

#109/2022

Дорожная держжава

www.dorvest.ru

АВТОГУДРОНАТОРЫ
MASSENZA

BLACK EDITION


KORRUS-TEK
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

KORRUS.RU
[YOUTUBE.COM/KORRUSTEH](https://www.youtube.com/korrusteh)
MASSENZA.RU

8-495-133-78-13

ОТДЕЛ СБЫТА ГК КОРРУС-ТЕХ

КАЧЕСТВО ПО
РАЗУМНОЙ ЦЕНЕ



ОБОРУДОВАНИЕ

ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АСФАЛЬТА • ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ
• ВЯЖУЩЕГО • БЕТОНА • ЦЕМЕНТА • ГРУНТА



61

ГИРАТОР



81

ВАЛЬЦОВЫЙ
УПЛОТНИТЕЛЬ



11

DTS
СИСТЕМ



90

СМАР-
ТРЕКЕРОВ



37

DSR
РЕОМЕТРОВ



8

ПРАЛЛ
ТЕСТЕРОВ



Президент Российской Федерации Владимир Путин 10 марта в ходе совещания с членами правительства поставил задачу «продолжать импортозамещение по всем направлениям», что крайне важно для достижения полной самостоятельности страны, столкнувшейся с сильнейшим санкционным давлением со стороны Запада.

Защита внутреннего рынка, обеспечение бесперебойной работы предприятий, замещение импорта, сохранение рабочих мест – эти и другие задачи стоят сейчас и перед правительством страны, и перед представителями отечественного бизнеса, которым «предстоит нелегкий путь адаптации и принятия неординарных решений».

Что касается дорожно-строительной отрасли, то на кону – сохранение перспектив ее развития, ведь еще до введения целого комплекса ограничений дорожникам уже приходилось решать чрезвычайно сложные проблемы, сталкиваясь с противоречиями в нормативном поле и с целым рядом экономических издержек, включая резкий рост цен на материалы.

При строительстве дорожных объектов использование целого комплекса различных технологий, оборудования, техники, материалов, а также ряда вспомогательных элементов и устройств давно считается элементарной нормой. В свою очередь, затраты, направленные на создание новых продуктов или модернизацию производства, можно оправдать только за счет качества построенной дороги. Решение проблем качества должно стать национальной идеей, что требует массового обучения специалистов разного уровня, продуманной профессиональной подготовки квалифицированных кадров. Требуется времени.

О том, какие меры, принципы, подходы, касающиеся процессов ускоренного импортозамещения, уже проработаны или прорабатываются отечественными производственными предприятиями, компаниями-поставщиками дорожно-строительной сферы, читатели нашего журнала будут узнавать из специальной рубрики – «Импортозамещение». Но скажем, правды ради, что наполнение такого раздела нужно было начать, что называется, «уже вчера».

Рубрика «Импортозамещение» появится в журнале со следующего, 110 номера, который выйдет в свет в середине мая этого года. И все мы очень рассчитываем на этот – традиционно победный – месяц!

Светлана Пичкур, главный редактор



VIATOR®

Das Pellet.

VIATOR 66® и VIATOR Premium®

- Стабилизирующие добавки №1 в России и в мире для производства ЩМА
- Российское производство на немецком оборудовании и по немецким стандартам
- Основной компонент – экологически безопасные натуральные волокна из целлюлозы
- Отличная эффективность и стабилизирующий эффект
- Быстрое и равномерное распределение волокон в смесителе
- Максимальная производительность АБЗ благодаря отсутствию дополнительного сухого смешивания
- Высочайшие стандарты качества добавок VIATOR® обеспечивают неизменно высокое качество ЩМА

ООО РЕТТЕНМАЙЕР РУС

www.rettentmaier.ru

РФ, 115280, Москва
ул. Ленинская Слобода, д. 19, стр. 1



Природные
волокна
Член концерна ЙотРС

Тел.: +7 495 276 13 29
Факс: +7 495 276 06 41

Дорожная держава #109/2022

ИЗДАТЕЛЬ И УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «Отраслевая медиа-корпорация
«Держава» (Санкт-Петербург)

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор
Выпускающий редактор
Зам. главного редактора
Арт-директор
Ответственный секретарь
Руководитель отдела рекламы
Корректор

Светлана Викторовна Пичкур (pressa@dorvest.ru)
Елена Шикова (center@dorvest.ru)
Григорий Демченко (info@dorvest.ru)
Дмитрий Серов (ad@dorvest.ru)
Ольга Брусина (office@dorvest.ru)
Наталья Гуляева (dd@dorvest.ru)
Анастасия Клубкова

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ю.А. Агафонов, генеральный директор Ассоциации «АСДОР», Санкт-Петербург; **В.Н. Бойков**, МАДИ (ГТУ), профессор, Москва; **Н.В. Быстров**, канд. техн. наук, председатель ТК 418 «Дорожное хозяйство», Москва; **А.И. Васильев**, проф. кафедры мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ), директор по науке ООО «Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений», д-р техн. наук, Москва; **В.А. Досенко**, первый вице-президент Международной академии транспорта, Москва; **А.А. Журбин**, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект», Санкт-Петербург; **А.Е. Еремин**, генеральный директор ОАО «Союздорпроект», Москва; **А.С. Малов**, генеральный директор Российской ассоциации подрядных организаций в дорожном хозяйстве (АСПОР), Москва; **К.П. Мандровский**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Дорожно-строительные машины», МАДИ, Москва; **С.В. Мозалев**, исполнительный директор Фонда «АМОСТ»; **Г.К. Мухамеджанов**, ОАО «НИИ Нетканых материалов», заведующий лабораторией, эксперт, Москва; **Д.М. Немчинов**, канд. техн. наук, Москва; **Паули Хайми**, ведущий инженер (Дорожное управление Юго-Восточной Финляндии); **И.А. Пичугов**, генеральный директор группы предприятий «Дорсервис», Санкт-Петербург; **П.И. Поспелов**, первый проректор Московского автомобильно-дорожного института; **В.Н. Свежинский**, генеральный директор ЦИТИ «Дорконтроль», Москва; **В.Н. Смирнов**, ПГУПС, д-р техн. наук, Санкт-Петербург; **А.Д. Соколов**, вед. науч. сотр. НИЦ «Мосты» ОАО ЦНИИС, проф. кафедры строительной механики МГУП, канд. техн. наук, Москва; **С.Ю. Тен**, депутат ГД ФС РФ, заместитель председателя Комитета ГД ФС РФ по транспорту; **Е.В. Углова**, зав. кафедрой «Автомобильные дороги» Донского государственного технического университет, д-р техн. наук, профессор; **Т.С. Худякова**, руководитель лаборатории Санкт-Петербургского ГКУ «Дирекция транспортного строительства», канд. техн. наук, Санкт-Петербург; **А.И. Шгоколов**, исполнительный директор Регионального центра по ценообразованию в строительстве, Санкт-Петербург.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ:

- Министерство транспорта РФ
- Федеральное дорожное агентство
- Администрации федеральных округов
- Центральные и региональные органы управления дорожного хозяйства
- Федеральные и региональные службы по содержанию и эксплуатации дорог и мостов
- Отраслевые ассоциации и общественные организации
- Проектные институты и подрядные организации России
- Научно-исследовательские институты, отраслевые вузы, научно-практические центры
- Отраслевые выставки, специализированные мероприятия (конференции, семинары, круглые столы)



АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:
197046, Санкт-Петербург
ул. Чапаева, 25, лит. А
тел./факс: (812) 320-04-08, 320-04-09

ЗАРЕГИСТРИРОВАН: Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-51034. Издается с 2006 года.

Установочный тираж 8 000 экз.
Номер подписан в печать 23.03.2022
Дата выхода 29.03.2022
Цена свободная. Журнал выходит 7 раз в год.

12+

Отпечатано в типографии «ЛЮБАВИЧ»
194044, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, 9

Рекламуемые товары и услуги имеют все необходимые сертификаты и лицензии.
За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.
Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.



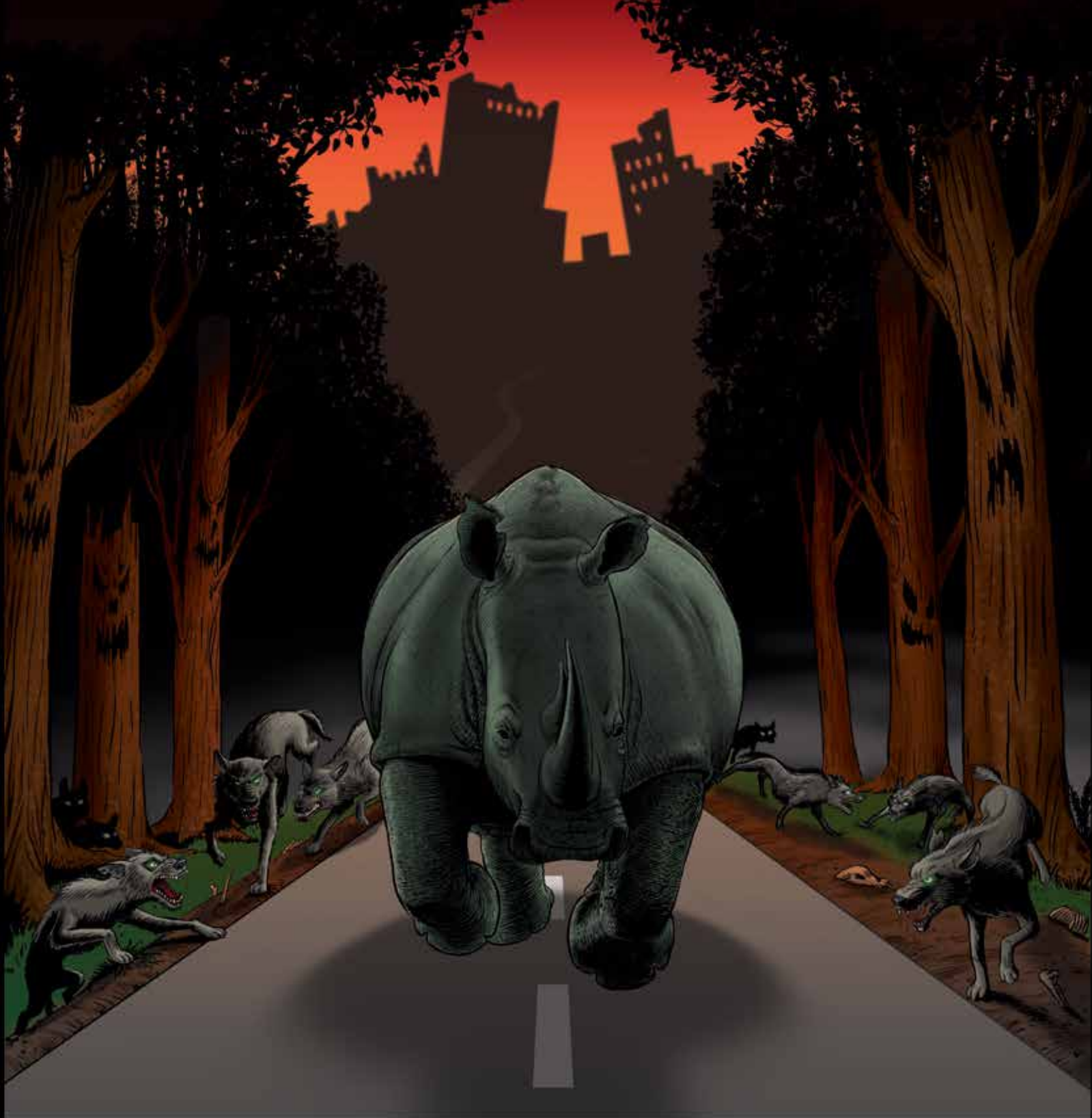
Производство антиадгезионной упаковки для полимерно-битумных материалов

- Упаковка для герметика
- Упаковка для мастики
- Упаковка для битума, ПБВ
- Антиадгезионная бумага
- Антиадгезионная пленка

8 (800) 250-40-76

alekspack76@mail.ru

www.alekspack.ru



DU PONT

Турар.

www.areangeo.ru

**ВРЕМЕНА МЕНЯЮТСЯ...
ПОДЛИННОЕ КАЧЕСТВО ОСТАЕТСЯ!
ГЕОТЕКСТИЛЬ DuPont ТУРАР® SF -
«ТОНКОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ»**

Содержание

Балтийская консалтинговая группа «ПРОМЕТЕЙ»

специализируется на юридическом и бухгалтерском сопровождении предпринимательской деятельности и предоставлении юридических услуг для организаций строительного комплекса.

🔥 Регистрация юридических лиц и внесение изменений в учредительные документы.

🔥 Юридические консультации, составление исковых заявлений, жалоб и иных процессуальных документов.

🔥 Юридические услуги по корпоративному, налоговому, административному праву.

🔥 Защита (представление интересов) в Арбитражном суде и услуги по сопровождению исполнительного производства.

🔥 Договорная и претензионная работа.

🔥 Юридические услуги по имущественным отношениям, сопровождение сделок с недвижимым имуществом.

Санкт-Петербург
Каменноостровский пр., 37, лит. А
офис 627 (6-й этаж)
тел./факс: 329-30-53
8-921-43-800-77
e-mail: lvv@bcgprometey.ru
www.bcgprometey.ru



СОБЫТИЯ, ИТОГИ

Светлана Пичкур

Решения непростого времени 12

Григорий Демченко

Новые заделы для работы дорожников 18

Вопросы совершенствования битумных технологий 20

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

О.В. Ступников

Развитие исследований и системы мониторинга дорожных асфальтобетонных покрытий 22

В.М. Миронюк

Обзор нормативных и законодательных документов, обеспечивающих использование технологии информационного моделирования 25

А.М. Кулижников

Новая концепция увеличения сроков службы дорожных конструкций 30

НАУКА И ПРАКТИКА

М.В. Немчинов, А.С. Холин

Проектирование дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием. Настоящее и будущее 38

Б.Г. Печеный, В.В. Калягин, А.Ф. Ахметов,

В.П. Лосев, Л.А. Ахметова

Система оценки качества битумов и асфальтобетонов 46



Разработка нормативных документов

Испытания

Научно-техническое сопровождение

Проектирование

Обследование

Мониторинг



Москва, Чермянский пр-д 7, оф. 3512 nic-mosty@mail.ru
Тел./факс +7 (499) 476 79 72 nic-mosty.ru

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

А.Е. Акимов, В.П. Денисов

Применение полимер-битумного концентрата
как альтернативный способ производства ПБВ (БГТУ им. В.Г. Шухова) 54

Р.С. Ковальчук

Анализ перспектив производства нефтяных битумов до 2028 года..... 58

Ремонт автомобильных дорог местного значения

(ООО «Азия Цемент»)..... 60

БЕЗОПАСНОСТЬ

И.Г. Овчинников, О.Н. Распоров, И.И. Овчинников, К.О. Распоров

Зимняя дорога и проблемы ее эксплуатации 63

Н.Б. Кутузова

Защита системы освещения автомобильных дорог от импульсных перенапряжений

(АО «НПО «Стример»)..... 67

А.Д. Жарков, Р.В. Душкин, В.А. Лелекова

Методы GLOSA для организации безостановочного проезда перекрестков 71

Г.С. Шестоперов

Предложения по улучшению правил проектирования транспортных зданий

и сооружений в сейсмических районах 74

РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ

М.М. Шац

В условиях Севера..... 78

ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

Отечественный производитель – завод «Бецема»

(Машиностроительный завод «Бецема») 84

Вопрос времени..... 87



МАРКИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Разметочная машина
«Стрела-ТП»
для термопластика



КОТЛЫ для приготовления
термопластика
«Горыныч»

**СКИДКА 5% ЗА КОМПЛЕКТ ТЕХНИКИ
ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ТЕРМОПЛАСТИКА**





«Dorozhnaya Derzhava» – Economy, Efficiency, Ecology and Aesthetics.

«Dorozhnaya Derzhava» – specialized magazine which was founded in 2006.

Our purpose is to reduce the information gap between government and business, science and practice, the Contractor and the Client, plans and reality ... The magazine talks about the problems and shortcomings, and, of course, the achievements in the sphere of Russian road and bridge construction.

The format of our magazine is A 4 +1, the volume is from 104 pages, the circulation is 15 thousand, the frequency is 8 times a year, the spread is Russian road organizations.

Our Magazine was the winner of the award «The Road to Life», was taken place in Moscow in 2007, the nominee of the competition «Builder of the Year» (St. Petersburg), the multiple winner of the award «Roads of Russia». The editorial team has a few gratitudes from the industry-leading agencies, including the head of the Federal Road Agency, Belozеров Oleg (order number 177, 26 December 2007).

The coordination council of the magazine includes leading experts of road and bridge complex of Russia, as well as Finland and Germany. Our authors are academics, doctors, managers of contractors, design institutes, etc.

We write about the reforms in road and bridge management, the construction of critical infrastructure, the implementation of rational proposals of foreign colleagues.

Every issue features the proceedings of the contractors and subcontractors in the construction or reconstruction of roads, bridges and tunnels. The magazine focuses on the features of the construction of engineering

structures – bridges, overpasses, tunnels, interchanges, pedestrian underpasses.

One of the basic topics is the innovation in the construction for technology, materials, equipment, and technology. It is important to highlight the best approach to the construction and reconstruction of facilities. This way, we start from the ideology of the four «E» – it's the economy, efficiency, ecology and aesthetics.

We pay special attention to the environment and safety. Magazine articles include questions about the traffic management, the application security products. We publish new regulatory requirements and procedures for the implementation and development of new materials and technologies.

The magazine is based on the analytical positions in the specialized areas, uses a comparative approach in considering the advantages of various materials and technologies in the construction (reconstruction), publishes reports about Russian and international scientific conferences which often acts as a leading media partner.

Much attention is paid to the section devoted to the development of the market of the road construction equipments in Russia. Over the years our partners are the world leaders in the production of road-building machinery and equipments, among them – Benninghoven, Liebherr, John-Deere, Ammann, Volvo, Wirtgen, Sandvik and many others. We pay particular attention to the mining industry, as the use of high-quality non-metallic

materials (gravel, sand). This is one of the foundations of quality road construction. We are the participants in the international exhibitions of the road-building machinery. We have presented our own stand for the past seven years at exhibition CTT and took part in Bauma at the fourth time. We participated at Intermat in Paris twice. We are regularly invited as a media partner for the exhibition

Miningworld. All of the optimal approaches to the choice of a road-building equipment, the options attachment (diamond, etc.) equipments, the financing acquisitions of technology, etc. is reflected on the pages of our magazine, which occupies a very high rating among Russian industry publications.

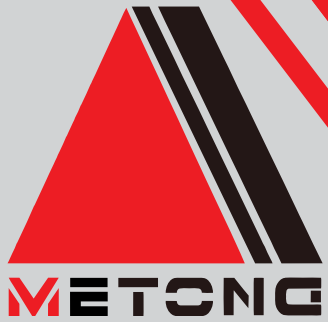
Distribution:

The Ministry of Transport of the Russian Federation;
The Federal Road Agency;
The state company «AVTODOR»;
Administration of the Federal District;
The central and regional governments of roads;
Federal and regional services for the maintenance and operation of roads and bridges;
Industry associations and organizations;
Design institutes and major contractors in Russia and abroad (among them – DSK «Autobahn», «Trud», «VAD» and many others);
Research institutes, industry universities, scientific-practical centers;
Trade shows and other special events (conferences, congresses, forums, seminars, round tables), etc.

АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ

ВРЕМЯ ПЕРЕЙТИ
НА СТОРОНУ
ПЕРЕДОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

METONG



 www.metong.ru
 sales@metong.ru

Официальное представительство и сервисная служба
в России: г. Самара, ул. Херсонская, 64
Тел.: + 7-499-350-58-07
Китай, 310009 г. Ханчжоу, здание Цяньтан Ханконг 2

РЕШЕНИЯ НЕПРОСТОГО ВРЕМЕНИ

В Петербурге 2-3 марта прошла XIV Всероссийская конференция «Актуальные проблемы проектирования автомобильных дорог и искусственных сооружений». Ее организаторами традиционно выступила Ассоциация АСДОР при официальной поддержке Министерства транспорта Российской Федерации, Государственной компании «Автодор» и Комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга.

К работе в конференции были приглашены представители Совета Федерации ФС РФ, Государственной Думы ФС РФ, Министерства экономического развития РФ, Минстроя России, ФДА «Росавтодор», ФАУ «Главгосэкспертиза России», Федеральной антимонопольной службы России, ФАУ «РОСДОРНИИ». Среди участников мероприятия – руководители крупных и средних предприятий, специализирующихся в области проектирования и строительства транспортных сооружений.

Конференция включила как очный, так и заочный форматы обсуждения. Ее деловая программа была разделена на пленарное заседание и две тематические сессии, которые параллельно проходили в двух конференц-залах.

Участниками конференции был дан анализ имеющихся системных проблем, оказывающих негативное влияние на весь дорожно-строительный комплекс; высказаны опасения по поводу сложившейся экономической ситуации, связанной с (тогда еще грядущим) вводом новых жестких санкций, рассма-

тривалась возможность создания условий для применения в России контрактов и практик системы FIDIC, разработанной Международной федерацией инженеров-консультантов. Большое внимание было уделено вопросам реализации программы ремонта предаварийных и аварийных мостов на автомобильных дорогах регионального и местного значения.

Рассматривались и проблемы ценообразования, а также существенного увеличения в 2021 году стоимости строительных ресурсов; были перечислены мероприятия, призванные минимизировать негативный эффект роста цен. В этой связи делегаты конференции подчеркнули, что ни одна подрядная дорожно-строительная организация не смогла получить компенсацию (в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 9 августа 2021 г. №1315).

Также было дополнено, что торМОЗОМ в развитии отрасли является и отсутствие единой научно-технической политики в сфере нормативно-техническо-

го регулирования, и чрезмерность устанавливаемых государством мер обеспечения и выполнения обязательств по госконтрактам – в условиях, когда понятие авансирования практически отклонено, но при этом сохранены все виды банковских гарантий.

Модератор конференции **Ю.А. Агафонов**, ознакомив коллег с темами, предложенными для обсуждения, обратил внимание на непростую обстановку, сложившуюся в России из-за геополитических проблем. Оптимизации отраслевого рынка, в том числе и в плане импортозамещения, по мнению спикера, может способствовать внедрение контрактов FIDIC.

По его словам, внедрение международной практики ценообразования будет способствовать отказу от государственных расценок, мониторингу единичных расценок подрядчиков, как на торгах, так и по окончании строительства. Система даст возможность устанавливать стоимость строительства на стадии разработки обоснования инвестиций и проектной документации. А подрядчик сможет сам выбирать строительные материалы, заменяя их по мере необходимости на более эффективные.

Однако для этого предстоит адаптировать проформу FIDIC к российской правовой системе, что





займет время. Тем не менее принципы работы системы FIDIC, базирующиеся на независимости и объективности инженера, на невозможности каких-либо «закулисных» действий, ведущих к удорожанию или усложнению проектов, неоправданному росту цены и затрат заказчика, могут лечь в основу прозрачной и эффективной работы всех участников российского дорожно-строительного рынка.

Опытгом использования контрактов FIDIC поделился **А.А. Журбин**, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект». Он отметил, что необходимость в передаче функций экспертизы проектной документации заказчику назрела уже давно. Подходы FIDIC к работе проектировщика принципиально отличаются от того, как эта деятельность регулируется в России. В нашей стране основной блок ответственности инженера сводится, по сути, к изысканиям и проектированию. Это наглядно отражено в том числе и в идеологии Градостроительного кодекса.

Обратив внимание на состояние современного дорожно-строительного комплекса, генеральный директор АО «ДИМ» **В.Н. Власов** озвучил несколько важных предложений по исправлению ситуации. К первоочередным мерам он отнес необходимость снижения субсидиарной ответственности генерального директора подрядной организации, введения на законодательном уровне инструментов

по индексации убытков с точки зрения доступности материалов. Он также коснулся вопросов импортозамещения, обозначив важность оперативного принятия решений по срочной корректировке проектов относительно снижения требований. В противном случае подрядчик останется заложником своей деятельности, тем более в условиях увеличения процентной ставки на 20 %.

Ситуация осложнена невозможностью в срок получить аванс от банков на строительные работы, а также частым прохождением повторной экспертизы (в случае изменений в проектной документации), что приводит к вынужденным простоям или продолжению строительства, но уже за счет самого подрядчика.

По мнению представителей дорожно-строительного рынка, чтобы минимизировать фатальные риски, связанные с реализацией автотранспортных объектов, необходимо – для оперативной выработки консолидированных решений – срочно создать антикризисный отраслевой штаб при заместителе председателя Правительств М.Ш. Хуснуллине.

В ходе обсуждения специалистами было обращено внимание на использование инновационных технологий, материалов для улучшения качества проектирования, а также для достижения надежности и долговечности дорожно-мостовых объектов.

Заместитель начальника проектного офиса по науке РОСДОРНИИ **П.А. Сычев** в своем выступлении сообщил о целях, процедурах и этапах формирования Реестра новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения для осуществления дорожной деятельности (РННТ). Он отметил, что к настоящему моменту времени в РННТ уже внесено более 2200 участков применения новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения, загружено более 790 материалов, свыше 360 технологий и более 250 конструкций.

Эксперт РОСДОРНИИ также объяснил порядок, сроки включения и нахождения инноваций в Реестре, подчеркнув, что открытость и доступность информации, комплексная обработка данных, мониторинг и оценка эффекта применения новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения являются главными принципами формирования РННТ. По его словам, это позволит участникам отрасли оперативно, «в режиме реального времени обмениваться опытом применения новых технологий в разрезе их эффективности, безопасности и окупаемости».

Доклад представителя РОСДОРНИИ вызвал конструктивную дискуссию, в ходе которой были высказаны предложения



со стороны как производителей материалов и технологий, так и представителей региональных дорожных ведомств. По словам участников, производителю «необходимо сильно напрячься», чтобы попасть в Реестр.

Передовых решений и технологий в процессе презентаций, подготовленных представителями производственных компаний, на конференции было представлено немало – как во время работы пленарного заседания, так и в ходе тематических сессий. Так, **В.П. Шкатов**, директор ООО «Албау Софтвр», представил презентацию, в которой осветил специализированные и универсальные решения ВІМ для транспортной инфраструктуры.

Заместитель главного инженера по особым проектам ООО «Гео-проект» **Н.А. Устьян** сообщил в своем докладе об измерении деформаций земляного полотна (осадок насыпи и смещения откосов) инклинометрическим методом. Он также дал оценку экономиче-

ской и технической целесообразности применения такого метода. Докладчик подчеркнул, что для измерения деформаций земляного полотна используются портативные инклинометрические комплекты, показав на принципиальной схеме эффективность работы метода.

Тему повышения экологической безопасности автомобильных дорог и снижения их негативного воздействия на окружающую среду поднял **А.В. Кимков**, генеральный директор ООО «Строй Актив», рассказав об очистных сооружениях и критериях их выбора, основу которого составляют простота и надежность эксплуатации оборудования. Докладчик подчеркнул важность обслуживания локальных очистных сооружений для продления их жизненного цикла, сделав акцент на опыте, которая проводит компания «Строй Актив» по обслуживанию оборудования ЛОС, заметив, что для проведения данной работы достаточно одного специалиста.

Разговор зашел и о комплексной защите сетей электроснабжения и системы наружного освещения от грозных и коммутационных перенапряжений. Техничко-коммерческий инженер АО «НПО «Стример» **Д.Ю. Хохлов** подробно изложил принципы и подходы для выполнения такой работы.

Опытом применения инновационных материалов для защиты от коррозии искусственных сооружений при реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» поделился **О.О. Кузьминов**, вице-президент ЗАО «ГК «ПЕНЕТРОН-РОССИЯ». О возможности эффективного обеспечения долговечности мостового сооружения с помощью конструкций деформационных швов и опорных частей рассказал коллегам **В.С. Старченко**, генеральный директор ООО «Деформационные швы и опорные части». Он обратил внимание на конструкции переходной зоны ДШ, рассказал о требованиях, в том числе касающихся высоты окаймления деформационного шва.





И. Г. Овчинников, доктор технических наук, академик РАТ (Уральский государственный университет путей сообщения), сообщил об эффективности применения трубобетонных конструкций в малом мостостроении как оптимальной замене более трудоемких и затратных видов строительства мостовых сооружений. Докладчик отметил, что Китай с успехом (давно и массово) применяет эту российскую разработку.

В малом мостостроении, несмотря на неоднократное подорожание металла, эффективными остаются алюминиевые решения. Это подчеркнул на ряде примеров и **Е.В. Васильев**, руководитель направления «Транспортная инфраструктура» Ассоциации «Объединение производителей, поставщиков и потребителей алюминия».

«Пространственные связи для инфраструктурных решений» – так назвал свою презентацию **А.С. Джансузян**, менеджер по развитию ОАО «Северсталь-метиз». Он рассказал об установке вантовых систем на объектах, в том числе на алюминиевых мостах. Докладчиком было отмечено, что канатная и стержневая продукция предприятия проходит испытания на растяжение и разрыв с нагрузкой до 500 тонн.

Доклад **М.Е. Забродина**, бизнес-инженера DUCTAL (компания Holcim) был посвящен практическому применению сверхпрочных фибробетонов в качестве добавленного слоя при строительстве искусственных сооружений.

Общая проблематика, связанная с существующей нормативной базой в России и за рубежом для бетонов класса Ultra High Performance Concrete, была освещена в обзоре, подготовленном **Р.С. Чуриловым**, руководителем инфраструктурного направления (компания Holcim).

На тематической сессии, где обсуждались проблемы российского мостостроения, а также вопросы ремонта предаварийных и аварийных мостов в субъектах РФ, был рассмотрен целый ряд других конструктивных решений, высказаны предложения, направленные на поддержание данного отраслевого направления в период кризиса.

Тема привлечения субъектов малого и среднего предпринимательства для выработки и реализации государственной политики Минтранса в сфере развития дорожной отрасли и транспортных услуг вошла в программу еще одной сессии, на которой эксперты обсудили задачи по ликвидации административных ограничений в процессе осуществления предпринимательской деятельности. Была заявлена необходимость предоставления беспроцентного кредита на срок от 5 до 10 лет компаниям, готовым выполнить программу импортозамещения исчезнувших с рынка материалов и изделий.

Во второй день мероприятия состоялось две экскурсии: делегаты конференции посетили музей «Вселенная воды», а также приняли участие в технической

экскурсии на объект строительства эстакадных съездов к «Лахта-Центру» в Приморском районе Санкт-Петербурга.

Однако конференция не ограничилась проведением мероприятий – после ее завершения началась активная подготовка резолюции согласно поступившим со стороны участников предложениям по устранению проблем. Это коснулось в том числе вопросов по снижению рисков, связанных со срывом выполнения работ по государственным и муниципальным контрактам на проектирование, изыскания, строительство автомобильных дорог и транспортных сооружений. Резолюция включила в себя и ряд пунктов по защите российских производителей техники и оборудования. В нее также были внесены предложения по ограничению ввоза импортной продукции, имеющей отечественные аналоги, а также по усилению контроля над исполнением обязательств, связанных с приобретением отечественной техники и оборудования в рамках федеральных законов 44-ФЗ и 223-ФЗ.

Подготовленная по итогам XIV Всероссийской конференции «Актуальные проблемы проектирования автомобильных дорог и искусственных сооружений» резолюция будет направлена в Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации, Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации и Правительство Российской Федерации.

Светлана Пичкур

OPENDAY

«ИНФРАСТРУКТУРНОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО. КУРС
НА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ»

26 АПРЕЛЯ 2022



САМОЕ МАСШТАБНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ
В СФЕРЕ ЗАКУПОК ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

OPENDAY - ЭТО

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА И ВЫСТАВКА ЛУЧШИХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, СОВРЕМЕННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИНФРАСТРУКТУРНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА ОТ ВЕДУЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ

> Торжественное
подписание
соглашений

>10000

участников

>50

экспонентов

>10

деловых мероприятий

>3000
B2B ВСТРЕЧ

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В
ИНФРАСТРУКТУРНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

МЕРЫ ГОСПОДДЕРЖКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНИКИ
И ОБОРУДОВАНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ
ПРОЕКТЫ ДО 2030 Г.

ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

ЭКСПЕРТИЗА И ИСПОЛНЕНИЕ
КОНТРАКТОВ

ЗАКУПОЧНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ:
ОГРАНИЧЕНИЯ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ

ИННОВАЦИИ В ТРАНСПОРТНОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МАТЕРИАЛЫ

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ

МАЛЫЙ И СРЕДНИЙ БИЗНЕС
В ЗАКУПКАХ

УСЛУГИ (ЛИЗИНГ, ФИНАНСИРОВАНИЕ,
ЛОГИСТИКА)

12+



ОРГАНИЗАТОР
НАИК
НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ИНФРАСТРУКТУРНЫХ КОМПАНИЙ

Цифровое деловое пространство (Москва, ул. Покровка, 47)

Регистрация на сайте: www.opendayinfra.ru



12+

БИТУМЫ И ПБВ 2022

X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

6 сентября 2022
Москва



**СКИДКА
ПО ПРОМОКОДУ
DORVEST**

☎ +7 (495) 276-77-88
✉ org@creon-conferences.com
🌐 creon-conferences.com

НОВЫЕ ЗАДЕЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ ДОРОЖНИКОВ

В начале марта в Санкт-Петербург прошло два серьезных отраслевых мероприятия: XIV Международная конференция «Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог и искусственных сооружений» и III Международная конференция «Асфальтобетон-2022», организаторами которой выступили Ассоциация «Р.О.С.АСФАЛЬТ» и ООО «Астех-Индастриз» при поддержке Федерального дорожного агентства, ГК «АВТОДОР», АНО «НИИ ТСК» и ТК 418 «Дорожное хозяйство».



В церемонии открытия конференции «Асфальтобетон-2022» приняли участие руководитель Росавтодора Роман Новиков, президент Ассоциации «Р.О.С.АСФАЛЬТ» Николай Быстров, руководитель ГК «АБЗ-1» Владимир Калинин, генеральный директор «Газпромнефть-БМ» Дмитрий Орлов, генеральный директор ООО «АСТЕХ Индастриз» Александр Мясников и исполняющий обязанности ректора МАДИ Дмитрий Ефименко.

Всего в конференции приняли участие более 300 делегатов со всей страны. В основном это компании-производители и потребители асфальтобетонных смесей, компании по производству щебня, сотрудники отраслевых и научных организаций транспортного комплекса.

К основным темам, предложенным для обсуждения, были отнесены современные тенденции в

технологиях асфальтобетонных покрытий, развитие исследований и системы мониторинга дорожных покрытий, совершенствование фонда нормативных документов дорожной отрасли, применение современного асфальтосмесительного и дробильно-сортировочного оборудования.

Приветствуя участников мероприятия, руководитель Федерального дорожного агентства Роман Новиков сообщил об основных задачах, стоящих перед отраслью в настоящее время: это успешная реализация национального проекта «Безопасные качественные дороги», достижение национальных целей, а также развитие опорной сети автомобильных дорог Российской Федерации. «2022 год объявлен годом качества, и мы с вами должны обеспечить это качество, а именно – долговечность всех объектов, которые создаем, ремонтируем и приводим в нормативное состояние. На сегодняшний день Фе-

деральным дорожным агентством совместно с субъектами разработан концепт проведения года качества, который несет в себе методологические основы организации деятельности на каждом этапе выполнения дорожных работ. Методологии, которые касаются непосредственно производства, применения дорожно-строительных материалов, техники, конструкций и технических решений, – это как раз те вопросы, которые нам предстоит обсудить за два дня проведения конференции», – отметил глава ведомства.

Так, с докладом о развитии исследований и системы мониторинга дорожных асфальтобетонных покрытий выступил заместитель руководителя ФДА Олег Ступников. По его словам, сейчас в рамках НИОКР Росавтодора разработаны два комплекса национальных стандартов, устанавливающих требования к асфальтобетонным смесям. Первый комплекс предназначен для системы объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей, второй – для проектирования асфальтобетонных смесей по методологии Маршалла. «Сейчас в рамках НИОКР начата многоэтапная работа, результаты которой войдут в доказательную базу совершенствования принципов проектирования дорожных одежд и станут основой нового Национального стандарта по проектированию нежестких дорожных одежд», – отметил спикер.

По словам заместителя ведомства, результаты такой многоэтапной работы позволят значительно усовершенствовать методику проектирования и перейти к расчету дорожных одежд с использованием многослойных моделей, которые используются в ведущих мировых практиках проектирования.

О современных тенденциях в технологиях асфальтобетонных покрытий рассказал заместитель генерального директора по дорожно-строительной технике и АБЗ компании ООО «Астех-Индастриз» Николай Крупин. В своем выступлении он отметил пять наиболее важных моментов, влияющих на качество укладки асфальтобетонных смесей. К ним специалист отнес качество проектирования асфальтобетонных смесей, правильный подбор толщины слоя асфальтобетонного покрытия относительно номинального максимального размера щебня; качество подгрунтовки между слоями асфальтобетона, а также однородность плотности покрытия. В своем выступлении спикер отметил, в частности, преимущества применения теплых асфальтобетонных смесей, а также горячих смесей и РАП.

В числе ключевых тем первого дня мероприятия – практика проектирования асфальтобетонных смесей по ГОСТ Р 58401 и ГОСТ Р 58406, вступившим в силу в 2019–2020 годах, нюансы повышения качества на разных стадиях производства и укладки асфальтобетонных смесей, реализация национального проекта «Безопасные качественные дороги» в регионах Российской Федерации, обновление нормативной отраслевой базы, современные тенденции в технологиях асфальтобетонных покрытий, поставки щебня.

В этом году спикеры уделили особое внимание нерудным материалам, входящим в состав асфальтобетонных смесей. Президент Ассоциации «Карьеры Евразии» Андрей Залесский рассказал участникам про организацию поставок щебня в современных реалиях. В своем выступлении он отметил, что ситуация с поставками щебня по РЖД носит системный характер и проблемы не смогут быть решены в короткие сроки. «Поэтому, если по известным внешнеполитическим причинам не упадут значительно объемы перевозок прочих массовых грузов, железнодорож-

ная логистика останется основным ограничивающим фактором для обеспечения необходимого объема щебня в рамках целевых показателей Национальных проектов. В этих условиях единственная рекомендация – максимально возможное использование, где это применимо, водной доставки и перевозки автотранспортом, плюс участие в рабочих группах ОЖД, СвЖД и ЮУЖД», – подчеркнул докладчик.

Директор NFLG Russia Алексей Соломатов поднял вопрос обеспечения требуемого качества инертного материала. «Щебень является одним из основных материалов при приготовлении асфальтобетонных смесей, – отметил он. – От качества инертного материала зависят такие свойства дорожного покрытия, как ровность, коэффициент сцепления, прочность и долговечность. Соответствие конечной продукции ГОСТам определяется качеством компонентов, используемых в составе асфальтобетонной смеси. Поэтому важно проводить технический контроль качества щебня на всех производственных этапах».

В своем докладе спикер рассказал слушателям о том, как бороться с проблемами качества щебня для асфальтобетона в России: высокой лещадностью, несоответствием размеров фракций, неравномерной пропорцией фракций, наличием пыли и других посторонних включений, влажностью материала.

Акцент на проблемах устаревшей нормативной документации и сметного нормирования сделал главный технолог АО «ВАД» Дмитрий Пахаренко. Он также обратил внимание на существующее обязательное условие, касающееся предоставления заказчику ППР (проекта производства работ). По его словам, этот документ не влияет на скорость и качество укладки дорожного покрытия, необходимо исключительно для внутреннего пользования подрядной организации, которая сама определяет, сколько катков ей необходи-

мо, на каких марках автомобилей подвозить материалы, как организовать слаженную работу на самом объекте строительства.

О нюансах практической работы, связанной с проектированием асфальтобетонных смесей по новым стандартам, сообщил руководитель группы исследования строительных материалов АО «ВАД» Денис Колесник.

Во второй день конференции прозвучали доклады, посвященные новым требованиям к органо-минеральным смесям, контролю качества выполненных работ, зеленым технологиям и вторичным ресурсам в дорожном строительстве. С докладами выступили представители от РОСДОРНИИ: главный советник генерального директора Владимир Мартинсон и начальник управления лабораторного обеспечения Алексей Адам.

Владимир Мартинсон, говоря о входном и операционном контроле, изменениях в нормативной базе и особенностях применения, подчеркнул, что для проведения входного контроля измерительным методом разрабатывается Карта входного контроля продукции на объекте. Операционный контроль измерительным методом осуществляют на основании предварительно согласованной схемы операционного контроля на объекте строительства в составе ППР.

Участники конференции активно включались в дискуссии по самым острым вопросам, касающимся поставок материалов, качества смесей, новых нормативных документов.

По итогам мероприятия была подготовлена резолюция, основу которой составят предложения спикеров и участников конференции по совершенствованию асфальтобетонных смесей и всей работы дорожно-строительного комплекса страны.

Григорий Демченко

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИТУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проходившее 15-16 февраля в Москве ежегодное отраслевое мероприятие МАХConference «Органические вяжущие и асфальтобетонные смеси в дорожном строительстве» было посвящено методам, направленным на повышение качества дорожных покрытий, проблемам использования материалов в современных реалиях. Расширенный формат как очного, так и заочного участия позволили экспертам более детально проанализировать состояние рынка. Устойчивый интерес к конференции, а также ее актуальность были подтверждены активными дискуссиями.



Представители дорожных ведомств, ведущие аналитики отрасли, специалисты подрядных организаций и профильных компаний, среди которых постоянные партнеры мероприятия – «БиЭйВи», «Лукойл», «Корпус-Тех», infraTest, EuroTest, Viator, Genco, – обсудили производственные вопросы, касающиеся применения битумных продуктов.

Участниками было отмечено, что, несмотря на непростую экономическую ситуацию, в отрасли продолжается осуществление всех процессов, связанных с исследованием и техническими экспериментами по модификации дорожного битума. На конференции был представлен опыт дорожных организаций, занимающихся строительством и процессами мониторинга дорожных покрытий, запроектированных по системе

«Евроасфальт» и методу объемно-функционального проектирования.

Специалистами был сделан акцент на производстве и применении



вяжущих и асфальтобетонных смесей по новым ГОСТам. Первая сессия, задавшая импульс всему мероприятию, тематически была связана с вопросами достижения экономической эффективности применения битумов по ГОСТ и PG. Тема перехода на битумы по PG оказалась особенно дискуссионной. Отдельное внимание было уделено обзору рынка битума и ПБВ, а также проблемам ценообразования. Эксперты, отмечая рост производства битума и не снижающуюся потребность в материале, обратили внимание на «чувствительные» вопросы повышения цен и налогообложения.

Представители Главгосэкспертизы и Счетной палаты проанализировали положение, связанное с ростом цен на битумные материалы. О том, как это может отразиться на качестве дорожных покрытий, говорили и другие участники конференции.

Тема объемного проектирования была продолжена в процессе работы второй сессии. Эксперты Федерального дорожного агентства, специалисты АО «ВАД»,

«Автодор-Инжиниринга», «Доринжсервиса» и «Евротеста» представили свое видение перехода к новым стандартам, которые уже применяются на основных строящихся магистралях. Обсуждение содержало подробный анализ эксплуатационных характеристик асфальтобетонных смесей, битумных вяжущих в реальных условиях использования. В презентациях участников была подробно освещена работа лабораторий, связанная с оценкой качества покрытий. На второй сессии продолжилось и обсуждение нормативных документов с точки зрения их соответствия насущным потребностям заказчика и современному уровню технологий.

Вопросы, связанные с новыми технологиями и задачами повышения качества битумных материалов и асфальтобетона, рассматривались на отдельной сессии первого дня представителями компаний, непосредственно связанных с производством битума и битумных вяжущих: «Газпромнефть-БМ», «Роснефть-Битум», «ЛЛК-Интернешнл».

Важным элементом дискуссии стала презентация специалистов АБЗ-1. Представителями завода было рассказано о том, как используются различные модификаторы в асфальтобетонных смесях. По их мнению, одним из путей, направленным на борьбу с разрушениями асфальтобетонных покрытий, остается осознанное применение модифицирующих добавок.

Актуальным дополнением к обсуждению стал анализ ситуации, сложившейся в асфальтобетонном производстве и применении модификаторов в России, предложенный американским MARC. Директор исследовательского центра из США подчеркнул, что климатические условия России требуют значительной модификации производимого битума.

Климатическим и экологическим проблемам, особенностям



и современным тенденциям, направленным на безуглеродное производство, был посвящен второй день мероприятия. В выступлениях европейских экспертов говорилось о возможности применения переработанных материалов в дорожном строительстве. Опыт, связанным с этим направлением, поделились представители PIARC (Всемирной дорожной ассоциации), BASALT AG, Pavexpert, Rilem, Gencor.

Однако в России европейский опыт использования вторичных материалов на данном этапе рассматривается как футуристический. В обиходе вторичных материалов входят лишь давно

апробированные добавки и смеси. О контроле, методах исследований и оценке применяемых в стране вторичных материалах рассказали в презентациях ответственные аналитики и представители СибАДИ, ГК «Автодор», РОСДОРНИИ, МАДИ, ООО «АБЗ-ВАД».

К сожалению, пока безуглеродное производство и сокращение выбросов CO₂ не входит в приоритеты производственных компаний и регулирующих инстанций. В приоритете же остается совершенствование битумных технологий и продление срока службы асфальтобетонных покрытий в процессе их эксплуатации.



РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДОРОЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Уровень требований к качеству автомобильных дорог со стороны пользователей и государства растет с каждым годом. В этой связи особенно актуальным становится реализуемый Росавтодором комплекс мер, направленных на расширение использования при строительстве, реконструкции и ремонте автодорог современных технологических решений, материалов и конструкций, которые бы увеличивали срок службы дорожных покрытий.

Масштабная работа в этом направлении ведется далеко не первый год. Отправной точкой в данной работе можно считать принятие технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011).

В целях обеспечения обязательных требований технического регламента детально проработаны и, с учетом ведущих мировых практик, существенно обновлены требования к битумным и инертным материалам – ключевым составляющим любой асфальтобетонной смеси.

Также на национальном уровне была актуализирована нормативно-техническая база в части установления требований к асфальтобетонным смесям и асфальтобетонам с учетом требований ТР ТС.

В рамках НИОКР Росавтодора разработаны два комплекса национальных стандартов, устанавливающих требования к асфальтобетонным смесям. Первый комплекс предназначен для системы объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей, второй – для проектирования асфальтобетонных смесей по методологии Маршалла.

Требования указанных национальных стандартов в рамках нашего межведомственного взаимодействия с Минстроем России включены в СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги». Этот Свод правил входит в состав Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований

Технического регламента о безопасности зданий и сооружений.

При этом в соответствии с приказами Росстандарта на территории Российской Федерации с 1 июня 2023 года прекращается применение неактуальных межгосударственных стандартов ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия» и ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия».

Таким образом, нормативно закрепляется необходимость применения асфальтобетонов по новым стандартам на улично-дорожной сети городских агломераций.

Несмотря на достигнутые успехи, очевидно, что любая работа не может быть эффективна без анализа ее результатов, поскольку даже самый качественный материал при его неправильном использовании может преждевременно, утратив необходимые свойства, прийти в негодность.

В этой связи Росавтодором осуществляется комплекс мероприятий, направленных на проведение мониторинга применения новых и наиболее эффективных технологий и материалов, в том числе покрытий из асфальтобетонов по новым ГОСТ Р, устроенных на сети федеральных автомобильных дорог.

Мероприятия осуществляются в соответствии с поручением Федерального дорожного агентства. В рамках данной работы сформирован Перечень технологий и материалов для мониторинга, разработаны рекомендации по организации системы постоянного наблюдения (мониторинга). В соответствии с данным поручением



сбор и обобщение информации о применении в дорожном хозяйстве новых технологий и материалов, представленной подведомственными Росавтодору федеральными казенными учреждениями (далее ФКУ), осуществляет ФКУ «Центрдорразвития».

Проведенный анализ информации, предоставленной ФКУ за период с 01.01.2016 по 25.10.2021, показал, что на участках федеральных автомобильных дорог, входящих в зону ответственности 29 ФКУ, за почти шесть лет применялось порядка 200 различных наименований новых технологий и материалов, включая современные асфальтобетонные смеси.



Данные, представленные ФКУ, свидетельствуют о нормативном эксплуатационном состоянии участков асфальтобетонных покрытий, устроенных по новым ГОСТ Р.

Также поручением Росавтодора предусмотрена выборочная проверка полноты и достоверности данных, представленных ФКУ. Эти работы осуществляются ФГБУ «Росдортехнология» в рамках инспектирования и работ по диагностике. В ходе нее запланированы видеофиксация состояния асфальтобетонных покрытий и последующий анализ ситуации. Накопленный в результате мониторинга опыт будет способствовать дальнейшему развитию асфальтобетонных.

Еще одним направлением работы Росавтодора является совершенствование принципов проектирования нежестких дорожных одежд. Это направление обозначено в «Стратегии развития инновационной деятельности в области дорожного хозяйства на период 2021–2025 годов».

В частности, Стратегией предусмотрена актуализация расчетных характеристик дорожно-строительных материалов и грунтов, применяемых при проектировании дорожных одежд. Кроме того,

будет осуществляться мониторинг строящихся и эксплуатируемых автомобильных дорог с целью получения фактических характеристик и их валидации с расчетными параметрами, определенными в лабораторных условиях.

В настоящее время взамен устаревшего ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» утвержден ПНСТ 542-2021 «Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования».

Федеральным дорожным агентством в рамках НИОКР начата многоэтапная работа, результаты которой лягут в основу доказательной базы совершенствования принципов проектирования дорожных одежд и войдут в основу нового Национального стандарта по проектированию нежестких дорожных одежд.

Результаты такой многоэтапной работы позволят значительно усовершенствовать методику проектирования и перейти к расчету дорожных одежд с применением использованием многослойных моделей, которые используются в ведущих мировых практиках проектирования. Они наиболее полно моделируют напряженно-деформированное состояние и учитывают особенности и характеристики современных до-

рожно-строительных материалов, а также факторы, оказывающие воздействие на конструкцию автомобильной дороги во время эксплуатации.

Исследования позволят впервые за почти 50 лет выполнить калибровку расчетных моделей с учетом эксплуатации реальных автомобильных дорог. Разработанная методика позволит обоснованно и эффективно выбирать дорожно-строительные материалы, обеспечит долговечность и соблюдение межремонтных сроков дорожных одежд.

Помимо этого, проводятся исследования состояния автомобильных дорог, проходящих на территории распространения многолетних мерзлых грунтов в пределах криолитозоны, а также ведется разработка методических рекомендаций по созданию системы мониторинга состояния таких участков. Эта система будет способствовать совершенствованию технологий проектирования, строительства, ремонта и содержания транспортных объектов в условиях многолетнемерзлых грунтов в связи с изменением климата.

О.В. Ступников,
заместитель руководителя
Федерального дорожного
агентства

III ФОРУМ И ВЫСТАВКА



ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РОССИИ

ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ, КАЧЕСТВО

18-19.05.2022

МОСКВА AZIMUT HOTEL OLYMPIC

Ключевые темы форума:

- Совершенствование инновационной деятельности в дорожном хозяйстве
- Применение минеральных вяжущих в дорожном строительстве
- Кадровое обеспечение дорожной отрасли
- Применение вторичных ресурсов в дорожном строительстве
- Обеспечение дорожного строительства нерудными материалами: логистика и качество
- Лучшие практики и решения в области дорожного хозяйства

innodor.ru

При поддержке



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Минтранс России

При поддержке



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

При поддержке

ТК418
Дорожное хозяйство

При поддержке



При поддержке



Организатор



РОСАСФАЛЬТ
Ассоциация Производителей и Потребителей
Асфальтобетонных Смесей

Генеральные информационные партнеры

Транспорт России



Оператор

J COMM
СООБЩЕСТВО И ТЕХНОЛОГИИ

По вопросам участия в форуме и выставке:

+7 (495) 766-51-65; +7 (926) 550-63-71; office@jcomm.ru

ОБЗОР НОРМАТИВНЫХ И ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В последнее время вопросам цифровой трансформации строительной отрасли Правительство Российской Федерации уделяет все большее внимание. Это подтверждается большим количеством нормативных правовых документов, принятых за короткий промежуток времени. Так, в самом конце 2021 года председателем правительства было подписано два распоряжения.

Первое, от 20.12.2021 № 3719, утверждает план мероприятий («дорожную карту») по использованию технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве объектов капитального строительства. Создание 3D-модели (трехмерного представления) объектов транспортной инфраструктуры определено в качестве одной из задач проекта «Цифровые двойники объектов транспортной инфраструктуры», входящего в Стратегическое направление в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года, утвержденное распоряжением правительства Российской Федерации от 21.12.2021 № 3744-р.

Такая динамика подзаконных актов была задана в том числе постановлением правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» (далее – постановление правительства РФ № 331), которое установило обязательность создания и ведения ин-

формационной модели объекта капитального строительства (далее ИМ ОКС) на всех стадиях жизненного цикла начиная с 1 января 2022 года.

План мероприятий («дорожная карта») реализации постановления правительства РФ от 05.03.2021 года № 331 был утвержден заместителем председателя правительства РФ М.Ш. Хуснуллиным от 12.11.2021 № 12012п-П49.

Но мероприятия по обеспечению использования информационных моделей объектов капитального строительства были начаты намного раньше.

Во исполнение поручения президента Российской Федерации ПР-1235, которое вышло в 2018 году, Минстроем России в 2019 году был разработан Федеральный закон от 27.06.2019 № 151-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» (далее Федеральный закон № 151). В 2020 году были разработаны и приняты три постановления правительства Российской Федерации, обеспечивающие при-

■ постановление правительства Российской Федерации от 28.09.2020 № 1558 «О государствен-

ной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации» (далее – постановление правительства РФ № 1558);

■ постановление правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» (далее – постановление правительства РФ № 1431);

■ постановление правительства Российской Федерации от 12.09.2020 № 1416 «Об утверждении правил формирования и ведения классификатора строительной информации» (далее – постановление правительства РФ № 1416).

Таким образом, к концу 2020 года Минстроем России были созданы необходимые условия для разработки ИМ ОКС.

Создаваемая Минстроем регуляторная система применения ИМ ОКС включает несколько уровней. Первый и основной уровень сформирован на уровне законодательства и связан с введением в правовое поле термина и определения информационной модели

(Федеральный закон № 151). По мнению авторов закона, информационная модель – это совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства.

Данное определение задало последующую траекторию разработки подзаконных актов, нормативно-технических документов, а также предопределило требования к разработке информационных систем и в первую очередь – требования к государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации.

Второй уровень обеспечивает применение ИМ ОКС и относится к подзаконным актам. Ранее упоминалось постановление правительства РФ № 1558, которое определяет правила ведения государственной информационной системы, предоставления доступа к ее данным, а также структуру и состав государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (далее – ГИС ОГД). Информационная система состоит из шести подсистем или реестров, которые включают документы в области инженерных изысканий, выданных градостроительных планов, разрешений на строительство и ввод в эксплуатацию; предполагается, что в состав ГИС ОГД должен войти классификатор строительной информации (далее – КСИ).

В настоящее время КСИ размещен на сайте подведомственного Минстрою России учреждения ФАУ «ФЦС».

Постановление правительства РФ № 1558 вступает в силу в конце текущего года, с 1 декабря 2022 года.

В постановлении правительства РФ № 1431 определены структура и состав ИМ на каждом из этапов жизненного цикла ОКС. Разработка трехмерной модели предусмотрена для этапов выполнения инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, а также этапа осуществления сноса. Для этапа эксплуатации наличие трехмерной модели не предусмотрено.

В соответствии с пунктом 8 «Правил формирования и ведения информационной модели объектов капитального строительства» этого же постановления предусмотрено использование любых программных и технических средств только при условии того, что они используют КСИ. Еще одним требованием, которому должно соответствовать программное обеспечение, является учет всех операций, которые выполняются при создании ИМ с фиксацией оснований, времени и даты совершения этих операций. Таким образом, КСИ относится к ключевым элементам разработки трехмерных моделей в составе ИМ ОКС.

Порядок формирования и ведения КСИ определен в постановлении правительства РФ № 1416. Приказом Минстрою России от 06.08.2020 № 430/ПР утверждены структура и состав КСИ, прописаны базовые категории строительной информации, к которым относятся: «Результат», «Процесс», «Ресурс» и «Характеристика». Каждая базовая категория включает в себя определенный перечень соответствующих базовых классов:

■ «Результат» содержит шесть базовых классов (зона и помещение, комплекс ОКС, ОКС, функциональная система, техническая система и компонент);

■ «Процесс» состоит из девяти базовых классов (управление, стадия ЖЦ ОКС, процессы инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации,

реконструкции, ремонта, сноса здания или сооружения);

■ базовая категория «Ресурс» включает пять базовых классов (строительное изделие, строительный материал, вспомогательный ресурс, трудовой ресурс и информация);

■ «Характеристика» состоит из одноименного базового класса.

Кроме этого, приказом установлены типы связей с другими базовыми классами строительной информации.

Анализ таблиц КСИ на предмет применения КСИ в дорожном хозяйстве показал, что КСИ не может быть полноценно использован для создания единого отраслевого пространства, предназначенного для внедрения технологий безбумажного взаимодействия участников градостроительной деятельности на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги. При большом количестве вопросов к терминам и определениям, которые не соответствуют закреплённым в действующих нормативно-технических документах, КСИ в полной мере не учитывает нормативно-технические документы, входящие в доказательную базу технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011).

Кроме этого, необходимое нормативно-техническое и методическое обеспечение кодирования элементов ИМ в настоящее время не разработано, также отсутствуют референтные модельные решения по кодированию в области дорожного хозяйства. Возникающая неопределенность в атрибутировании элементов ИМ автомобильной дороги приводит к избыточной вариативности отнесения их к конкретному результату, что серьезно затрудняет оценку учета особенностей дорожного хозяйства.

Анализ законодательных инициатив, а также подзаконных актов, подготовленных при участии Мин-

строю России, позволяет сделать следующие основные выводы:

■ в настоящее время созданы все правовые условия для формирования и ведения информационных моделей объектов капитального строительства. Это касается как объектов промышленного, гражданского строительства, так и линейных объектов, в том числе и автомобильных дорог;

■ все рассмотренные выше подзаконные акты были подготовлены с учетом обеспечения ведения государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности. Иными словами, требования к ИМ объекта капитального строительства были сформированы только для тех информационных моделей, которые должны размещаться в ГИС ОГД;

■ все положения, требования и правила, вошедшие в правовые акты, касаются только информационных моделей объектов капитального строительства. Технология информационного моделирования (далее – ТИМ) при этом не учитывалась, не была определена и введена в правовое поле ни в виде термина и определения, ни в виде набора технических, программных и технологических средств;

■ наблюдается перенос узких технических вопросов, которые ранее определялись документами по стандартизации, в частности, ГОСТами, сводами правил и информационно-техническими справочниками, в нормативные правовые акты. Так, классификатор строительной информации в большей степени относится к информационно-техническим справочникам, которые достаточно часто подвержены изменениям, дополнениям и должны соответствовать современному уровню развития, не только самой ТИМ, но и ресурсам, а также технологиям строительного производства. После фиксации структуры и состава КСИ в приказе Минстроя России появится необходимость внесения изменений в перечень классификационных таблиц КСИ, что может привести к серьезным трудностям.

■ поскольку до настоящего времени не определен перечень программных и технических средств, которые относятся к ТИМ, зафиксированный в постановлении правительства РФ № 1431 перечень форматов не в полной мере учитывает возможные типы и форматы данных и информации, которые могут быть созданы при формировании ИМ. Некоторые из указанных в постановлении форматов порядка 10 лет не поддерживаются. Это касается формата Land XML. Другие форматы предназначены только для передачи геометрических данных, и для этих форматов разработка XML-схем столкнется с непреодолимыми трудностями. Эти трудности будут характерны при попытках замены файлов формата IFC на документы формата XML.

Указанные в постановлении форматы не в полной мере позволяют описать трехмерную модель автомобильной дороги. Это относится к формату IFC, который достаточно неплохо зарекомендовал себя применительно к объектам промышленного и гражданского строительства. При этом «подтвержденная практикой возможность применения в дорожной отрасли стандарта IFC как единственного источника референтной структуры данных в настоящее время отсутствует» [1].

Подведомственными учреждениями Минстроя России проводится работа по формированию методической базы, которая позволит формировать и вести ИМ ОКС. Так, создание электронных документов в виде файлов в формате XML является еще одним аспектом (наряду с использованием КСИ), являющимся, по мнению специалистов Минстроя России, ключевым при формировании и применении ИМ.

В соответствии с пунктом 7 «Состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и

представляемых в форме электронных документов, и требования к форматам указанных электронных документов» постановления правительства РФ №1431, схемы, подлежащие использованию для формирования электронных документов в виде файлов в формате XML, утверждаются Минстроем России и размещаются на официальном сайте Министерства в сети Интернет.

В настоящее время подведомственные учреждения Минстроя России проводят мероприятия по разработке XML-схем.

На решение конкретных задач автоматизации внутренних процедур направлены мероприятия ФАУ «Главгосэкспертиза России». Учреждение разработало XML-схемы «Заключения экспертизы проектной документации и/или результатов инженерных изысканий» и «Формат представления локальных сметных расчетов, созданных базисно-индексным методом в электронном виде (на основе формата XML)», которые размещены на сайтах Главгосэкспертизы и Минстроя России. Кроме этого, специалисты ФАУ «Главгосэкспертиза России» разработали XML-схему пояснительной записки проектной документации, которая была представлена на рабочей встрече.

По заявлению руководства ФАУ «ФЦС», другого подведомственного Минстрою России учреждения, в течение 2022 года предполагается разработка 13 XML-схем. В настоящее время проводятся работы по пилотной апробации этих схем, подлежащих использованию при формировании XML-документов. Данные схемы направлены на обеспечение информационного взаимодействия при ведении ИМ ОКС. Пилотирование проводится по корневой XML-схеме, которая должна использоваться при формировании XML-документов, обеспечивающих сопровождение на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства, по

XML-схемам для информационных моделей уровня проработки «Проектная модель», «Исполнительная модель», «Строительная модель» и «Эксплуатационная модель». Кроме этого, работы по апробации проводятся по XML-схемам документов, обеспечивающих выполнение процессов для каждой из перечисленных выше моделей.

К третьему уровню обеспечения использования ИМ можно отнести и нормативно-технические документы, разработанные или пересмотренные в рамках ПК 5 «Управление жизненным циклом объектов капитального строительства» ТК 465 «Строительство». Именно к таким документам необходимо отнести два свода правил: СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» и СП 328.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели».

Следует отметить, что эти документы были обновлены. Принятый в 2017 году СП 333.1325800.2017 был пересмотрен в 2020 году. Произошло изменение области его применения. Новая пересмотренная редакция свода правил выдвигает требования только к тем информационным моделям объектов капитального строительства производственного и непромышленного назначения и линейных объектов, которые подлежат размещению в ГИС ОГД Российской Федерации и (или) в ГИС ОГД субъектов Российской Федерации.

Таким образом, положения предыдущей редакции свода правил, относящиеся к процессам информационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства, а также требования к процессам управления (создание, хранение, предоставление) данными в ходе проведения

работ по созданию информационных моделей, были исключены и выведены за пределы нормативного регулирования.

В результате пересмотра действующая редакция СП 333.1325800.2020 получила направленность исключительно на обеспечение деятельности государственных информационных систем для нужд государственных органов. В документе определены требования к именованию файлов, которые входят в ИМ, к методам верификации и валидации ИМ.

В приложениях сформированы требования к атрибутам электронных документов, которые создаются на стадии проектирования, описывающих инженерную цифровую модель местности (в том числе линейных объектов), инженерные системы и т. д. При этом потребности всех остальных участников инвестиционно-строительного проекта, таких как заказчики, проектные, подрядные и эксплуатирующие организации, выпали из области применения документа.

Пересмотренный СП 328.1325800.2020 распространяется на процесс формирования библиотек компонентов для разработки информационных моделей объектов капитального строительства, опять же, размещаемых в государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации и (или) государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности субъектов Российской Федерации.

Анализ указанных выше сводов правил показал, что документы требуют существенной доработки для того, чтобы они могли учесть специфику дорожного хозяйства. В частности, в СП 333.1325800.2020 требуют доработки разделы, определяющие правила именования файлов информационной модели, обозначения программного обеспечения, методы валидации и верификации ИМ.

Дополнения в части отдельных элементов и показателей необходимы: в приложении А «Обязательные атрибуты электронных документов, не относящихся к цифровым информационным моделям», приложении Б «Описываемые типы элементов инженерной цифровой модели местности», приложении В «Обязательные атрибуты описываемых типов элементов инженерной цифровой модели местности», приложении Г «Описываемые типы элементов цифровой информационной модели объекта капитального строительства».

При этом приложение Д «Обязательные атрибуты описываемых типов элементов цифровой информационной модели объекта капитального строительства» должно быть дополнено рядом таблиц, которые характеризуют пересечения и примыкания на автомобильной дороге, участки автомобильных дорог, временно отводимые под строительство, защитные дорожные сооружения и т. д.

Помимо решения указанных выше задач, важно отметить, что модель управления проектом, основанная на XML-технологии, описывает исходные сведения об ОКС, основные характеристики его проектного решения и позволяет реализовать только формально-логические функции. Модель управления проектом предназначена для выполнения государственных функций ФАУ «Главгосэкспертиза России», ФАУ «ФЦС» и других государственных органов, а также для обеспечения работы ЕГРЗ, ГИС ОГД и других информационных систем Минстроя России.

Такая модель управления проектом позволяет проводить входной форматно-логический контроль для размещения ИМ в ГИС ОГД, анализ пояснительной записки проектной документации, локальных сметных расчетов, созданных базисно-индексным методом, а также автоматизировать процедуру формирования заключения

экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий. Вместе с тем проблемы управления проектом с использованием ТИМ, возникающие у заказчиков, проектных и подрядных организаций, остаются нерешенными.

Несмотря на указанные замечания, можно сделать вывод о том, что Минстроем России проведен значительный объем работ, направленных на применение ИМ ОКС в строительстве. Работы в настоящее время не закончены и проводятся с высокой интенсивностью. Это подтверждается большим количеством ГОСТов (13 шт.), по которым в конце 2021 года было начато публичное обсуждение в рамках ПК 5 ТК 465.

Для полноценного учета отраслевой специфики и решения задач развития нормативной технической базы информационного моделирования автомобильных дорог Минтранс России, Росавтодором, Государственной компанией «АВТОДОР» и ФАУ «РОСДОРНИИ» проводятся мероприятия по формированию национальной модели развития и внедрения ТИМ на основе создания полноценной системы управления жизненным циклом ОКС в дорожном хозяйстве.

Распоряжением Минтранса России от 17.09.2020 № АК-117-р с 1 января 2021 года было введено использование ТИМ при подготовке проектной документации в отношении объектов транспортной инфраструктуры, строительство и реконструкция которых финансируются за счет средств федерального бюджета.

В соответствии с поручениями Минтранса России от 07.04.2021 № КБ-5-пр, от 12.05.2021 № КБ-8-пр и от 03.12.2021 года № АК-258-пр Росавтодор совместно с Государственной компанией «АВТОДОР»

и ФАУ «РОСДОРНИИ» проводит работу по обеспечению учета особенностей дорожного хозяйства при разработке и внедрении ФАУ «ФЦС» XML-схем и классификатора строительной информации (далее – КСИ).

В отношении нормативно-технических документов, регулирующих сферу информационного моделирования для автомобильных дорог Федеральным дорожным агентством и Государственной компанией «АВТОДОР» проведены работы в части формирования технических документов, устанавливающих требования к применению ТИМ при строительстве автомобильных дорог.

В частности, были подготовлены:

- СТО АВТОДОР 8.6-2016 «Организационная и технологическая поддержка процессов формирования информационных моделей автомобильных дорог на всех этапах жизненного цикла»;
- ПНСТ «Применение BIM-технологий при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Общие требования»;
- ОДМ 218.3.105-2018 Методические рекомендации по организации взаимодействия участников разработки проектной и рабочей документации на пилотных проектах строительства, капитального ремонта и реконструкции автомобильных дорог с применением BIM-технологии.

По заказу Федерального дорожного агентства (договор от 26.12.2018 № 47/152) ФАУ «РОСДОРНИИ» разработало комплекс ПНСТ на технологии информационного моделирования автомобильных дорог и искусственных дорожных сооружений в составе:

- ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Правила описания компонентов информационного моделирования»;
- ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Правила

формирования и применения информационных моделей на различных стадиях жизненного цикла».

Данные нормативные технические документы были утверждены Росстандартом 9 марта текущего года и вводятся в действие с 1 апреля 2022 года.

Разработанный комплекс ПНСТ базируется на передовом западном опыте и в первую очередь учитывает требования по обмену данными для активов, которые отражены в стандартах ISO 19650-1:2018 и 19650-2:2018. В документах описаны положения использования ТИМ на различных стадиях жизненного цикла автомобильных дорог. Определены требования к формированию информационных моделей и их компонентов на различных стадиях жизненного цикла, правила по формированию модели инженерных изысканий.

В настоящее время работы по созданию полноценной системы управления жизненным циклом ОКС в дорожном хозяйстве продолжаются. Они реализуются в соответствии с планом мероприятий («дорожная карта»), согласно постановлению правительства РФ № 331, утвержденному заместителем председателя правительства Российской Федерации М.Ш. Хуснуллиным от 12.11.2021 № 12012п-П49, а также планом мероприятий по использованию технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве объектов капитального строительства, который утвержден распоряжением правительства РФ от 20.12.2021 № 3719-р.

В.П. Миронюк,
д-р экон. наук,
начальник управления внедрения
цифровых технологий
ФАУ «РОСДОРНИИ»

Список использованных источников

1. Носов Е.А. О решении задач развития нормативно-технической базы информационного моделирования автомобильных дорог в современных условиях / Е.А. Носов, М.В. Дорофеев, В.П. Миронюк // Дороги и мосты. 2019. № 42/2. С. 21–32.

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В соответствии с Приложением 4 постановления правительства № 658 от 30.05.2017 «О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения» [1] установлены межремонтные сроки службы автомобильных дорог федерального значения I-IV категорий – 12 лет, а V категории – пять лет. Данные межремонтные сроки нормированы и в ГОСТ Р 58861-2020 [2].

Проектирование, строительство, капитальный ремонт и ремонт автомобильных дорог в Российской Федерации ориентированы на вышеупомянутые сроки.

Решение вопросов повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог нашло свое отражение в Техническом регламенте Таможенного союза 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог» [3] и комплексе межгосударственных стандартов, разработанных для его реализации. Системные вопросы повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог были рассмотрены нами ранее в публикации [4]. В сделанных выводах было указано, что повышение сроков службы автомобильных дорог носит системный характер (одним-двумя техническими решениями этого не достигнуть) и на каждом этапе жизненного

цикла автомобильных дорог есть резервы повышения их долговечности. Все эти предложения актуальны и на сегодняшний день.

Выполним анализ основных положений методик проектирования дорожных одежд и концепций, заложенных в них, который проведён по перечню действующих нормативных документов в табл. 1.

Из приведенного анализа основных положений методик расчета следует, что можно выделить следующие концепции проектирования дорожных одежд:

1. Концепция вечных автомобильных дорог;
2. Концепция выполнения действующих нормативно-технических требований;
3. Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд;

4. Концепция повышения эксплуатационной надежности;
5. Концепция выбора одного наиболее существенного критерия.

Концепция вечных автомобильных дорог подробно рассмотрена в публикации Б.С. Радовского [6]. Отличительной особенностью данной концепции является то, что она предусматривает повышение единовременных строительных затрат с уменьшением разновременных затрат за срок сравнения вариантов (или за жизненный цикл автомобильных дорог). Хотел бы обратить внимание на то, что данная концепция родилась в штате Калифорния, где среднегодовая температура воздуха 19°C, а зимой температура воздуха не бывает ниже -5°C, то есть для автомобильных дорог климатические и грунтово-гидрогеологические условия благоприятные.

Концепцию выполнения действующих нормативно-технических требований можно условно отнести к оптимальной многокритериальной, учитывающей влияние всех факторов без выделения главного критерия. Это обеспечение прочности по критериям

Табл. 1. Анализ основных положений методик проектирования дорожных одежд и концепций их расчета

Документ, в котором изложена методика проектирования	Основные положения проектирования дорожных одежд, приведенные в документе	Ключевые отличия основных положений
«Концепция вечных дорожных одежд», Альянс асфальтобетонных покрытий в США, 2000 г. [6]	Вечные дорожные одежды должны быть запроектированы и построены так, чтобы они служили не менее 50 лет без капитального ремонта или реконструкции. Повреждения допускаются только в самом верхнем слое, который периодически обновляется.	Концепция вечных дорожных одежд
«Нормы и правила по стандартизации конструкций дорожных одежд» (RStO 01), Германия, 2001 г. [7]	Технически пригодные и экономичные конструкции дорожной одежды учитывают, прежде всего, функцию дорожного покрытия, транспортную нагрузку, положение дорожного покрытия на местности, грунтовые условия, конструкцию и состояние ремонтируемого покрытия, а также условия прохождения вне и внутри населенных пунктов.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов. Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд

Типовые конструкции дорожных одежд, ГП ФАУ «РОСДОРНИИ», 2006 г. [8]	Дорожные одежды должны отвечать требованиям прочности и морозоустойчивости, а также позволять при последующих ремонтных работах выполнять только замену изношенных слоев покрытия. Для обеспечения транспортно-эксплуатационных характеристик дорожной одежды это достигается устройством мощных оснований (I-II классов прочности, как из каменных и укрепленных каменных материалов, так и дренирующих и морозозащитных слоев).	Элементы концепции вечных дорожных одежд
ОДМ 218.2.104-2019 Альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах [9]	Дорожные одежды должны обеспечивать нормативные сроки службы по следующим критериям: допускаемому упругому прогибу, сопротивлению сдвигу в подстилающем грунте и слоях из малосвязных материалов, сопротивлению монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе, морозоустойчивость и осушение.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов
ПНСТ 371-2018 Дороги автомобильные общего пользования с низкой интенсивностью движения. Дорожная одежда. Конструирование и расчет [10]	Дорожные одежды должны быть запроектированы с учетом межремонтных сроков, согласно действующим техническому регулированию и нормативно-правовым актам. Проектирование дорожной одежды должно быть выполнено в соответствии с требованиями к эксплуатационному состоянию допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения согласно ГОСТ Р 50597.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов. Элементы концепции повышения эксплуатационной надежности
ПНСТ 390-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции [11]	Дорожную одежду необходимо предусматривать только в комплексе проектирования с земляным полотном и системой водоотвода и при условии обеспечения руководящей отметки – возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод или поверхностных вод.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов
ГОСТ Р 59628-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Типовые конструкции [12]	Заложены принципы, при котором из многообразия факторов, влияющих на параметры конструкции, выбирают наиболее существенный и в зависимости от его величины назначают конструкцию дорожной одежды.	Концепция выбора одного наиболее существенного критерия
СТО АВТОДОР 2.25-2016. Каталог типовых конструкций нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог [13]	Выбор дорожной одежды необходимо производить исходя из требуемого уровня надежности, категории дороги, суммарного числа приложения расчетных осей, климатических условий.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов
ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд [14]	Проектирование дорожной одежды представляет собой единый процесс конструирования и расчета дорожной конструкции (система дорожная одежда + рабочий слой земляного полотна) на прочность, морозоустойчивость и осушение с технико-экономическим обоснованием вариантов с целью выбора наиболее экономичного.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов. Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд
ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования [15]	Дорожные одежды должны быть не только прочными и надежными в эксплуатации, но экономичными и наименее материалоемкими, особенно по расходу дорогостоящих материалов и энергоресурсов, а также должны соответствовать экологическим требованиям. Тип покрытия и выбор конструкций дорожных одежд обосновывают технико-экономическими расчетами.	Концепция выполнения требования нормативно-технических документов. Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд

расчета под расчетные нагрузки и расчетную интенсивность движения, а также решение вопросов морозоустойчивости и осушения дорожных конструкций.

Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд базируется на концепции выполнения действующих нормативно-технических требований, а экономическая оптимизация выполняется либо по минимизации затрат на строительство, либо по минимальным интегральным дисконтированным затратам.

Так, увеличение сроков службы дорожных одежд здесь является не определяющим главенствующим фактором, а одним из многих факторов, и в ряде случаев первое место отводится строительным затратам или интегральным дисконтированным затратам. Что объяснимо большой протяженностью сети автомобильных дорог Российской Федерации и ограниченным ресурсом денежных средств на обеспечение нормативных транспортно-эксплуатационных требований.

Можно констатировать, что на сегодняшний день нормативная база по проектированию дорожных конструкций претерпевает некоторые изменения, улучшаются ее отдельные пункты (например, расчетные характеристики битумоминеральных материалов, коэффициенты приведения к расчетным нагрузкам) без изменений подхода в целом.

Обратим внимание на другие концепции. Концепция повышения эксплуатационной надежности автомобильных дорог предусматривает дополнительно к учету выполнения действующих нормативно-технических документов учет эксплуатационных факторов, к которым относят образование колеи и дефектов на покрытии, нарушение продольной ровности, учет истирания и износа материала покрытия, обеспечение сцепления и т. д. Перечислены важные факторы, которые влияют на сроки службы автомо-

бильных дорог, которые на сегодняшний день не учитываются (или в лучшем случае учитываются косвенно) в нормативно-технической документации (например, ПНСТ 542-2021), в то время как за рубежом данные расчеты выполняются еще на этапе подготовки проектной документации.

Существует и концепция, при которой из многообразия факторов, влияющих на параметры конструкции, выбирают один наиболее существенный критерий (определяющий) и в зависимости от него проектируют конструкцию дорожной одежды.

Какую концепцию заложить в методику расчета дорожных одежд в связи с существенным изменением межремонтных сроков?

Почему этим существенным критерием, например, не может быть увеличение сроков службы дорожной конструкции, при котором все технические решения следует принимать с учетом определяющего главенствующего фактора? А именно: в основу расчетов по всем критериям прочности, морозоустойчивости и осушения дорожных конструкций заложить увеличение сроков службы дорожных одежд.

Конструкция дорожной одежды в этом случае должна, по концепции увеличения межремонтных сроков, быть запроектирована следующим образом:

- под расчетные нагрузки и расчетную интенсивность движения;
- напряженно-деформированное состояние и расчетные характеристики материалов и грунтов должны быть назначены с учетом сроков службы дорожной одежды;
- в комплексе с земляным полотном и системой водоотвода;
- с учетом обеспечения требований прочности, морозоустойчивости и осушения;
- с учетом обеспечения эксплуатационной надежности (продольной и поперечной ровности, истирания и износа материала покрытия);
- должна иметь мощные основания из каменных и укрепленных каменных материалов;

■ должна быть эффективной для выполнения ремонтных работ (чтобы в процессе эксплуатации нуждалась только в замене верхних изношенных слоев покрытия).

Если мы обратимся, например, к многочисленным рисункам, приведенным в работе проф. О.А. Красикова [16], то заметим, что на автомобильной дороге М-10 «Россия» за четыре года эксплуатации продольная ровность покрытия по IRI изменилась с 3,1–4,6 м/км до 4,7–6,3 м/км, что свидетельствует о том, что транспортно-эксплуатационные характеристики дороги ухудшились, а расчетные параметры материалов и грунтов, напряженно-деформационное состояние дорожной одежды были учтены недостаточно надежно.

С учетом вышеизложенного предлагается при проектировании учесть следующие нововведения:

- изменение расчетных характеристик материалов и грунтов за срок службы дорожной одежды под воздействием динамической нагрузки и природно-климатических факторов (при этом принимать во внимание расчетные характеристики материалов и грунтов, которые будут не в первый год эксплуатации дороги, а усредненные значения за период эксплуатации с учетом ухудшения их свойств);
- напряженно-деформированное изменение состояния дорожной одежды с учетом снижения характеристик материалов и грунтов, а также под воздействием динамической нагрузки и природно-климатических факторов (напряженно-деформированное состояние, которое будет не в первый год эксплуатации дороги, а усредненное состояние за период эксплуатации с учетом снижения сопротивляемости нагрузкам);
- изменение морозоустойчивости грунтов в процессе эксплуатации дорожной конструкции (учитывать заиливание грунтов и снижение коэффициента морозоустойчивости);
- ухудшение работы материалов дополнительных слоев основания

по осушению дорожной одежды (учитывать заиливание материалов дренирующих слоев и снижении коэффициента фильтрации) и т. д.

Если учесть, что физико-механические характеристики традиционных дорожно-строительных материалов и грунтов в процессе эксплуатации снижаются, то можно выделить цементобетоны и материалы, укрепленные минеральными вяжущими, чьи физико-механические свойства и расчетные характеристики в процессе эксплуатации, наоборот, будут повышаться за счет набора прочности.

Безусловно, немало в этом направлении на сегодняшний день учтено в нормативно-технической документации, но далеко не все. Увеличены сроки службы нежестких дорожных одежд в среднем в два раза. В действующей методике расчета дорожных одежд [15] вышеупомянутое учтено путем увеличения количества проходов расчетных осей автомобиля, в то время как расчетные характеристики материалов

и грунтов остались без изменений, за очень небольшим исключением. Напряженно-деформированное состояние дорожных конструкций также не претерпело изменений, в то время как «усталость» свойств материалов и грунтов имеет место быть, и с увеличением межремонтных сроков службы наблюдается существенное накопление остаточных деформаций.

Подведем промежуточный итог. Предлагаемая концепция увеличения сроков службы дорожных конструкций требует глубокой проработки с рассмотрением вопроса по разработке отраслевой программы повышения сроков службы дорожных конструкций. При этом должны учитываться лучшие положения концепций повышения эксплуатационной надежности, концепции выбора одного наиболее существенного критерия расчета и концепции вечных автомобильных дорог.

Формирование требований к концепции увеличения сроков

службы дорожных конструкций может быть реализовано через НИОКР с разработкой нормативно-технической документации.

Что полезного можно использовать от концепции вечных дорог? Как и предусмотрено концепцией, на сегодняшний день выполняется много исследований асфальтобетонов и битумо-минеральных материалов покрытий автомобильных дорог. Это, конечно, необходимо, однако в Российской Федерации следует направить больше внимания к грунтам земляного полотна, дополнительным слоям основания дорожной одежды и материалам конструктивных слоев основания.

Следует помнить, что на территории Российской Федерации совершенно другие климатические и грунтово-геологические условия, чем на родине упомянутой концепции – в Калифорнии (США). Территория Российской Федерации расположена преимущественно в I-II дорож-

Табл. 2. Требования к грунтам рабочего слоя земляного полотна.

Нормативный документ	Требования к грунтам рабочего слоя земляного полотна	Примечание
«Концепция вечных дорожных одежд», Альянс асфальтобетонных покрытий в США, 2000 г. [6]	Требования к грунтам земляного полотна не оговариваются. В случае необходимости применяется морозозащитный слой или технологический слой (например, из щебня толщиной 10-15 см), чтобы обеспечить уплотнение нижнего слоя асфальтобетона.	Требования к грунтам земляного полотна не актуальны из-за благоприятных климатических и грунтово-геологических условий.
«Нормы и правила по стандартизации конструкций дорожных одежд» (RStO 01), Германия, 2001 г. [7]	Модуль деформации на поверхности рабочего слоя земляного полотна составляет 45 МПа, модуль деформации на поверхности основания (морозозащитного, дренирующего слоев) должен быть 100–120 МПа.	Представлены требования к минимальному модулю упругости на поверхности основания (морозозащитного, дренирующего слоев) 100–120 МПа.
Типовые конструкции дорожных одежд, ГП ФАУ «РОСДОРНИИ», 2006 г. [8]	Расчет выполнен для всех видов грунта земляного полотна с расчетными характеристиками из ОДН 218.046-01.	Устройство мощных оснований (I-II классов прочности, как из каменных и укрепленных каменных материалов, так и дренирующих и морозозащитных слоев).
ОДМ 218.2.104-2019 Альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах [9]	Расчетный модуль упругости грунта рабочего слоя земляного полотна должен составлять не менее 40 МПа.	Несколько занижены требования к расчетному модулю упругости грунта рабочего слоя земляного полотна. Требования не увязаны с дорожно-климатической зоной и типом местности по увлажнению.

ПНСТ 390-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции [11]	Расчет выполнен для всех видов грунта земляного полотна с расчетными характеристиками из ПНСТ 265-2018.	При пересмотре документа необходимо повысить требования к модулю упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна.
ГОСТ Р 59628-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Типовые конструкции [12]	Модуль упругости грунта рабочего слоя земляного полотна должен быть не менее 40 МПа. Для участков дороги с более низким модулем упругости рабочего слоя земляного полотна следует добиться его увеличения посредством принятия специальных мер по регулированию водно-теплового режима, а также укрепления или замены грунта. При применении типовых конструкций дорожных одежд следует обеспечить их работу по 1-й расчетной схеме увлажнения.	Несколько занижены требования к модулю упругости грунта рабочего слоя, так как на его поверхности общий модуль упругости будет в ряде случаев меньше 40 МПа. Требования не увязаны с дорожно-климатической зоной и типом местности по увлажнению.
СТО АВТОДОР 2.25-2016. Каталог типовых конструкций нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог [13]	При значениях модуля упругости рабочего слоя земляного полотна менее 45 МПа или фактической влажности грунта более 0,7 Вт необходимо осуществлять его стабилизацию или укрепление вяжущими веществами. Общий модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания дорожной одежды должен быть не менее 85 МПа.	Представлены требования к минимальному модулю упругости на поверхности дополнительного слоя основания 80 МПа, однако эти требования не дифференцированы в зависимости от дорожно-климатических зон.
ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования [15]	Величина общего модуля упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна (при расчетной влажности грунта земляного полотна) в зависимости от ДКЗ должна быть не ниже следующих значений: – 60 МПа – в ДКЗ I и II; – 53 МПа – в ДКЗ III; – 45 МПа – в ДКЗ IV, V. Для дорог категорий I–III толщина рабочего слоя земляного полотна должна быть не менее 0,5 м считая от низа конструкции дорожной одежды. При отсутствии в рабочем слое укрепленных или стабилизированных грунтов, рабочий слой в ДКЗ II и III должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов.	Приведены дифференцированные требования к минимальному модулю упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна в зависимости от дорожно-климатической зоны. Приведена минимальная толщина рабочего слоя земляного полотна 0,5 м для I–III категорий дорог.
СП 34.13330-2021. Автомобильные дороги [18]	Рабочий слой на глубину 1,2 м от поверхности цементобетонных и на глубину 1 м асфальтобетонных покрытий в дорожно-климатической зоне II и на 1 и 0,8 м соответственно в дорожно-климатической зоне III должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов.	Рабочий слой на глубину 0,8–1,2 м во II–III дорожно-климатической зоне должен состоять из непучинистых и слабопучинистых грунтов.

но-климатических зонах – распространения многолетнемерзлых грунтов и избыточного увлажнения. В связи с чем американская концепция вечных дорог, в которой решаются вопросы в основном материалов покрытия в ее «чистом виде», и не уделено никакого внимания грунту земляного полотна и нижним слоя основания, не подходит для территории Российской Федерации. В нашем

случае надо начинать с нижней части дорожных конструкций, обеспечив прочный «фундамент» для дорожной одежды.

В выполненном ранее анализе повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог в наших публикациях [4] был сделан акцент на требования к грунтам рабочего слоя земляного полотна [17].

Рассмотрим требования к грунтам рабочего слоя земляного полотна в нормативно-технических документах (см. табл. 2)

Можно констатировать, что шаг вперед сделан и в ПНСТ 542-2021: установлены требования к минимальным модулям упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна с учетом дорожно-климатических зон [15].

Табл. 3. Модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания из песка среднего

Модуль упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна не менее, МПа	Модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания из песка среднего не менее, МПа, в зависимости от его толщины, м	
	0,3	0,4
45 (IV-V ДКЗ)	78-79	84-85
53 (III ДКЗ)	83-84	88-89
60 (I-II ДКЗ)	88-89	92-94

Если обратиться к опыту Германии, то модуль деформации на поверхности дополнительного слоя основания (морозозащитного, дренажного слоев) должен быть 100-120 МПа [7]. Из СТО АВТОДОР 2.25-2016 [13] следует, что общий модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания дорожной одежды должен быть не менее 85 МПа [13].

Для оценки данных требований были выполнены проверочные расчеты модуля упругости на поверхности дополнительного слоя основания из песка среднего в зависимости от его толщины (см. табл. 3).

Песок средний был выбран как самый распространенный материал, используемый в дополнительных слоях основания на территории Российской Федерации. При толщине дополнительного слоя 30 см модуль упругости на его поверхности будет иметь значения от 78 до 89 МПа соответственно в IV и II дорожно-климатических зонах.

Рекомендуется (и было бы лучше) применять в конструкциях более прочные материалы в дополнительных слоях основания дорожной одежды (такие как песок крупный, песчано-гравийные смеси, гравийно-песчаные смеси, гравий и т. д.), однако они далеко не везде присутствуют на территории Российской Федерации.

Тем не менее считаем целесообразным установить требования к минимальному модулю упругости на поверхности дополнительного слоя основания дорожной одежды 80-90 МПа.

Выводы

Анализ концепций проектирования дорожных одежд показывает, что в существующих нормативно-технических документах в основном используются концепции выполнения действующих нормативно-технических документов и технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд.

Для проектирования дорожных одежд предложена новая концепция увеличения сроков службы дорожных одежд, которая включает в себя лучшие элементы концепций вечных дорог, повышения эксплуатационной надежности и выбора одного наиболее существенного критерия.

Основные положения концепции увеличения сроков службы дорожных одежд – напряженно-деформированное состояние и расчетные характеристики материалов и грунтов – должны быть назначены с учетом сроков службы дорожной одежды.

Модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания дорожной одежды должен быть не менее 80-90 МПа.

А.М. Кулижников,
доктор технических наук,
профессор,
начальник управления методов
проектирования автодорог
ФАУ «РОСДОРНИИ»

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства № 658 от 30.05.2017 г. «О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения».
2. ГОСТ Р 58861-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Капитальный ремонт и ремонт. Планирование межремонтных сроков.
3. Технический регламент Таможенного союза 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог».
4. Кулижников А.М. Пути повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог // Дорожная держава. № 66. 2016. С. 47-51.
5. Бабков В.Ф. Развитие техники дорожного строительства. М.: Транспорт, 1988.
6. Радовский Б.С. Концепция вечных дорожных одежд // Дорожная техника. № 11. 2011. 132-144.
7. Нормы и правила по стандартизации конструкций дорожных одежд (RStO 01), Германия, 2001.
8. Кулижников А.М. Анализ результатов расчета типовых конструкций дорожных одежд нежесткого типа Анализ результатов расчета типовых конструкций дорожных одежд нежесткого типа // Дороги и мосты. Сб. ст. ФГУП РОСДОРНИИ. Вып. 19/1. М., 2008. С. 45-53.
9. ОДМ 218.2.104-2019. Альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах.
10. ПНСТ 371-2018. Дороги автомобильные общего пользования с низкой интенсивностью движения. Дорожная одежда. Конструирование и расчет.
11. ПНСТ 390-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции.
12. ГОСТ Р 59628-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Типовые конструкции.
13. СТО АВТОДОР 2.25-2016. Каталог типовых конструкций нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог.
14. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд.
15. ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.
16. Красиков О.А. Ровность покрытий нежестких дорожных одежд. М.: ГосИНТИ, 2019.
17. Кулижников А.М. Требования к деформационным характеристикам рабочего слоя земляного полотна // Дороги и мосты. Сб. ст. ФАУ «РОСДОРНИИ». Вып. 37/1. М., 2017. С. 81-92.
18. СП 34.13330-2021. Автомобильные дороги.



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ТРАНСПОРТНАЯ ДИРЕКЦИЯ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

VII специализированный форум и выставка ТРАНСПОРТ УРАЛА

21-23 сентября | 2022 | Уфа
ВДНХ ЭКСПО



www.uraltransexpo.ru

#транспортныйфорум #транспурала

- (347) 246-42-00, 246-42-29
- avto@bvkexpo.ru
- @transforumufa
- Транспортный форум

12+

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ»

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ BAUMA CTT RUSSIA

25–26
МАЯ 2022

МОСКВА
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
ПАВИЛЬОН 3,
ОТЕЛЬ «АКВАРИУМ»

Организатор конференции



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

10 ЛЕТ 2022

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Официальная поддержка

bauma CTT RUSSIA



НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО
научно-исследовательский центр

Спонсор конференции



NEW GROUND

акционерное общество
НЬЮ ГРАУНД

Генеральные информационные партнеры



12+

www.fc-union.com,
info@fc-union.com,
+7 (495) 66-55-014,
+7 925 57-57-810

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®

СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

В статье обращено внимание на основные факторы работы дорожных одежд автомобильных дорог с асфальтобетонными покрытиями, особенности их проектирования в прошлом и настоящем времени, изложены предложения по обновлению методологии проектирования таких одежд для реального обеспечения их долговечности при сохранении требуемого качества поверхности: ровности, прочности и сцепных свойств (с шинами автомобилей). Проблема рассмотрена в аспекте работы единого конструктивного комплекса «земляное полотно – дорожная одежда».

Авторами статьи отмечены природно-климатические особенности территории Российской Федерации, обуславливающие неблагоприятные условия работы дорожных одежд автомобильных дорог, сформулированы принципы и основные положения системы совместного проектирования земляного полотна и дорожной одежды.

Современное состояние проблемы

Согласно нормативным документам [1, 2], дорожная одежда проектируется независимо от конструкции земляного полотна дороги. Проектирование сведено к назначению числа слоев одежды,

выбору материалов для этих слоев, определению требуемой по условиям движения автотранспорта прочности одежды, назначению толщин отдельных слоев, оценке вероятной суммарной прочности полученной слоистой системы. Все логично и достаточно просто. Но одежды работают недолго. «Дьявол» скрыт в деталях. В процессе проектирования имеет место масса неопределенностей:

1. В расчете используется в качестве показателя прочности модуль упругости. Но дорожная одежда как система и отдельные ее слои действительно упруги, однако только в небольших зонах нагружения, при определенных состоя-

ниях материалов. Грунт земляного полотна вообще является упругим чисто условно (рис. 1 [3, 4]).

Модуль упругости всегда больше модуля общей деформации. Это хорошо видно на графике рисунка 1-В, построенном для грунта. Упругое поведение грунта имеет место при его разгрузке (ветвь ab на рис. 1-В), а модуль общей деформации характеризует поведение грунта при наличии как упругих, так и остаточных деформаций, определяют по ветви нагружения oa.

Для материалов дорожных одежд и всей конструкции одежды нелинейность процесса нагружения – разгрузки выражена достаточно четко. Хорошо видно, что зона упругих деформаций очень невелика. Использование модуля упругости означает рассмотрение работы дорожной одежды в достаточно узком диапазоне разгрузки. Остаточные деформации не рассматриваются. Таким образом, при проектирова-

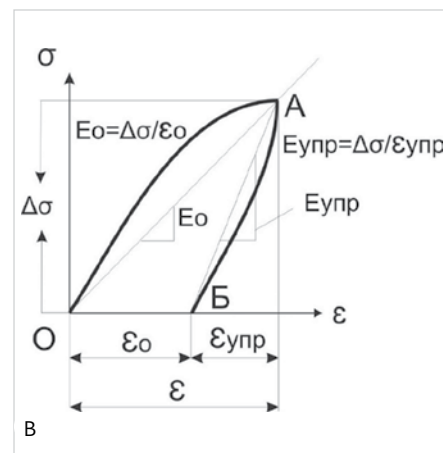
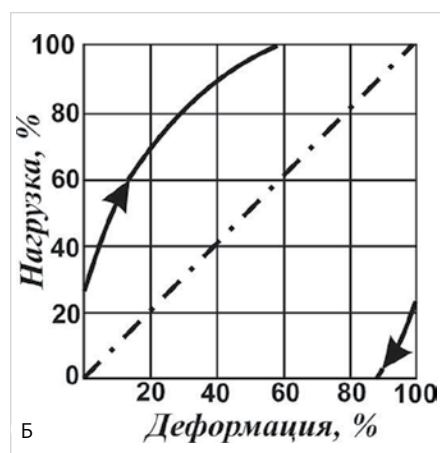
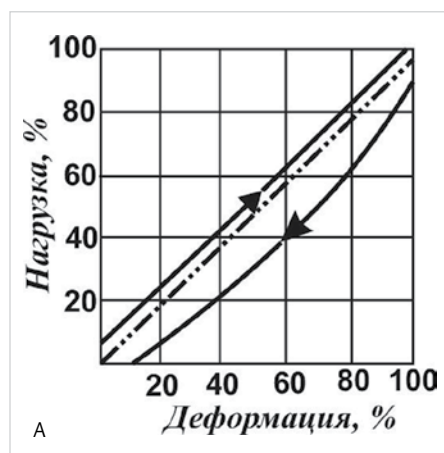


Рис. 1. Кривые нагружения – деформации
 А – уплотненный суглинистый грунт; Б – уплотненный асфальтобетон; В – упругое и неупругое поведение грунта

нии нежестких дорожных одежд автомобильных дорог используют заведомо более высокий показатель прочности – модуль упругости, вместо более общего, учитывающего все физические состояния материалов (упругое, неупругое), но более низкого по величине показателя – модуля деформации. Результативная толщина и фактическая прочность дорожной одежды оказываются занижены.

В то же время в расчетах одежд аэродромов [5] наряду с модулем упругости используют и модуль деформации. В Германии и других странах Европы в расчетах дорожных одежд используются модули деформации и жесткости [10, 17, 20], как более полно отражающие не только характеристики, но и требования к дорожной одежде.

2. Важнейшим фактором прочности одежды является прочность материалов, используемых для строительства слоев одежды. Материалы: пески, гравий, щебень (обычно известняковый) – обладают разной прочностью настолько, что в ГОСТах на эти материалы информация об их модулях упругости отсутствует [6, 7]. Эта прочность (на сжатие) может устанавливаться только при непосредственных испытаниях материалов. Поэтому в нормативах на асфальтовые бетоны для дорожного строительства указывают только требуемые значения прочности [8, 9]. В результате в качестве основания в дорожных одеждах вместо прочного камня рекомендуется использовать щебеночно-гравийно-песчаные смеси, укрепленные до 10% цементом [1, 2, 9].

3. Прочность многих материалов (от грунтов до прочных известняков) во многом зависит от уровня их влажности. При проектировании одежд модуль упругости исходных материалов по умолчанию назначается для оптимальной влажности. Но на дорогах влажность материалов (от грунтов до асфальтовых бетонов) постоянно меняется в очень широких пределах. Этот факт хорошо из-

вестен. Также хорошо известно отрицательное влияние повышенного увлажнения на прочность. В документах [1, 2] этому вопросу уделено очень много внимания и места. Однако в расчет принимается величина E для оптимальной влажности. В то время как, например, в Германии назначают модуль упругости для оптимального и увлажненного состояний с разностью значений в 2 раза [10].

4. Проектирование нежесткой дорожной одежды исходит из постулата о прогибе одежды под колесом автомобиля в период повышенного увлажнения грунта земляного полотна. Так было в 1930–1950-е годы, когда одежды строились очень тонкими, а водоотводу от одежды не придавалось особого значения. Пренебрежительное отношение к увлажнению одежды и грунта земляного полотна в период эксплуатации дороги наблюдается и в настоящее время, но сама одежда стала значительно прочнее, так что ее прогиб под колесами отсутствует. На дорогах происходил не прогиб, а местное продавливание одежды по колею наката. Это продавливание сопровождается изгибом одежды под колесом вниз, а рядом с колесом – с обеих сторон – вверх. Участок продавливания по геометрическим размерам невелик, поэтому в местах максимального изгиба (и внизу, и сбоку) образовывались разрывы асфальтобетонного покрытия, в нижележащих несвязных слоях – разломы, по которым навстречу друг другу разжиженный грунт. Хотя на начальном этапе продавливания в зоне контакта колеса с покрытием наблюдается небольшое понижение поверхности покрытия, но это никоим образом не свидетельствует о наличии прогиба, аналогичного прогибу пролета балок, опирающихся на опоры по ее концам. В пролете балка ни на что не опирается, висит в воздухе. Дорожная одежда же опирается всей нижней поверхностью на основание – местами, возможно, недостаточно прочное, но далекое от воздушного состояния. Физи-

ческий процесс, имеющий место в контакте колеса автомобиля с дорожным покрытием, неправильно интерпретирован. Продавливание, помимо местного изгиба и трещинообразования, сопровождается дроблением (разделением на отдельные мелкие части) асфальтобетонного покрытия, чему способствует и динамика работы дорожной одежды (нагружение вибрационного типа) [11]. В настоящее время продавливание случается очень редко, на местных дорогах. В действительности в зоне контакта колес с покрытием наблюдается смятие очень тонкого поверхностного слоя.

5. При выборе материалов для слоев одежды фактически не уделяется внимания атмосферным температурным процессам. Особенно это проявляется при выборе вяжущего. Результатом является появление «температурных» колебаний на поверхности покрытий и поперечных трещин – разрывов покрытия температурной природы. Во всем мире с конца XX века выбор типа асфальтобетона для дорожного покрытия основан на температурном режиме работы одежд. Классификация дорожных битумов привязана к максимальной (положительной) и минимальной (отрицательной) температурам воздуха. К сожалению, в нашей стране, где даже на севере летом температуры воздуха достигают $+30\text{--}35^\circ\text{C}$, а зимой до -60°C и ниже, основным показателем остается пенетрация битума при температурах 0°C и $+25^\circ\text{C}$.

6. Попытки улучшить некоторые важные свойства асфальтобетонных покрытий (температуроустойчивость, сдвигоустойчивость, удобоукладываемость и др.) к особым успехам не привели, так как осуществлялись не комплексно, для асфальтобетона, а только для битума, и при этом чисто механическим способом – введением поверхностно-активных добавок. Достигаются частичные успехи. Произошли сдвиги в зерновом составе минеральной части асфальтовых бетонов: появились

многощебенистые асфальтобетонные смеси (ЩМА), разработанные в России еще в конце 70-х годов XX века (проф. Н.В. Горельшев, СоюздорНИИ).

7. Известно, что сохранение ровности поверхности асфальтобетонного покрытия изначально определяется прочностью верхней части земляного полотна (рабочего слоя). Рабочий слой даже предложено рассматривать как один из слоев дорожной одежды [1, 2]. Однако не определена даже желательная толщина этого слоя. Но самое странное, что, несмотря на прекрасное знание и понимание роли водно-теплового режима работы грунта в верхней части земляного полотна (что подробно отражено в этих же нормативах), этот фактор практически не находит отражения в конструкции земляного полотна и дорожной одежды.

Преобладает решение, принятое в 30-х годах XX века [12], полностью соответствовавшее уровню развития экономики страны и дорожной науки того времени, – строительство земляного полотна в виде насыпи с целью удаления низа дорожной одежды от уровня грунтовых вод. Информация о грунтах практически отражается лишь в рекомендациях по их слоистому размещению в теле насыпи. Для выемок и «нулевых отметок» информации нет. Высота капиллярного поднятия воды «имеется в виду» «по умолчанию». Кстати, эта высота по мере уплотнения грунта и утончения капилляров увеличивается (табл. 1 [13]).

Вода в грунте может быть в разных состояниях: химически связанном, адсорбированном на поверхно-

сти и в скоплениях в местах стыков грунтовых частиц, парообразном, прочно и рыхло связанном, свободном.

Но как вода ведет себя в грунте, в условиях температурных перепадов, сложного рисунка грунтовых капилляров, изменения их размеров, динамического воздействия на грунт от автомобилей, неизвестно. Известно лишь, что процесс капиллярного поднятия под дорожной одеждой усугубляется динамическим отжиманием воды. В результате в верхнем слое грунта скапливается много свободной воды. Как она ведет себя под колесной нагрузкой в условиях динамики?

Вода – малоизученный и очень сложный объект природы. Эту сложность покажем на видимых динамических процессах водной среды, обусловленных посторонними силами.

1. Плавание судов сопровождается формированием волн. В зависимости от скорости движения судна в сочетании с глубиной воды волны имеют разное расположение – косые волны, поперечные (рис. 2 [14]). Оказывается, есть критическая скорость движения V (примерно равная $(gh)^{1/2}$, h – глубина воды, g – ускорение силы тяжести), относительно которой формируются разные схемы волновых систем. По мере набора скорости корабля сначала появляются косые, расходящиеся волны, а потом поперечные. Но как только скорость хода увеличивается до 0,80–0,90 величины критической, то косые волны, не ослабляясь, постепенно увеличивают угол расхождения и совмещаются с поперечными. А затем все эти волны

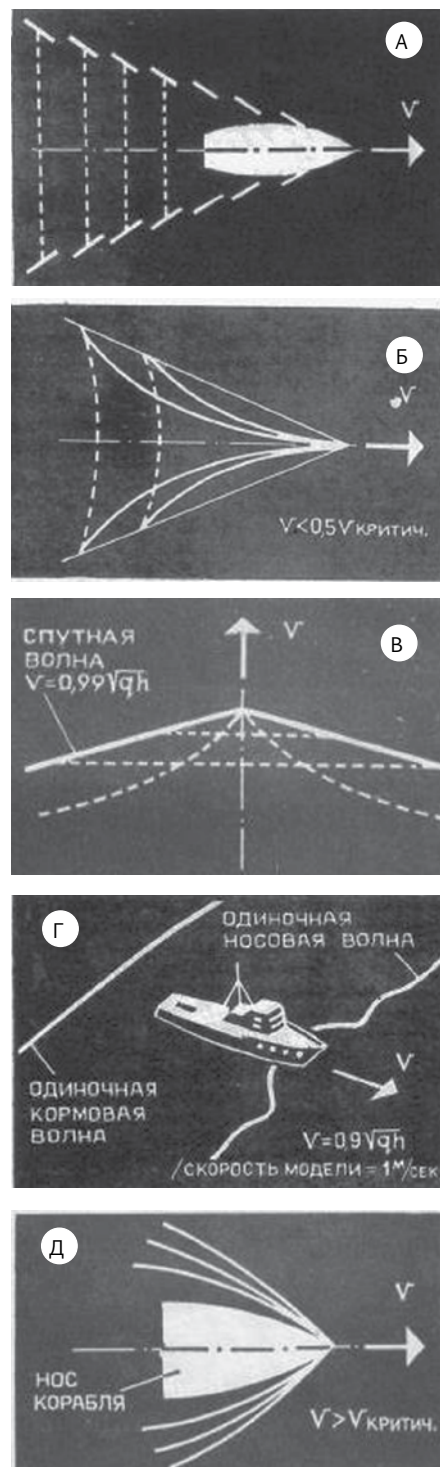


Рис. 2. Схематическая картина образования волновых систем на водной поверхности при движении судна с разной скоростью при разной глубине воды:

А – гребни косых и поперечных волн при движении по глубокой воде; Б – реальная картина распределения гребней волн при движении со скоростью, не превышающей критическую; В – слияние систем поперечных и расходящихся волн в одну поперечную спутную волну – при скоростях, близких к критической; Г – схема расположения спутных волн у носа и кормы судна (скорость движения составляет 90% от критической); Д – характер волнообразования при скоростях, примерно в 1,5 раза превышающих критическую

Табл. 1. Высота поднятия воды в образцах тяжелосуглинистого грунта с ненарушенной структурой (эксперимент)

Высота поднятия воды, см	Радиус мениска, см	Подъемная сила мениска, кг/см ²
30	0,005	0,03
150	0,001	0,15
300	0,0005	0,30
500	0,00025	0,60

сливаются в одну-единственную спутную волну под носом или кормой корабля. Она не отстает от судна – скорость волны равна скорости судна. Но если судно уменьшит скорость, то спутная волна, обгоняя его, уходит вперед. При этом меняется сопротивление движению судна – оно наименьшее при нахождении судна на спутной волне. Почему это происходит? Неизвестно.

2. И еще о волнах. Наиболее понятная и видимая причина их формирования – ветер. При этом (в отсутствие течений) колеблется лишь поверхность воды. Эти колебания очень быстро перемещаются по водной поверхности (например, волны, называемые цунами, движутся со скоростью до нескольких сотен километров в час). Особой разновидностью волн является «мертвая зыбь», причиной которой являются глубинные волны, возникающие на разделе между слоями воды разной температуры или солености (по причине разной плотности воды). Различны высота волн, их форма, скорость распространения, периоды и длина. Но есть и одно общее: волны представляют собой лишь видимое движение формы, а сами частички воды перемещаются по замкнутому кругу, оставаясь на месте. Это видно на примере «стоячих» волн (рис. 3 [15]), возникающих в водоемах, окруженных со всех или почти со всех сторон сушей, в которых вода перемещается вверх – вниз, а волна – от одной стороны водоема к другой и обратно. Причины возникновения таких волн разнообразны: изменения атмосферного давления, направления ветра и другие. Главное, что происходит толчок и вся вода в водоеме приходит в колебательное движение, причем волны складываются друг с другом, интерферируют, отражаясь от берегов.

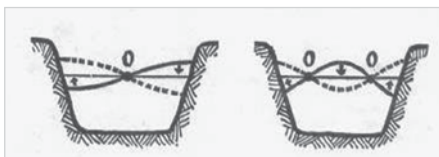


Рис. 3. Движение воды при стоячих волнах. 0 – узлы волн

3. Третий пример – гидродинамическое подъемное действие тончайшего водного слоя (водной пленки толщиной в несколько миллиметров), образующегося на покрытии дорог во время дождя или при наличии луж, на колеса автомобилей. При определенных соотношениях скорости автомобиля, глубины (толщины) водного слоя на покрытии и характеристик автомобильных шин (глубины рисунка протектора) возникает глассирование автомобилей – скольжение колес по водному слою, не касаясь дорожного покрытия (в популярной литературе это явление называют аквапланированием) [15] (рис. 4). Скорость (V_k), при которой происходит отрыв колеса от дорожного покрытия (называемая критической), является функцией нагрузки на колесо (G_k), глубины слоя воды на покрытии (h), ширины беговой дорожки шины (b), плотности жидкости (ρ):

$$V_k = [G_k / (\rho b h)]^{1/2}.$$

При скорости равной или более критической V_k гидродинамическая подъемная сила отрывает от покрытия дороги передние колеса даже тяжелых грузовых автомобилей.

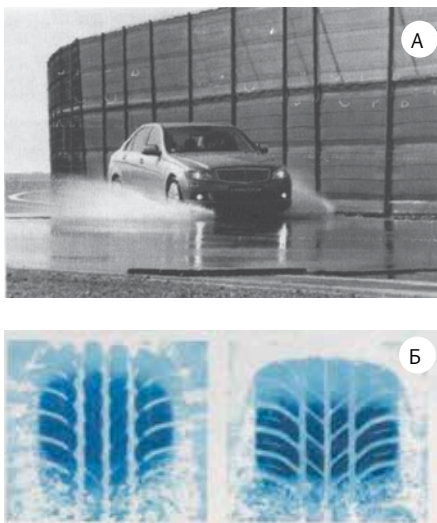


Рис. 4. Движение автомобиля по дороге при наличии на покрытии тонкого слоя воды [18]:
А – общий вид глассирующего автомобиля;
Б – сокращение длины зоны непосредственного контакта шины с покрытием: слева – контакт шины с новым рисунком протектора; справа – контакт шины с изношенным протектором

Приведенные примеры свидетельствуют о самом разнообразном поведении воды, причины которого неизвестны. Поэтому при проектировании дорожной одежды и земляного полотна автомобильной дороги важно учитывать данную составляющую.

8. При рассмотрении влажности грунта земляного полотна необходимо вспомнить о конструктивных решениях системы дорожного водоотвода, методах и способах обеспечения неизменности или повышения прочностных свойств минеральных частиц грунта при увлажнении. В России на автомобильных дорогах используется одно конструктивное решение – строительство боковых водоотводных канав (кюветов). Однако кюветы собирают лишь поверхностную воду (дождевую, талую) с откосов земляного полотна и, в основном, с прилегающей местности. Часто в кюветах происходит застой воды, образуются на какое-то время ее скопления. В это время вода из кюветов инфильтруется в грунт земляного полотна. Тем не менее кюветы выполняют свою функцию – защищают земляное полотно дороги от переувлажнения, но поверхностной водой. Грунтовую воду кюветы не улавливают. А в зимний период года линзы льда под дорожной одеждой формируются именно капиллярной водой. Для их недопущения необходимо строить дренажи, понижающие уровень грунтовых вод под земляным полотном. Такие дренажи строят в странах Европы и США с конца XIX века. Строят их по линии прокладки кюветов, что часто делает нецелесообразным строительство последних (при этом снижается тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий в случае съезда автомобилей с дороги). Конструктивная схема путевого дорожного дренажа показана на рисунке 5 [13]. В России аналогичные дренажи строят на аэродромах и городских улицах.

Гидрофильность грунта достигается его укреплением или стабилизацией свойств. Стабилизация

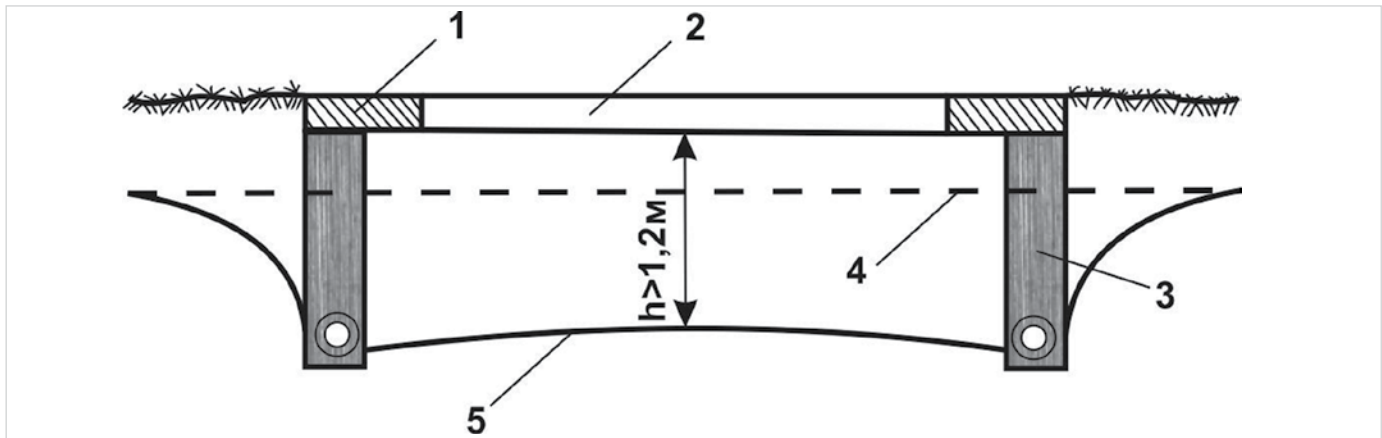


Рис. 5. Понижение уровня грунтовых вод устройством дрен: 1 - изоляционный слой глины; 2 - дорожная одежда; 3 - фильтрующая засыпка; 4 - уровень грунтовых вод до понижения; 5 - уровень грунтовых вод после устройства дрен

не преобразует грунт, а лишь закрепляет природные свойства. Упрочнение меняет физико-механические свойства грунта. Эти два процесса технологически неплохо проработаны, созданы различные стабилизаторы и укрепляющие составы (вещества), но факт их использования на стадии проекта дороги (земляного полотна и дорожной одежды) обычно не рассматривается. Только в случае комплексного подхода к вопросу о водоотводе возможно обеспечить сохранение стабильности нормативной влажности грунта и, соответственно, его прочности.

9. Странной и неопределенной видится методология оценки требуемой прочности дорожной одежды. В нормативной литературе [1, 2] главным критерием прочности считается прогиб дорожной одежды, физически и численно представляемый как прогиб балки, опирающейся на две концевые опоры. Этот прогиб (l) принят в качестве норматива при оценке требуемой прочности ($E = pD/l$). Численно норматив «прогиб» не нормирован до сих пор; от его использования отказались во всем мире (и в России), поскольку зависимость из [1,2] $E_{\text{мин}} = 98,65 [lg(\sum N_p) - c]$ не связана с прогибом.

Использование в качестве критерия прогиба не только физически не верно – оно приводит к серьезным ошибочным решениям. Основываясь на «прогибе», в России введено понятие «расчетный период работы дорожной

одежды», ограничивающее продолжительность работы дорожной одежды в году. Для Москвы, например, рабочий период составляет всего 125 дней. Получается, что в остальные 240 дней года дорожная одежда не работает (то есть на нее нет колесного и других видов нагружения).

10. Сложным и окончательно не решенным до настоящего времени является вопрос пересчета фактического транспортного потока к расчетной модели – движению по дороге потока вертикальных сил – расчетной вертикальной нагрузки. Возможно представление передачи транспортной нагрузки от массы всего автомобиля, а возможно – деление автомобильной нагрузки по его осям. Первая методология возникла одновременно с появлением автомобилей и началом строительства современных дорожных одежд. Тогда автомобиль был небольшим по размерам и имел две оси – для передних и задних колес. Практически у всех автомобилей (легковых и грузовых) наибольшая нагрузка приходилась на заднюю ось, которая и была принята за расчетную. Нагрузка на передние колеса в расчет не принималась. Со временем конструкция транспортных средств развивалась. У грузовых автомобилей и автобусов появилась вторая задняя ось, появились автопоезда с прицепами, полуприцепами. Число осей увеличивалось до трех, четырех и более. В конструкциях автомобилей и автопоездов постоянно меняется расстояние между осями.

Колеса на осях бывают одиночные и спаренные. Распределение нагрузки от автомобиля (собственного веса и перевозимого груза) по осям значительно усложнилось. Многократно возросла нагрузка и на переднюю ось (иногда на две передние оси). Расширялась сеть автомобильных дорог, появились дороги национального значения (в России до сих пор – федеральные), меж- и внутрирегиональные, местные с различным порядком величин интенсивности движения и состава транспортного потока. Возникло желание учесть этот факт при строительстве дорожных одежд. В итоге появилось три методологии пересчета составов транспортного потока.

I. Одна исходит из нагрузки на каждую ось автомобиля. Чем выше нагрузка, тем больше ее разрушающее воздействие на дорожную одежду. Исходя из желаемых для дорожной одежды сроков службы, необходимо оценить общую нагрузку на нее.

В качестве расчетной суммарной нагрузки принимается сумма проходов (по участку дороги) осей с расчетной нагрузкой. Расчетная нагрузка (предельно допустимая по величине) на ось – нормируется ($G_{\text{НОРМ}}$). Пересчет осуществляется очень просто: реальная нагрузка на ось делится на нормативную нагрузку, результат возводится в определенную степень (n):

$$K = (G_{\text{ФАКТ}} / G_{\text{НОРМ}})^n .$$

Показатель степени n оценивается по результатам наблюдений за работой дорожных одежд. Его величина колеблется в пределах от 3 до 4,4. В последние 50 лет значение показателя степени n обычно принимают равным 4. Методология не зависит от конструкций автомобилей, составов транспортного потока и отражает требования дорожных одежд, оцениваемые по результатам практики их эксплуатации. Имеет значение норматив нагрузки на ось автомобиля – при этом закономерность изменения коэффициентов пересчета одинакова, меняется их величина (рис. 6). В Англии и США уже давно используют норматив нагрузки, равный 8,2 т/ось, во Франции – 13 т/ось. На рис. 7 основная кривая построена по данным английской лаборатории транспорта (TRL) – для нагрузки 8160 кг/ось. На эту кривую нанесены данные США (AASHO), данные МАДИ (Россия), для расчетной нагрузки 8,2 т/ось, ряда других стран. Вторая кривая построена по французским данным (нагрузка на ось – 13 т).

Данная методика позволяет сравнивать дорожные одежды, построенные в разное время и для разных расчетных нагрузок на ось автомобиля.

II. Другая методика, разработанная в России, нашла отражение в нормативных документах дорожной отрасли – ВСН 46-72, ОДН 046-01, ПНСТ 265-2018, в ряде других работ (в Омске, СибАДИ – А.В. Смирнов, Е.В. Андреева; в МАДИ – М.Г. Горячев). Она основана на учете:

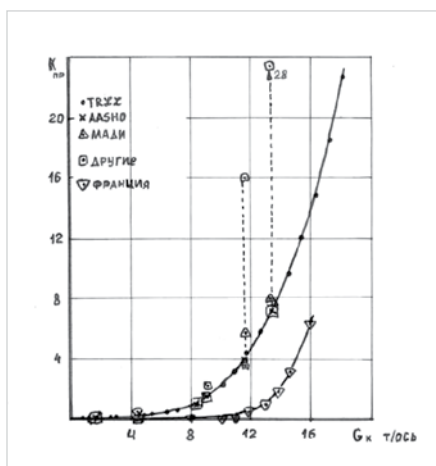


Рис. 6. График для пересчета фактического состава транспортного потока на автомобильных дорогах к расчетной нагрузке (по данным [3, 11])

- массы автомобиля, его грузоподъемности, особенностей конструкции (один тягач; тягач с прицепом, тягач с полуприцепом) и количества и расположения осей и колес (одиночное колесо, спаренное, тандем);
- капитальности дорожной одежды (капитальные, облегченные дороги) и класса дорог (автомагистраль, скоростная, региональная, местная) [11].

Таблица 2 [19] свидетельствует, что и в России нагрузочные нормативы были ориентированы на осевые нагрузки. Хотя и с разделением автомобилей на грузовые и автобусы, для разных дорог (группы А и Б). Позднее осевые нагрузки были исключены из нормативов [1,2], хотя и в табл. 2 нет коэффициентов для осевой нагрузки менее 4 т и более 10 и 12 т.

Из-за различий типажа подвижного состава отсутствует какая-ли-

бо преимущество в понимании достаточности или недостаточности прочности дорожных одежд и предшествующих, и современных лет строительства. К тому же методология второго типа неприменима для проектирования дорожных одежд ввиду отсутствия более или менее точных данных о будущей интенсивности движения по дороге и тем более о составе транспортного потока, о будущих изменениях конструкций автомобилей и нормативных нагрузок на дорожные одежды. Информация о методике вычисления коэффициентов пересчета в отечественной литературе отсутствует, а следовательно, непонятна их достоверность.

3) Третья методика – это методика аналогии. Используется в Германии – стране с хорошо развитой сетью современных автомобильных дорог. На базе данных об интенсивности движения по соседним дорогам разного уровня значимости, составах транспортных потоков на них, реакциях дорожных одежд на транспортные нагрузки разработаны указания по проектированию дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями [10]. Накоплен и сохранен опыт строительства дорожных одежд почти за 100 лет. Результат – прочность и ровность дорожных одежд в Германии лучшая в Европе.

К сожалению, проект национального стандарта на проектирование нежестких дорожных одежд в России (ПНСТ 265-2018) по-прежнему использует методику пересчета состава транспортно-

Табл. 2. Коэффициенты приведения фактического подвижного состава транспортного потока к расчетной нагрузке
Примечание: автомобиль группы А – расчетный для дорог I и II технических категорий, группы Б – для дорог III технической категории и ниже. Для нагрузки Н-30 расчетным является $G_{норм} = 12,0$ т/ось; для нагрузки Н-10 – 9,5 т/ось.

Расчетный автомобиль		Нагрузка на ось приводимых автомобилей (т)							
		4	6	7	8	9,5	10	11,5	12
Группа А	Грузовые	0,02	0,10	0,36	0,43	0,68	1,0	–	–
	Автобусы	0,01	0,05	0,18	0,21	0,34	0,5	0,5	–
Группа Б	Грузовые	0,20	1,00	–	–	–	–	–	–
	Автобусы	0,06	0,50	1,00	–	–	–	–	–
Н-30	Грузовые	0,01	0,05	0,18	0,22	0,35	0,5	0,8	1,0
	Автобусы	0,03	0,15	0,55	0,65	0,00	–	–	–

го потока второго типа, исходя из конструктивной схемы автомобилей. Но не указана их масса и нагрузка на оси.

В качестве выводов

Проблема автомобильных дорог в России остается одной из важнейших для народного хозяйства. Для ее ликвидации необходимо решить две задачи: развить сеть дорог и научиться строить долговечные дорожные одежды. Суть вопроса в том, что в России умеют технологически грамотно строить дорожные одежды. Это умение надо усилить их грамотным проектированием. До настоящего времени это не удается. Поставленная задача не может решаться средствами и способами, применявшимися с начала строительства автомобильных дорог – в XX веке. Необходима новая методология, соответствующая опыту и знаниям мирового дорожного строительства в XXI веке.

Методология должна отражать:

1. Изменение процесса проектирования на основе учета физических основ работы дорожных одежд, разрушение которых происходит в результате усталости материалов и конструкции одежды.

2. Достоверные данные о требованиях к долговечности дорожных одежд (в пределах расчетного срока службы), что достигается:

- использованием метода аналогии оценки автомобильного движения по родственным дорогам и анализом технико-экономической ситуации в регионе (районе) нового строительства, капитального ремонта, реконструкции дороги;
- учетом влияния природно-климатических условий в районе строительства на накопление усталости дорожных одежд;
- обеспечением стабильности расчетной влажности грунта земляного полотна в течение службы дорожной одежды путем совместного проектирования земляного полотна и дорожной одежды и выбора технологий их строительства.

3. Выбор дорожно-строительных материалов, соответствующих требованиям сопротивления усталости; конструкции одежды, препятствующей ухудшению гранулометрического состава слоев из сыпучих материалов в процессе работы одежды, то есть обеспечивающих стабильность их прочностных качеств.

Реализация этого требует сбора, обобщения, анализа уже накопленных знаний и получения недостающих. Главный критерий оценки работы одежды – сопротивление усталости. **Усталость материала:** по сжатию (дроблению), по износу (полировке); по сопротивлению разрыву при растяжении; по сопротивлению сдвигу (с выдавливанием). **Усталость конструкции** проявляется в деградации физико-механических свойств отдельных слоев одежды и всей конструкции в процессе службы, выраженная в:

- изменении (ухудшении) зернового состава слоев из дискретных (сыпучих) материалов;
- образовании поперечных температурных трещин по причине усталости материалов связных слоев (исчерпание ресурса сопротивления растяжению).

Этапы проектирования:

1. Конструирование земляного полотна с позиции регулирования увлажнения грунта грунтовыми и поверхностными водами (обеспечения стабильной расчетной влажности с целью сохранения постоянной – расчетной – прочности грунта (ЕГР) на сжатие и сдвиг).

2. Обеспечение водоотвода из земляного полотна (дренаж грунтовых вод) с целью защиты земляного полотна и дорожной одежды от переувлажнения. Конструирование системы наружного водоотвода без боковых кюветов (в интересах повышения безопасности движения) или с ними, но с дренажем грунтовых вод (понижением уровня грунтовых вод на расчетную глубину в период повышенной влажности).

3. Оценка вероятных интенсивности движения и состава транспортного потока по дороге – по аналогии с дорогами данной территории. На вновь осваиваемых территориях: а) выявление видов и количеств масс перевозимых грузов и пассажиров; б) технико-экономическая оценка потенциальной потребности в подвижном составе и его видах исходя из целесообразной грузоподъемности.

4. Назначение срока службы дорожной одежды.

5. Оценка величины суммарного нагружения дорожной одежды колесной нагрузкой за срок службы. Показатель – суммарное число проходов автомобильных осей с расчетной нагрузкой. Автомобильная дорога (дорожная одежда) работает 365 (366) дней в году.

6. Конструирование дорожной одежды в виде слоистой системы, включающей технологические прокладки – водопрерывающие, препятствующие прониканию влаги в слои одежды по капиллярам в результате динамического подсоса влаги и предотвращающие деградацию зернового состава (гранулометрического состава) слоев из сыпучих материалов.

7. Разработка системы водоотвода (дренажа) из дорожной одежды в комплексе земляное полотно – дорожная одежда.

8. Выбор материалов для дорожной одежды по показателю их усталости (допустимому нагружению осями автомобилей с расчетной нагрузкой): по прочности на сжатие (дробление) (все слои одежды); по износу (истиранию) – для покрытия; по температурному воздействию – по сдвигу поверхностного слоя и растяжению (монокристаллические слои).

9. Оценка прочности рассматриваемой конструкции одежды по прочности на сжатие – по методике подбора ЕЭКВ дорожной одежды.

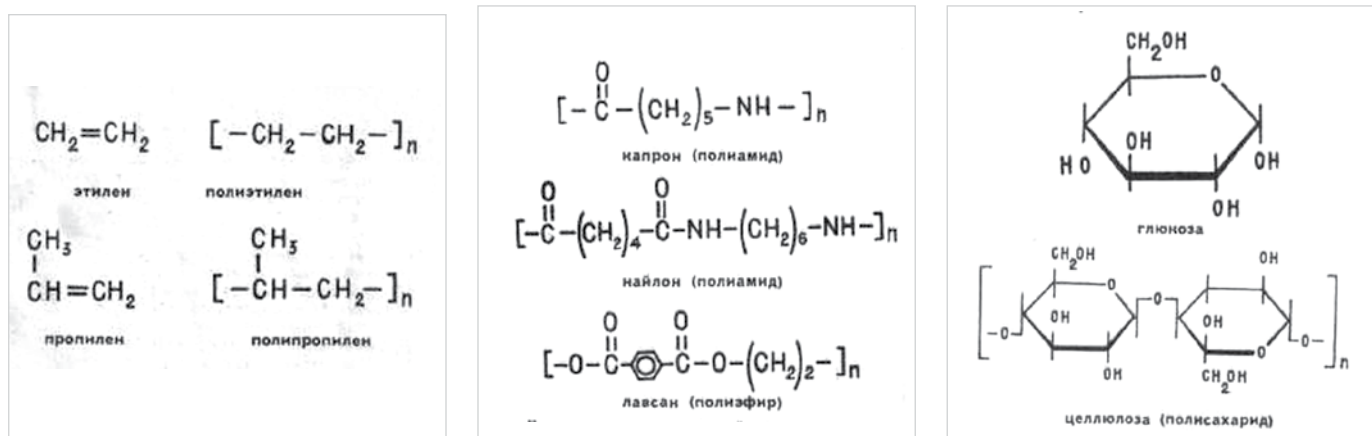


Рис. 7. Структуры молекул некоторых модифицированных полимеров

10. Сопоставление суммарной расчетной нагрузки (суммарного числа проходов осей автомобилей с расчетной нагрузкой за срок службы) с расчетными показателями усталости работы дорожной одежды.

Послесловие о вяжущем

Важнейший компонент, определяющий уровень усталости асфальтобетонного покрытия – битумное вяжущее. Широкое распространение получили добавки на основе аминов, резины, не затрагивающие структуру молекул битума.

Модификация битума полимерами (ПБВ) приводит к его некоторому армированию. Создается полимерный каркас, обеспечивающий прочность, отсутствие текучести при понижении температуры, повышение деформативности при уменьшении температуры. Но этого явно недостаточно.

Необходима более глубокая модификация молекулярной структуры битума. На примере (рис. 7) [20] можно проследить, к чему приводит изменение структуры молекул многочисленных полимерных ма-

териалов: этилена, полиэтилена, пропилена, полипропилена, стирола, полистирола, винилхлорида, поливинилхлорида, метилметакрилата, полиметилметакрилата (органическое стекло), резолы, резины, капрона, нейлона (полиамиды), лавсана (полиэфир), целлюлозы (полисахарид) и других.

М.В. Немчинов,

заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, профессор,

А.С. Холин,
заместитель декана ДСФ МАДИ,
канд. техн. наук, доцент

Литература

1. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01. М.: Гос. служба дорожного хозяйства Минтранса РФ, 2001.
2. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование нежестких дорожных одежд. ПНСТ 265-2018. М.: Стандартинформ, 2018.
3. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд / Под ред. проф. Н.Н. Иванова. М.: Транспорт, 1973.
4. Болдырев Г.Г., Малышев М.В. Механика грунтов. Основания и фундаменты. Пенза: ПГУАС, 2009.
5. Сабуренкова В.А., Степушин А.П. Методы расчета конструкций аэродромных покрытий. М.: МАДИ, 2015.
6. ГОСТ 23735-2014. Смеси песчано-гравийные для строительных работ. М.: Стандартинформ, 2015.
7. ГОСТ 25607-2009. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. М.: Стандартинформ, 2010.
8. ГОСТ 9128-97 Межгосударственный стандарт. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. М.: МНТКС, 1997.
9. ГОСТ 58401.1-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2019.
10. Указания по расчету дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием. RDO Asphalt 09 /R1 Бонн, FGSV, 2009.
11. Немчинов М.В., Холин А.С., Курочкин А.В. Дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием. Физика работы. Методология проектирования и расчета. Прочность и долговечность. М.: Изд-во АСВ, 2019.
12. Правила проектирования автомобильных дорог. М.: ГУШОСДОР НКВД СССР, 1939.
13. Механика грунтов для инженеров-дорожников (грунты в дорожном строительстве). Пер. с англ. проф. В.Ф. Бабкова. М.: Научно-техническое издательство автотранспортной литературы, 1957.
14. Меттер И. Прорезки спутной волны // Наука и жизнь. № 5. 1980. С. 106-109.
15. Немчинов М.В. Текстура поверхности дорожных покрытий. Том 1. М.: ТехПолиграфЦентр, 2010.
16. Дорожное грунтоведение. Методы повышения несущей способности и стабильности грунтов / Под ред. Э.М. Доброва. М.: Издат. Центр «Академия», 2014.
17. Робинсон Р., Даниэльсон У., Сизит М. Управление ремонтом и содержанием автомобильных дорог. Конструкции и системы. Пер. с англ. / Под ред. В.В. Сильянова. М.: Информавтодор, 2003.
18. Авторевию. № 20, 2008.
19. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-72. Минтрансстрой СССР. М.: Транспорт, 1972.
20. Шульпин Г. Эти разные полимеры // Наука и жизнь. № 3. 1982. С. 80-82.

СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА БИТУМОВ И АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

В начале 70-х годов прошлого столетия в БашНИИ НП был разработан комплекс приборов и методов эксплуатационных испытаний битумов и асфальтобетонов. Необходимость в этой работе была связана с тем, что в СССР производились и использовались в дорожном строительстве окисленные битумы, а за рубежом, в том числе в странах СЭВ, – остаточные неокисленные битумы. Цена их была гораздо ниже, чем у окисленных, и, как показывал опыт, дорожные асфальтобетонные покрытия за рубежом отличались более высокими сроками службы, чем в нашей стране.

Известно, что и битум, и асфальтовый бетон должны обладать теплоустойчивостью, трещиностойкостью, водостойкостью, морозостойкостью с сохранением этих показателей при эксплуатации покрытий, то есть обладать устойчивостью к старению. В климатических условиях России из-за недостаточной теплоустойчивости образование неровностей, колеи, волн на дорожных покрытиях составляет от их общей площади порядка 12–16% в южных регионах. Основными видами разрушения на асфальтобетонных покрытиях в климатических условиях России является трещинообразование.

При оценке трещиностойкости покрытий – лакокрасочных, бетонных, материалов в авиа- и мостостроении, а также других отраслях – учитывается известный закон физики, который абсолютно необходимо учитывать и при характеристике трещиностойкости асфальтобетонных покрытий. Суть закона такова: в конструкциях, работающих в условиях невозможности свободного перемещения, при охлаждении на ΔT при линейном напряженном состоянии возникает температурное напряжение σ_t :

$$\sigma_t = E_\nu (\alpha_a - \alpha_o) \Delta T, \quad (1)$$

где E_ν , α_a – модуль упругости, коэффициент линейного теплового расширения асфальтобетонного покрытия; α_o – коэффициент ли-

нейного расширения материала основания.

Растрескивание покрытия происходит при такой температуре T_p^a , когда температурные напряжения σ_t превосходят или равны прочности при растяжении материала покрытия R_a .

Характеристика трещиностойкости покрытий по температуре растрескивания от температурных напряжений является более рациональной не только потому, что этот показатель гораздо легче определить, чем комплекс любых других характеристик, но и потому, что найденная при эксплуатационных скоростях охлаждения T_p^a с учетом поправок, обусловленных влиянием на T_p^a эксплуатационных нагрузок, в том числе вызывающих старение асфальтобетона, может быть использована в качестве расчетной характеристики асфальтобетона при определении его состава и технологии приготовления для применения в конкретных условиях работы [1].

Характеристика трещиностойкости асфальтобетонов по прочностным или реологическим показателям без учета их коэффициентов теплового расширения не позволяет достоверно оценить этот показатель.

Разработанная в БашНИИ НП система (приборы и методы) для

оценки качества битумов включала [1, 2]:

- конструкции приборов для определения температур растрескивания битумов от температурных напряжений;
- методику и прибор испытаний битумов на усталость;
- объемный дилатометр;
- капельно-пикнометрический метод определения плотности битумов;
- методику и прибор для диэлектрической спектроскопии битумов;
- хроматографический метод определения группового состава битумов без их извлечения из асфальтобетонов;
- методику определения устойчивости битумов к старению.

Трещиностойкость битумов характеризуют в отечественных и зарубежных стандартах температурой хрупкости, определяемой по Фраасу, пенетрацией и растяжимостью при 0°C. Режимы определения температуры хрупкости битумов по методу Фрааса сильно отличаются от напряженного состояния и режимов растрескивания битумов в составе асфальтобетонов в покрытиях при низкой сходимости результатов испытания. Согласно ГОСТ 33143-2014, два результата испытаний, полученные в двух разных лабораториях, признают достоверными, если расхождение между ними не превышает 6°C.

В 1976 году в ГОСТ 22245 была введена номограмма для определения температуры хрупкости битумов по Фраасу по соотношению значений пенетрации, определяемых при 0 и 25°C (рис. 1). Номограмма распространяется на битумы с температурой хрупкости до -28°C, то есть и на битумы марок БНД. Номограмма позволяет опре-

делять температуру хрупкости битумов с точностью в пределах 2°C. Однако в ГОСТ33133-2014 номограмма для определения температуры хрупкости не была включена.

Вероятно, определение температуры хрупкости по Фраасу с точностью 6°C на приборе Фрааса стоимостью до 500 тыс. рублей является «более рациональным», чем определение по номограмме.

На номограмме (рис. 1) представлены зависимости температуры растрескивания битумов, определяемые по методу Фрааса T_{xp}^{ϕ} и по методу БашНИИ НП T_p^{δ} , а также температура растрескивания, определяемая по методу ABCD T_{ABCD} , в зависимости от низкотемпературного индекса пенетрации ИПн.

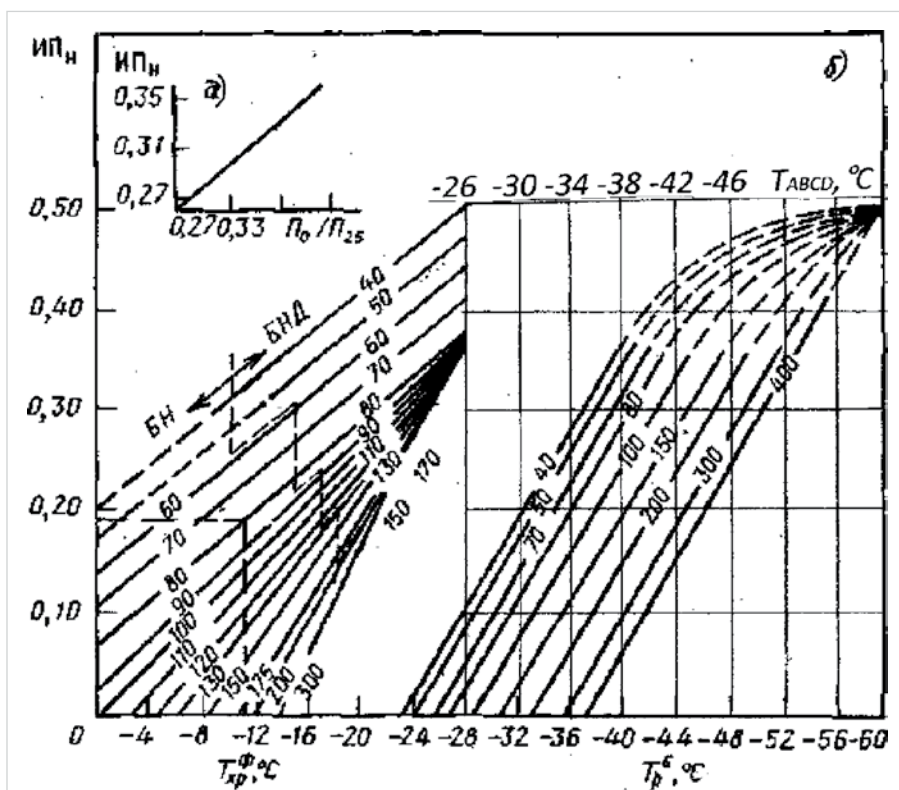


Рис. 1. Номограмма для определения температуры хрупкости битумов по Фраасу T_{xp}^{ϕ} , по методу БашНИИ НП T_p^{δ} и по методу ABCD T_{ABCD}

Разработанные в БашНИИ НП приборы для определения температуры растрескивания битумов от температурных напряжений (рис. 2 и 3) превосходят прибор и методику определения температуры растрескивания от температурных напряжений T_{ABCD} по ГОСТ 58400.11 по следующим параметрам:

- по толщине испытуемой битумной пленки, которая может быть в пределах от 0,5 мм и ниже, а в приборе ABCD – 6,4 мм;
- по скорости охлаждения испытуемого образца: от 3°C/мин и ниже с экстраполяцией на эксплуатационные скорости охлаждения;
- возможность испытания на старение битумных пленок на различных подложках в эксплуатационном температурном диапазоне.

Прибор БашНИИ НП может работать в трех модификациях:

- Прибор БашНИИ НП-I – охлаждение введением твердой углекислоты при визуальном контроле скорости, число одновременно испытуемых образцов от 3 до 5 (рис. 2);
- Прибор БашНИИ НП-II – испытание одного образца на любой подложке (стеклянной, металличе-

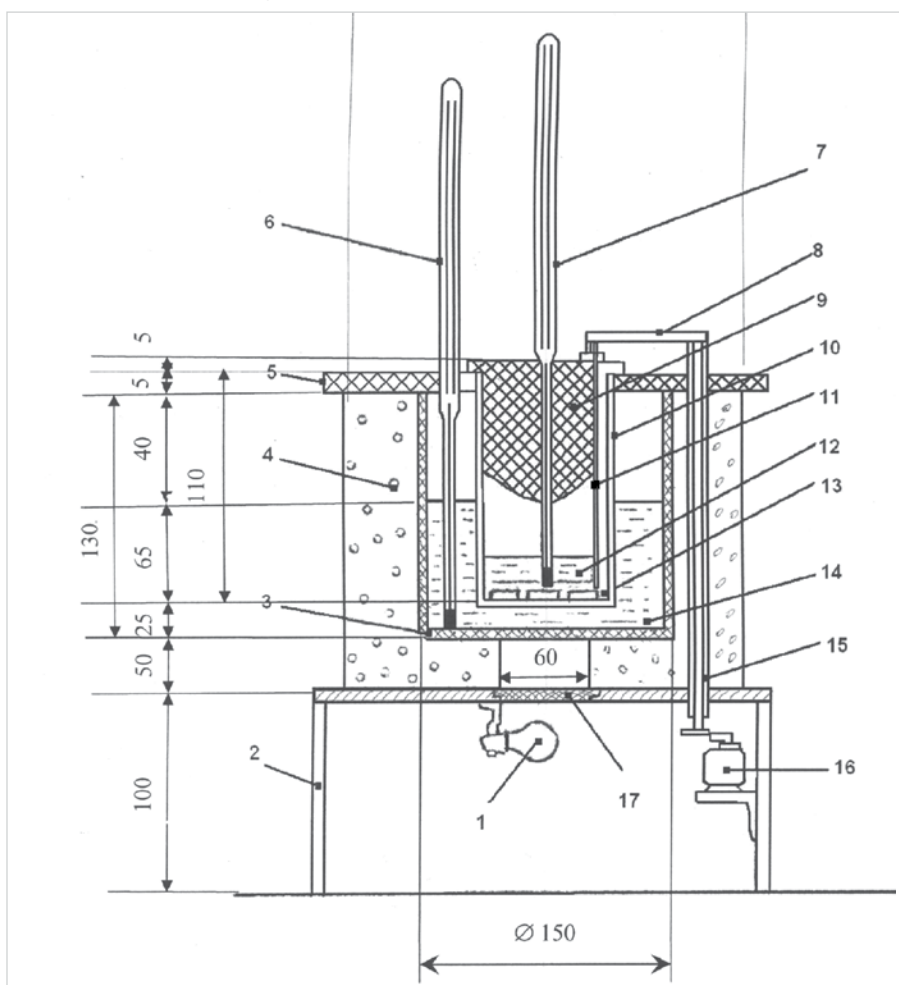


Рис. 2. Прибор БашНИИ НП-I для определения температуры растрескивания битумов от температурных напряжений

Табл. 1. Характеристики исследуемых битумов

№	Пенетрация, 0,1 мм при, °С		Растяжимость, см при 25°С	Температура, °С							Марка битума	Структура
	25	0		размягчения	хрупкости			стеклования		перехода из истинного раствора в дисперсный		
					по Фраасу	по Баш НИИ НП-I	по Баш НИИ НП-III	диэлектрическая	дилатометрическая			
1*	77	24	115	49,5	-15	-34	-34	-32,5	-32	+106	БНД 60/90	гель-золь
2	85	13	>140	46	-12	-35	-35	-29	-29	+100	БН 60/90	золь-гель
3	80	12	>140	46,5	-8	-26	-25	-22	-26	+92	БН 60/90	золь
4	173	25	85	42	-16	-38	-38	-31	-30,5	+90	БН130/200	золь

Примечание: *) 1 - окисленный, 2 - остаточный, 3 - компаундированный, 4 - остаточный битумы

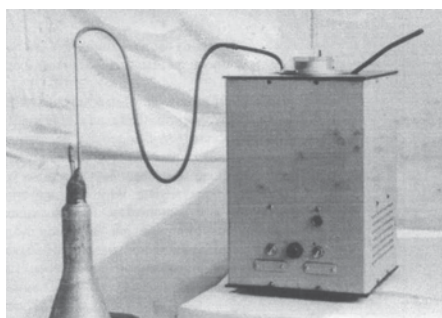


Рис. 3. Прибор БашНИИ НП-II для определения температуры растрескивания битумов от температурных напряжений

ской, минеральной), охлаждение в заданном автоматическом режиме с помощью жидкого азота и автоматическое фиксирование температуры растрескивания (рис. 3);

■ Прибор БашНИИ НП-III - испытание одного образца от -70 до +200°С при автоматическом режиме охлаждения-нагревания в инваровой ячейке с автоматическим определением температур растрескивания, стеклования, перехода структуры из истинного раствора в дисперсный, обобщенных релаксационных и усталостных параметров битумов и других структурных характеристик.

Известно, что структура и формы движения структурных компонентов однозначно характеризуют определенные механические, химические и электрические свойства полимеров. Многочисленными исследованиями установлено [3-7], что значения τ_{α} и

τ_{β} (механическое и диэлектрическое время релаксации) совпадают и, следовательно, связаны общей физической основой. Связи макроскопических свойств и молекулярной подвижности полимерных материалов сравнительно легко устанавливаются при испытаниях диэлектрическим методом [5, 6], что выгодно отличает этот метод от исследования структуры и релаксации с помощью реологических или динамических механических испытаний. С помощью диэлектрической спектроскопии мы исследовали структурные переходы и релаксационное поведение четырех образцов битумов различных реологических типов и марок (табл. 1) [8, 9].

Диэлектрические измерения осуществляли с помощью прецизионного моста фирмы «Тесла» и отечественного моста Р-571 при частотах 0,3; 0,5; 0,8; 2 и 5 кГц. Диэлектрическую проницаемость ϵ' определяли с точностью 2% по емкости конденсатора С, заполненного битумом, предварительно поверенного эталонной жидкостью (бензолом).

Представленные на рис. 4 зависимости изменения диэлектрической проницаемости ϵ' и диэлектрических потерь $tg\delta$ позволяют установить ряд зако-

номерностей, обусловленных изменением структуры битумов в зависимости от температуры. Как установлено [2, 9], при определенных температурах диэлектрическая проницаемость ϵ' битумов имеет максимальное значение. Температура максимума T_{α} на кривой температурной зависимости ϵ' для дисперсных систем, к которым относятся и битумы, согласно [9-11], является структурным переходом, при котором происходит окончательное разрушение молекулярных ассоциатов и переход структуры в истинный раствор. Температура перехода T_{α} в битумах со структурой гель-золь более высокая, чем в битумах со структурой золь-гель или золь (рис. 4, табл. 1).

При низких температурах в момент растрескивания битумной пленки от температурных напряжений наблюдается резкое падение диэлектрической проницаемости ϵ' и отсутствие диэлектрических потерь при частоте менее 0,3 кГц. Значения температур растрескивания битумов от температурных напряжений, определяемых на приборах БашНИИ НП-I, БашНИИ НП-II и БашНИИ НП-III, совпадают (табл. 1, рис. 4).

По диэлектрическим потерям, характеризующим дипольно-сег-

ментальный релаксационный процесс в битумах, определяли температуру стеклования T_c , при которой $\lg T_c$ равен 15,4. T_c определены с помощью dilatометрии и диэлектрическим методом, совпадали (табл. 1).

Лучшими эксплуатационными свойствами будет обладать тот вязкоупругий материал, у которого более широкий релаксационный спектр и большие значения коэффициентов потерь. Мерой диссипации энергии в битуме при его циклическом нагружении являются $\text{tg}\delta$ и интегральная величина релаксационных потерь. Исходя из известного выражения [12], описывающего усталостную прочность N и диссипацию энергии в битуме W ,

$$N = 6 W^{0,64} \quad (2),$$

можно считать, что усталостная прочность битумов со структурой золь-гель более высока, чем битумов со структурой золь.

На современном рынке измерительных R, L, C -приборов имеется возможность выбрать прибор для определения динамических релаксационных характеристики битумов в диапазоне частот, например, от 4 Гц до 10 МГц.

Это даст возможность получить обобщенные характеристики релаксационных процессов, трещиностойкости и температур структурных переходов в битумах при стоимости этих приборов примерно на порядок ниже по сравнению с реологическими.

Для оценки качества асфальтобетонов в БашНИИ НП были разработаны следующие приборы и методы испытаний [1, 2]:

- автоматическая установка УОНДА 14-20;
- линейный полуавтоматический dilatометр;
- установка для испытаний асфальтобетонов на усталость;
- способ определения оптимальных температур перемешивания и устойчивости к старению асфальтобетонных смесей;

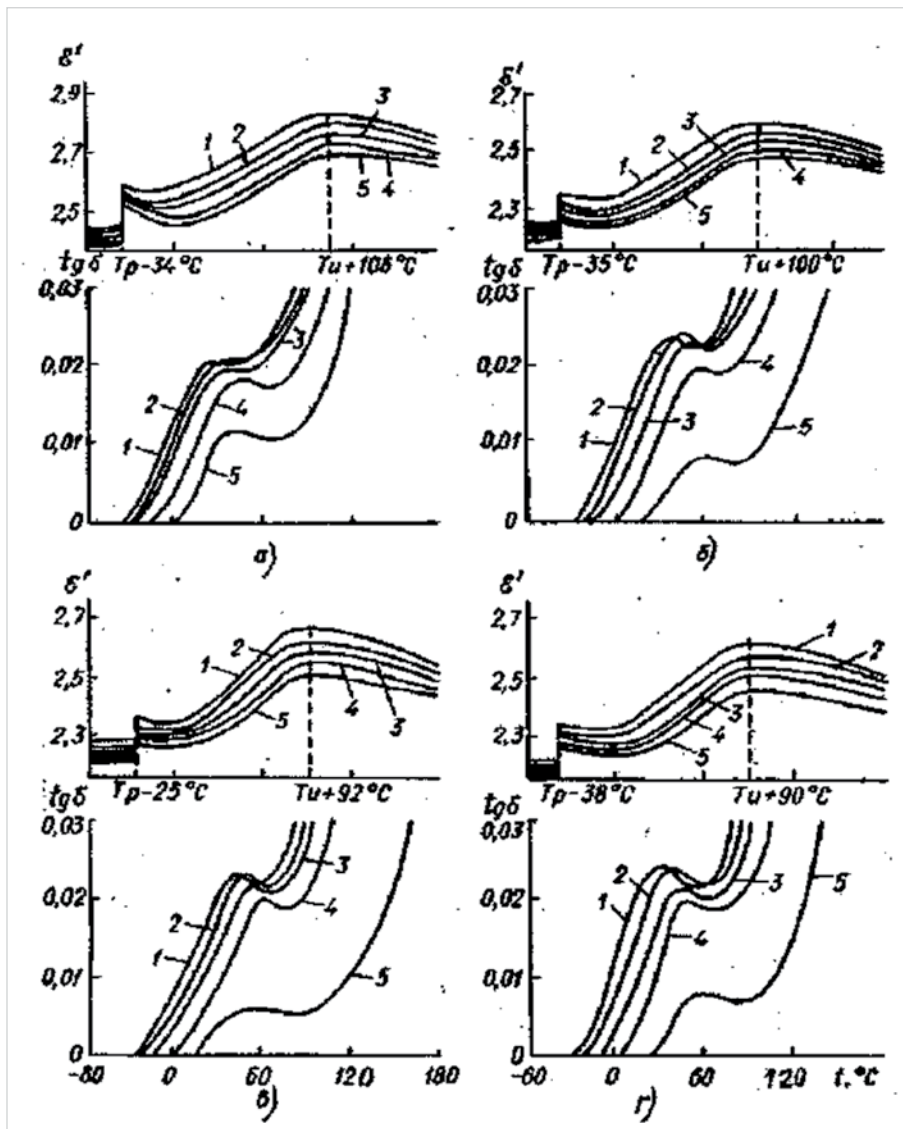


Рис. 4. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' и тангенса диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ от температуры и частоты битумов различных типов: а) - окисленный (№1), б) - остаточный (№2), в) - компандированный (№3), г) - маловязкий остаточный (№4); 1-5 - частоты испытаний 0,3; 0,5; 0,8; 2; 5 кГц, соответственно.

- вероятностный метод определения сроков службы асфальтобетонных покрытий;
- автоматическая система охлаждения-нагрева лабораторных образцов в диапазоне температур от +200 до -70°C и др.

Разработанная в 1970-е годы в БашНИИ НП автоматическая установка УОНДА 14-20 превосходит появившиеся позже (в 1990-е годы) в зарубежных стандартах AASHTO TP 10-93 и EN 12697-96 приборы и методы оценки трещиностойкости асфальтобетонов при испытаниях образцов в аппарате CRT-APTTS по двум схемам. Установка УОНДА 14-20 позволяет определять напряжения, деформации и температуры рас-

трескивания материалов при трех схемах испытания образцов с получением исчерпывающих характеристик трещиностойкости не только асфальтобетонов, но и цементобетонов, растворов и других материалов, а также создавать эти материалы с требуемыми показателями качества [1, 2].

Установка УОНДА 14-20 состоит из испытательной машины, холодильной или электронагревательной приставок, пульта управления и пульта для фиксирования и записи температур, усилий, деформаций (рис. 5, 6).

Испытания асфальтобетонных образцов на установке УОНДА 14-20 проводятся при трех схемах.

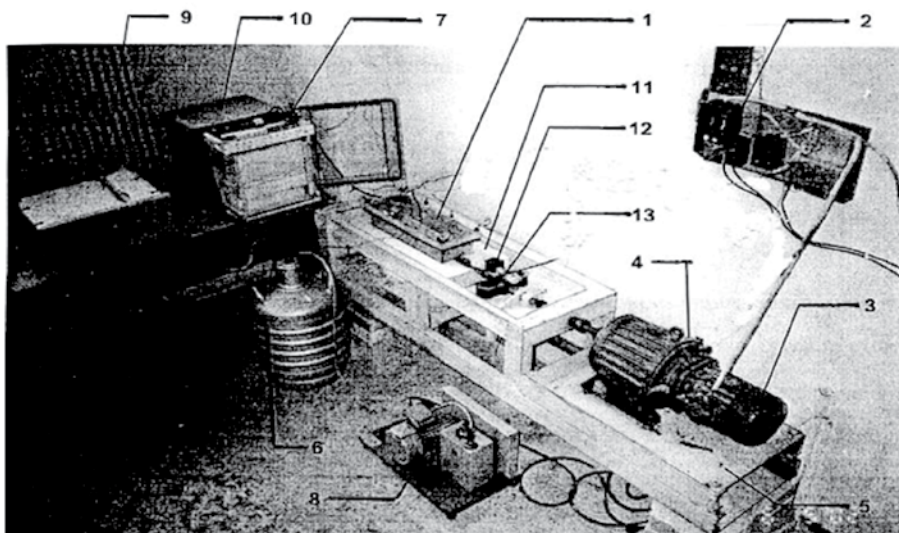


Рис. 5. Установка УОНДА 14-20

1 - термостатирующая камера; 2 - панель управления; 3 - мотор-вариатор; 4 - редуктор; 5 - рама; 6 - сосуд Дьюара; 7 - датчик скорости изменения температуры; 8 - компрессор с манометром; 9 - двухкоординатный самописец, ПДС-21М; 10 - односточный потенциометр КСП-4; 11 - теплоизоляция; 12 - датчик перемещения динамометра; 13 - динамометр

Схема I - при охлаждении, нагревании или изотермическом выдерживании защемленного по концам образца определяют следующие показатели:

1) температурные и/или усадочные структурные напряжения σ_t , σ_s , температуру растрескивания

T_p и прочность R_t от этих предельных напряжений.

2) период релаксации температурных напряжений m_t .

При испытании по схеме I используют крепящийся на образце датчик постоянства длины, состоя-

щий из кварцевого или инварового стержня и двух опор, на одной из которых закреплен контактный выключатель, в кнопку которого упирается стержень (рис. 5, 6).

Схема II - при механическом одноосном растяжении определяют следующие показатели:

4) напряжения при одноосном растяжении σ_p ;

5) прочность при растяжении R_p ;

6) деформацию при одноосном растяжении ξ_p ;

7) период релаксации механических напряжений τ ;

8) модуль упругости E ;

9) удельную работу разрушения A .

При испытании по схеме II используют крепящийся на образце датчик перемещений, состоящий из кварцевого или инварового стержня и двух опор, на одной из которых закреплен индуктивный датчик перемещений. Напряжения в образце при испытании по схеме I и по схеме II определяют по усилию в динамометре, деформации которого фиксируются индуктивным датчиком.

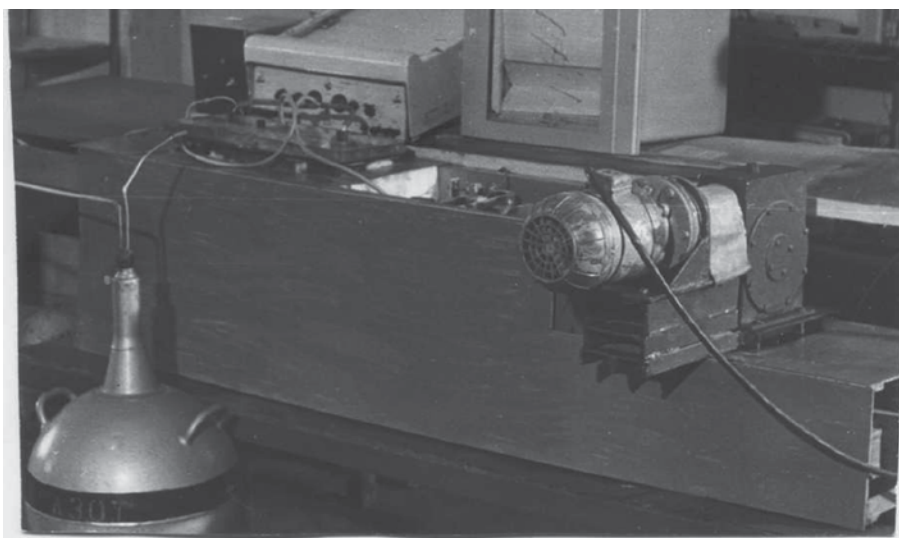


Рис. 6. Испытательная машина УОНДА 14-20

Схема III - при охлаждении или нагревании свободно лежащего образца определяют следующие дилатометрические показатели:

10) температуры структурных переходов (стеклования T_s , текучести T_t и др.);

11) коэффициенты линейного теплового расширения λ ;

12) линейную структурную усадку во времени ξ_y ;

При испытании по схеме III применяют индуктивный датчик перемещений, который использовался для записи деформаций при испытании по схеме II. Показатели 1, 2 и 10-12 определяются при скоростях охлаждения образца от $0,53^\circ\text{C}/\text{мин}$ и ниже, показатели 4-9 определяются при скоростях деформирования образца от $0,034$ до 49 мм/мин.

Для охлаждения и термостатирования образца в установке используется автоматическая система, в которой хладагентом является жидкий азот. При необходимости

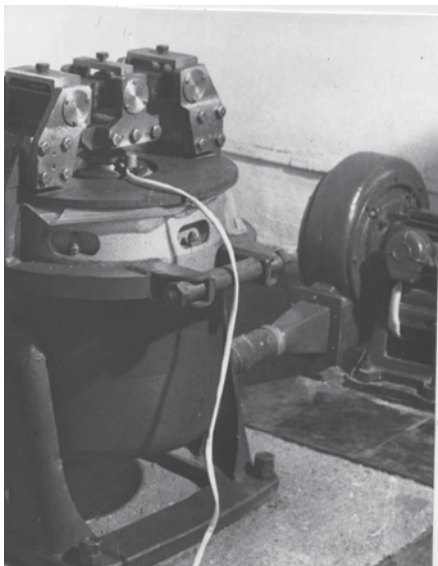


Рис. 7. Вибростол испытательного вибростенда ВЭДС-100Б/2001

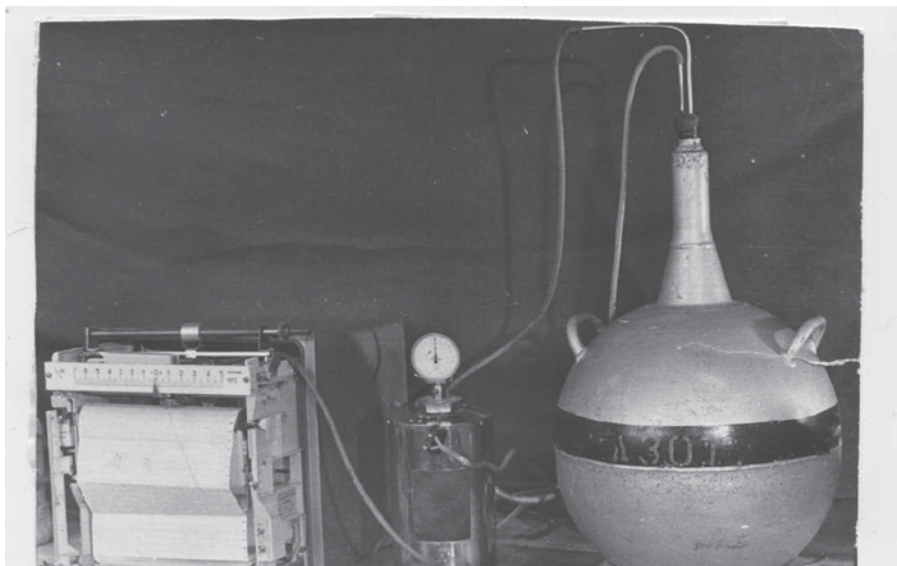


Рис. 8. Полуавтоматический линейный dilatометр БашНИИ НП

сти в комплект установки включается программное обеспечение, позволяющее управлять испытаниями, сохранять данные, печатать кривые и графики.

В комплекте с установкой УОНДА 14–20 использовался вибростенд для динамических испытаний асфальтобетонных образцов (рис. 7), который позволяет определить, в частности, влияние динамического воздействия на температуру растрескивания асфальтобетонов от температурных напряжений и усталостных нагрузок [1].

Линейный dilatометр БашНИИ НП [1,13] (рис. 8) позволял проводить обширные исследования dilatометрических параметров образцов асфальтобетонов, минеральных заполнителей как в исходном состоянии, так и после

воздействия различных эксплуатационных факторов, что давало возможность находить оптимальные решения при создании высококачественных асфальтобетонов.

Разработанный в 1970-х годах в БашНИИ НП комплекс приборов и методов для эксплуатационной оценки битумов и асфальтобетонов успешно использовался при изучении структуры и свойств битумов и асфальтобетонов и позволил применять битумы из новых видов сырья, создавать в различных климатических зонах асфальтобетонные покрытия, на 40–80% более долговечные по сравнению с традиционными. Комплекс БашНИИ НП превосходит разработанную позже в США систему оценки качества битумов и асфальтобетонов Суперпейв по объективности получаемых

результатов оценки качества, по численности приборов, сложности и трудоемкости проведения испытаний, по теоретическому обоснованию методов испытания, по стоимости приборов и их обслуживанию.

Б.Г. Печеный,
д-р техн. наук, профессор,
СКФ БГТУ им. Г. Шухова,
Минеральные Воды;

В.В. Калягин,
канд. техн. наук, доцент,
ООО «Ставиновация»,
Ставрополь;

А.Ф. Ахметов,
д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой УГНТУ;

В.П. Лосев, канд. техн. наук,
научный консультант, УГНТУ,

Л.А. Ахметова,
канд. техн. наук,
доцент УГНТУ, Уфа
(Республика Башкортостан)

Литература

1. Печеный Б. Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990.
2. Печеный Б.Г. Долговечность битумных и битумо-минеральных покрытий М.: Стройиздат. 1981.
3. Алфрей Т. Механические свойства высокополимеров. М.: Издательство, 1952.
4. Ферри Дж. Вязкоупругие свойства полимеров. М.: Издательство, 1963.
5. Сажин Б. И. Электрические свойства полимеров. Л.: Химия, 1970.
6. Конструкционные свойства пластмасс / Под ред. Э. Бэра. М.: Химия, 1967.
7. Illers K. H. Mechanisches Relaxationsverhalten und Struktur teilkristalliner Polymerer. Koll. Z. und Z. Polym., 1969, 231, 5. 622–659.
8. Исследование диэлектрической релаксации битумов. Печеный Б.Г., Валеева Л.А., Ганиев Р.М., Шакиров Р.Ф. // Труды БашНИИ НП. Вып. XV. 1976. С. 42–47
9. Печеный Б. Г., Чернышева Р.А. Исследование структуры и релаксационных свойств битумов // Нефтепереработка и нефтехимия. 1980. Вып. 18. С. 93–98.
10. Дейнега Ю.Ф., Думанский А.В., Лобастова А.В. Диэлектрическое исследование процесса образования растворов мыло-углеводород. // Коллоидный журнал, 1969. 21. № 2. С. 170–173.
11. Дейнега Ю.Ф., Вовленко А.М., Виноградов Г.В. Электропроводность пластичных дисперсных систем в статических и динамических условиях // Коллоидный журнал. 1984. 26. № 3. С. 296–299.
12. Quedeville A. Enrobes bitumineux: fatigue du film de liant // Rev. gen. routes et aerodr., 1971, 41, № 461. P. 70–74.
13. А.с.587376 СССР МКИ G 01 N 25/16. Линейный dilatометр. Вахитов Р.Р., Печеный Б.Г. // Бюл. изобр. 1977, № 40. С. 130.

26 – 27 мая 2022

Hyatt Regency Екатеринбург

Екатеринбург • РОССИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- СОСТОЯНИЕ РЫНКА БИТУМОВ И ПБВ В РОССИИ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ.
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ БИТУМНЫХ ТЕРМИНАЛОВ, РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ ХРАНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ.
- АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ ДЛЯ БИТУМНОГО РЫНКА.
- И МНОГОЕ ДРУГОЕ.

В рамках конференции пройдет технический визит на Уральский битумный терминал компании TA Group.



info@3k.events
+7 (495) 150-55-63
bitumen.3k.events



Производство



Сервис



Гарантия



ЗАВОДЫ

- Эмульсионные установки
- Установки для производства ПБВ (PG)
- Реакторы битумных композиций
- Грунтосмесительные установки
- Установки для приготовления солевого раствора
- Емкости, мешалки, комплектующие



ЯМОЧНЫЙ РЕМОНТ

- Установка пневмонабрызга
- Термос-бункер для асфальтобетона
- Рециклер асфальтобетона
- Гудронатор
- Кохер для литого асфальтобетона



ЗАЛИВЩИКИ ШВОВ

- Самоходные
- Прицепные
- Электрические
- Гидравлические
- Ручные



198320, Санкт-Петербург,
Кингисеппское ш., д.55



+7 (812) 741-02-65



info@npf-bastion.ru



www.npf-bastion.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕР-БИТУМНОГО КОНЦЕНТРАТА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ПБВ

Необходимость расширенного применения полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) в дорожном строительстве продиктована новыми требованиями к эксплуатационной надежности автомобильных дорог. Использование в производстве асфальтобетонных смесей ПБВ, произведенных по традиционной технологии, связано с технологическими и экономическими сложностями, не обеспечивает надлежащего сцепления с минеральными компонентами асфальтобетонной смеси. Кроме того, производство вяжущего в течение длительного времени при высоких технологических температурах ведет к усиленному старению, что значительно снижает срок службы такого материала в дорожном покрытии.

В предложенной статье приведены результаты исследований по влиянию полимерно-битумного концентрата (ПБК) на характеристики битума. Установлено, что применение ПБК в составе битумного вяжущего приводит к увеличению температурного интервала пластичности, эластичности, когезионной прочности при снижении вязкости модифицированного битума и повышении температуры размягчения. Таким образом, доказана целесообразность применения комплексной добавки, содержащей полимер и поверхностно-активные вещества (ПАВ), способной распределяться в битуме без применения коллоидной мельницы и пластификатора, для повышения качества органического вяжущего.

Для соответствия современным транспортным нагрузкам и требованиям, предъявляемым к надежности и долговечности покрытий, необходима модификация нефтяных битумов полимерами [1–10]. Применение ПБВ может быть обосновано несколькими факторами [3–4]. Во-первых, асфальтобетонные покрытия на ПБВ имеют большую температурную стабильность физико-механических характеристик, по сравнению с применением немодифицированных битумов. В летний период, при

высоких эксплуатационных температурах, применение ПБВ позволяет достичь большей механической прочности и меньшей деформативности материала. В зимний период, когда асфальтобетонное покрытие подвергается воздействию низких температур, материал дольше остается в упругом состоянии, предотвращая появление температурных трещин и выкрашивания.

Во-вторых, применение ПБВ позволяет получить покрытие, сочетающее в себе высокую стойкость к накоплению пластических деформаций, достигаемую за счет увеличенной температуры размягчения и повышенной когезионной прочности, со значительной устойчивостью к усталостному разрушению, благодаря высокой эластичности и способности к релаксации внутренних напряжений. Высокая когезия вяжущего также обеспечивает значительное увеличение стойкости асфальтобетонного покрытия к абразивному износу.

С другой стороны, производство полимерно-битумных вяжущих силами подрядных строительных организаций связано с технологическими и экономическими трудностями [7], обусловленными применением сложного оборудо-

вания, включающего коллоидные мельницы, а также большого емкостного парка для подготовки и дозревания вяжущего. Кроме того, требуются специалисты и оборудование для постоянного контроля технических процессов и готового продукта. Также стоит принять во внимание, что процесс производства ПБВ связан с выдерживанием вяжущего в течение длительного времени при высоких температурах, что приводит к усиленному старению битума, деградации полимера. Указанные факторы снижают срок службы покрытия на таком вяжущем.

Закупка готового ПБВ у специализированных производственных компаний тоже имеет ряд негативных моментов, к которым относятся высокая цена, склонность к расслаиванию ПБВ при транспортировке и хранении. Это приводит к необходимости дополнительной подготовки вяжущего, наблюдается также непостоянное качество вяжущего и усложненный входной контроль. Кроме того, при производстве ПБВ на битумных заводах по традиционной технологии проблема интенсивного старения вяжущего остается.

Указанные проблемы могут быть решены разработкой полимерно-битумного вяжущего, не требующего сложного оборудования и технического процесса для его приготовления. Один из наиболее перспективных вариантов приготовления ПБВ в условиях дорожно-строительных компаний – это использование полимер-битумного концентрата, растворение которого в нефтяном дорожном битуме по-

зволяет получить вяжущее, близкое к ПБВ заводского производства. Таким образом, из технологического процесса приготовления ПБВ исключается коллоидная мельница и емкости для подготовки вяжущего, а также часть технических процессов, связанных с введением пластификатора, диспергацией и подготовкой полимера.

С целью воплощения вышеозначенной концепции компания «Селена» совместно с Белгородским государственным технологическим университетом имени В.Г. Шухова разработала новый продукт – полимер-битумный концентрат ПБК. ПБК представляет собой полимер типа СБС, введенный в нефтяную базу, имеющую близкий генезис к нефтяным дорожным битумам, и стабилизированный в мелкодисперсном состоянии при помощи ПАВ.

В данной работе проводится анализ влияния ПБК на свойства органического вяжущего и сравнение физико-механических характеристик полученного вяжущего с эталонным образцом – ПБВ завод-

ского производства, полученным по традиционной технологии.

Полимер-битумный концентрат вводился в битум БНД 70/100 в количестве 4, 8 и 10% от массы вяжущего. Растворение полимер-битумного концентрата происходит при перемешивании лопастной мешалкой в горячем битуме до однородного состояния. После растворения ПБК в битуме требуется короткое выдерживание вяжущего для окончательной стабилизации при температуре 160–165°C.

Далее получаемое вяжущее готово к использованию в полимерасфальтобетоне.

В качестве объекта сравнения использовалось вяжущее ПБВ 60, произведенное по традиционной технологии на полимере типа СБС. Физико-механические показатели модифицированного вяжущего сопоставлялись с требованиями технических условий, приведенных в ГОСТ Р 52056-2003.

Результаты определения физико-механических характеристик исследуемых образцов битумных

вяжущих, а также требования соответствующих документов для битума БНД 70/100 и ПБВ 60 приведены в табл. 1.

Полученные данные позволяют констатировать, что введение минимального количества ПБК в битум (4%) приводит к повышению пенетрации битума на 17,8 и 30,8% при 25°C и 0°C соответственно, вызывает повышение температуры размягчения и некоторое снижение температуры хрупкости. Уже при минимальной концентрации появляется новое свойство у вяжущего, которое не фиксировалось у исходного битума, – эластичность.

Появление эластичности свидетельствует о том, что полимер при введении в битум не просто растворяется в объеме, а создает прочную пространственную сетку, что и обеспечивает эластичность. Однако важнейшие показатели температуры размягчения и хрупкости, а также эластичности, не соответствуют требованиям для ПБВ 60, приведенным в технических условиях.

Результаты, представленные в таблице, говорят о том, что вве-

Табл. 1. Физико-механические характеристики исследуемых вяжущих

Показатель	Требования ГОСТ 33133-2014 для БНД 70/100	Требования ГОСТ 52056-2003 для ПБВ 60	Исходный битум	Битум + 6% ПБК	Битум + 8% ПБК	Битум + 10% ПБК
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при температуре 25°C	71-100	не менее 60	73	76,0	80	82
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при температуре 0°C	не менее 21	не менее 32	26,0	34,0	38,0	41,0
Растяжимость, см при температуре 25°C	не менее 62	не менее 25	87,0	64,0	47,0	43,0
Растяжимость, см при температуре 0°C	не менее 3,7	не менее 11	4,5	13,0	14,0	13,5
Температура размягчения, °C	не ниже 47	не ниже 54	47,3	48,7	53,9	55,2
Температура хрупкости, °C	не выше -18	не выше -20	-19,0	-19,5	-20,0	-22,0
Эластичность, %	-	не менее 80	-	76	81	87

дение концентрата в количестве 8–10% способствует более интенсивному изменению показателей, в особенности растяжимости при температуре 25°C (на 46,1–57,7%), температуры размягчения (на 13,9–16,7%), эластичности, что может рассматриваться как один из признаков достижения оптимальной концентрации полимера в вяжущем, позволяющей в нужной степени структурировать битум.

Одновременное увеличение пене-трации и повышение температуры размягчения модифицированного вяжущего объясняется особенно-стью структуры ПБВ. В диапазоне температур вязкоупругого состо-яния глубина проникания иглы определяется общим сопротивле-нием измеряемой среды, которое будет зависеть от интенсивности взаимодействия надмолекулярных структур асфальтеновых комплексов и жесткости структурной сетки полимера.

В этом случае повышение доли легких компонентов, попадаю-щих в вяжущее при введении пластификатора, препятствует формированию таких комплексов, фактически разжижая битум при пониженной температуре. Кроме того, имеющиеся в составе ПБК поверхностно-активные ве-щества также вызывают эффект незначительного разжижения и стабилизации дисперсной струк-туры вяжущего, что тоже вносит вклад в снижение пенетрации. При повышении температуры в результате термодинамическо-го движения молекул битум пе-реходит из упругого состояния в вязкое. При этом для разруше-ния структуры полимера в ПБВ требуется значительно больше энергии, чем на разрыв слабых межмолекулярных связей асфаль-теновых комплексов, и основную прочность системы при повыше-нии температуры обеспечивает полимерная пространственная сетка [10]. Соответственно, тем-пературная точка размягчения сдвигается в область высоких тем-ператур. Таким образом, возмож-но одновременное увеличение

Табл. 2. Температурный интервал пластичности исследуемых вяжущих

Вяжущее	Температурный интервал пластичности, °С
Исходный битум	66
Битум + 6% ПБК	71
Битум + 8% ПБК	73
Битум + 10% ПБК	77
ПБВ 60	78

пенетрации и температуры раз-мягчения.

Следует отметить, что применение ПБК в количестве 8–10% привело к появлению свойств вяжущих, соот-ветствующих требованиям ГОСТ 52056-2003 для ПБВ 60 на полиме-ре типа стирол-бутадиен-стирол, который производится с примене-нием коллоидной мельницы.

Одно из важных качеств ПБВ – это способность оставаться в вяз-коупругом состоянии в наиболее широком диапазоне температур. Для количественной оценки про-цессов структурообразования в полимер-битумном вяжущем при использовании полимер-би-тумного концентрата необхо-димо ввести такое понятие, как температурный интервал пла-стичности, характеризующий абсолютное значение интервала температур, который ограничен переходом вяжущего в стеклова-тое состояние, с одной стороны,

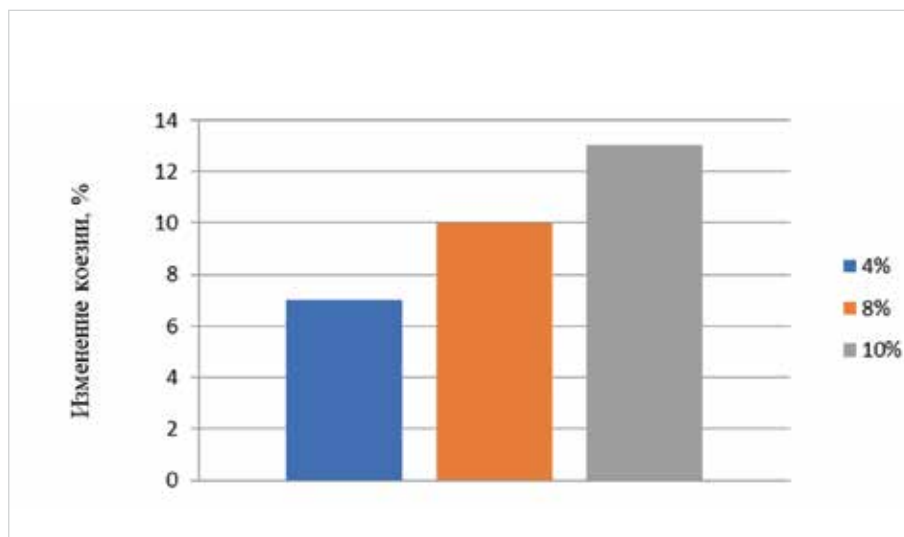
и в текучее – с другой. То есть, в установленном интервале темпе-ратур битум будет находиться в вязкоупругом состоянии и сможет эффективно воспринимать на-грузку, не вызывая пластических деформаций асфальтобетона, но при этом не переходит в хрупкое состояние, что позволяет ре-лаксировать возникающие в асфальтобетоне внутренние на-пряжения и предотвращать появ-ление трещин [5].

Рассчитать данный интервал можно по формуле (1).

$$T = T_{\text{разм}} + |T_{\text{хрупк}}| \quad (1);$$

где $T_{\text{разм}}$ – температура размягче-ния, вяжущего; $T_{\text{хрупк}}$ – температу-ра хрупкости вяжущего.

Приведенные данные показыва-ют, что применение ПБК в составе битумного вяжущего приводит к увеличению температурного ин-тервала пластичности на 3, 11,5 и



Зависимость когезии от содержания ПБК в битуме

16,4% при концентрациях в 4, 8 и 10% соответственно.

Среди полученных физико-механических характеристик исследуемых вяжущих неоднозначную трактовку может вызвать снижение вязкости битума, характеризуемой повышением пенетрации при увеличении концентрации ПБК, что может вызвать снижение когезионной прочности вяжущего и, как следствие, ухудшение прогнозируемых свойств асфальтобетона. Для более детального изучения данного аспекта были проведены измерения когезии образцов битума, содержащего 4, 8 и 10% ПБК, с использованием когезиометра.

Из данных (см. рис.) видно, что увеличение концентрации добавки ПБК в составе вяжущего сопровождается ростом когезии. При концентрации добавки 8–10% когезия повышается на 10–13%, по сравнению с исходным битумом. Увеличение когезии приводит к повышению прочности и сдвигоустойчивости асфальтобетона. Таким образом, введение в состав исходного битума модификатора ПБК приводит к увеличению когезионной прочности полученного вяжущего, что положительно отразится на свойствах асфальтобетона.

Установлено, что применение ПБК в составе битумного вяжущего дает увеличение температурного интервала пластичности, эластичности, когезионной прочности при

снижении вязкости модифицированного битума и повышении температуры размягчения. При этом для приготовления вяжущего не требуется применение коллоидной мельницы. Использование ПБК в количестве 8–10% приводит к появлению свойств вяжущих, соответствующих требованиям ГОСТ для ПБВ 60 на полимере типа стирол-бутадиен-стирол.

Происходящие изменения физико-механических характеристик свидетельствуют о том, что полимер, находящийся в ПБК, не просто смешивается с модифицируемым вяжущим – он образует эффективную пространственную структуру, аналогичную ПБВ на СБС (при этом затраты на производство модифицированного вяжущего с использованием ПБК значительно ниже).

Введение минимальной концентрации ПБК в битум обеспечивает эластичность вяжущего, которая возрастает с ростом количества модификатора. Указанный результат должен обеспечить положительное влияние на долговечность асфальтобетона на основе такого вяжущего, так как благодаря возросшей эластичности вяжущего усталостные напряжения, возникающие под действием циклических нагрузок, будут эффективно гаситься.

Увеличение температурного интервала пластичности вяжущего при введении ПБК позволяет обеспечить стойкость асфальтобето-

на к накоплению пластических деформаций в летнее время года и появлению температурных трещин в зимнее, что благоприятно скажется на общем ресурсе покрытия.

Необходимо заметить, что данные, получаемые при использовании стандартных методов испытаний, не в полной мере отражают свойства получаемого вяжущего. Достигнутая высокая однородность вяжущего позволяет проводить испытания по техническим требованиям группы документов ГОСТ Р 58400, а также более полно исследовать реологические характеристики модифицированных битумов.

А.Е. Акимов,
старший научный сотрудник
кафедры автомобильных и
железных дорог
БГТУ им. В.Г. Шухова
В.П. Денисов,
заведующий лабораторией
кафедры автомобильных и
железных дорог
БГТУ им. В.Г. Шухова



308012, г. Белгород
ул. Костюкова, 46
БГТУ им. В. Г. Шухова
тел. +7(4722)54-90-44
bkadbgtu@gmail.com

Список литературы

1. Гохман, Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон: учебно-методическое пособие. М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2008.
2. Золотарев В. А. Битумы, модифицированные полимерами, и асфальтополимербетоны // Дорожная техника. 2009. С. 16–23.
3. Дошлов О.И., Спешилов Е.Г. Полимерно-битумное вяжущее – высокотехнологичная основа для асфальта нового поколения // Вестник Иркутского государственного технического университета. № 6 (77). 2013. С. 140–144.
4. Котенко Н.П., Щерба Ю.С., Евфорицкий А.С. Влияние полимерных и функциональных добавок на свойства битума и асфальтобетона // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. № 1 (201). 2019. С. 94–99.
5. Калгин Ю. И., Строкин А.С., Тюков Е.Б. Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий с применением модифицированных битумов // Воронежский государственный университет. Воронеж, 2014.
6. Yadykina V.V. Improving the bitumen quality through the comprehensive polymer-based modification / V.V. Yadykina, S.N. Navolokina, A.M. Gridchin // Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752. 2020. Vol. 992. pp 238-242.
7. Рыбачук Н. А. Проблемы производства полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве // Вестник Иркутского государственного технического университета. № 5 (100). 2015. С. 98–105.
8. Ярмолинский В.А., Цупикова Л.С. Полимерно-битумные вяжущие в дорожном строительстве // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения. Международный сб. науч. трудов. Под редакцией А.И. Ярмолинского. Хабаровск, 2018. С. 200–206.
9. Гохман Л.М. Перспективы применения полимерасфальтобетона // Автомобильные дороги. 2021. № 1 (1070). С. 90–93.
10. Тарасов Р.В. Модификация битумов полимерами / Р.В. Тарасов, Л.В. Макарова, А.А. Кадомцева // Современные научные исследования и инновации: [сайт], 2014. № 5 (1). URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/34687> (дата обр.: 16.04.2021).

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ ДО 2028 ГОДА

В последние несколько лет в отечественной нефтепереработке происходят кардинальные качественные изменения. Масштаб, скорость и глубина модернизации нефтеперерабатывающих заводов не имеют прецедентов в прошлом. Принятый страной курс на увеличение глубины нефтепереработки уже сейчас дает свои результаты, выраженные в значительном росте производства качественных моторных топлив. В этой связи в дорожной отрасли все чаще и чаще звучат опасения о том, что данные процессы могут повлиять на рынок нефтяных битумов. Анализ обоснованности таких опасений кратко изложен в предлагаемой статье.

Каждый процесс имеет свою историю, предпосылки и причинно-следственные связи. Поэтому для понимания дня сегодняшнего необходимо заглянуть в прошлое. Началось все в 2011 году. На тот момент основным нефтепродуктом, экспортируемым из РФ, был мазут. Его доля составляла 47% от общего объема экспорта нефтепродуктов и достигала 62 млн тонн в год (для примера: показатель 2020 года – 27% и 38,5 млн тонн).

В то время на темные нефтепродукты устанавливалась таможенная пошлина в размере 35% от пошлины на нефть. Страна обросла большим количеством мини-НПЗ с низкой глубиной переработки и с основным выпускаемым продуктом – экспортным топочным мазутом. По сути, в то время экспорт темных нефтепродуктов дотировался государством.

Данная ситуация не могла не отразиться на внутреннем рынке, и в 2011 году Россия столкнулась с системным кризисом нехватки моторных топлив на фоне резкого роста автопарка. За пять предшествующих лет он вырос на 30%, с 27 до 35 млн автомобилей.

Только к этому моменту всем стало понятно, что необходима модернизация нефтеперерабатывающей отрасли. Тем более назревали серьезные изменения мирового рынка потребления нашего экспортного мазута. Данный продукт имел тогда два основных канала сбыта: рынок бункеровки (то есть для заправки судов) и дальнейшая

переработка на более современных иностранных НПЗ. Принятие экологических норм Marpol ограничило серу в бункерном топливе сначала до 1,5%, потом до 1%, а с 2020 года – до 0,5%. Таких мазутов в РФ массово производить не могли из-за достаточно сернистой нефти, а значит, в перспективе маячило серьезное снижение цен на сернистые мазуты и, соответственно, падение доходов.

Основной мерой стимулирования роста глубины нефтепереработки стало увеличение экспортной пошлины на темные нефтепродукты с 35% до 60% от пошлины на нефть с последующим плавным выравниванием до 100%. Такое решение задавало тренд на увеличение глубины переработки нефти, наряду с этим приговорив большое количество мини-НПЗ – самоваров.

Сырьем для производства битумов является гудрон – остаток первичной переработки нефти, который в процессе окисления на битумной колонне превращается в ту или иную марку битума. В чистом виде гудрон до недавнего времени практически не имел спроса, а его утилизация является основным фактором повышения глубины переработки на НПЗ.

Самым простым способом использования гудрона является смешение его с тяжелыми дистиллятами для получения топочного мазута.

Самым удельно дорогим методом становится получение из гудрона

остаточных высокоиндексных масел. Для этого гудрон проходит через пропановую деасфальтизацию, селективную очистку и депарафинизацию. Такие сложные маслокомплексы достаточно дороги и редки. Они есть в Волгограде, Ярославле, Ангарске, Омске, Новокуйбышевске, Уфе и Перми.

Самым сложным в части оборудования является гидроконверсия гудрона. Стоимость этой наиболее дорогой и сложной из существующих модификаций гидрокрекинга оценивается миллиардами долларов.

Самым экономически целесообразным процессом утилизации гудронов является процесс коксования, поскольку все вышеперечисленные процессы так или иначе оставляют после себя компоненты мазута. Коксовая установка полностью утилизирует гудрон, превращая его в товарные моторные топлива и кокс. В данном процессе не используются катализаторы, водород и высокое давление, поэтому установка коксования относительно недорога.

Ее плюсы для НПЗ понятны. Во-первых, это отсутствие сезонности продаж, которое присуще битумам; во-вторых, это безграничный экспортный рынок. Там, где цену на газ определяет не ФСТЭК, а рынок, промышленность очень вдумчиво подходит к цене сжигаемой калории. Практически 80% цементной отрасли мира в качестве топлива использует нефтяной кокс. Малосернистые коксы являются отличным сырьем для электрометаллургии. В среднем коксовая установка производительностью 1 млн тонн в год по сырью выводит из баланса НПЗ порядка 1,5 млн тонн мазута.

В перспективе до 2028 года, согласно текущим планам ВИНК по модернизации, ожидается большое количество вводов новых коксовых

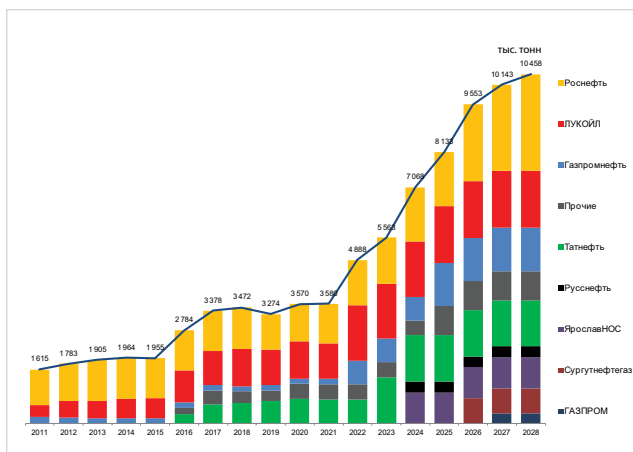


Рис. 1. Динамика и прогноз производства нефтяных коксов в РФ до 2028 года

установок. Мощности по коксованию должны увеличиться практически втрое. Уже в этом году запускаются крупные коксовые установки в Нижнем Новгороде и Омске. Также до 2028 года запланирован запуск коксовых мощностей на Ачинском, Сызранском, Афинском, Салаватском, Орском, Московском, Ярославском, Новоуфимском и Ангарском НПЗ (рис. 1).

Именно с этим и связано беспокойство дорожной отрасли. Количество гудрона как сырьевой базы для производства битумов однозначно уменьшится. Есть опасения, что оставшихся гудронов не будет хватать для обеспечения загрузки битумных установок на НПЗ. Как следствие – опасения дефицита битума в дорожном строительстве. Для ответа на вопрос, обоснованы эти опасения или нет, мы провели исследование в этой области.

Оценив текущую загрузку НПЗ нефтями и их качественный состав, наши специалисты рассчитали внутривзаводские балансы по гудрону на каждом отечественном НПЗ. Для дальнейшего анализа по возможностям утилизации гудрона на строящихся коксовых установках за основу были взяты показатели самых современных установок, построенных в последние годы на НПЗ в Тюмени, Перми, Нижнем Новгороде и Омске.

Мы сделали пессимистическое допущение, что новые коксовые установки будут работать только на гудроне и асфальте деасфальтизации. В практике же это ма-

ловероятно. Помимо гудронов, коксованию могут подвергаться кубовые остатки и даже тяжелые газойли каталитического и гидрокрекинга. Более того, в таких режимах коксовая установка показывает лучшие результаты. Но рассмотрен и самый негативный для битума сценарий. Полученные данные мы сопоставили с потенциальными мощностями окислительных колонн отечественных НПЗ.

Итог виден на графике (рис. 2). Мощности окислительных колонн, обеспеченных сырьем на своих заводах, достаточно серьезно превышают текущий уровень потребления битумов. Снижение загрузки битумных установок, которое произойдет на ряде НПЗ, с запасом компенсируется недозагруженными на текущий момент мощностями на других НПЗ.

Мы пошли дальше и подсчитали количество гудронов, которое останется на балансах НПЗ к 2028 году после запуска всех УЗК и в случае полной загрузки имеющихся мощностей по окислению битума. Расчеты показывают, что дополнительного потенциального сырья для битумных установок останется еще как минимум 12,6 млн тонн (рис. 3).

Производство битумов было и останется важной задачей для нефтяников. Ужесточение требований дорожной отрасли в части выпуска новых стандартов на битумы и внедрение современных методов оценки качества дорожных покрытий не привело к снижению объемов выпускаемых дорожных

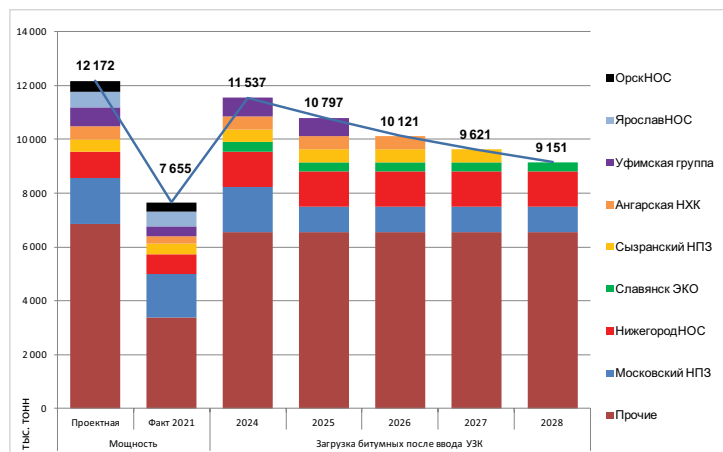


Рис. 2. Прогноз загрузки битумных установок сырьем, после ввода коксовых (пессимистичный сценарий)

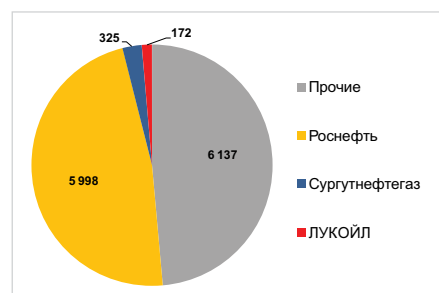


Рис. 3. Прогноз наличия гудрона на рынке РФ в 2028 году. Суммарное количество «свободного» гудрона в 2028 году прогнозируется на уровне 12,6 млн тонн

битумов отечественными НПЗ. Россия обладает огромной территорией и самой широкой климатической дифференциацией, по сравнению с любой другой страной. Это ставит перед нефтяниками сложные, но решаемые задачи. Ни одна из нефтяных компаний не объявляла планов о закрытии битумных производств после запуска коксовых установок. Более того, в ближайшем будущем планируется модернизация и строительство новых битумных производств, например в Нижнем Новгороде.

Также мы с позитивом смотрим на организацию независимых от нефтяных компаний битумных производств и, самое главное, на значительно возросшие в последние годы объемы реализации гудронов. Это обеспечивает независимым производствам гибкость в подборе сырья и создает ВИНКом здоровую конкуренцию, от которой будут выигрывать все потребители.

Р.С. Ковальчук,
коммерческий директор
компании «Диалог Дортех»

РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Компания «Азия Цемент» с 2015 года разрабатывает продукты для холодной регенерации, стабилизации и укрепления грунтов. В партнерстве с научно-исследовательскими центрами ведется работа по исследованию свойств и адаптации минеральных вяжущих.

Чрезвычайно актуальной проблемой в настоящее время является ремонт автомобильных дорог местного значения муниципальных районов субъектов РФ, и на это есть ряд причин. Во-первых, значительная часть таких дорог капитально никогда не ремонтировалась, износ слоев основания и покрытий зачастую составляет более 80%, эксплуатационные характеристики не соответствуют предъявляемым требованиям. Во-вторых, транспортная нагрузка на дороги заметно возросла, и те прочностные показатели автодорог, которые были актуальны в 70–80-е годы прошлого века, сегодня не обеспечивают эффективное распределение давления от колес автомобиля на грунт.

В соответствии с Транспортной стратегией РФ до 2030 года планируется увеличение объема грузоперевозок автомобильным транспортом на 85% по отношению к 2020 году. Долю автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям по транспортно-эксплуатационным показателям, требуется довести до 80% от общей протяженности. В 2020 году межремонтные сроки были увеличены: 12 лет до ремонта, 24 года до капитального ремонта.

В этой связи наиболее рациональным вариантом является повышение несущей способности дорог до уровня, позволяющего справляться с действующими транспортными нагрузками. Для создания прочного, надежного и долговечного основа-

ния эффективным решением становится использование технологии холодной регенерации асфальтобетонных покрытий с применением минеральных вяжущих. Преимуществами метода являются увеличение срока службы автодорог за счет создания стабильного основания, снижение стоимости благодаря вторичному применению существующих материалов, уменьшение срока производства работ.

В 2019 году в рамках практической реализации проектов ООО «Азия Цемент» по холодной регенерации был отремонтирован тестовый участок. Результаты наблюдений показали: спустя два года после ремонта никаких видимых разрушений, деформаций, просадок не обнаружено.

На федеральном уровне в 2021 году была поставлена задача по ремонту дорог местного значения. С учетом преимуществ технологии холодной регенерации и успешного практического опыта принято решение о реализации пилотного проекта по ремонту местных дорог в одном из районов Пензенской области.

Компания «Азия Цемент» совместно с администрацией района разработала программу ремонта дорог; были проведены предпроектные исследования, изготовлена проектно-сметная документация.

Критически важно на этапе проектирования по технологии холодной регенерации уделять

внимание качественным предпроектным исследованиям, включающим диагностику дорог, отбор проб существующих материалов, подбор оптимальной рецептуры.

Несмотря на удорожание стоимости разработки проектно-сметной документации, при реализации проекта строительства достигается положительный экономический эффект за счет применения более рациональной технологии холодной регенерации вместо «традиционного метода ремонта». Это особенно важно в условиях значительного увеличения в 2021–2022 годах стоимости материалов. При регенерации существующих слоев асфальтобетонного покрытия достигается экономия до 40% (в сравнении с полной заменой конструктивных слоев дорожной одежды), выдерживаются требования по модулю ее упругости, обеспечиваются нормативные межремонтные сроки.

Для предотвращения риска образования усадочных трещин и деформаций, улучшения свойств асфальтогранулобетона рекомендуется использовать цементы со специальными добавками.

Цемент ЦЕМ II/A-П 32,5Н (ГОСТ 31108-2020) производства ООО «Азия Цемент» с добавкой пуццоланы в составе асфальтогранулобетонной смеси обладает плавным набором прочности в начальный период твердения, однако в нормируемые сроки приближается к бездобавочному цементу по прочности. В результате протекания реакции между продуктами гидратации цемента и активной пуццолановой добавкой образуются дополнительные кристаллогидраты, что обуславливает уплотнение смеси и способствует большей устойчивости асфальтогранулобетона на пуццолановых цементах, так как повышенная плотность снижает водонасыщенные материалы.

Росавтодор согласовал Стандарт организации ООО «Азия Цемент» на использование ЦЕМ II/A-П 32,5Н в качестве гидравлического вяжущего с активной минеральной добавкой для холодной регенерации дорожных покрытий и оснований.

ЦЕМЕНТЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ

ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР В КАЧЕСТВЕ
ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ХОЛОДНОЙ
РЕГЕНЕРАЦИИ И УКРЕПЛЕНИЯ
ГРУНТОВ



БЫСТРАЯ ДОСТАВКА

ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ
НОРМАЛЬНОТВЕРДЕЮЩИЙ С ПУЦЗОЛАННОЙ
КЛАССА ПРОЧНОСТИ 32,5 ЦЕМ II/A-П 32,5 Н



Высокая стойкость
к проточным и
слабоминерализо-
ванным водам



Плавный
набор
прочности



Пониженное
водоотделение



Низкие деформации
усадки



Замедленное и низкое
тепловыделение



ПРЕИМУЩЕСТВА РАБОТЫ С ООО «АЗИЯ ЦЕМЕНТ»

Качественный продукт, зарекомендовавший себя в
сфере дорожного строительства

Прямой договор с производителем

Быстрые сроки доставки

Сертификаты и все необходимые документы,
подтверждающие качество продукции

Необходимые лабораторные испытания и оценка
качества продукции



 **азия цемент**

г. Пенза, ул. Бакунина-Плеханова,
д. 205/34, 4этаж
e-mail: info@asiacement.ru
www.asiacement.ru
8 (800) 550-55-66
Звонок по России бесплатный

RUCEM.RU

КОНФЕРЕНЦИЯ

ТЕХНОЛОГИИ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

- цементобетонные автомобильные дороги
- укрепление и стабилизация грунтов дорожных оснований
- виброукатываемый бетон
- холодный ресайклинг

14-15 апреля 2022 года,
Волгоград

Организатор мероприятия ООО РУЦЕМ.РУ

www.rucem.ru

info@rucem.ru

+7 (8453) 68 33 82

+7 (927) 225-33-82

<https://cemconf.ru/43>



ЗИМНЯЯ ДОРОГА И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Каждую зиму мы слышим о закрытии движения по тем или иным автодорогам в связи со снежными заносами. Почему это происходит? В зимнее время для обеспечения бесперебойного движения автотранспорта должны выполняться мероприятия по снегозащите автодороги. К первому и главному условию бесперебойного движения автотранспорта зимой следует отнести пассивную защиту, ко второму – непосредственную очистку автодорог от снега.

Что включают в себя мероприятия по снегозащите, которые должны выполняться еще на стадии проектирования и строительства автодорог? Речь идет об оптимальном сочетании в ходе проектирования автодорог решений по проложению плана трассы автодороги, продольного профиля и поперечников автодороги. При проектировании этих элементов необходимо учитывать направление ветров в зимнее время. Особенно необходим творческий подход при проектировании поперечных профилей земляного полотна.

К большому сожалению, при проектировании автодорог фактор снегозаносимости практически не учитывается. Так, поперечные профили как основной параметр, влияющий на снегозаносимость, принимаются типовыми, конфигурация поперечника зависит только от высоты насыпи земляного полотна. Все типовые поперечники земляного полотна не отвечают требованиям по снегозаносимости. При проектировании не учитывается объем снегопереноса, а, как уже указывалось, конструкция поперечников земляного полотна зависит только от высоты насыпи автодороги.

Если задать вопрос проектировщикам относительно того, будет ли запроектированная ими дорога в зимний период подвергаться снегозаносимости, то ответ получен не будет. По-хорошему в проектно-сметной документации должен быть раздел, на основании которого должны приниматься

решения по плану трассы, продольному профилю и особенно по поперечникам земляного полотна. **Конструкция поперечников земляного полотна не должна быть типовой, а должна быть индивидуальной и в зависимости от конкретных условий обеспечивать снегонезаносимость дороги.**

Что касается второго условия (очистки автодорог), то, как бы тщательно ни были выполнены работы по снегозащите, процесс этот должен быть перманентным. При этом следует отметить, что причиной перерыва движения, как правило, является некачественное выполнение мероприятий по снегозащите автодорог, а не собственно снег, падающий на автодорогу при снегопаде.

Механическая очистка автодорог от снежных заносов обладает существенным недостатком, заключающимся в том, что во время метелей эффективность очистки очень низка и при интенсивном снегопереносе через 15–20 минут, а то и раньше, результатов очистки уже не видно. Интервал движения снегоочистительной техники для обеспечения проезда по автодороге должен составлять 10–15 минут, что обеспечить практически нельзя из-за требуемого количества снегоуборочной техники, а также огромной стоимости этих работ. Причем мощность снегоуборочной техники, выполняющей указанный вид работ, на стоимость и эффективность выполняемых работ большого влияния не оказывает. Поэтому очень стран-

ными кажутся заявления о том, что в связи с увеличением мощности снегоочистительной техники можно пренебречь требованиями по защите автодорог от снежных заносов, тем самым снизив стоимость строительства автодорог.

Какими будут затраты при таком подходе к очистке дорог от снега, а также убытки от перерывов движения транспорта, связанных со снежными заносами, никого не интересует.

Показателен в этом плане пример автодороги Сызрань – Саратов – Волгоград на границе Саратовской и Волгоградской областей. Редко в зимнее время на этом участке нет перерыва в движении автотранспорта по причине снежных заносов. Причем перерывы в движении в некоторые годы доходили до 15–20 дней, и автотранспорт вынужден был двигаться в объезд, увеличивая время пребывания в пути, а также расход горюче-смазочных материалов, и соответственно увеличивая стоимость доставки грузов. Следует отметить, что дорога на границе областей заносилась на территории как Саратовской, так и Волгоградской области.

Однако после того, как в пределах Саратовской области были проведены специальные земляные работы для защиты автодороги от снежных заносов, автодорогу в пределах Саратовской области перестало заносить. В пределах же Волгоградской области такие работы не проводились, и заносы автодороги продолжают.

При проектировании мероприятий по защите автодороги от снежных заносов был использован патент на полезную модель № 65900 «Устройство для защиты дорог от снежных заносов».

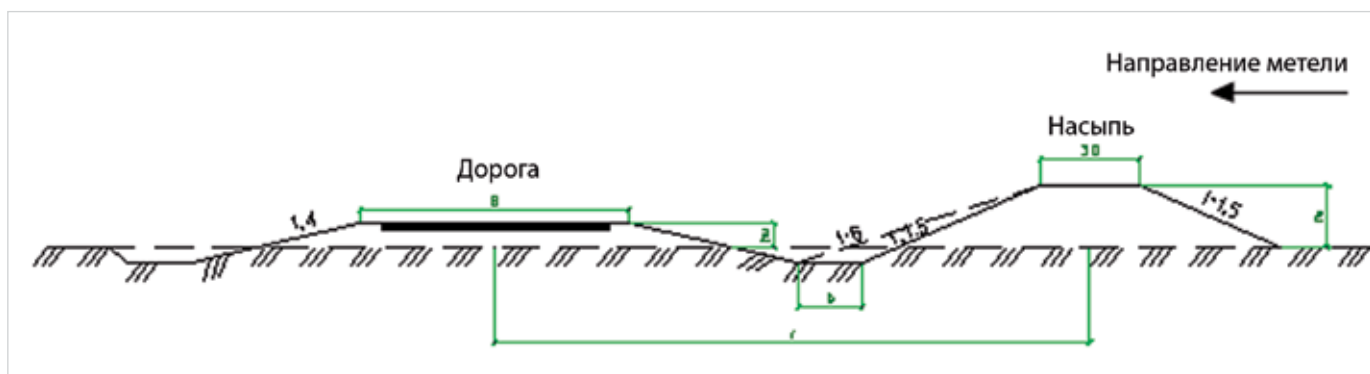


Схема поперечного профиля автодороги с устройством снегозадерживающей насыпи из грунта

С использованием этого патента были разработаны поперечные профили земляного полотна с устройством грунтовой насыпи, расположенной параллельно существующей автодороге. Насыпь работает как снегозадерживающая непроницаемая преграда, значительно уменьшая насыщенность метелевого потока без снижения полевой скорости ветра над дорогой, что полностью исключает метелевые отложения снега на проезжей части существующей автодороги (см. схему). Таким образом, установлено, что выемки определенного профиля не заносятся снегом. В предлагаемом решении путем отсыпки насыпи (вала) за пределами дороги как бы устроена часть этой выемки с наветренной стороны.

Высотное и плановое положение снегозадерживающей насыпи определяется по схеме плоской турбулентной струи ветрового потока между бровкой снегозадерживающей насыпи и подошвой насыпи существующей дороги. Параметры поперечного профиля снегозадерживающей насыпи h , b ,

l , b зависят от рельефа местности, направления ветра, высоты снежного покрова 5% вероятности, объема снегопереноса, объема и дальности отлета сдвигаемых с существующей дороги снежных отложений, выпавших в безветрие или в мокром виде, а также от категории дороги, ее продольного профиля, конструкции дорожной одежды.

В конструкции поперечного профиля существующей дороги при проектировании, строительстве, ремонте или реконструкции в обязательном порядке необходимо принимать заложение откосов дороги 1:4. Это позволяет, наряду с решением проблемы по защите дороги от снежных заносов, решить и ряд других задач, например повышение безопасности движения автотранспорта, поскольку при аварийном сходе транспорта с дороги вероятность его опрокидывания значительно уменьшается из-за пологих откосов насыпи земляного полотна дороги. (Добавим, что в этом лично убедился один из авторов статьи, свернув ночью в автомобиле с этой дороги, чтобы не

допустить столкновения со встречным автомобилем, выехавшим на встречную полосу движения).

Итак, пологие откосы уменьшают вероятность размыва земляного полотна, позволяют максимально механизировать и сделать безопасной работу по содержанию дороги (окос и планировку откосов насыпи, уборку мусора и прочее). Применение поперечного профиля с устройством снегозадерживающей насыпи дает возможность максимально уменьшить стоимость работ по защите снегозаносимых участков дороги с низкими насыпями.

Отпадает необходимость выполнения дорогостоящих работ по изменению продольного профиля дороги. Устройство описанного поперечного профиля позволяет также свести к минимуму затраты на борьбу со снежными заносами в процессе эксплуатации дорог, обеспечить безопасные и комфортные условия движения автотранспорта по дороге в зимнее время.

На фото 1, 2, 3, 4 показан вид снегозадерживающей насыпи на



Фото 1. Дорога Волгоград - Саратов летом. Слева виден снегозащитный вал



Фото 2. Дорога Волгоград - Саратов. Вид со снегозащитного вала



Фото 3. Дорога Волгоград – Саратов зимой. Справа виден снегозащитный вал



Фото 4. Дорога Волгоград – Саратов зимой на границе Саратовской области. Круглый знак установлен на снегозащитном валу

участке между городами Саратов и Камышин вблизи границы с Волгоградской областью, где до устройства насыпи снежные заносы были обычным делом.

Подтверждением высокой эффективности описанного решения может служить письмо Н.В. Темита, директора филиала Федерального управления автомобильных дорог «Большая Волга»: «С большим удовлетворением сообщаем, что примененное на автодороге 1Р-228 Сызрань – Саратов – Волгоград в пределах Красноармейского района Саратовской области «Устройство для защиты дорог от снежных заносов (патент на полезную модель № 65900)» показало себя исключительно с положительной стороны. На протяжении всех 20 километров (км 425,78 – км 405,7), где было применено «Устройство для защиты дорог от снежных заносов», за многолетний период эксплуатации не было ни одного случая перерыва движения по причине снежных заносов. До этого перерывы в движении по причине снежных заносов были ежегодными. «Устройство» имеет несомненные преимущества и перед снегозащитными лесными насаждениями, поскольку начинает работать немедленно, в отличие от деревьев, которые начинают

исполнять подобные функции лишь через 3-5 лет после посадки. Кроме того, устройство для защиты дорог от снежных заносов не требует никаких затрат на его содержание в процессе эксплуатации дороги».

В ФДА еще в 2012 году (10 лет тому назад!) было направлено следующее письмо: «На федеральной трассе автомобильной дороги Сызрань – Саратов – Волгоград между Саратовом и Волгоградом в зимний период по причине снежных заносов каждый год наблюдаются перерывы в движении, продолжительность которых, в зависимости от погодных условий, длится от нескольких часов до нескольких суток. Ниже для иллюстрации приведены фотографии положения дел на дороге (до пробивки коридора).

До 1995 года указанная автодорога заносилась снегом в пределах и Волгоградской, и Саратовской областей. Но в 1994–1995 годах на автодороге в пределах Саратовской области были проведены работы по защите существующей автодороги от снежных заносов. После проведения таких работ на автодороге Сызрань – Саратов – Волгоград в Саратовской области не было ни одного случая перерыва движения по причине снежных заносов.

Более чем двадцатилетний опыт Саратовской области показал большую эффективность устройства для защиты существующей дороги от снежных заносов. Поэтому есть уверенность, что при проектировании нового строительства, а также ремонта и реконструкции снегозаносимых участков дорог следует использовать опыт Саратовской области. Претворение в жизнь мероприятий по защите автодорог от снежных заносов позволит не только обеспечить бесперебойное безопасное движение по автодорогам в зимний период, но и снизить затраты на зимнее содержание дорог».

Но несмотря на то, что авторами уже был опубликован ряд статей по данной проблеме [1–4], адресованных отраслевым руководителям, вопросы, связанные со снегозащитой, остаются по-прежнему актуальными.

И.Г. Овчинников,
д-р техн. наук,
профессор, академик РАТ,
О.Н. Распоров,
д-р транспорта, академик РАТ,
И.И. Овчинников,
канд. техн. наук,
доцент, советник РАТ,
К.О. Распоров,
канд. экон. наук,
д-р транспорта, академик РАТ

Литература

1. Распоров О.Н., Удалов В.Н. Параллельная непроницаемая преграда. Проблема защиты существующих автодорог от снежных заносов // Дороги России XXI века. 2007. № 5. С. 103–104.
2. Овчинников И.Г., Распоров О.Н. Устройство для защиты дорог от снежных заносов // Изобретатель. Республика Беларусь. Минск. 2011. № 1 (133). С. 34–36.
3. Распоров О.Н., Овчинников И.Г. Барьер для поэмки: надежно и дешево // Дороги содружества. 2012, № 1. С. 66–67.
4. Овчинников И.Г., Распоров О.Н., Овчинников И.И., Распоров К.О. Почему в России не применяется эффективный способ борьбы со снежными заносами? // Дороги России. 2016, № 6 (96). С. 59–62.



Интеллектуальные
транспортные
системы России



Ассоциация
ЦИФРОВАЯ ЭРА
ТРАНСПОРТА

КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

ИТС РЕГИОНАМ

14-16.04.2022

Россия, г. Пятигорск

Ключевые темы конференции:

- цифровые технологии в дорожной отрасли;
- результаты внедрения и текущее развитие региональных интеллектуальных транспортных систем в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги»;
- комплексное реформирование общественного транспорта;
- применение технологии информационного моделирования в дорожной отрасли на региональном уровне;
- актуальные вопросы функционирования систем весогабаритного контроля на автомобильных дорогах;
- вопросы повышения квалификации специалистов области ИТС;
- лучшие практики внедрения ИТС и цифровых технологий.

16+

При поддержке



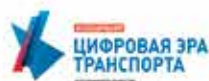
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Минтранс России

При поддержке



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

Организатор



ЦИФРОВАЯ ЭРА
ТРАНСПОРТА

Стратегический
информационный партнер



ИТС России
Конференция интеллектуальных транспортных систем
и цифровых технологий на транспорте

Генеральные информационные партнеры



Транспорт России

ДОРОГИ

Оператор



JCOMM

По вопросам участия
в конференции и выставке:
+7 (495) 766-51-65;
+7 (926) 550-63-71;
info@itsrussiaforum.ru;
info@digitalagetransport.ru;
office@jcomm.ru

ЗАЩИТА СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

I ЧАСТЬ

В рамках программы по комплексному обустройству дорог Государственной компанией «АВТОДОР» до конца 2024 года планируется ввести в эксплуатацию порядка 550 км линий искусственного освещения. Одновременно внедряются автоматизированные системы управления наружным освещением (АСУНО) и контроля состояния светодиодных светильников и линий электроснабжения; соответственно растет насыщенность системы освещения электронным и микропроцессорным оборудованием.

Основными преимуществами светодиодного освещения являются низкое энергопотребление и долговечность, что в совокупности с технологиями интеллектуального управления позволяет сократить затраты на электроэнергию и эксплуатацию системы. Однако экономическая эффективность, с учетом высокой стоимости самих светильников и элементов АСУНО, а также расходов на их монтаж, достигается только при длительной – не менее 10 лет – безаварийной эксплуатации оборудования. Кроме того, надежность функционирования системы дорожного освещения в значительной степени определяет безопасность участников дорожного движения.

Наибольший риск повреждения оборудования системы наружного освещения связан с молниевыми воздействиями и коммутациями высоковольтного оборудования. Возникающие в результате этих явлений импульсные перенапряжения микросекундного диапазона воздействуют на изоляцию проводников (СИП или КЛ) и оконечного оборудования и служат причиной повреждений электронных устройств системы освещения или снижения ресурса оборудования. Наиболее уязвимы к таким воздействиям блоки питания (драйверы) светодиодных светильников и помехочувствительные компоненты АСУНО. В результате импульсных перенапряжений повреждается также дополнительное оборудование, установленное

на опорах освещения: камеры фиксации, информационные табло, солнечные панели, антенны сотовой связи и др.

Поэтому все более актуальной становится задача, связанная с защитой от импульсных перенапряжений дорогостоящего светодиодного оборудования, аппаратуры системы управления и мониторинга, оборудования интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), содержащие нелинейные элементы – разрядники и варисторы, ограничивают перенапряжение на параллельно подключенном оборудовании до безопасного уровня и предотвращают протекание через него тока молнии. УЗИП срабатывает, когда напряжение на его выводах достигает уровня динамического пробоя разрядника или пороговой величины снижения сопротивления варистора. После пропускания импульса тока УЗИП возвращается в исходное непроводящее состояние.

В результате срабатывания УЗИП все рабочие проводники и РЕ-проводник окажутся под одним потенциалом. Приложенная к защищаемому оборудованию разность потенциалов будет отлична от нуля только на ве-

личину падения напряжения на УЗИП, то есть будет равна напряжению защиты УЗИП. Чем меньше уровень защиты УЗИП U_p , тем более глубокое ограничение перенапряжения обеспечивает устройство.

УЗИП для защиты оборудования по цепям питания делится по классам испытаний в соответствии с ГОСТ ИЕС 61643-11 [1]. Класс испытаний характеризует способность УЗИП поглощать энергию импульсов тока молнии, сохраняя работоспособность и не изменяя уровень защиты. Если прямой удар молнии (ПУМ) в элементы электроустановки и протекающие через УЗИП импульсного тока молнии не ожидаются, то достаточно испытаний по классу II. Эти испытания моделируют не прямое воздействие тока молнии формой волны 8/20 мкс, сопровождающего индуктированные перенапряжения. Если УЗИП устанавливается в зоне, где по проводникам системы электроснабжения возможно растекание тока молнии, то необходимы испытания по классу I. Эти испытания моделируют прямое воздействие тока молнии формой волны 10/350 мкс, сопровождающего кондуктивные перенапряжения. Если УЗИП успешно прошло испытания по классу I и имеет при этом достаточно низкий уровень ограничения напряжения, характерный для класса II, то УЗИП присваивается класс I+II.

МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ Индуктированные перенапряжения

В черте высотной городской застройки или лесных массивов, где линия освещения окружена экранирующими объектами, высота которых превышает высоту уста-



Рис. 1. Примеры линий освещения, экранированных другими объектами:
 а) более высокие деревья, б) более высокая вышка сотовой связи

новки светильников, повреждения осветительной сети прямыми ударами молнии случаются крайне редко. Возможны близкие удары, в результате которых на проводниках линии освещения (СИП или КЛ) за счет электромагнитной связи с каналом тока возникает волна индуктированного перенапряжения, распространяющаяся по всем электрически связанным линиям. Уровень перенапряжений может превысить допустимое для оборудования значение (2–4 кВ) даже при ударе молнии на удалении до не-

скольких километров. При пробое изоляции или срабатывании УЗИП величина тока через оборудование определяется наведенным перенапряжением и ограничивается полным сопротивлением участка схемы с контуром тока.

На рис. 1 показаны линии освещения, для которых прямой удар молнии не является расчетным случаем. Первый пример – типичная линия освещения на невысоких опорах, окруженная экранирующими объектами (де-

ревьями). Второй – участок линии освещения на высокомачтовых опорах, имеющий, однако, в близости другой доминантный по высоте объект – вышку сотовой связи, которая и будет, вероятнее всего, молниеотводом на рассматриваемой территории. В обоих случаях можно рассматривать защиту только от индуктированных перенапряжений.

Установка УЗИП с большой вероятностью позволит сохранить работоспособность всей системы



Рис. 2. Примеры линий освещения, подверженных риску ПУМ:
 а) высокомачтовые опоры освещения, Софийская улица; б) опора освещения с телекоммуникационным оборудованием и молниеприемником, Кушелевская дорога; в) опоры освещения с молниеприемником, трасса М-11

освещения. Для защиты от индуктированных перенапряжений применяют УЗИП II класса.

Прямой удар молнии в линию освещения

Если опора освещения оснащена молниеприемником, то удар молнии является расчетным случаем. На открытой местности, в черте малоэтажной застройки – там, где велика вероятность ориентировки канала молнии на опоры освещения или СИП, – прямой удар молнии также принимается в расчет. Наибольшему риску поражения молнией подвергается линия освещения, выполненная на высокомачтовых опорах высотой более 15 м. Примеры линий освещения, подверженных риску ПУМ, показаны на рис. 2.

При пробое изоляции СИП вследствие ПУМ в точке воздействия появляется источник тока бесконечной мощности, волна тока мгновенно распространяется через заземленные элементы схемы. При ПУМ в опору освещения потенциал на заземлителе и РЕ-проводнике за доли микросекунды достигнет уровня напряжения, при котором пробьется изоляция или сработает УЗИП.

Установка УЗИП будет способствовать сохранению работоспособности светильников даже на пораженной молнией опоре. Для защиты оборудования в случаях, когда вероятен прямой удар молнии, применяют УЗИП I или I+II класса.

Перенапряжения на шинах 0,4 кВ питающей подстанции и ШНО

На шинах 0,4 кВ питающей трансформаторной подстанции (ТП) 6-10/0,4 кВ перенапряжение может появиться в результате:

- ПУМ в отходящую линию освещения,

Табл. 1. Требования к показателям надежности светодиодных светильников

Показатель	Значение, не менее	В пересчете на число грозосезонов
Срок службы	12 лет	12
Гарантийный срок	72 месяца	6

- ПУМ в ТП,
- ПУМ в высоковольтную ВЛ за счет перехода перенапряжения через трансформаторные обмотки,
- близкого удара молнии в землю.

На шины ТП необходима установка УЗИП I или I+II класса, если присутствует хотя бы один из факторов: ТП расположена на открытой местности, высоковольтная сеть выполнена воздушной линией и не экранирована более высокими объектами, осветительная сеть выполнена СИП и также не окружена более высокими объектами. Во всех других случаях для защиты от индуктированных перенапряжений применяется УЗИП II класса.

Оборудование шкафа управления наружным освещением (ШНО), как правило, находится в зоне защиты УЗИП, установленного на шинах ТП. Однако защита аппаратуры ШНО не будет обеспечена, если перенапряжение со стороны линии освещения возникнет в тот момент, когда ШНО штатно отключен от ТП (например, гроза прошла днем, когда освещение выключено). Поэтому необходима установка УЗИП в ШНО со стороны линии освещения.

ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ СВЕТИЛЬНИКОВ

В соответствии с [2, 3] параметры безотказности и долговечности светодиодных светильников должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.

Светильники должны функционировать без повреждений минимум 12 грозосезонов, чтобы срок

службы, закладываемый в расчеты технико-экономической эффективности проектов освещения, учитывался достоверно. Кроме того, производители светильников должны гарантировать замену изделия в течение шести грозосезонов. По этой причине ряд производителей требуют защиту питающей сети от грозовых и коммутационных перенапряжений с помощью УЗИП. Зачастую выполнение этого требования является условием исполнения гарантийных обязательств. Также в паспортах на уличные светильники указывается на необходимость соответствия сети питания ГОСТ 32144 [4], который регламентирует качество электроэнергии и рассматривает в том числе импульсные напряжения и их уровень.

Н.Б. Кутузова, эксперт направления низковольтных защитных устройств АО «НПО «Стример»



191024, Санкт-Петербург
Невский пр., д. 147, пом. 17Н
тел. +7 (812) 327-08-08
info@streamer.ru
www.streamer.ru

Продолжение – в следующем номере, где будут освещены требования к импульсной стойкости светильников, рассмотрены фактические уровни перенапряжений, особенности выбора и применения УЗИП.

Список литературы:

1. ГОСТ ИЕС 61643-11-2013. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний.
2. СТО Автодор 2.34-2017. Технические требования к светодиодным светильникам.
3. ОДМ 218.5.010-2018. Отраслевой дорожный методический документ. Типовые проектные решения по искусственному освещению автомобильных дорог общего пользования.
4. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

13-15 АПРЕЛЯ 2022

ТРАНСПОРТ И ДОРОГИ СИБИРИ. СПЕЦТЕХНИКА

Специализированная выставка транспорта, дорожного строительства, дорожно-транспортной техники, оборудования, материалов и услуг.

Байкальская, 253А
+7 (3952) 35-31-39
sibexpo.ru

12+

SIBEXPO
CENTRE



Генеральный
информационный
партнёр

Preüger

МЕТОДЫ GLOSA ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОСТАНОВОЧНОГО ПРОЕЗДА ПЕРЕКРЕСТКОВ

Автомобильные выхлопы по всему миру являются одной из основных причин загрязнения окружающей среды. В этой статье проводится обзор и сравнительный анализ существующих в мире методик Green Light Optimal Speed Advisory, которые должны помочь справиться с проблемой большого объема автомобильных выхлопов и заменить привычный всем механизм движения Stop & Go. Статья будет интересна разработчикам беспилотного транспорта, а также специалистам по организации и управлению дорожным движением.

За последние десятилетия проблема загрязнения окружающей среды стала актуальной как никогда. Еще в 1991 году ассоциация Greenpeace опубликовала книгу, посвященную влиянию автотранспорта на окружающую среду [1]. Ежегодно собирается неутешительная статистика. Так, исследователи из университета Торонто показали [2], что 25% машин из исследуемого автопарка оказались причиной 90% загрязнения. Само собой разумеется, что все автомобили двигались по дорогам с периодическими остановками. Такой механизм движения называется Stop & Go (англ. «остановка и движение»). Неавтоматизированный транспорт перемещается по дорогам именно так: разгон после включения разрешающего сигнала светофора и торможение с последующей остановкой на одном из следующих светофорных объектов.

Цель светофорного регулирования заключается в управлении конкурирующими потоками трафика, и обычно в дорожных контроллерах заранее программируется расписание проезда транспорта [3]. В местах с непредсказуемыми или быстро меняющимися потоками движения контролировать трафик можно с помощью адаптивного светофорного регулирования [4]. В нескольких работах был рассмотрен вопрос оптимизации перехода для того или иного алгоритма работы светофорного объекта для улучшения потока движения [5]. Однако зададимся другим вопросом: с какой скоростью должно двигаться транспортное средство,

чтобы прибыть к зеленому сигналу светофора? Малая скорость передвижения всегда лучше полной остановки, ведь для разгона автомобиля, в сравнении с движением при 8 км/ч, расходуется на 20% больше топлива [6]. Схематично эта зависимость представлена на рис. 1.

Эта проблема легко решается с помощью методики Green Light Optimal Speed Advisory (GLOSA). Основной ее целью является использование точной информации о времени прохождения светофорного объекта для того, чтобы задать транспорту, с водителем или без, оптимальную скорость [7]. Методика GLOSA, уже давно

предложенная научным сообществом, использовалась в малом количестве – как предупреждающие придорожные знаки [8]. Однако из-за значительных затрат на обслуживание распространения она так и не получила.

Тем не менее при помощи новых технологий, в частности технологии V2X-взаимодействия, эти затраты можно сильно сократить [9]. V2X-взаимодействие включает в себя коммуникацию и передачу информации между автомобилями, между автомобилем и дорожной инфраструктурой, а также между автомобилем и контроллером светофорного объекта [10]. Таким образом, с приходом V2X-взаимодействия появилась возможность использовать методику GLOSA для контроля движения автомобилей.

Далее в этой статье будет представлен обзор методики GLOSA и показаны уже разработанные в мире имплементации, сравни-

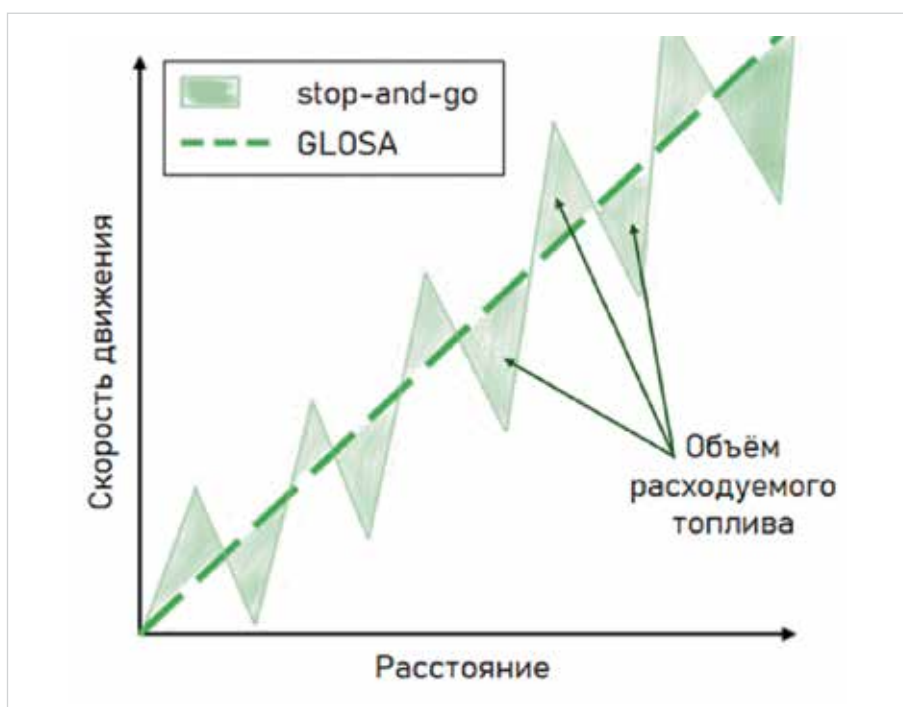


Рис. 1. Зависимость расхода топлива от скорости движения при разных методиках

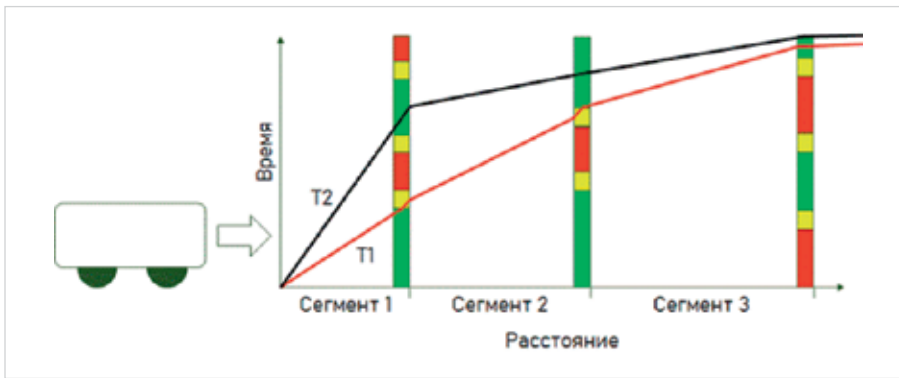


Рис. 2. Траектории пути для односегментной (T1) и многосегментной (T2) методик GLOSA

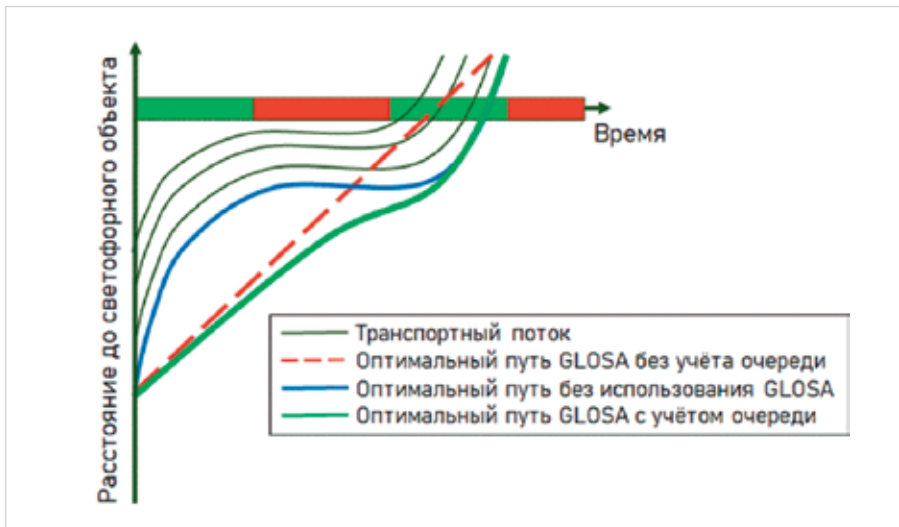


Рис. 3. Возможные пути проезда автомобиля через светофорный объект с учетом возможной очереди из автомобилей

тельный анализ которых представлен в таблице.

Обзор

На самом базовом уровне методика GLOSA состоит из доведения до

транспортного средства информации о текущем состоянии светофорного объекта, оставшейся длине пути до него и расстоянии до ближайшего автомобиля [11]. В большинстве современных ис-

следований предполагается, что информация передается с использованием таких технологий, как V2X-взаимодействие. Подключенное к общей сети транспортное средство способно принять эту информацию и рассчитать желательную скорость с учетом текущего маршрута (полученного от навигатора) и наличия и скорости других транспортных средств.

Механизмы работы методики GLOSA принято делить на одно- и многосегментные. При односегментном подходе расчет скорости производится для «первого» сегмента перед светофорным объектом, а при многосегментном – транспортное средство вычисляет набор скоростей, по одной на каждый сегмент, перед входом в «первый». Схематично эти подходы отражены на рис. 2. Авторы статьи [12] сравнили пять разных подходов GLOSA и показали, что при свободном дорожном потоке мультисегментный подход лучше односегментного.

В другой работе, за авторством Сузуки и Марумо, представлен метод деления дороги на сегменты, идентифицируемые индикаторами GO и NOGO (англ. «ехать» и «не ехать») [13]. Оба индикатора являются расстояниями, которые рассчитывает транспортное средство исходя из данных, получен-

Сравнительный анализ методик GLOSA

Методика GLOSA	Плюсы	Минусы
Односегментная См. [12]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Эффективна при малонагруженном транспортном потоке ■ Вычисления производятся для каждого светофорного объекта по мере продвижения 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Неэффективна при нагруженном транспортном потоке ■ Большое количество вычислений ■ Медленная адаптация под ситуацию
Многосегментная См. [12]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Эффективна при нагруженном транспортном потоке ■ Быстрая адаптация под ситуацию ■ Вычисления производятся для всего пути сразу 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Большое количество вычислений ■ Сложность в передаче больших объемов информации между автомобилем и дорожными объектами
Индикаторы GO NOGO См. [13]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Удобный интерфейс для водителя ■ Малое количество вычислений 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Нет адаптации методики для беспилотного транспорта ■ Неэффективна при нагруженном транспортном потоке
Система с интегрированием программного обеспечения VISSIM и MOVES См. [14]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Уменьшение вреда окружающей среде на 90% ■ Быстрая адаптация при сложных дорожных ситуациях ■ Возможность интегрировать систему в электромобили 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Большое количество вычислений ■ Сложность в передаче больших объемов информации между автомобилем и дорожными объектами
Методика с учетом очереди из автомобилей См. [16]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Учет возникающих очередей из автомобилей ■ Контролируемая иерархическая система автомобилей ■ Снижение расхода электроэнергии 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Реализована только на электромобилях ■ Малоэффективна при нагруженном транспортном потоке

ных с предстоящего светофорного объекта. Таким образом, въезжая в зону GO, водителю достаточно поддерживать постоянную скорость, а въезжая в зону NOGO – замедлиться до момента входа в зону GO. Индикаторы подсвечиваются зелеными и красными прямоугольниками на внутреннем интерфейсе автомобиля. Существенных различий во времени пути при использовании методики GLOSA и без нее учеными выявлено не было.

Другая исследовательская группа уже в 2020 году [14] разработала отдельную систему с использованием методики GLOSA на основе программного обеспечения моделирования дорог (VISSIM [15]) и расчета выхлопа автомобиля (MOVES [14]). Было показано, что использование такой системы сильно уменьшает вред окружающей среде из-за снижения выброса таких газов, как CO₂, а также сокращает время и количество остановок транспорта практически на 90%. Авторами также был поднят вопрос об интегрировании системы в электромобили для уменьшения потребления электричества.

Последний вопрос был изучен Чжаном, а также другими специ-

алистами [16], с учетом возможности возникновения очереди из автомобилей (рис. 3) и влияния человеческого фактора. На основе контролируемого транспортно-го потока исследователями была построена эффективная модель для использования GLOSA, предложена иерархическая схема контроля транспортных средств, а полученные при помощи моделирования данные проверены на практике. Эксперименты показали, что с использованием системы GLOSA расход энергии электромобилем снижается, однако ученые сами подтверждают, что их система еще далека от идеала и работает только при контролируемых условиях.

Пусть сначала методики GLOSA и было сложно реализовать на практике из-за необходимости обработки больших объемов информации, технологии V2X-взаимодействия помогли решить эту проблему и превратить старую идею в актуальные исследования. Учитывая перечисленные методы, можно с уверенностью заключить, что неактуальная раньше из-за больших затрат на обслуживание методика GLOSA изучается научным сообществом особенно пристально.

Сравнительный анализ

В настоящем разделе представлена таблица с описанием плюсов и минусов каждого рассмотренного в статье метода.

Заключение

Актуальность методики GLOSA растет с каждым днем благодаря развитию беспроводной связи и технологий V2X-взаимодействия, что подтверждается количеством соответствующих исследований. Наш авторский коллектив считает, что российскому научному сообществу необходимо рассмотреть возможность внедрения методик GLOSA в современные решения класса «Интеллектуальная транспортная система» для городских агломераций и регионов, в особенности в состав функциональности сервисных V2X-платформ.

А.Д. Жарков,

заместитель генерального
директора по ИТС,
ООО «ВойсЛинк»

Р.В. Душкин,

главный архитектор ИТС,
ООО «ВойсЛинк»

В.А. Лелекова,

аналитик,
Агентство Искусственного
Интеллекта

Список источников

1. The Environmental Impact of the Car, Greenpeace International, 1991. ISBN 871532-361.
2. Wang J. M., Jeong C.-H., Zimmermann N., Healy R. M., Wang D. K., Ke F., Evans G. J. Plume-based analysis of vehicle fleet air pollutant emissions and the contribution from high emitters. *Atmos. Meas. Tech.*, 8. Pp. 3263-3275. 2015.
3. Adaptive Signal Control, FHWA, U.S. Department of Transportation. URL: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/technology/adsc/>, Дата обращения: 20.04.2021.
4. Koonce P. Traffic signal timing manual. U.S. Department of Transportation, Tech. Rep. FHWA-HOP-08-024. 2008.
5. Jesper L., Jorgensen R. M. Green wave traffic optimization – a survey. Tech. Rep. IMM-Technical Report-2008-01. 2008.
6. North Carolina Department of Transportation. URL: <http://www.ncdot.gov/travel/drivegreen/>. Дата обращения: 22.04.2021.
7. Stevanovic A., Stevanovic J., Kergaye C. Impact of signal phasing information accuracy on green light optimized speed advisory systems. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, 2013.
8. Koukoumidis E., Peh L., Martonosi M. R. SignalGuru: leveraging mobile phones for collaborative traffic signal schedule advisory. Proc. 9th international conference on mobile systems, applications, and services (MobiSys), Bethesda. Pp. 127-140. 2011.
9. Kloeppe M., Grimm J., Strobl S., Auerswald R. Performance Evaluation of GLOSA-Algorithms Under Realistic Traffic Conditions Using C2I-Communication. Data Analytics: Paving the Way to Sustainable Urban Mobility. Pp. 44-52. 2019.
10. Душкин Р. В., Андронов М. Г. Многоагентная транспортная система и V2X-взаимодействие как важный шаг перехода к беспилотному автомобильному транспорту // Транспортное планирование и моделирование: Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, 16-17 апреля 2020 г. СПб.: «Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2020. С. 54-65.
11. Seredynski M., Dorrnsoro B., Khadraoui D. Comparison of green light optimal speed advisory approaches. Proc. of the 16th Int. IEEE Annual Conf. on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013). Pp. 2187-2192. 2013.
12. Suzuki H., Marumo Y. Safety evaluation of green light optimal speed advisory (GLOSA) system in real-world signalized intersection. *J. Robot. Mechatronics*, 32(3). Pp. 598-604. 2020.
13. Klöppel-Gersdorf M., Grimm J. Evaluating Suitable Glosa-Algorithms by Simulation Considering Realistic Traffic Conditions and V2X-Communication. *Transport and Telecommunication*, 21(4). Pp. 303-310. 2020.
14. Karabag H. H., Ulak B., Mjogolo F. J., Kidando E. E., Sando T., Moses R. Estimating the impact of Green Light Optimized Speed Advisory (GLOSA) on exhaust emissions through the integration of VISSIM and MOVES. *Advances in Transportation Studies* 52. Pp. 5-22, 2020.
15. Planung Transport Verkehr AG (2010). VISSIM 5.30 User Manual. Karlsruhe, Germany: PTV.
16. Zhang Z., Zou Y., Zhang X., Zhang T. Green Light Optimal Speed Advisory System Designed for Electric Vehicles Considering Queuing Effect and Driver's Speed Tracking Error. *IEEE Access* 8. Pp. 208796-208808, 2020.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРАВИЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Продолжение. Начало в № 108

Уточнение исходной сейсмичности

Сейсмическая опасность на картах ОСР-2015 регламентирована целыми баллами шкалы MSK-64. В результате при использовании карт без их уточнения сооружения двух, а иногда и трех различных классов сейсмостойкости проектируются с учетом землетрясений одинаковой силы, то есть без повышения сейсмической нагрузки для сооружений первого класса и без снижения нагрузки для сооружений третьего класса относительно объектов второго класса сейсмостойкости. Это не позволяет обеспечить уровень надежности сооружений, соответствующий их классу.

Для иллюстрации такого положения рассмотрим территорию Краснодарского края. Список населенных пунктов края, расположенных в районах сейсмичностью 6 и более баллов, включает 75 наименований. Из них только для шести пунктов (8% от их общего числа) указана различная сейсмичность на картах ОСР-2015-А, ОСР-2015-В и ОСР-2015-С. В остальных 69 пунктах (92%) сооружения двух (в отдельных пунктах сооружения трех) классов проектируют, исходя из одинаковой сейсмичности района. В частности, одинаковая сейсмичность 9 баллов показана на картах ОСР-2015-В и ОСР-2015-С для Новороссийска, Сочи, Тамани и Туапсе.

В связи с изысканиями, проектированием и строительством многих объектов транспортного назначения выполнены сейсмологические исследования и определена

в дробных баллах исходная сейсмичность многих пунктов (около 100) на территории Северного Кавказа, Крыма, Сибири и Дальнего Востока. Частично результаты этих исследований представлены в табл. 1, позволяющей оценить

погрешность определения сейсмической опасности по карте ОСР-2015-В.

Из сопоставления исходной сейсмичности, указанной на картах ОСР-2015, с данными детальных

Табл. 1. Уточнение исходной сейсмичности, указанной на карте ОСР-2015-В

Название региона	Название пункта	Сила землетрясения, баллы		Уточненная сейсмичность, баллы
		По карте ОСР-2015-В	По данным УИС	
Северный Кавказ	Адлер	9,0	8,5	-0,5
	Туапсе	9,0	8,1	-0,9
	Новороссийск	9,0	8,6	-0,4
	Горячий Ключ	8,0	8,5	+0,5
	Владикавказ	9,0	8,7	-0,3
	Рокский перевал	9,0	9,1	+0,1
Восточная Сибирь	Улан-Удэ	8,0	8,3	+0,3
	Новоселенгинск	8,0	8,0	0
	Кяхта	8,0	8,0	0
	Иркутск	9,0	8,2	-0,8
	Ангарск	8,0	7,7	-0,3
	Джида	8,0	7,9	-0,1
	Чара	9,0	9,3	+0,3
	Чина	9,0	9,3	+0,3
	Средний Калар	9,0	8,4	-0,6
Дальний Восток	Погиби	9,0	8,5	-0,5
	Вал	9,0	10,0	+1,0
	Западно-Сахалинские горы	9,0	9,6	+0,6
	Лазарев	9,0	8,5	-0,5
	Богородское	8,0	7,7	-0,3

сейсмологических исследований следует, что погрешность номиналов уровня опасности на картах может быть как положительной, так и отрицательной величиной, а ее модуль в среднем составляет 0,5 балла. Для отдельных пунктов разность исходной и уточненной сейсмичности, обусловленная округлением сейсмической опасности до целых баллов и новыми сейсмологическими материалами, приближается к одному баллу, что соответствует завышению или занижению сейсмической нагрузки на объект в два раза.

При уточнении исходной сейсмичности дорожных сооружений используется уравнение сейсмического риска

$$I = c + d \lg R, \quad (1)$$

где I – уровень опасности в дробных баллах;
 R – допустимый сейсмический риск для проектируемого объекта;
 c и d – эмпирические коэффициенты сейсмического риска, определяемые по сведениям о средних интервалах времени между землетрясениями разной силы в данном пункте.

По сейсмологическим данным, уравнение сейсмического риска для г. Туапсе имеет вид $I = 6,17 - 1,49 \lg R$. По этому уравнению сила толчков, соответствующих значениям риска от 1 до 10%, равна: $I_{10\%} = 7,7$ балла; $I_{5\%} = 8,1$ балла; $I_{2,5\%} = 8,6$ балла; $I_{1\%} = 9,1$ балла.

При проектировании сооружений первого класса сейсмостойкости величина допустимого риска R уточняется по данным детерминированной оценки сейсмической опасности в пункте строительства [10].

Для выполнения детерминированных оценок составляется карта активных разломов, расположенных в радиусе до 100–150 км от объекта. С учетом удаленности и простирающихся разломов выполняют расчет по уравнению макросейсмического поля силы землетрясения для

средних по сейсмическим свойствам грунтов и ровных площадок на участке строительства.

Для картирования и описания характеристик сейсмогенерирующих разломов (тип разрывов, максимальная магнитуда вызываемых ими землетрясений и др.) проводится анализ фондовых и опубликованных источников сведений об исторических и современных землетрясениях совместно с материалами полевых геологических работ, сейсмозаписки, эманационной и газовой съемки, результатами дешифрирования аэро- и космических снимков, аэровизуальных наблюдений, данными датировки сейсмодислокаций радиоуглеродным методом. Возможность выхода тектонического разрыва на земную поверхность и величины амплитуды землетрясения при известных характеристиках дислокации находят по формулам СП 270.1925.806.2016 [11].

Аналитическая зависимость (1) содержит в компактной форме весь объем сейсмологической информации, представленной на картах ОСР-2015 и уточняющих их специальных геологических, палеосейсмологических, сейсмоархеологических, исторических и других исследований.

В отличие от приложения А к СП 14.13330.2018, уравнение сейсмического риска позволяет оценивать сейсмическую опасность в пункте строительства без погрешностей, вызываемых округлением силы землетрясения до целых баллов. Кроме того, зависимость (1) позволяет определять силу землетрясения для любых значений сейсмического риска в интервале от 1% до 10%, а не только для трех принятых на картах ОСР-2015 значений 1%, 5% и 10%.

Аналитическая зависимость (1) перспективна для улучшения программного обеспечения проектирования различных объектов в сейсмических районах, поскольку сейсмическая опасность в этом

случае задается при нормированных значениях эмпирических коэффициентов c и d в этой зависимости только одним параметром – допустимым сейсмическим риском R , назначение которого частично продолжает оставаться в сфере деятельности заказчика и проектировщика объекта.

Использование метода сейсмического риска при оценке сейсмической опасности на всей территории России возможно при определении эмпирических коэффициентов зависимости (1) для пунктов, указанных в приложении А к СП 14.13330.2018, а также при нормировании параметров колебаний грунта в дробных баллах (с точностью до децибалла) сейсмической интенсивности.

Параметры колебаний грунта, соответствующие дробным баллам сейсмического воздействия

Процедуры уточнения сейсмической опасности за счет всех факторов, влияющих на колебания грунта, включая местные инженерно-геологические и геоморфологические условия, приводят к поправкам к исходной сейсмичности участка строительства в долях балла. В результате расчетная сейсмичность выражается, как правило, в дробных баллах с округлением до одной десятой балла (до одного децибалла).

В СП 14.13330.2018, пункт 5.5, сейсмическая нагрузка от масс здания (сооружения) регламентирована только для целых значений 7, 8 и 9 баллов. При этом учитывается только ускорение колебаний грунта, что недостаточно для проектирования транспортных сооружений. Например, при назначении ширины деформационных швов в мостах требуется учитывать амплитуду перемещений грунта при землетрясениях, при расчете жидкостных демпферов – скорость колебаний грунта.

В ГОСТ Р 57546-2017 «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности» [7] включено

справочное приложение Б, содержащее таблицу средних значений пиковых ускорений, скоростей и перемещений грунта при землетрясениях с шагом 0,5 балла и формулы для определения этих параметров с шагом 0,1 балла.

По инструментальной части шкалы ГОСТ Р 57546-2017 ускорения, скорости и перемещения возрастают с увеличением балльности как геометрические прогрессии со знаменателем соответственно 2,5, 2,9 и 3,5, что приводит к повышению параметров колебаний грунта по сравнению с другими отечественными и зарубежными сейсмическими шкалами. Например, для 9-балльных событий параметры колебаний грунта по ГОСТ Р 57546-2017 в несколько раз превышают соответствующие параметры по шкалам семейства Меркалли (для ускорений – примерно в 2 раза, скоростей – в 3 раза, перемещений – более чем в 4 раза).

В результате использования при проектировании параметров колебаний грунта по ГОСТ Р 57546-2017 в качестве обязательных нагрузки от масс сооружений увеличатся почти вдвое в районах сейсмичностью 9 баллов, что переводит объекты, построенные по совре-

менным нормам, в категорию несейсмостойких с необходимостью их антисейсмического усиления.

Увеличение сейсмической нагрузки с одновременным повышением амплитуд перемещений и скоростей колебаний грунта приведет к соответствующему (в разы) повышению расхода материалов и стоимости антисейсмических мероприятий, в том числе за счет выполнения требований безопасности движения поездов (особенно на скоростных магистралях) в районах сейсмичностью 9 баллов.

Для исключения расхода излишних ресурсов на антисейсмические мероприятия при строительстве транспортных сооружений в СП 269.1325800.2016 приводятся параметры горизонтальных колебаний грунта (перемещение, скорость, ускорение) для дробных значений балльности землетрясения. Таблицы параметров колебаний грунта составлены на основании статистической обработки сведений о землетрясениях, происшедших в России, США, Мексике, Японии, Иране, на Тайване, в Алжире, в республиках Закавказья и Средней Азии. Граничные и средние интервальные значе-

ния кинематических параметров показаны в числителях и в знаменателях характеристик шкалы сейсмической интенсивности (табл. 2).

Выводы и предложения

1. Правила выбора используемой при проектировании карты сейсмической опасности из комплекта карт ОСР-2015, регламентированные таблицей 4.2 СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах», приводят к недооценке сейсмической опасности при проектировании объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, относящихся к категории особо опасных и технически сложных. Напротив, объекты инфраструктуры воздушного транспорта в той же категории проектируются с переоценкой опасности землетрясений.

Предлагается разработать государственный стандарт, устанавливающий единые правила назначения допустимого сейсмического риска и выбора используемой при проектировании карты сейсмического районирования для зданий и сооружений железнодорожного, автодорожного, городского, внеуличного (метрополитены), воздушного, морского и речного транспорта. При разработке стандарта должны учитываться Федеральные законы и подзаконные акты [1-5,12].

2. Для оценки сейсмической опасности по методу сейсмического риска необходимо разработать таблицу коэффициентов сейсмического риска для приведенного в приложении А СП 14.13330.2018 перечня населенных пунктов на территории Российской Федерации с привлечением специалистов ИФЗ РАН и региональных сейсмологических организаций. Имея в виду радикальный характер предлагаемых изменений оценок сейсмической опасности, целесообразно в опытный порядок разработать на первом этапе таблицу коэффициентов сейсмического риска для наиболее крупных населенных пунктов трех регионов

Табл. 2. Шкала сейсмической интенсивности

Интенсивность сейсмических колебаний, баллы	Перемещения, см	Скорость, см/с	Ускорение, см/с ²
7	$\frac{2,8 - 5,7}{4,0}$	$\frac{5,7 - 11,3}{8,0}$	$\frac{70,7 - 141}{100}$
8	$\frac{5,7 - 11,3}{8,0}$	$\frac{11,3 - 22,6}{16,0}$	$\frac{141 - 283}{200}$
9	$\frac{11,3 - 22,6}{16,0}$	$\frac{22,6 - 45,2}{32,0}$	$\frac{283 - 566}{400}$
10	$\frac{22,6 - 45,2}{32,0}$	$\frac{45,2 - 90,5}{64}$	$\frac{566 - 1131}{800}$

(например, для Крыма, одной из республик Северного Кавказа, Иркутской области).

3. Регламентированные в СП 268.1325800.2016 для проектирования рядовых и внеклассных сооружений дорожного профиля параметры колебаний грунта, соответствующие дробным значе-

ниям баллов шкалы сейсмической интенсивности, предлагается распространить на транспортные здания и сооружения инфраструктуры воздушного транспорта и морских портов (кроме гидротехнических сооружений). Табулированные значения перемещений скоростей и ускорений колебаний грунта могут

быть включены в предлагаемый для разработки государственный стандарт «Управление сейсмическими рисками при проектировании объектов транспортной инфраструктуры».

Г.С. Шестоперов,
д-р геол.-мин.наук,
профессор

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации». Редакция от 30 декабря 2021 г. Действует с 01 января 2022 г.
2. Федеральный закон от 03.08.2018 № 312-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части уточнения объектов инфраструктуры воздушного и железнодорожного транспорта, объектов инфраструктуры морских портов, относящихся к особо опасным, технически сложным объектам».
3. Федеральный закон от 08.11.2007 №261-ФЗ «О морских портах в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Федеральный закон «О внеуличном транспорте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. Федеральный закон от 30.12.2009. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения». За принятие стандарта проголосовали Азербайджан, Армения, Казахстан, Киргизия и Россия.
7. ГОСТ Р 57546-2017 «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности».
8. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах.
9. СП 268.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования.
10. СП 269.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила уточнения исходной сейсмичности и сейсмического микрорайонирования.
11. СП 270.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила оценки повреждения дорог при землетрясениях в отдаленных и труднодоступных районах.
12. Минтранс РФ. Приказ от 07.11.2017 № 475 «Об утверждении перечня объектов инфраструктуры морского порта».

Уважаемые господа!

Предлагаем оформить подписку на журнал «Дорожная держава».
Стоимость годовой подписки (7 номеров) – 6 300 рублей
Стоимость подписки на полгода (4 номера) – 3 600 рублей

**Подписаться на журнал
можно с любого номера, позвонив по тел.:**

(812) 320-04-08 или (812) 320-04-09



В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

На примере дорог, имеющих на территориях с экстремальными природными условиями, прослеживается история создания и эксплуатации транспортных объектов; детально освещается специфика криолитозоны – особой природной геосистемы с мерзлой литогенной основой. В статье анализируются проблемы, возникающие на различных стадиях реализации автодорожного строительства в экстремальных условиях.

Мировая тенденция развития производительных сил все более отчетливо ориентируется на северные территории, самый богатый фонд свободных земель. Эти весьма слабо изученные пространства скрывают в своих недрах уникальные месторождения ценнейших полезных ископаемых.

Промышленное освоение северных регионов – одна из крупнейших народнохозяйственных проблем. Не только за Полярным кругом, но и на всей громадной территории от Урала на западе до побережья Чукотки на востоке человек, осваивая новые районы, неизбежно сталкивается со своеобразием природных комплексов, вызванным наличием мерзлой литогенной основы, широким распространением подземных льдов.

Развитие новых территорий немислимо без формирования сети автомобильных дорог. Высокий уровень промышленно-энергетического потенциала нашей страны позволяет перейти к интенсивному освоению богатейших природных ископаемых, разведанных в районах в Западной и Восточной Сибири, Якутии, Забайкалье и так далее.

Решениями руководства страны в северных регионах предусмотрено расширить строительство и реконструкцию автомобильных дорог. Однако эта деятельность связана с преодолением специфических особенностей природно-климатического характера, к которым относятся многолетнемерзлые породы (ММП), неблагоприятные условия пылеватых грунтов в дея-

тельном (сезонно-оттаивающем) слое и избыточное увлажнение поверхностных геосистем.

Как показывает многолетний опыт строительства автомобильных дорог в северных регионах РФ, США и Канады, отмеченные факторы обусловили специфические подходы к назначению дорожных конструкций, земляное полотно которых проектируют и строят преимущественно в насыпях из несцементированных обломочных грунтов (выемки составляют менее 2–3%).

При этом отечественная и зарубежная практика дает много примеров деформаций и разрушений на автомобильных дорогах в районах развития ММП, что свидетельствует о недостаточной изученности и неполноте исследований вопросов создания в этих условиях прочной и устойчивой земляной дорожной одежды. Опыт показывает, что применение несцементированных обломочных грунтов в качестве материала для земляного полотна не решает проблему его прочности и в то же время приводит к высокой стоимости автомобильных дорог, которая оказывается в 3–5 раз выше, чем в обычных условиях.

Повышение эффективности создания дорожной одежды в криолитозоне зависит от расширения объемов применения местных глинистых грунтов для сооружения земляного полотна, от учета особенностей рассматриваемой зоны при проектировании дорожных конструкций с целью обеспечения их длительной прочности и устой-

чивости. Очевидно, что рациональное проектирование, наряду с конструированием, изысканиями, строительством, эксплуатацией, а также мониторингом состояния и надежности земляного полотна на ММП, должны базироваться на тщательном изучении материалов детальных геокриологических исследований.

За последние годы значительно повысился технический уровень проектирования и строительства земляного полотна автомобильных дорог на мерзлых грунтах. Однако еще недостаточно технической, учебно-методической литературы, нормативных и научно-технических документов, обосновывающих рациональные конструкции, материалы и технологии строительства автомобильных дорог на вечномерзлых грунтах. Особенности изысканий и проектирования дорог в районах вечной мерзлоты изложены в немногочисленных работах и специальных инструкциях [5, 6, 11, 12].

В последнее время в СМИ широко обсуждается предложение министра обороны РФ С.К. Шойгу о создании в Сибири нескольких крупных городов, направленное на решение государственных геополитических и экономических задач. Алтайский транспортный коридор, безусловно, может стать составляющим звеном этого мегапроекта.

Новая предполагаемая транспортная система через западный участок российско-китайской границы – «Алтайский коридор» – может представлять собой совокупность линейных сооружений, включая автотрассы, железные дороги, трубопроводы, ЛЭП. Однако Россия и Китай в пределах Алтайского горного региона по общей границе протяженностью 54,57 км пока не имеют



Рис. 1. Каменные мосты «Немецкой дороги» [13]



Рис. 2. Амуро-Якутская магистраль в 2006 году [4]



Рис. 3. Амуро-Якутская магистраль в 2006 году [4]



Рис. 4. Амуро-Якутская магистраль в 2006 году [4]

прямого наземного транспортного сообщения.

По территории Республики Алтай проходит 850-километровая граница России с Китаем, Монголией и Казахстаном. При этом участок контакта с КНР находится в труднодоступной горной местности с высотой от 2,5 до 3 тыс. м. Этот участок носит название плато Укок. Орографическое положение, климатические и мерзлотные условия плато экстремальны и при реализации проекта требуют особого учета. Государственная граница здесь не оборудована пунктами пропуска, хозяйственная деятельность не ведется. При этом в географическом отношении именно здесь пролегает самый короткий, а значит, наиболее выгодный маршрут.

На примерах нескольких наиболее широко известных автодорожных систем рассмотрим их особенности, в зависимости от местных условий, времени создания и назначения. Автодорожные системы криолитозоны по масштабности могут быть разделены на:

- районные (Швабская дорога);

- региональные (Амуро-Якутская магистраль, Аляскинская трасса, Чуйский и Усинский тракты);
- межрегиональные (Транссибирская магистраль);
- транснациональные (Каракорумское шоссе).

В отличие от большинства северных трасс, немецкая автомобильная дорога, носящая название «Швабской» (Scwaben Weg), проложенная на границе Мурманской области и Норвегии около 80 лет назад и существующая в тяжелых климатических условиях нашего Заполярья, до сих пор удивляет качеством своего исполнения (рис. 1).

Но остановимся на наиболее известной и важной для народного хозяйства Якутии автомобильной дороге федерального значения Невер – Якутск (М-56). У этой дороги два названия: «Лена» и Амуро-Якутская магистраль (АЯМ) [16].

Еще в начале прошлого столетия Якутия фактически была изолирована от основной части Россий-

ской империи. Протяженность единственного сезонного пути в Якутию, тракта Иркутск – Якутск, составляла 2650 км. Необходимость круглогодичной связи отдельных районов республики возникла с началом разработок месторождений золота в Амурской области.

Активное освоение природных богатств Южно-Якутского региона потребовало создания новой дороги, связывающей Транссибирскую магистраль и прииски золотого Алдана. С первых дней Второй мировой войны интенсивность движения автомобильного транспорта по АЯМ резко возросла. В апреле 1949 года дорога от Большого Невера до города Томмот стала составной частью разветвленной сети общегосударственных дорог СССР. Позднее надежность и устойчивость дороги, несмотря на интенсивную эксплуатацию, поддерживались плохо. Постепенно трасса пришла в негодность. В 2006 году АЯМ удостоилась сомнительной славы «худшей» и даже «самой страшной трассы в мире» [16]. Достаточно взглянуть на рис. 2–4, чтобы оценить ее «качество».



Рис. 5. Современное состояние Амуро-Якутской магистрали [4]



Рис. 6. Участок Аляскинской трассы (фото А. Беленького)

Новый этап в истории развития автомобильной дороги «Лена» наступил с принятием правительством РФ Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России». В рамках исполнения ее подпрограммы «Автомобильные дороги» была поставлена задача приведения 85% протяженности автомобильной дороги Невер – Нижний Бестях в нормативное состояние. В период с 2010 по 2015 год реконструировано более 300 км автомобильной дороги, а за последние пять лет капитально отремонтировали еще 350 км трассы.

В настоящее время ФКУ Упрдор «Лена» проводит ремонт на протяжении 120 км трассы в год. С учетом новых транспортных нагрузок перестроены сотни мостов и водопропускных труб. Успешно реализуются планы по реконструкции автомобильной дороги, которая является составной частью международного транспортного коридора, соединяющего автопе-

реход на границе России и Китая с морским портом в Магадане.

На сегодняшний день, благодаря работе специализированных организаций, АЯМ (рис. 5) – это вполне современная дорога с асфальтовым покрытием, соответствующая технологическим требованиям.

Многофакторность стала решающей при создании еще одной крупной северной автомобильной системы – Аляскинской трассы. Несмотря на то, что почти вся дорога проходит по территории с суровыми природными условиями (экстремальный климат, горный рельеф, широкое развитие ММП), проектировщикам и строителям удалось успешно решить инженерные проблемы и создать надежнейший объект. При этом геокриологическим условиям трассы уделялось особое внимание.

Аляскинская трасса (англ. Alaska Highway), построенная во время Второй мировой войны, связывает

поселки Досон-Крик в канадской провинции Британская Колумбия и Делга-Джанкшен на Аляске [1]. Отметим, что некоторые старые участки сейчас используются как местные дороги, другие заброшены и находятся в неудовлетворительном состоянии (рис. 6).

Показательно с позиций трансформации транспортной системы автомобильное Каракорумское шоссе, созданное в самом высокогорном регионе Земли. До середины XX века единственными путями сообщения оставались караванные тропы, соединявшие северные территории с южными и западными равнинами Памира, Тянь-Шаня, Тибета и Гималаев. Такие тропы продолжают играть заметную роль и сейчас, особенно там, где нет автомобильных дорог.

Международное Каракорумское шоссе – уникальное инженерное сооружение, поднятое ценой немислимых усилий на рекордную высоту над уровнем моря – 4700 м!



Рис. 7. «Серпантин» Каракорумского шоссе [15]



Рис. 8. Элемент инженерной защиты трассы Каракорумского шоссе от оползней и селей [3]



Рис. 9. Мерзлые берега арктического моря (фото М.Н. Григорьева)



Рис. 10. Карта криолитозоны России [8]

Длина шоссе, строительство которого продолжалось с 1966 по 1986 годы, составляет 1300 км (рис. 7).

К сожалению, в связи с излишне интенсивной эксплуатацией и недостаточным вниманием к техническому состоянию, к началу 2010-х Каракорумское шоссе пришло в ненормативное состояние. Периодически движение по шоссе прерывалось сходами оползней и селей. Тогда с применением лучших инженерных технологий была создана система туннелей, защищенных от всех геологических опасностей (осыпей, селей и т. д.). Общая длина четырех искусственных сооружений, включая самый длинный из них (3 км), составила около 5 км (рис. 8).

Сотрудники Института мерзловедения СО РАН многие годы изучали различные аспекты автодорожного дела в криолитозоне; опубликованы результаты геокриологических исследований на региональном [2], а в последующем и на федеральном [10, 14, 17] уровнях. Судя по результатам, каждая дорожная система, в зависимости от местных условий, политической обстановки в период их создания, эксплуатации и назначения, имеет свою специфику.

Особая природная геосистема

В общей комплексной системе инженерно-геологических знаний особым направлением является изучение сезонно- и многолетнемерзлых пород (ММП). И дело не только в изучаемых параметрах – составе, строении и

свойствах горных пород, а в особенностях агрегатных состояний объекта исследований. Отрицательные температуры обуславливают принципиальные отличия в составе горных пород с развитием разнообразных подземных льдов, иногда составляющих до 90% толщи (рис. 9), и иных характеристик.

Территория развития ММП, называемая «криолитозона», в нашей стране занимает обширные пространства (рис. 10). Большая часть северных регионов сложена мерзлыми толщами горных пород. Это один из наименее устойчивых компонентов природной среды, в процессе своей трансформации резко меняющих состав и свойства.

Сложные природные условия территории криолитозоны (низкие отрицательные температуры (до -60°C), суровые и длинные зимы (7–9 месяцев), близко залегающие к поверхности мерзлые грунты), а также отдаленность от экономически развитых районов страны и слабое развитие транспортной сети (0,16 км на 1000 кв. км) приводят к тому, что стоимость строительства дорог в несколько раз превышает цену их строительства в средней полосе.

Современное освоение криолитозоны, использование ее ресурсов, проживание городского и сельского населения невозможны без системной оценки совокупного влияния на нее как проектируемых и создаваемых, так и уже существующих промышленных

объектов. Их взаимосвязь, в сочетании с оценкой последствий социально-экономических, экологических, историко-культурологических и медико-биологических процессов, представляет собой сложнейшую задачу, требующую глубокого фундаментального и системного подхода.

Эколого-геокриологическая составляющая приобретает особое значение в процессе освоения северных и высокогорных [7] территорий, когда воздействию подвергаются толщи со специфическими свойствами, принципиально отличными от немерзлых горных пород.

Территория развития ММП является специфической составляющей природной среды Сибири, природные богатства которой активно вовлекаются в хозяйственный оборот. А говоря о таком факторе, как «глобальное изменение климата», оказывающем влияние на состояние толщ горных пород, которые являются основанием объектов горнодобывающей отрасли, следует отметить, что анализ изменения температуры воздуха, проведенный в разных регионах Сибири, не дает оснований для констатации существенного потепления климата и его последствий.

Это позволяет предположить, что фиксируемая деградация ММП, которую многие ученые считают признаком пресловутого «потепления», вызвана не столько повышением показателем этого внешнего



Рис. 11. Курум на пологом склоне в Западной Якутии (фото С.И. Серикова)



Рис. 12. Каменный «поток» в Западном Верхоянье (фото С.И. Серикова)



Рис. 13. Многолетнее пучение грунтов в Южной Якутии (Фото С.И. Серикова)

фактора, сколько нарушениями правил ведения хозяйственной деятельности на горнодобывающих территориях.

Наряду с ухудшением свойств ММП, негативные последствия включают развития криогенных процессов и повышение температуры пород в локальных очагах под и вблизи дорожных систем; образование многочисленных техногенных таликовых зон; увеличение глубин сезонного оттаивания грунтов; возникновение обводнения верхних горизонтов пород и заболачивание поверхности, которое относится к одним из наиболее неблагоприятных факторов, влияющих на потерю устойчивости грунтов оснований и несущих конструкций. К числу основных криогенных – обусловленных собственно промерзанием и оттаиванием толщ горных пород – относят следующие процессы.

Морозное выветривание – разрушение скальных горных пород в результате периодических фазовых переходов в их трещинах от воды ко льду и обратно. Особенно интенсивно оно проявляется при суточной и сезонной ритмичности замораживания – оттаивания. При этом формируется достаточно мощная (2–7 м) кора криогенного выветривания, которая по своим свойствам резко отличается от подстилающих коренных пород. Основными формами проявления процесса на поверхности являются «каменные поля» – курумы (рис. 11), при линейной конфигурации именуемые «каменными потоками» (рис. 12).

Морозное пучение характерно для озерно-аллювиальных, озерно-болотных, аллювиальных отложений пойм и низких террас, где формируются кочковатый и бугристый рельефы.

Многолетнее пучение грунтов возможно на участках развития торфяников. Образующиеся при этом отдельные слабовыпуклые многолетние бугры пучения имеют высоту 1–2,5 м (рис. 13). Одним из вариантов морозного выпучивания является дифференциация обломочного материала при его неравномерном выдавливании из верхних горизонтов горных пород на поверхность с формированием своеобразных «каменных полигонов» (рис. 14) и «пятен – медальонов».

Морозобойное трещинообразование развивается при высокой влажности грунтов, их низких температурах, обуславливающих большие разрывные температурные градиенты в деятельном слое. Возникновение морозобойных трещин в почвах и рыхлых горных породах происходит в результате их сжатия при сильном охлаждении. Ширина трещин по верху обычно 2–4 см, в Арктике зафиксированы трещины шириной в несколько десятков сантиметров (рис. 15).

Трещины проникают в многолетнемерзлые породы до 5–6 м, в сезонно-мерзлые породы – до их подошвы. Сеть морозобойных трещин образует систему многоугольников – криогенных полигонов размером от нескольких

до сотен метров. Трещины заполняются мерзлыми грунтами или водой, которая при замерзании превращается в повторно-жильный лед, способствующий дальнейшему расширению и углублению ледяных трещин. Морозобойное трещинообразование, являясь составляющей физического выветривания пород, способствует развитию повторно-жильных и жильных подземных льдов, а также форм криогенного рельефа.

При освоении подобные участки наиболее опасны, поскольку нарушение поверхностных геосистем нарушает их термовлажностный режим и приводит к оттаиванию верхнего слоя грунтов. Это вызывает его просадку и способствует возникновению еще одного криогенного процесса – термокарста. **Термокарстовые явления** возможны при широком развитии крупных залежеобразующих толщ с подземными льдами. Среди термокарстовых форм, в зависимости от состава грунтов и морфологии подземных льдов, могут быть выделены две генерации.

К первой, включающей формы термокарстового микрорельефа, относятся блюдца и мочажины. Первые представляют углубления овальной формы в диаметре 2–3 м и глубиной 0,2–0,3 м, связанные с вытаиванием маломощных прослоев миграционного льда (рис. 16). Мочажины имеют приблизительно те же размеры, но более вытянутую конфигурацию.



Рис. 14. Каменные полигоны в среднегорье Алтая (фото А. Головина)



Рис. 15. Полигоны морозобойных трещин в Арктике (фото М.Н. Григорьева)



Рис. 16. Термокарст в среднегорье Горного Алтая (фото С.И. Серикова)

Ко второй генерации относятся озера на пойме, низких террасах и в днищах долин водотоков. Своим происхождением они обязаны общему изменению условий теплообмена дневной поверхности на отдельных участках.

Что касается термоэрозийных форм мезорельефа, то к ним относят борозды и рытвины с отчетливо врезанным руслом, а также овраги (рис. 17).

Еще один склоновый процесс в криолитозоне – **солифлюкция**, медленное сползание протаивающих переувлажненных почв и дисперсных грунтов на пологих склонах, возникающее под влиянием попеременного промерзания и протаивания под действием силы тяжести.

В условиях достаточного увлажнения и под действием гравитационных сил они перемещаются вниз по склонам обычно со скоростью 3–8 см в год. В этих случаях на склонах малой (2–5°) и средней (6–10°) крутизны формируются оплывины, языки, натеки и микротеррасы. В отдельных случаях, при значительном уменьшении сил сцепления между частицами грунта и крутизне склонов более 10°, скорость солифлюкции может достигать 30 см в год.

Из числа всех экзогенных процессов именно криогенные являются при создании автодорожных систем наиболее осложняющим фактором. Поэтому в процессе реализации каждой стадии создания дорожных систем необходим



Рис. 17. Термоэрозийный овраг на пологом склоне Южной Якутии (фото И.В. Дорофеева)

учет главной специфики северных магистралей – их расположения на мерзлом основании со своими уникальными составом и свойствами.

М.М. Шац,
канд. геол. наук,
ведущий научный сотрудник
Института мерзлотоведения
им. П.И. Мельникова СО РАН

Библиография:

- Беленький А. Дороги Аляски: кто виноват? Источник: <https://macos.livejournal.com/1145225.html/>
- Чжан А.А., Шестернев Д.М., Чжан Т.Р. Мероприятия по стабилизации температурного поля в основании насыпи Амуро-Якутской железной дороги // Вестник СВФУ. Серия «Науки о земле». 2017. № 3 (07). С. 43–53.
- Шикин В. Источник: <http://mirperemen.net/2017/08/odin-poyas-odin-put-v-yuzhnoj-azii-ili-kak-rasxodyatsya-dorogi-kitaya-i-indii/>
- Алексеев В. Титулованное бездорожье. Самая опасная дорога в мире в Якутии. Источник: <https://rg.ru/2007/02/21/reg-dvostok/doroga.html>
- ВСН 204-88 Специальные нормы и технические условия на проектирование и строительство автомобильных дорог. Источник: <https://www.rags.ru/stroyka/text/5577/>
- ВСН 8-89 Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. Источник: <https://www.rags.ru/stroyka/doc/5541/>
- Геворкян С.Г. Мерзлотоведение Китая в начале XXI века (обзор) // Науки о Земле и смежные экологические науки. Электронное научное издание – Альманах Пространство и Время. 2016. Источник: <https://cyberleninka.ru/article/n/merzlotovedenie-kitaya-v-nachale-xxi-veka-obzor/>
- Геокриология СССР. Средняя Сибирь / К. А. Кондратьева, С. М. Фотиев, Н. С. Данилова и др. М., 1989.
- Хаджиев И. Дорожное строительство: аршином не измерить, по Энгелло не посчитать // <https://rcmm.ru/>
- Железняк М.Н., Шестернев Д.М., Литовко А.В. Проблемы устойчивости автомобильных дорог в криолитозоне // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в РФ. Материалы докладов Общероссийской научно-практической конференции. М., 2018. С. 223–227.
- ГОСТ 33149-2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог в сложных условиях. МКС 93.080.01. Дата введения 2015-12-01 – с правом досрочного применения.
- http://russian.news.cn/2017-08/29/c_136565445.htm/
- Что скрывает старая немецкая дорога. Источник: <https://pulse.mail.ru/>
- Шац М.М. Дороги Севера // Дорожная держава № 100, 2020. С. 64–71.
- Шац М.М. Гагарин Л.А. Дороги Севера // Дорожная держава. 2021. №102. С. 88–94.
- Шац М.М. Дороги высокогорий Центральной Азии // Дорожная держава. 2021. № 104. С. 79–84.
- Шестернев Д.М. Линейные сооружения в криолитозоне России // Материалы Пятой конференции геокриологов России, МГУ имени М. В. Ломоносова. М., 2016.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ – ЗАВОД «БЕЦЕМА»

Говоря об уже разработанных и еще разрабатываемых специалистами машиностроительного завода «Бецема» технических новинках 2022 года, нельзя не заметить, что большинство из них – отечественного производства.



При этом на протяжении уже почти десяти лет специалисты завода активно занимаются расширением процессов импортозамещения. Резкий отток с российского рынка зарубежных поставок техники и оборудования подтолкнул предприятие к поиску дополнительных альтернатив при сохранении достигнутых результатов. Сегодня, когда в нашей стране прорабатываются всевозможные меры защиты от жестких западных санкций, такой подход особенно актуален.

В центре производственной политики и стратегического управления машиностроительного завода «Бецема» было и остается осуществление полного цикла выпуска дорожно-строительной техники, начиная с конструкторских разработок и заканчивая тестированием готовой продукции в испытательном центре. Весь цикл производства сконцентрирован на одном предприятии, что позволяет компании полностью

контролировать качество выпускаемого оборудования.

Российский рынок сбыта продукции, который является основным для завода «Бецема», изучен специалистами предприятия досконально, с учетом всех требований и пожеланий заказчиков. Машины и оборудование, изготовленные

на этом российском предприятии, адаптированы к успешной эксплуатации в различных регионах страны, включая территории, отличающиеся наиболее сложной геологией и суровыми климатическими условиями.

Одним из ключевых направлений завода стало производство полуприцепов, не уступающих зарубежным аналогам по абсолютному большинству основных параметров. В модельный ряд включена и соответствующая дорожная техника, которая, по желанию заказчика, может поставляться в расширенной комплектации.

На рынок дорожного строительства предприятие предлагает термос-бункеры БЦМ-186 на шасси КАМАЗ для укладки литых асфальтобетонных смесей. Такие смеси обладают большей пластичностью и одновременно износостойкостью и незаменимы при укладке мостовых переходов, мест пересечения рельсовых путей и так далее.

Одним из основных преимуществ термос-бункеров является поддержание постоянной температуры



без окисления горячего асфальта от контакта с воздухом, что позволяет не только оптимизировать технологический процесс, но и значительно повысить эффективность и качество производства работ, избежать потери материалов в результате остывания асфальтобетонной смеси.

БЦМ-257 – машина для оперативного ремонта дорожного покрытия методом пневмонабрызга, позволяющая одному оператору проводить весь комплекс работ при ремонте, не выходя из кабины. Это не только положительно влияет на скорость работ, но и обеспечивает безопасность проведения этих мероприятий на качественно ином уровне.

С целью временного хранения ремонтных битумных эмульсий спроектирована и серийно выпускается БЦМ-222 объемом 6 куб. м. В процессе хранения эмульсия перемешивается и подогревается до рабочих температур, что позволяет проводить ремонтные работы практически сразу после начала смены, а по завершении работ остатки эмульсии возвращать в емкость для вовлечения остатков в производственный процесс.

Сокращения потерь сыпучих мелкодисперсных гранулированных материалов, например песка, можно достичь при использовании специального обо-



рудование, созданного заводом «Бецема» для хранения и выдачи таких материалов. Оборудование может устанавливаться отдельно или объединяться в единый комплекс так называемых «силосных» корпусов. Возможны также доработка и доукомплектация оборудования под требования и нужды заказчика.

В свою очередь, потребители дорожно-строительной продукции (заказчики работ, подрядчики) отдают предпочтение именно тем машинам и установкам, которые помогают продлить сезон ведения работ, снизить трудоемкость операций, сократить

неоправданные издержки приобретенных строительных материалов. Благодаря технике и оборудованию БЦМ, доказавшим свою результативность, такая возможность давно открыта для всех без исключения отечественных подрядных организаций.

На главной выставке строительной техники и технологий *bauma CTT RUSSIA 2022*, которая состоится в конце мая в Москве, можно будет подробно ознакомиться и с другими преимуществами технических новинок, производимых машиностроительным заводом «Бецема», который был и остается на российском рынке конкурентоспособным и надежным поставщиком.



Машиностроительный завод
«Бецема»

143405, Московская область
г. Красногорск
Ильинское шоссе, д. 15А
тел. +7 (495) 777-0-227
market@becema.ru
www.becema.ru



Объединяя опыт по всему миру



НАШИ РЕШЕНИЯ, ВАШ УСПЕХ

24 – 27 мая 2022
Крокус Экспо, Москва



Бесплатный билет
по промокоду **МРНЭК**

→ www.bauma-ctt.ru/register



Главная выставка строительной
техники и технологий в России

12+

www.bauma-ctt.ru

bauma CTT **RUSSIA**

ВОПРОС ВРЕМЕНИ

Мировой рынок дорожно-строительной техники по своей конфигурации схож с прочими рынками, относящимися к продукции специального машиностроения, таким как сельхозмашины и самодвижущаяся техника, используемая в горнодобывающей отрасли.

Согласно исследованиям, проведенным в 2021 году специалистами НИУ «Высшая школа экономики», общим для всех этих рынков является то, что основной объем торговли сосредоточен здесь всего лишь в трех регионах: странах ЕС, США и Восточной Азии. В соответствии с данными UN Comtrade, совокупный объем мирового экспорта машин и оборудования для гражданского строительства и подрядных работ, по итогам 2019 года, был равен \$98 млрд. Из этой суммы доля Китая составила 13,7%, США – 12,5%, Японии – 12,3%, Германии – 8,9%, Южной Кореи – 5,2%. Таким образом, общая доля перечисленных пяти стран превысила 50%.

Что касается России, ее место на мировом рынке дорожно-строительной техники остается чрезвычайно скромным. Так, по данным Международного торгового центра (ИТС), в 2019 году доля российской продукции в суммарном объеме мирового экспорта дорожно-строительной техники составила лишь 0,36%.

При этом нужно отметить, что импортировала Россия необходимую для дорожного строительства технику в объемах, на порядок превышающих поставки на внешние рынки. В частности, по данным ФТС РФ, в 2020 году из России продукции, соответствующей коду ТН ВЭД 8429 «Бульдозеры с неповоротным или поворотным отвалом, грейдеры, планировщики, скреперы, механические лопаты, экскаваторы, одноковшовые погрузчики, трамбовочные машины и дорожные катки, самоходные», было экспортировано на сумму \$136,46 млн, тогда как импорт аналогичной продукции в тот же период составил \$1482,26 млн.

Приведенные цифры отражают факт имеющегося в настоящий момент недостаточного развития отечественной отрасли производства дорожно-строительной техники, которая не может в достаточной мере удовлетворить внутренний спрос на рассматриваемую продукцию. Причем, по данным Росстата, существующие в стране производственные мощности по выпуску дорожно-строительной техники в разы превосходят фактический объем ее производства. Так, статистическое ведомство отчиталось, что в 2019 году уровень использования производственных мощностей по выпуску бульдозеров составил в России 29,8%, дорожных катков – 39,3%, экскаваторов – 33,9%. То есть следует говорить не столько о «количественном», сколько о «качественном» несоответствии отрасли потребностям рынка.

Но поскольку зависимость российского рынка от импорта так и не была преодолена, а меры поддержки отечественных компаний имеют тенденцию ко все большему расширению, одним из важнейших преимуществ наличия собственного национального комплекса производства всего спектра спецтехники является рост технологической безопасности страны, когда независимость от внешних поставок позволяет государству реализовывать проекты как в сфере инфраструктурного развития, так и в добыче полезных ископаемых.

Потребность внутреннего рынка удовлетворить без продукции иностранного производства будет трудно, равно как и заменить рынок комплектующих и сервисных услуг.

Продолжительный период времени одной из основных характеристик российского парка дорожно-строительной техники является его высокая степень износа. Так, например, в соответствии с данными Росстата, удельный вес машин с истекшим сроком службы по наиболее массовой позиции отечественного парка дорожно-строительной техники – экскаваторам – по итогам 2019 года был равен 38,9%, бульдозерам – 53,0%, грейдерам – 49,3%.

Если более детально говорить о российском рынке дорожно-строительной техники, то на сегодняшний день он так и не восстановил тот объем продаж, который продемонстрировал до кризисного падения в 2015 году, когда рынок, по данным «Росспецмаша», сократился с уровня в 215 млрд рублей по итогам 2014 года до 125 млрд рублей в 2015 году.

Начиная с 2016 года рынок показал определенный рост. Но разразившаяся в первой половине 2020 года пандемия COVID-19 вновь негативно сказалась на рыночной динамике. Однако уже во втором полугодии наметился небольшой рост продаж строительной техники. Что касается отдельно российского рынка, фактор пандемии COVID-19 по итогам 2020 года оказал на него не столь сильное влияние, как ожидалось. Так, например, в 2020 году производство бульдозеров не просто не сократилось, а напротив, продемонстрировало прирост в 12%.

В настоящее время в связи с глобальными санкциями со стороны западных стран встал вопрос о принципиальном переходе на отечественную продукцию. Какой процент специализированной техники будет импортироваться в нашу страну и как это будет происходить – покажет время.

**По материалам исследований
НИУ «Высшая школа
экономики»**



ТЕХСТРОЙ

гидротехнические сооружения

ООО «Техстрой»

630007, г. Новосибирск

Серебренниковская ул., д. 6/1

тел./факс (383) 363-46-70

ts154.ru, ts@ts154.ru



Деятельность и компетенции ООО «Техстрой» связаны с выполнением полного комплекса специализированных работ в области проектирования, реконструкции и ремонта подводных и надводных элементов гидротехнических сооружений и мостовых переходов.

Категории объектов:

- ▶ плотины, дамбы, шлюзы;
- ▶ гидроэлектростанции;
- ▶ насосные станции,
- ▶ причальные сооружения;
- ▶ мосты и их комплексы, транспортные переходы через водные преграды;
- ▶ подводные переходы трубопроводов и кабелей и т. п.

Благодаря высокому уровню укомплектованности специализированным оборудованием для работ в водной среде, а также наличию команды аттестованных квалифицированных сотрудников, предприятием осуществляется профессиональная разработка эффективных проектных технических решений с последующим проведением специализированных работ и сдачей объектов в эксплуатацию.





ООО «Техстрой» обеспечивает качественное и оперативное выполнение следующих видов работ:

- ▶ инженерные изыскания на акватории и прибрежной части сооружений;
- ▶ подводно-технические (водолазные) строительные и поисковые работы;
- ▶ проектные работы (включая 3D-моделирование объектов) по реконструкции и капитальному ремонту ГТС, ремонту опор и устоев мостов;
- ▶ строительно-монтажные работы на гидротехнических сооружениях (ГТС);
- ▶ обследование подводной части опор и устоев;
- ▶ строительный контроль в подводной части сооружений;
- ▶ восстановление поверхности бетонных конструкций в зоне переменных уровней воды с применением технологической оснастки для осушения подводной части конструкций;
- ▶ устранение протечек фильтрации воды через швы и трещины методом инъецирования с применением современных материалов;
- ▶ восстановление и укрепление от размывов подводной части конструкций; восстановление конструктива откосов берегоукреплений.

Предприятие предлагает перспективный и понятный для сторон алгоритм ценообразования:

- ▶ выполняется осмотр и/или обследование объекта, составляется дефектная ведомость;
- ▶ определяется технология работ, структура затрат;
- ▶ составляется сметная документация и технологическая часть;
- ▶ Заказчик получает коммерческое предложение для начально-максимальной цены.

Для исполнения контрактов и договоров имеется вся разрешительная документация.

С пожеланием благополучия всем участникам строительного сообщества, ООО «Техстрой»



ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА



УСТАНОВКА МОДУЛЬНАЯ
МИКРО-ДЕВАЛЬ



УСТАНОВКА УКМП-РДТ
(ПО МЕТОДУ ПРАЛЛЯ)



УСТАНОВКА
НОРДИК ТЕСТ-РДТ



ПРЕСС СЕКТОРНЫЙ
ПС-РДТ



АВТОМАТИЧЕСКИЙ УПЛОТНИТЕЛЬ
МАРШАЛЛА УМ-РДТ



УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ
НА КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ УК-1 РДТ

