + 1,2145; R^2 = 0,9893;$$

$$\text{для легковых автомобилей: } Q = 0,0008v^2 - 0,0501v + 0,8808; R^2 = 0,9759;$$

$$\text{для мотоциклов: } Q = 0,0002v^2 - 0,00149v + 0,264; R^2 = 0,954;$$

где  $R^2$  – коэффициент детерминации.

**Влияние интенсивности движения транспортного потока.** Разница увеличения расхода топлива транспортных средств при

Таблица 1

Характеристики экспериментальных участков

№	Название дорог	Техническая категория	Ширина проезжей части, м	Средняя скорость потока, км/ч	Процент мотоциклов в потоке, %	Средняя часовая суточная интенсивность движения на полосе (лег.авт./ч/полос)	Средний уровень загрузки движением	Ровность (м/км)	Средняя часовая плотность потока на полосе (лег.авт./км)
2	QL5(км 11–км 21) равнинный	I	21	48	68%	889	0,56	3,9	18
3	QL1(км 188–км 205) равнинный	II	14	45	73%	856	0,53	5,4	19
4	QL2(км 34–км 59) равнинный	III	12	41,5	75%	1082	0,68	8	26
5	QL32(км 11–км 31) равнинный	III	9	32,75	82%	1249	0,78	8,8	38
6	QL3(км 33–км 63) равнинный	III	9	39	77%	1151	0,71	7,8	30
7	QL6(км 38–км 58) равнинный	III	14	46,5	74%	826	0,52	4,5	17

Примечание: Тип покрытия на экспериментальных участках – асфальтобетон.

Средний расход топлива транспортных средств

Экспериментальные участки	Средний расход топлива транспортных средств в литрах на 1 км		
	Мотоцикл Suzuki (125 см <sup>3</sup> )	Легковой автомобиль (DEAWOO)	Грузовой автомобиль (MITSUBISHI, грузоподъемность 6,2 т)
QL5	0,13211	0,32570	0,59710
QL6	0,10316	0,25850	0,57230
QL1	0,09284	0,25850	0,57230
QL3	0,06239	0,13250	0,40990
QL2	0,08324	0,18800	0,44450
QL32	0,04331	0,09890	0,35270

уменьшении средней часовой интенсивности движения (N<sub>ср-лег. авт/ч</sub>) на полосе с 1249 (лег.авт/ч) по 826 (лег.авт/ч) была большой. При минимальной 826 (лег.авт/ч) и максимальной 1249 (лег.авт/ч) интенсивностях расход топлива уменьшается в 2,38 раза для мотоциклов, в 2,61 раза для легковых автомобилей и в 1,62 раза для грузовых автомобилей (рис. 2). Это объясняется тем, что состояние транспортного потока более насыщено, резко увеличено количество взаимодействий следующих друг за другом транспортных средств, водители снижают желаемую скорость, в результате расход топлива уменьшается.

Средний расход топлива транспортных средств при изменении средней часовой интенсивности движения на полосе в диапазоне от 826 лег.авт/ч до 1249 лег.авт/ч может быть определен по формулам:

- для грузовых автомобилей:  $Q = -5E - 0,7N^2 + 0,0006N + 0,4491$ ;  $R^2 = 0,8742$ ;

- для легковых автомобилей:  $Q = -8E - 0,7N^2 + 0,0012N - 0,1596$ ;  $R^2 = 0,8713$ ;

- для мотоциклов:  $Q = -5E - 0,7N^2 + 0,0009N - 0,2682$ ;  $R^2 = 0,8107$ ;

**Влияние плотности движения транспортных потоков.**

Средняя часовая плотность движения транспортных потоков на полосе (q-авт/км) изменяется в пределе 17–38 лег.авт/км. Хотя эти изменения плотности невелики, но оказывают большое влия-

ние на изменение полного среднего расхода топлива. При уменьшении средней часовой плотности движения на полосе с 40 лег.авт/км до 30 лег.авт/км, расход топлива равен только 41% для мотоциклов, 38% для легковых автомобилей и 61% для грузовых автомобилей расходам транспортных средств при уменьшении средней часовой плотности движения на полосе с 30 лег.авт/км до 17 лег.авт/км (рис. 3).

Средний расход топлива транспортных средств при изменении средней часовой плотности движения на полосе в диапазоне 17–38 лег.авт/км может быть определен по формулам:

- для грузовых автомобилей:  $Q = 0,0003q^2 - 0,028q + 0,6842$ ;  $R^2 = 0,9007$ ;

- для легковых автомобилей:  $Q = 0,0004q^2 - 0,0325q + 1,0254$ ;  $R^2 = 0,9208$ ;

- для мотоциклов:  $Q = 5E - 0,5q^2 - 0,0064q + 0,2098$ ;  $R^2 = 0,8239$ .

**Влияние ширины проезжей части.** С увеличением ширины проезжей части (В – м) повышается скорость движения транспортных средств, увеличиваются возможности совершения обгонов и уменьшается время задержки транспортных средств на дороге, следовательно, увеличивается расход топлива. При увеличении ширины проезжей части с 9 м до 21 м, расход топлива увеличивается в 3,1 раза для мотоциклов, в 3,29 раза для легковых автомобилей и в 1,69 раза для грузовых автомобилей (рис.4).

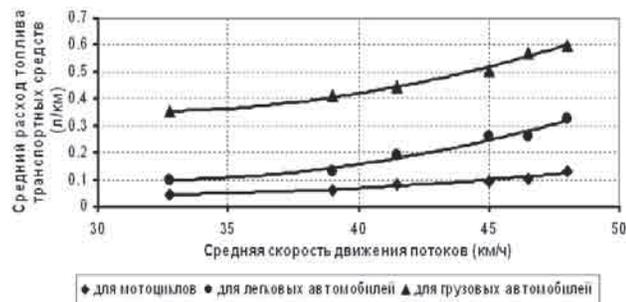


Рис. 1. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от средней скорости движения транспортных потоков.

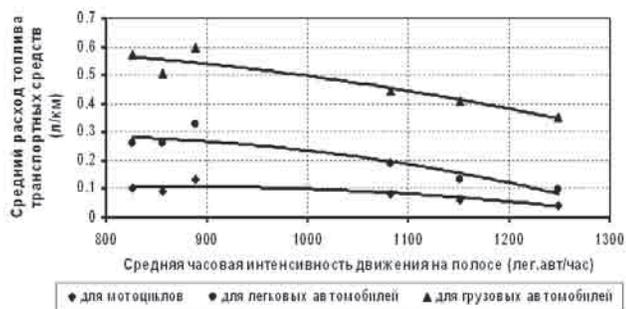


Рис. 2. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от средней часовой интенсивности движения на полосе.



Рис. 3. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от средней часовой плотности движения на полосе.

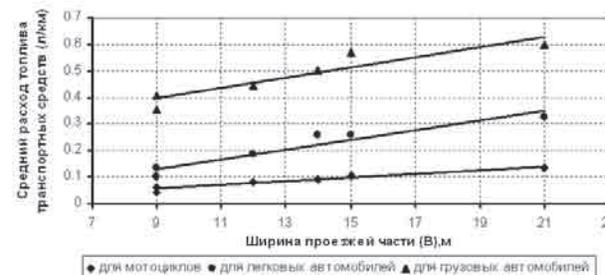


Рис. 4. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от ширины проезжей части.

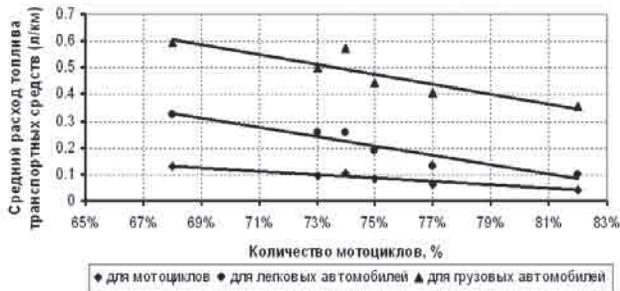


Рис. 5. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от доли мотоциклов в транспортных потоках.

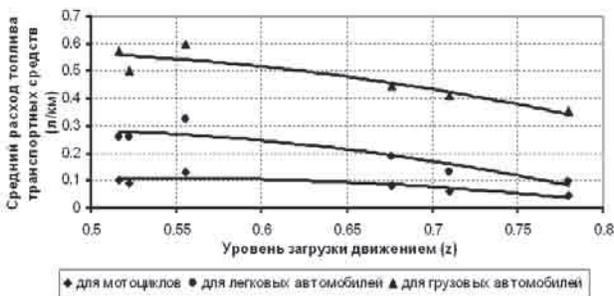


Рис. 6. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от уровня загрузки дорог движением.

Средний расход топлива транспортных средств при изменении ширины проезжей части (в диапазоне 9–21 м) может быть определен по формулам:

- для грузовых автомобилей:  $Q = 0,0194B + 0,2208$ ;  $R^2 = 0,8479$ ;

- для легковых автомобилей:  $Q = 0,0182B - 0,0327$ ;  $R^2 = 0,9116$ ;

- для мотоциклов:  $Q = 0,0067B - 0,003$ ;  $R^2 = 0,9335$ .

**Влияние количества мотоциклов.** Доля мотоциклов ( $p$  - %) в транспортном потоке оказывает влияние на скоростной режим движения всех транспортных средств и меняется с 68 до 82%. Минимальный расход топлива был отмечен при доле мотоциклов в транспортном потоке 82%. При увеличении доли мотоциклов на 14%, соответственно, легковые автомобили расходуют топлива больше чем мотоциклы и грузовые автомобили (рис. 5). Это вызвано большим количеством мотоциклов в потоке, что приводит к увеличению средней плотности движения в единице транспортных средств и возможности обгона, снижает среднюю скорость движения транспортных средств, и следовательно уменьшается расход топлива.

Средний расход топлива транспортных средств при изменении количества мотоциклов в составе потока (в диапазоне 68–82%) может быть определен по формулам:

- для грузовых автомобилей:  $Q = -1,8637p + 1,8747$ ;  $R^2 = 0,8213$ ;

- для легковых автомобилей:  $Q = -1,767p + 1,5327$ ;  $R^2 = 0,9034$ ;

- для мотоциклов:  $Q = -0,6547p + 0,5761$ ;  $R^2 = 0,9434$ .

**Влияние уровня загрузки дороги движением.** Анализ графиков зависимости расхода топлива от среднего уровня загрузки движением ( $z$ ) показывает: уровень загрузки дороги движением меняется в пределах с 0,5 по 0,8, так как состояние транспортных потоков также меняется с уровня удобства  $B$  (не устойчивого потока) на уровень  $\Gamma$  (насыщенный поток). Характерным является снижение скоростей движения. При это, расход топлива существенно уменьшается. Уменьшение расхода топлива при уровнях загрузки движением с 0,5 до 0,7 медленнее, чем при уровнях 0,7–0,8 в 1,1–1,6 раза (рис.6).

Средний расход топлива транспортных средств при изменении среднего уровня загрузки движением (в диапазоне 0,5–0,8) может быть определен по формулам:



Рис. 7. Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от средней ровности покрытия.

- для грузовых автомобилей:  $Q = -1,8086z^2 + 1,5214z + 0,2554$ ;  $R^2 = 0,8578$ ;

- для легковых автомобилей:  $Q = -2z^2 + 1,8463z - 0,1408$ ;  $R^2 = 0,8554$ ;

- для мотоциклов:  $Q = -1,3146z^2 + 1,441z - 0,2872$ ;  $R^2 = 0,7999$ .

**Влияние ровности дорожного покрытия.** Ухудшение ровности дорожного покрытия ( $s$  - м/км) приводит к уменьшению скоростей движения транспортных средств. При ровном покрытии скорость движения возрастает. Эти факты обуславливают изменение расхода топлива. Наблюдения показали, что при ухудшении ровности покрытия с 8,8 до 3,9 м/км, расход топлива увеличивается в 3,1 раза для мотоциклов, в 3,29 раза для легковых автомобилей и в 1,69 раза для грузовых автомобилей (рис. 7).

Средний расход топлива транспортных средств при изменении средней ровности покрытия (в диапазоне 3,9–8,8 м/км) может быть определен по формулам:

- для грузовых автомобилей:  $Q = -0,0451s + 0,7684$ ;  $R^2 = 0,9498$ ;

- для легковых автомобилей:  $Q = -0,0397s + 0,4647$ ;  $R^2 = 0,9045$ ;

- для мотоциклов:  $Q = -0,0139s + 0,1754$ ;  $R^2 = 0,8459$ .

Полученные результаты показывают, что при движении транспортных средств в реальных дорожных условиях на подъездных участках к г.Ханою, расход топлива является переменным показателем, изменяющимся в широких пределах. Предложенные выше зависимости применимы только в дорожных условиях на въездах в крупные города Вьетнама, где проводились исследования.

## Литература

1. Анохин Б.Б. Степень загрузки дорог движением и расхода топлива. – Труды МАДИ, 1979. – 110–117 с.
2. Дановский В.М. Исследования влияния дорожных условий на расход эксплуатационных материалов топлива и шин. – Диссертация к.т.н., М.: МАДИ, 1970. – 225 с.
3. Сегеркранц В.М. Прогнозирование режимов движения транспортных потоков при проектировании автомобильных дорог. – Диссертация д.т.н., Таллин, 1983. – 376 с.
4. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог, М.: Транспорт, 1984. – 285 с.

## INFLUENCE OF ROAD CONDITIONS ON VEHICLE FUEL CONSUMPTION

By Ph.D. student Nguyen Thanh Trung (State Technical University-MADI)

In the paper the mathematical models for computation of the average fuel consumption by vehicles are offered depending on road conditions on the access roads to Hanoi (Vietnam).

Key words: the average fuel consumption, vehicles, road conditions, fundamental characteristics of traffic flow.

Рецензент: д-ра техн. наук, проф. В.М. Сегеркранц (Финляндия). Статья поступила в редакцию 03.03.2008 г.

## Расчет несущей способности плиты из гранулированного шлака

Канд. геол.-мин. наук, доцент Г.Л. КАГАН,  
аспирант А.С. МАКСИМОВ  
(Вологодский ГТУ)

Предлагается вариант плитной конструкции перехода автомобильной дороги через болото с использованием гранулированного шлака производства ОАО «Северсталь». Принимается расчётная схема и приводятся результаты расчётов рассматриваемой конструкции по несущей способности. Выполненные расчёты показывают обоснованность принятого конструктивного решения перехода через болото.

**Ключевые слова:** переход через болото, плитная конструкция, гранулированный шлак, несущая способность.

При реконструкции участка перехода через болото на автомобильной дороге Вологда – Медвежьегорск (343 км) рассматривается вариант с использованием гранулированного шлака. Эта магистраль представляет областную дорогу III категории.

Гранулированный шлак производства Череповецкого металлургического комбината «Северсталь» в Вологодской области относится к местным строительным материалам. Он представляет дисперсный материал, гранулометрический состав которого аналогичен крупному песку. Зёрна гранулированного шлака обладают повышенной хрупкостью. При дроблении зёрен, даже частичном, в процессе уплотнения катками, гранулированный шлак становится активным. Свойства указанного гранулированного шлака определялись в специализированных лабораториях областных организаций (НПЦ «ОНИКС», ВоГТУ).

За последние 15 лет в связи с резким спадом производства в цементной промышленности, где гранулированный шлак используется в качестве исходного сырья, его скопилось в отвалах «Северстали» около 2 млн. тонн. В настоящее время отпускная цена его в г. Череповце значительно ниже, чем песчаного материала. В Вологодской области гранулированный шлак в качестве дорожно-строительного материала применялся для устройства земляного полотна при возведении первой очереди окружной дороги г. Вологды, введённой в эксплуатацию в 2003 г.

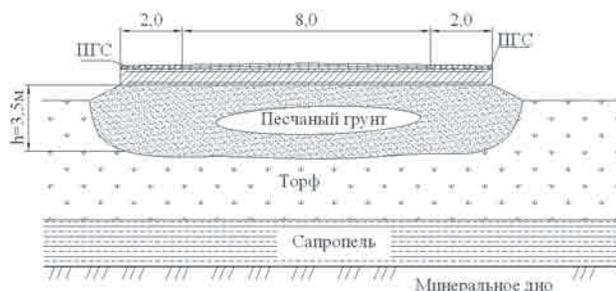


Рис. 1. Поперечный разрез перехода автомобильной дороги плитной конструкции через болото

Реконструируемый участок перехода через болото автомобильной дороги имеет длину около 600 м. Болотные отложения глубиной до 9 м представлены с поверхности малоразложившимся сильноувлажнённым торфом, а в нижней части текучим сапропелем. Данные о характеристиках разновидностей этих отложений в соответствии со строительной классификацией позволяют отнести болото ко второму типу.

Переход автомобильной дороги через болото на рассматриваемом участке функционирует уже более 80 лет. Первоначально здесь была проложена лежневая дорога, на настил которой в последующем стали отсыпать песчаную насыпь. Под её весом происходило погружение дороги в болото, поэтому в дальнейшем её приходилось периодически восстанавливать с отсыпкой насыпи земляного полотна до проектных отметок. Как показали материалы инженерно-геологических изысканий, выполненные в 2001 г., глубина погружения отсыпанного в дорогу грунта составила около 3,5 м. Конструкция данного перехода через болото, согласно классификации приведённой в работе [1], представляет массивную (плавающую насыпь) на консолидируемом основании. Необходимость в проведении очередной реконструкции этого перехода указывает на то, что консолидация болотных отложений в основании дороги ещё не завершена, а средняя скорость погружения в болото за период эксплуатации составляет около 4 см в год.

Предлагаемый вариант конструктивного решения перехода автомобильной дороги через болото направлен на снижение этой скорости. С этой целью дорожная одежда и частично земляное полотно заменяется плитной конструкцией, устраиваемой из омоноличенного гранулированного шлака. Схема поперечного разреза для указанного варианта дороги приведена на рис. 1.

Уменьшение нагрузки на торфяное основание в этом варианте достигается за счёт того, что удельный вес материала плиты (омоноличенного гранулированного шлака) примерно в 2 раза меньше, чем грунта. Другим преимуществом данного варианта является многократное увеличение распределительной способности при передаче давления от подвижных нагрузок на торфяное основание дороги. Это также способствует снижению скорости его консолидации.

Для рассматриваемого варианта выполнялся расчёт несущей способности дорожной конструкции, который и определяет, насколько она является обоснованной. Основой методики расчёта послужили наши разработки, применявшиеся при определении несущей способности дорог, устраиваемых на промороженном торфяном покрове [2, 3]. За расчётную модель рассматриваемой конструкции принималась упругая плита на основании, характеризуем гипотезой Фусса-Винклера. Данный тип дороги должен обеспечивать пропуск максимальных нагрузок, создаваемых машиной НК-80. Исходными данными для расчёта являются: высота плиты  $H = 0,5$  м; модуль упругости  $E = 10600$  МПа; коэффициент Пуассона  $\nu = 0,2$ ; удельный вес  $\gamma = 1,2$  кН/м<sup>3</sup>; интенсивности нагрузки от машины НК-80  $q_1 = 100$  кН/м<sup>2</sup> и от покрытия  $q_2 = 8,64$  кН/м<sup>2</sup>; коэффициент жёсткости основания  $C = 3$  МПа/м<sup>3</sup>; расчётное сопротивление на сжатие  $R_{сж} = 4600$  кПа; расчётное сопротивление на растяжение  $R_p = 490$  кПа. Общий вид расчётной схемы приведён на рис. 2.

Расчёт несущей способности позволяет подобрать толщину плиты, обеспечивающую пропуск машин НК-80. Данный расчёт выполнялся численным методом с использованием программного комплекса «ЛИРА 9.2». Этот комплекс предназначен для проектирования и расчёта различных типов конструкции, в том числе и плитных фундаментов. Расчёт последних производится на основе модели, аналогичной рассмотренной выше, и реализуется с использованием метода конечных элементов. Подготовка к расчёту включает разбивку плиты на конечные элементы размерами 1×1 м.

Варьирование толщины плиты в процессе выполнения расчётов позволили рекомендовать плиту толщиной 0,5 м с установкой в растянутой зоне арматурной сетки диаметром 10 мм с шагом арматуры 20 см. Результаты расчёта этой плитной конструкции приводятся в виде распределения напряжений в плане растянутой зоны (рис. 3).

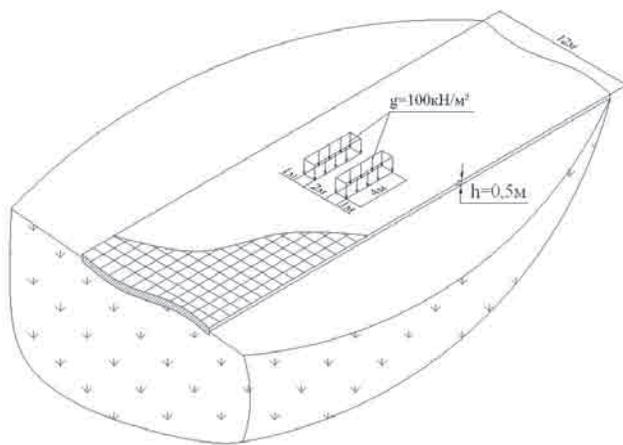


Рис. 2. Схема расчёта напряжённо-деформированного состояния в монолитной плите из гранулированного шлака

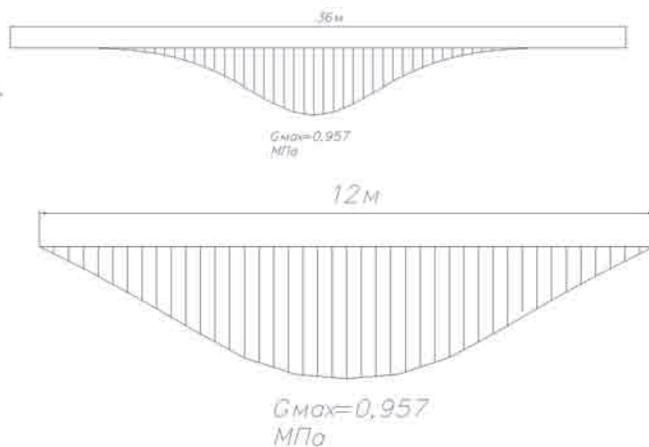


Рис. 5. Эпюры напряжений в растянутой зоне плиты: а – в продольном разрезе, б – в поперечном разрезе

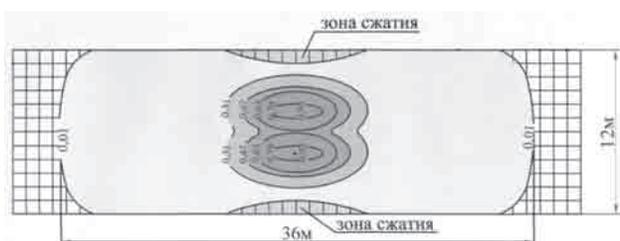


Рис. 3. Линии равных растягивающих напряжений от расчётного сочетания нагрузок в растянутой зоне плиты из гранулированного шлака, МПа

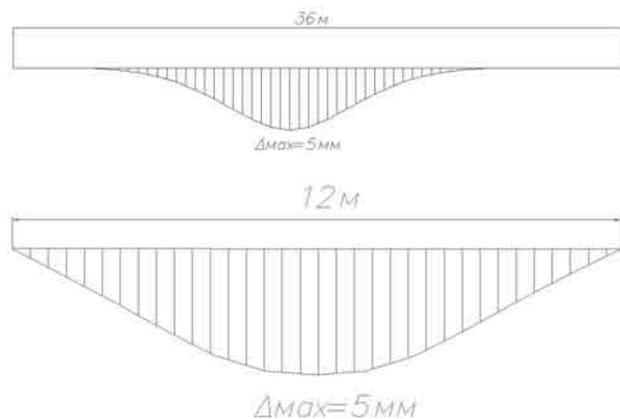


Рис. 4. Эпюры деформаций плиты: а – в продольном разрезе, б – в поперечном разрезе

Эпюры вертикальных деформаций представлены на рис. 4. Эпюры растягивающих напряжений в продольном и поперечном разрезе плиты показаны на рис. 5.

На основании выполненных расчётов был запроектирован вариант плитной конструкции перехода через болото.

Производилось сравнение плитного варианта с дорожной конструкцией, устраиваемой из традиционных дорожно-строительных материалов. Технико-экономическое сравнение показало, что затраты на возведение плитной конструкции превышают затраты на традиционные конструкции на 30%. Тем не менее за счёт уменьшения скорости погружения плитной конструкции в болото до двух раз уменьшаются эксплуатационные расходы и по суммарным за-

трапам плитный вариант оказывается более экономичным. Кроме того, высокая распределительная способность плитной конструкции обеспечивает более высокую надёжность при эксплуатации варианта перехода автомобильной дороги через болото.

В завершении данной работы можно констатировать:

1. Выполненные расчёты позволяют обеспечить выбор элементов плитной конструкции перехода через болото с использованием гранулированного шлака.

2. Сравнение плитного варианта с традиционным вариантом, устраиваемого из дисперсных дорожно-строительных материалов показало:

- скорость погружения в болото понижается почти в два раза и соответственно увеличивается срок эксплуатации;
- плитный вариант перехода имеет более высокую надёжность и сопоставимую, а в ряде случаев более низкую суммарную стоимость строительства и эксплуатации.

3. Применение перехода через болото автомобильной дороги плитной конструкции представляется перспективным направлением в дорожном строительстве.

## Литература

1. Евгенийев, И.Е. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах / И.Е. Евгенийев, В.Д. Казарновский. – М.: Транспорт, 1976. – 268с.
2. Вялов, С.С. Строительство промышленных сооружений на мёрзлом торфе / С.С. Вялов, Г.Л. Каган, А.Н. Воевода, В.И. Муравленко. – М.: Недра, 1980. – 140 с.
3. Каган, Г.Л. Проектирование дорог на замороженном покрове. – Л.: СЗПИ, 1990. – 82 с.

## COMPUTATION OF BEARING CAPACITY OF PLATE FROM GRANULATED SLAG

By Dr. G.L.Kagan, Ph.D. student A.S. Maksimov (Vologda State Technical University)

The variant of plate structure of crossing road through a bog with use granulated slag produced by "Severstal" Public Corporation is offered. The design model is developed and the results of computation of a considered construction on bearing capacity are resulted. The executed accounts show validity of the accepted constructive decision of crossing a bog.

Key words: crossing a bog, plate structure, granulated slag, bearing capacity.

Рецензент: д-р техн. наук В.Д. Казарновский (СоюздорНИИ). Статья поступила в редакцию 01.11.2007 г.

## Цементобетонным покрытиям — зеленый свет!

(Резолюция семинара «Актуальные вопросы строительства и эксплуатации цементобетонных покрытий автомобильных дорог», г. Новосибирск, 25 сентября 2008 г.)

В последнее десятилетие в России имеет место процесс практического свертывания строительства цементобетонных покрытий, сократилось количество объектов на которых предусмотрены цементобетонные покрытия, большая часть подрядных строительных организаций практически избавилась от комплектов машин для скоростного строительства цементобетонных покрытий, не проводится планомерных сколько-нибудь существенных научно-исследовательских работ по совершенствованию технологии строительства, повышению надежности конструкций, по уточнению стандартов на применение материалов необходимых для строительства цементобетонных покрытий. Российские специалисты чрезвычайно слабо представлены в международных организациях. В настоящее время строятся преимущественно дороги с жестким покрытием, срок службы которых в условиях роста нагрузок и интенсивности движения, особенно в сложных климатических и грунтово-геологических условиях, значительно меньше цементобетонных.

Игнорируются следующие преимущества цементобетонных покрытий:

- высокая прочность цементобетона и общая жесткость дорожных одежд с цементобетонными покрытиями;
- способность существенно облегчать работу земляного полотна при проезде тяжелых транспортных средств;
- стабильность деформативных свойств при температурных воздействиях;
- нарастание прочности цементобетона во времени;
- доступность оборудования для скоростного строительства бетонных покрытий с высокими показателями ровности;
- высокая морозостойкость бетона при применении суперпластификаторов и воздухововлекающих добавок;
- имеются примеры в отечественной и зарубежной практике, когда срок службы до капитального ремонта при высоком качестве строительства и нормальной эксплуатации достигал 50 лет;
- стабильность коэффициента сцепления покрытия с колесами автомобилей, слабая его зависимость от степени увлажнения.

Участники совещания предлагают при формировании научно-технической политики Федерального дорожного агентства на ближайшую перспективу и на период до 2015 года в качестве приоритетных поставить задачи расширения строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог и применения бетона в мостовых конструкциях.

Учитывая важное народнохозяйственное значение расширения строительства жестких дорожных одежд, целесообразно разработать специальную отраслевую комплексную программу повышения качества и долговечности цементобетона в дорожных покрытиях и мостовых сооружениях. Необходимо проведение анализа обеспеченности современными нормативами строительства, ремонта и эксплуатации цементобетонных покрытий и оснований, потребности в их строительстве, возможностей подрядных организаций, технико-экономических вопросов обоснования строительства цементобетонных покрытий, возможностей предприятий по производству цемента, добавок, инертных заполнителей для строительства жестких дорожных одежд.

Важными задачами являются разработка отраслевой методики продления срока службы цементобетонных покрытий, совершенствование методики расчета остаточной долговечности бетонных покрытий, разработка рекомендаций по применению современных материалов и технологий для увеличения межремонтных сроков и общего ресурса жестких дорожных одежд, а также методов фрагментации или переработки отслуживших цементобетонных покрытий.

При разработке стратегических планов, обеспечивающих инновационное развитие отрасли, предусмотреть решение следующих задач:

- разработка комплекса национальных и отраслевых нормативных документов в области проектирования, строительства и эксплуатации цементобетонных покрытий, гармонизированных с зарубежными нормами;
- корректировка нормативов финансирования содержания цементобетонных покрытий с учетом новых технологий и материалов;
- укрепление экспериментальной базы образовательных и научных учреждений, готовящих педагогические и научные кадры отрасли;



**НАДЕЖКО**  
**Артур**  
**Акимович**  
**30.10.1928 – 02.08.2008**

2 августа с.г. не стало Артура Акимовича Надежко – крупного организатора дорожного хозяйства, бывшего заместителя министра строительства и эксплуатации автомобильных дорог России. Он не дожид до своего 80-летия всего несколько месяцев.

В 1951 г. после окончания Саратовского автомобильно-дорожного института молодой выпускник в числе десяти специально отобранных Министерством внутренних дел дорожников и мостовиков, был направлен на закрытую стройку в Красноярский край, где его назначают прорабом на один из объектов. В 1952 г. он добивается перераспределения в соответствии со своей специализацией, и с этого момента начинается период работы на объектах дорожного строительства на территории Ленинградской обл., а затем и в Афганистане.

В 1969 г. у дорожной отрасли появилось собственное министерство, и Артура Акимовича назначили на должность заместителя министра и дали в подчинение главное техническое управление.

Именно тогда произошло знакомство двух невероятно талантливых людей, двух личностей – Артура Акимовича Надежко и первого министра строительства и эксплуатации автомобильных дорог РСФСР Алексея Александровича Николаева. Соратники и единомышленники, они вместе с другими ответственными работниками нового министерства буквально на своих плечах вытянули дорожную отрасль до уровня перспективного хозяйства страны.

Под руководством А.А. Надежко разрабатываются и активно применяются на практике самые новейшие технологии, направленные на решение проблемы обеспечения строительными материалами. Получение битума из гудрона в специальных реакторных установках, добыча щебня из придорожных карьеров и его укрепление, использование отвалов многочисленных шахт и золы уноса, остающейся от работы тепловых электростанций, - все это лишь часть инноваций, которыми занималось техническое управление.

...Шли годы, и Артур Акимович все крепче срастался со своей профессией. Его имя уже нельзя было отделить от гордого звания Дорожник! Проработав более двадцати лет заместителем министра, Надежко уходит на пенсию. В середине 90-х на него возлагают ответственность за проведение в Ленинграде празднования 250-летия создания первой российской дороги Москва — Санкт-Петербург. А в 2000 г. от создал музей, который стал аккумулятором всех достижений страны в дорожном строительстве от Петра Первого до нынешних времен. Первые годы А.А. Надежко сам проводил экскурсии по музею, на его глазах, благодаря многолетним усилиям, видимые результаты работы дорожников становились исторической ценностью...

На протяжении всей жизни Артур Акимович, однажды выбрав свой путь, следовал ему безотчетно, бескорыстно и преданно, ощущая полную профессиональную и личностную реализацию.

- активизация деятельности по трансферу технологий в области проектирования, строительства и эксплуатации жестких дорожных одежд;
- стимулирование и оказание содействия укреплению и развитию материально-технической базы строительных предприятий и организаций научно-технической сферы, включая современные полигоны, лаборатории и приборную базу;
- получение новых знаний, обеспечение опережающего развития фундаментальной науки, осуществление важнейших прикладных исследований и разработок в области совершенствования проектирования, строительства и эксплуатации жестких дорожных одежд;
- научно-техническое обеспечение перехода строительных предприятий отрасли на качественно новые технологические уровни;
- развитие интеллектуального и научно-технического потенциала, сохранение ведущих научных школ цементобетонщиков;
- выделение развития жестких дорожных одежд в качестве приоритетного направления развития дорожной науки, техники и технологий.

Участники совещания одобрили опыт ФГУ «Федеральное управление автомобильных дорог «Сибирь» по строительству и эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием и рекомендуют органам управления автомобильными дорогами расширить практику строительства цементобетонных дорожных одежд.

С целью широкого использования экономически эффективных жестких дорожных одежд участники совещания рекомендуют:

1. Основываясь на мировом опыте предусмотреть строительство цементобетонных покрытий не менее чем 20% от ежегодных планируемых объемов нового строительства автомобильных дорог.

2. В заданиях на строительство и реконструкцию участков дорог обязательно предусматривать сравнение по дисконтированным затратам цементобетонных и асфальтобетонных покрытий, с учетом полных затрат за период их жизненного цикла. При этом наибольшее внимание уделять участкам, располагающимся в сложных климатических и грунтово-геологических условиях;

3. Обобщить имеющийся отечественный и зарубежный опыт применения жестких дорожных одежд и монолитных оснований с использованием в качестве вяжущего цементов и техногенных отходов, разработать типовые конструкции с учетом региональных особенностей;

4. Обобщить имеющийся отечественный и зарубежный опыт применения автоматизированных систем, продления сроков службы жестких покрытий, включающих диагностику, назначение технологий, видов и объемов ремонтных работ с целью оптимизации финансовых затрат за весь период жизненного цикла;

5. Провести работу по корректировке нормативов финансирования содержания цементобетонных покрытий с учетом их текущего состояния, а также новых технологий и материалов;

6. Включить в план НИОКР федерального дорожного агентства разработку современных национальных нормативных документов в области проектирования, строительства и эксплуатации жестких дорожных одежд, гармонизированных с зарубежными нормами;

7. Ежегодно проводить совещания по актуальным проблемам в области проектирования, строительства и эксплуатации жестких дорожных одежд.

Реализация предложений участников совещания будет способствовать достижению следующих положительных эффектов:

- на макроуровне – увеличению долговечности дорожных покрытий и искусственных сооружений и появлению связанного с этим мультипликативного эффекта в народном хозяйстве, улучшению состояния дорожной сети, удовлетворению требований пользователей автомобильными дорогами и сокращения транспортных издержек, снижению аварийности на дорогах и улучшению экологической обстановки на прилегающей к автомобильной дороге территориям, а также расширению использования ресурсосберегающих технологий в отрасли;

- на микроуровне – увеличению численности и удельного веса в дорожной отрасли инновационно активных предприятий, занимающихся жесткими дорожными одеждами, сохранению и поступательному развитию их инновационного потенциала, укреплению связей и расширению взаимовыгодного сотрудничества между наукой, образованием и производством.

## Поздравляем!

Доктору технических наук, профессору, академику Российской академии транспорта, действительному члену Международной академии транспорта **Анатолию Владимировичу ЛИНЦЕРУ** исполнилось 75 лет.

Анатолий Владимирович Линцер родился в г. Ленинграде 22 сентября 1933 г. В 1951 г. он поступил в Сибирский автомобильно-дорожный институт, который закончил в 1956 г. и получил квалификацию инженера путей сообщений по специальности «Автомобильные дороги».

С 1956 по 1959 гг. работал на производстве, строил дороги при освоении целинных и залежных земель, затем старшим прорабом вел нулевой цикл и дороги на строительстве Омского нефтеперерабатывающего завода.

С 1959 по 1966 гг. заведовал лабораторией укрепления грунтов в Омском филиале СоюздорНИИ. В 1962 г. поступил, а в 1964 г. окончил заочную аспирантуру СоюздорНИИ, в 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию.

А.В. Линцер в 1966-1967 гг. в качестве заместителя начальника СУ-905 руководил внедрением на первых нефтепромысловых дорогах капитального типа устройства дорожных одежд (плиты ПАГ-14, цементно-грунтовые основания, плавающие насыпи).

В 1967-1988 гг. вел преподавательскую работу в Тюменском ТИИ, а затем ТюмИСИ, где руководил кафедрой автомобильных дорог и был деканом дорожно-строительного факультета. За этот период при участии А.В. Линцера были подготовлены тысячи инженеров дорожников. Под его научным руководством были подготовлены и защищены 8 диссертаций кандидатов технических наук. В указанный период и по 2000 г. выпускниками и преподавателями кафедры защищено 7 докторских и 12 кандидатских диссертаций. В 1986 г. А.В. Линцер защитил докторскую диссертацию.

По приглашению Минтрансстроя СССР в 1988 г. Анатолий Владимирович переехал в г. Смоленск для организации научно-технического сопровождения программы «Дороги Нечерноземья». С 1988 г. бессменный руководитель научно-исследовательских организаций «Смоленский СоюздорНИИ». В связи со сменой форм собственности в настоящее время генеральный директор ООО НПЦ «Смоленский СоюздорНИИ».

Возглавляемая А.В. Линцером организация сертифицирована по системе менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001-2001 (ИСО 9001:2000), лицензирована, награждена Золотым Сертификатом участника Программы «Надежные Организации Строительного Комплекса», лаборатория включена в Реестр испытательных лабораторий организаций, участвующих в реализации городских строительных программ г. Москвы.

А.В. Линцер заслужил признание коллег. Зарекомендовал себя руководителем, «болеющим» за коллектив, стремящимся к сохранению и приумножению престижа организации. По характеру он лидер, умеющий принимать на себя решение вопросов, способен в интересах организации занимать «твердую позицию» и принимать «непопулярные решения». Он всесторонне образован, эрудирован и стремится к познанию нового и поощряет других к изучению различных новшеств.

А.В. Линцер имеет 200 научных публикаций, в том числе 5 монографий, 18 авторских свидетельств и патентов на изобретения, является соавтором ряда нормативных документов. Он является руководителем научной школы по разработке и внедрению высокопрочных укрепленных грунтов и отходов промышленности взамен дорогостоящих привозных каменных материалов. Результаты исследований внедряются в Западной Сибири и в Центральном регионе.

А.В. Линцер награжден медалями «За освоение недр и развитие нефтегазового комплекса западной Сибири», «За трудовую доблесть», «Ветерана труда», «Имени И.В. Лихачева», знаками «Почетный строитель», «Почетный дорожник России».



**АНАТОЛИЙ  
ВЛАДИМИРОВИЧ  
ЛИНЦЕР**

75  
лет

Поздравляем!



**ЮРИЙ  
ВАСИЛЬЕВИЧ  
СЛОБОДЧИКОВ**

70  
лет



**АЛЕКСЕЙ  
ПЕТРОВИЧ  
ШЕВЯКОВ**

70  
лет

12 сентября 2008 г. исполнилось 70 лет доценту кафедры изыскания и проектирования дорог Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета), кандидату технических наук, Почетному дорожнику России **Алексею Петровичу ШЕВЯКОВУ**.

Инженерная деятельность А.П. Шевякова началась в 1961 г. после окончания МАДИ. С 1961 г. по 1963 г. по распределению он был направлен в одно из дорожно-строительных управлений г. Москвы, где работал мастером, а затем прорабом.

В 1963 г. он поступил в аспирантуру МАДИ и в 1968 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Исследования режимов движения на транспортных развязках».

В период с 1968 по 1970 гг. А.П. Шевяков работал в Научно-исследовательском институте Министерства внутренних дел СССР, а с 1970 по 1980 гг. – в Научно-исследовательском и проектном институте Гипродорнии заведующим сектором безопасности дорожного движения. На протяжении этих лет А.П. Шевяков не прерывал связи с МАДИ, совмещая производственную деятельность с преподаванием на кафедре изысканий и проектирования дорог, на которую в 1980 г. был избран по конкурсу на должность доцента.

Творческая деятельность А.П. Шевякова на протяжении многих лет связана с исследованиями влияния дорожных условий на безопасность движения. Он имеет более 70 печатных работ, которые посвящены проектированию транспортных развязок, автомобильных магистралей, вопросам обеспечения безопасности движения на сложных участках дорог.

А.П. Шевяков является координатором подготовки нового текста Руководства по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, которое в качестве отраслевого нормативного документа готовится в настоящее время к изданию.

А.П. Шевяков – автор ряда учебных пособий, используемых студентами в процессе учебы и при дипломном проектировании.

29 октября 2008 года исполнилось 70 лет доктору технических наук, профессору, почетному дорожнику России и Казахстана **Юрию Васильевичу СЛОБОДЧИКОВУ**.

В 1961 г. он закончил Сибирский автомобильно-дорожный институт в городе Омске. После окончания института он многие годы работал в производственных и управленческих структурах министерств Казахстана и России, занимая должности главного инженера, начальника управления, управляющего трестом, начальника главка. Был членом коллегии Минавтодора Казахстана. Долгие годы был начальником службы эксплуатации автомобильных дорог Минавтодора России.

По роду своей работы Ю.В. Сlobodchikov принимал непосредственное участие в разработке программ и проведению мероприятий, связанных с развитием и совершенствованием сети автомобильных дорог, совершенствованию организационной системы дорожных организаций, развитием баз дорожной индустрии. Участвовал в строительстве уникальных объектов, таких как спортивный комплекс «Медео», в строительстве взлетно-посадочной полосы и строительстве юбилейного дворца имени В.И. Ленина в Алма-Ате, строительстве автомагистрали Алма-Ата–Капчагай и других объектов. Он работал руководителем группы советских специалистов, осуществлявших проектирование, строительство и эксплуатацию дорог в Лаосе.

Свою производственную и управленческую работу сочетал с занятием наукой. В 1972 г. закончил аспирантуру, защитил кандидатскую диссертацию. С 1987 г. работает в МАДИ (ГТУ). В 1996 г. защитил докторскую диссертацию, в 1998 г. получил звание профессора. Им были проведены большие исследования в области повышения эксплуатационной надежности дорог и обоснование выбора ремонтной стратегии автомобильных дорог.

В настоящее время он работает над очень важной темой «Стратегическое управление развитием сети дорог и дорожного комплекса». На данном этапе Ю.В. Сlobodchikovым предложены подходы и конкретные разработки обоснования комплексной оценки развития сети дорог, производительных сил дорожного комплекса и его экономического обеспечения.

Постоянно поддерживает тесную связь с дорожными организациями. Он участвовал в разработке и внедрении геоинформационных систем в практику работы дорожных организаций Московского транспортного узла.

Долгие годы был членом ученого совета по защите диссертаций, председателем ГЭК, членом совета по автодорожному образованию. Им написано и издано 8 монографий и учебных пособий, свыше 70 печатных работ. Под его руководством и непосредственным участием разработано свыше 30 компьютерных программ по различным вопросам оценки технико-эксплуатационных и экономических показателей работы дороги, определения объемов работ и финансирования.

# УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «НАУКА И ТЕХНИКА В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ» В 2008 ГОДУ

Конференции и семинары по Федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 гг.». – № 3.

Резолюция международной научно-практической конференции «Международные транспортные коридоры». – № 3.

**Перевозников Б.Ф.** – Союздорпроект – 70 лет в транспортном строительстве. – № 2.

Юбилей Кубанского государственного технологического университета. – № 2.

Международная научная конференция «Евразийский опыт повышения безопасности дорожного движения». – № 3.

## НОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ

**Апестин В.К., Стрижевский А.М.** – Новые нормы межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий. – № 2.

**Коршунов В.И., Басурманова И.В., Ланге Ю.Г., Юмашев В.М.** – Новые требования к цементобетону для дорожных и аэродромных покрытий. – № 2.

**Кузахметова Э.К., Ибрагимова Т.Н., Троицкая С.Е.** – Проект стандарта на определение характеристик сжимаемости грунтов. – № 3.

## УПРАВЛЕНИЕ

**Боровик В.С.** – Производственные проблемы в свете перспективы инновационного развития дорожной отрасли. – № 4.

**Кашевская Е.В., Маргунов В.С.** – Автоматизация обработки данных мониторинга процессов инновационного управления качеством автомобильных дорог. – № 4.

**Мальцев Ю.А., Мясников А.В.** – Оптимизация работы мобильных парков машин. – № 4.

## БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

**Батищева О.М., Ганичев А.И.** – Роль человека в обеспечении безопасности дорожного движения. – № 4.

**Кравченко П.А.** – О мерах по совершенствованию региональной системы ОБДД. – № 4.

**Николаева Р.В.** – Тенденция изменения транспортных рисков. – № 4.

**Новиценцев В.В., Оськин Д.В.** – Анализ аварийности с участием пешеходов. – № 3.

**Павленко А.А.** – Управление скоростью транспортных потоков при помощи систем радионавигации. – № 1.

**Сильянов В.В., Уткин А.В., Елисева С.А.** – Моделирование критических ситуаций в транспортном потоке. – № 3.

Обеспечение безопасности незащищенных участников движения. – № 4.  
Системы организации и управления дорожным движением. – № 4.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ. РАСЧЁТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

**Бахирев И.А.** – Нормирование скоростей движения при проектировании улично-дорожной сети в городах. – № 3.

**Бахрах Г.С.** – Проектирование нежестких дорожных одежд по критерию усталостного растрескивания. – № 2.

**Буянхишиг Болд** – Оценка реологических характеристик делювиальных грунтов. – № 1.

**Гладких А.С., Кретов В.А.** – Влияние модуля упругости цементобетонного основания на величину напряжения в асфальтобетонных покрытиях. – № 1.

**Горячев М.Г., Давидяк А.Н.** – Влияние бесканальных теплосетей в футляре на воднотепловую режим земляного полотна. – № 1.

**Каган Г.Л., Максимов А.С.** – Расчет несущей способности плиты из гранулированного шлака. – № 4.

**Удовиченко А.П.** – О необходимости создания службы единого заказчика проектной продукции. – № 2.

**Хоанг Куок Лонг** – Исследование насыщенного транспортного потока на регулируемых перекрестках. – № 1.

**Чужинов А.** – Пересечение в одном уровне с непрерывным движением транспортных потоков по главной автомагистрали. – № 3.

**Яромко В.Н.** – О совершенствовании проектирования дорожных одежд нежесткого типа. – № 2.

## ЭКОЛОГИЯ

**Трофименко Ю.В., Евгеньев Г.И.** – Воздействие на транспортные сооружения биоценологического загрязнения. – № 3.

## ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Васьковский В.В., Порадек С.В.** – Как улучшить старый битум из хранилища. – № 1.

**Васьковский В.В., Порадек С.В.** – Получение битума с использованием гильсонита. – № 2.

**Васьковский В.В., Порадек С.В.** – Как получить МАК-битум высокого качества. – № 3.

**Гохман Л.М.** – Расчет состава полимерно-битумного вяжущего. – № 4.

**Золотарёв В.А., Малай В.В., Лайченко А.С.** – Реологические свойства асфальтополимербетонов при динамическом режиме деформирования. – № 1.

**Ковалёв Я.Н., Романюк В.Н.** – Энерготехнология производства асфальтобетонных смесей. – № 2.

**Котлярский Э.В.** – Изменение свойств асфальтобетона в присутствии химически агрессивных растворов. – № 2.

**Крамер Е.Л.** – О перспективах применения композиционных материалов в мостостроении. – № 2.

**Кретов В.А., Гладких А.С.** – Повышение долговечности «полужестких» дорожных одежд. – № 4.

**Мелик-Багдасаров М.С.** – О взаимосвязи свойств асфальтобетонной смеси и эксплуатационных характеристик покрытия. – № 1.

**Порадек С.В.** – Ещё раз про учебу операторов асфальтосмесительных установок. – № 1.

**Порадек С.В.** – Опыт приготовления разжиженного МАК-битума. – № 4.

**Соломенцев А.Б.** – Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битумов. – № 1.

**Телтаев Б.Б., Каганович Е.В., Измайлова Г.Г.** – Учет климатических условий эксплуатации при выборе битума для асфальтобетонных смесей. – № 2.

**Шейнин А.М., Эккель С.В.** – Высокопрочные бетоны для дорожного строительства. – № 3.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

**Васильев Ю.Э., Беляков А.Б.** – Будущее диагностики – за передвижными лабораториями. – № 1.

**Васильев Ю.Э., Беляков А.Б.** – Автомобильно-дорожный сканер «АДС-МАДИ». – № 2.

**Жайлович И.Л., Яромко В.Н.** – Совершенствование методов оценки механических свойств асфальтобетона. – № 4.

**Костова Н.З.** – Новые материалы для разметки проезжей части. – № 3.

**Котлярский Э.В., Воейко О.А.** – Влияние противогололедных реагентов на свойства битумов и асфальтобетонов. – № 4.

**Нгуен Тхань Чунг.** – Влияние дорожных условий на расход топлива. – № 4.

**Носов В.П., Фотиади А.А.** – Причины образования уступов на цементобетонных покрытиях автомобильных дорог. – № 3.

**Садиков И.С., Артиков А.А.** – Развитие отраженных трещин в зависимости от внешних факторов. – № 2.

**Саламахин П.М., Джанджгава А.М.** – Использование пролетных строений САРМ на местных дорогах. – № 1.

**Ступин С.И.** – Работаем с дорожным прогибомером. – № 2.

## ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ

**Баловнев В.И., Малофеев Р.Д.** – Развитие исследований в области строительной и дорожно-строительной техники в Китайской Народной Республике. – № 1.

**Зорин В.А., Баурова Н.И.** – Повышение безопасности дорожно-строительных машин и оборудования. – № 4.

**Зленко А.А., Рябикова И.М.** – Определение оптимальной массы погрузчика. – № 3.

## ТОННЕЛИ. МОСТЫ

**Маковский Л.В.** – Аварийные ситуации при строительстве транспортных тоннелей. – № 1.

**Прокофьев А.С.** – Работоспособность моста с клееным стыком. – № 4.