#101/2021
Дорожная держава
www.dorvest.ru

РАБОТАЕМ ПО ВСЕЙ РОССИИ И СТРАНАМ СНГ

WWW.PIK.COM

ПИК
ПРЕДПРИЯТИЕ
С 1991 ГОДА

ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ
ПРОИЗВОДСТВО
МОНТАЖ

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- Модульные надземные пешеходные переходы
- Тросовые, барьерные и пешеходные ограждения
- Барьерные ограждения с отделяемой балкой
- Ограждения дорожные фронтальные
- Защитные ограждения для животных
- Опоры для монтажа ТСОДД и АСУДД
- Шумозащитные экраны
- Опоры освещения

com@pik.com

8-800-707-58-24
(по РФ звонок бесплатный)

ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Мост «Красный Дракон» через реку Иртыш в городе Ханты-Мансийске

Высокая влажность. Морской климат.

Идеальные условия для полиуретановых покрытий фирмы СТИЛПЕЙНТ!

Большинство покрытий не могут наноситься при высокой влажности воздуха в условиях морского климата. С этой проблемой справляются однокомпонентные полиуретановые краски фирмы СТИЛПЕЙНТ, отверждающиеся при взаимодействии с влагой воздуха.

Покрытия фирмы СТИЛПЕЙНТ применяются для защиты мостов, портовых и причальных сооружений, шпунтовых стенок, для обработки внутренних и наружных поверхностей нефтяных резервуаров, в судостроении, а также в сочетании с катодной защитой.

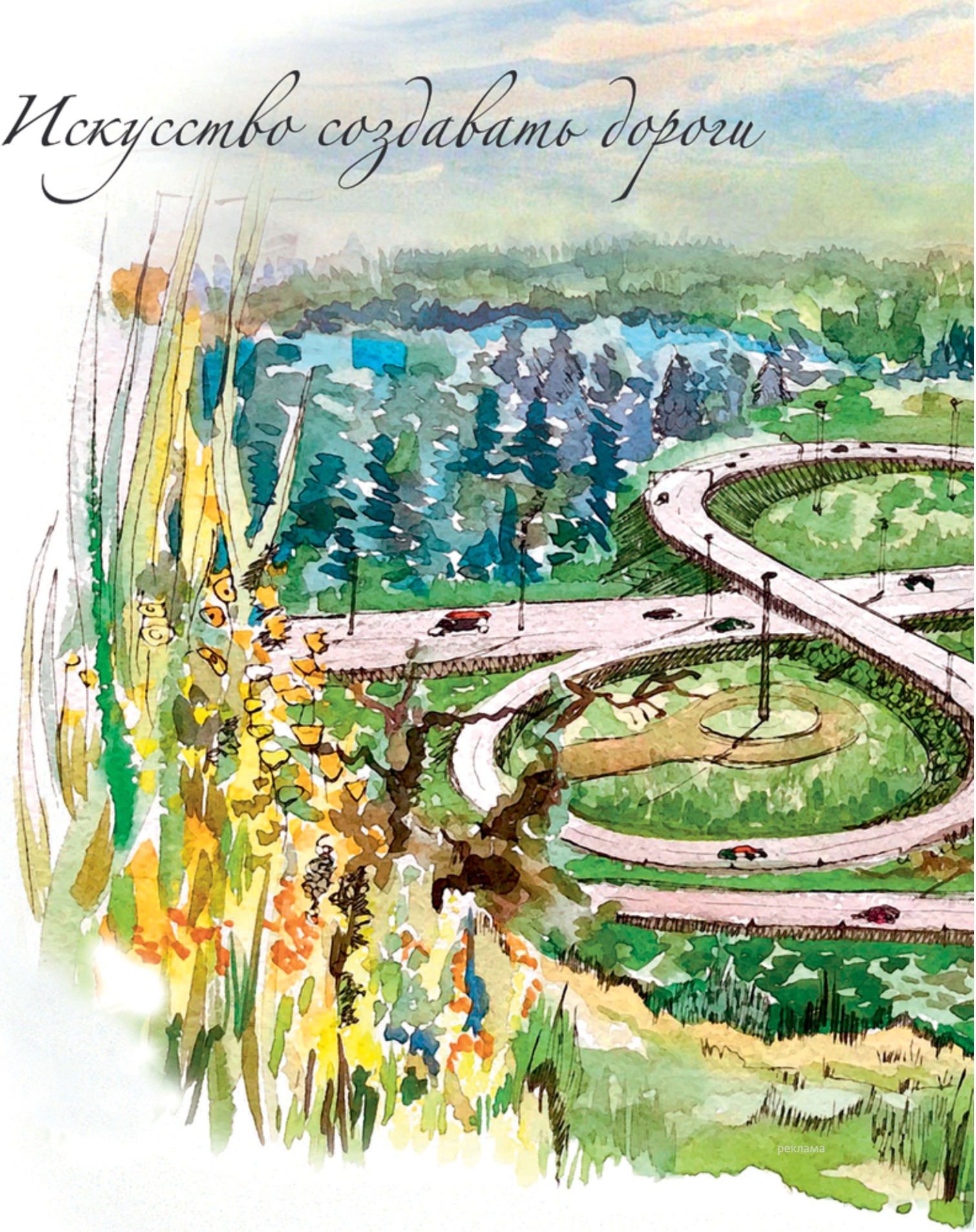
STEELPAINT

Steelpaint GmbH · P.O.Box 231 · D-97305 Kitzingen
Am Dreistock 9 · D-97318 Kitzingen · Germany
phone 0049 (0)9321/3704-0 · fax 0049 (0)9321/3704-40
www.steelpaint.com · Email: mail@steelpaint.com

Офис в Москве: 121069 Мерзляковский пер. 15 оф. II
Телефон: (495) 697 15 66, 933 28 46 Факс: (495) 935 89 21
E-mail: steelpaint@co.ru

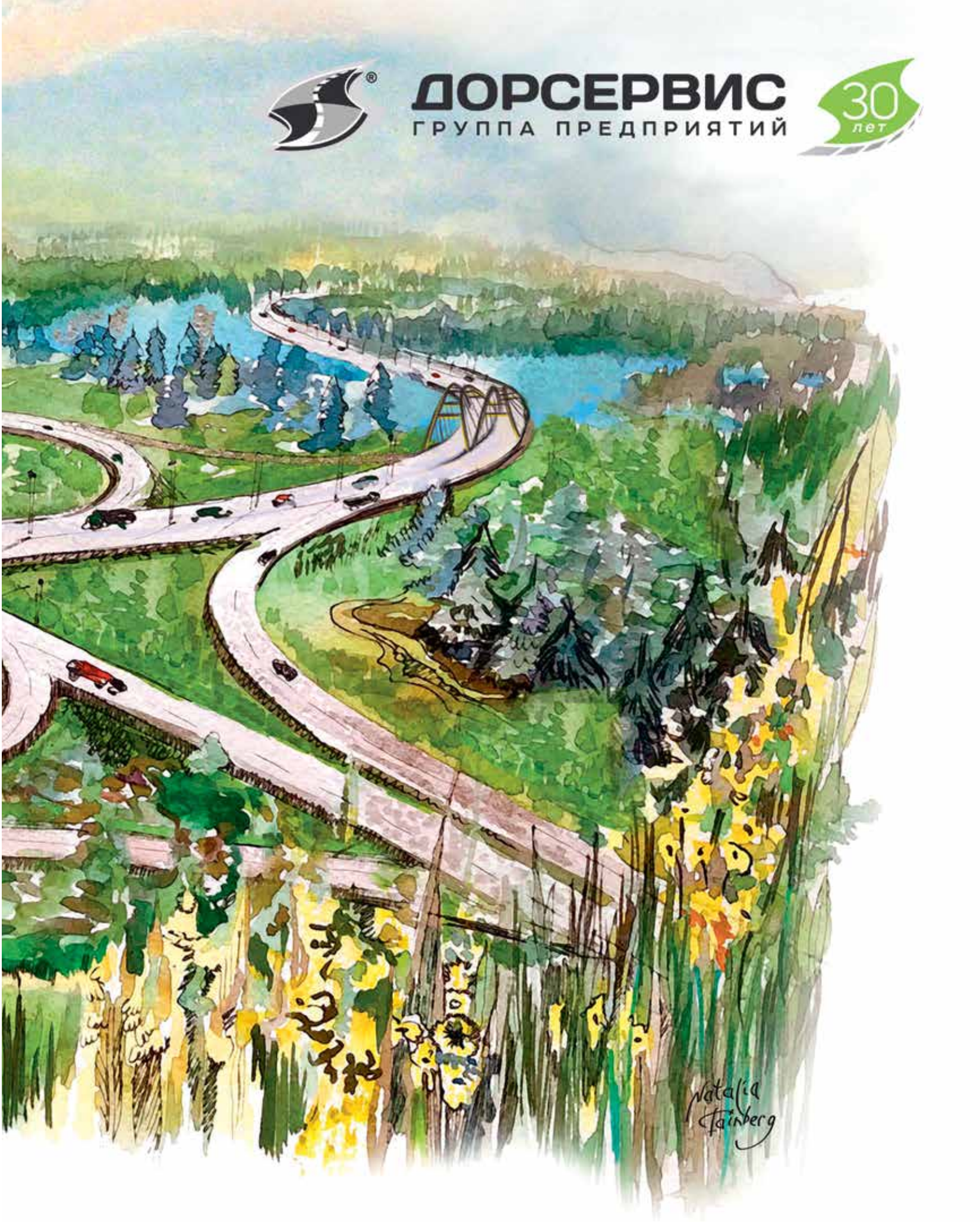
реклама

Искусство создавать дороги



реклама

195248, Санкт-Петербург,
ул. Бокситогорская, д. 9, лит. А
тел.: +7 (812) 325-91-62, факс: +7 (812) 325-91-60
e-mail: mail@dor.spb.ru, www.dor.spb.ru



Весь комплекс проектно-изыскательских работ в дорожной отрасли.
Инжиниринг. Строительный контроль

Почему-то именно в конце зимы, когда в России, за исключением нескольких южных регионов, еще продолжается царствование холодов и метелей, вдруг возникает ощущение внутреннего торжества, чуть уловимое, но смешанное с легким, будто предпраздничным волнением. Это можно сравнить с чувством скорого победного избавления от груза не очень приятных обстоятельств.

Ожидание весны – как надежда, как трепетная вера в то, что еще немного – и наступят долгожданные дни, когда с новой силой начнут заявлять о себе новые радости... Такое счастливое состояние души можно испытать и в начале долго планируемого путешествия, а еще – при успешном окончании какого-то очень важного дела.

Значит, чтобы прочувствовать нечто подобное, нужно уметь управлять своим нетерпением? Выходит, что так! Подтверждением тому служат и известная русская пословица про то, что терпение и труд все перетрут, и принадлежащий писателю эпохи Возрождения Франсуа Рабле афоризм: «Все приходит вовремя к тем, кто умеет ждать».

Смутным и непредсказуемым стал для всех прошедший сезон. Обрушившаяся на мир пандемия заставила пересмотреть отношения и возможности, поменять планы и стереотипы, отказаться от многих привычных вещей. Однако нет худа без добра: мы многое поняли и переосмыслили, научились уделять внимание тому, что действительно важно, по-настоящему оценили силу взаимовыручки.

И сейчас, в преддверии весны, а значит, строительного сезона, всем нашим читателям и авторам, партнерам и коллегам хочется пожелать радостного возвращения к привычной жизни – уже с приобретенными за год новыми знаниями о ней, о том главном, что позволяет быть и счастливыми, и успешными.

Светлана Пичкур, главный редактор

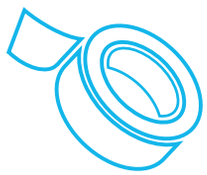
брит

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ
ГАЗПРОМ НЕФТЬ

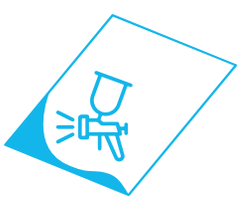
Высокотехнологичные битумные материалы для строительства и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов

Мастики и герметики

Защитно-восстановительные составы

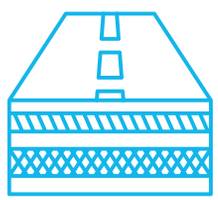


Битумно-полимерные стыковочные ленты



Пропитывающие составы

Уплотнительные шнуры



ПБВ, эмульсии

АО «АРЕАН-геосинтетикс»

www.areangeo.ru

Официальный дистрибьютор продукции марки «Брит»
производства «Газпромнефть – Битумные материалы»
197348, Санкт-Петербург, Коломяжский пр., д. 18, офис 4-095
Тел. (812) 305 90 40, факс (812) 305 90 41
info@areangeo.ru

реклама

Дорожная держава #101/2021

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

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор	**Светлана Викторовна Пичкур** (pressa@dorvest.ru)
Выпускающий редактор	**Елена Шикова** (center@dorvest.ru)
Зам. главного редактора	**Григорий Демченко** (info@dorvest.ru)
Арт-директор	**Дмитрий Серов** (ad@dorvest.ru)
Ответственный секретарь	**Ольга Брусина** (office@dorvest.ru)
Руководитель отдела рекламы	**Наталия Гуляева** (dd@dorvest.ru)
Корректор	**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. Штоколов**, 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

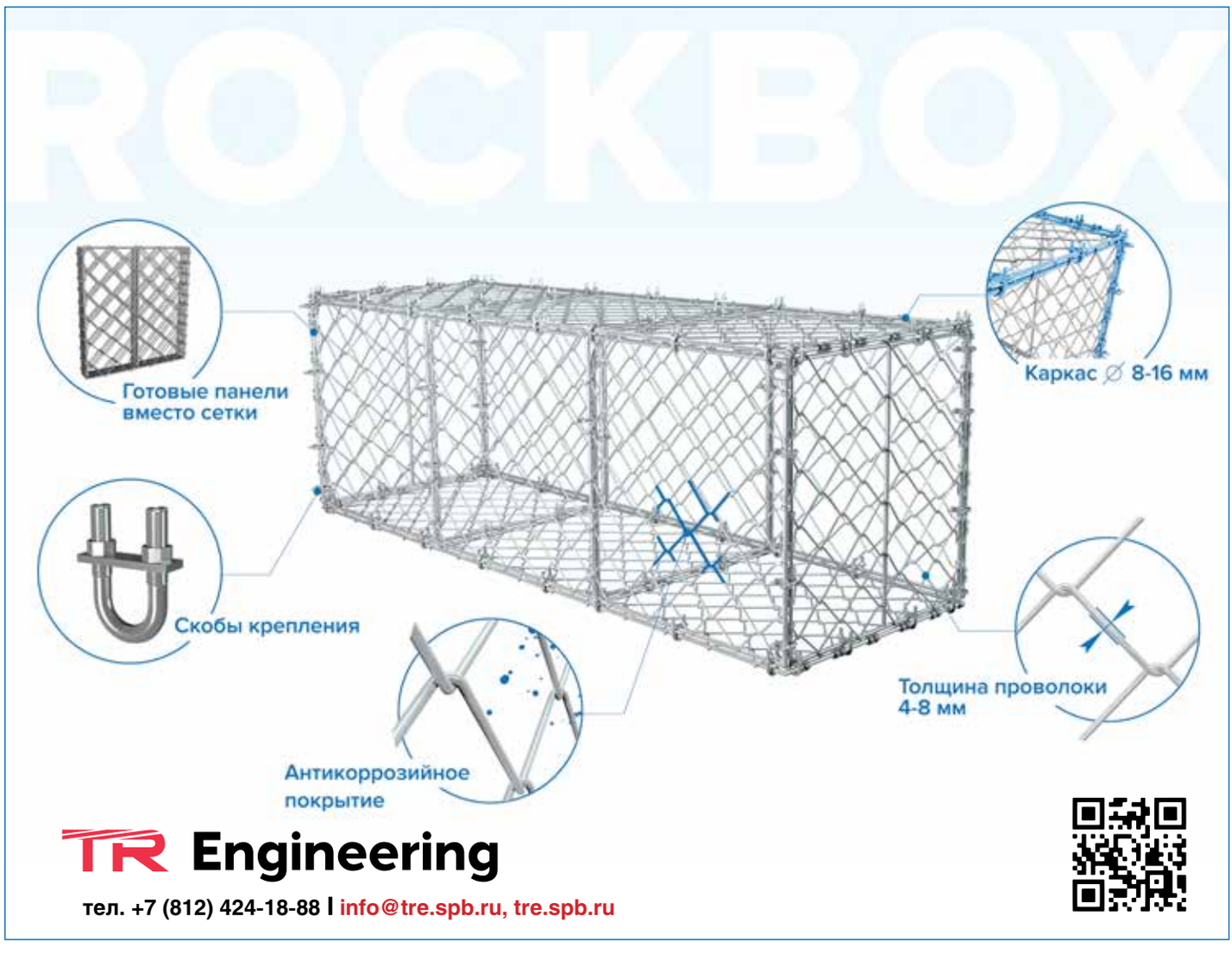
ЗАРЕГИСТРИРОВАН: Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-51034. Издается с 2006 года.

Установочный тираж 8 000 экз.
Номер подписан в печать 25.02.2021
Дата выхода 01.03.2021
Цена свободная. Журнал выходит 7 раз в год.

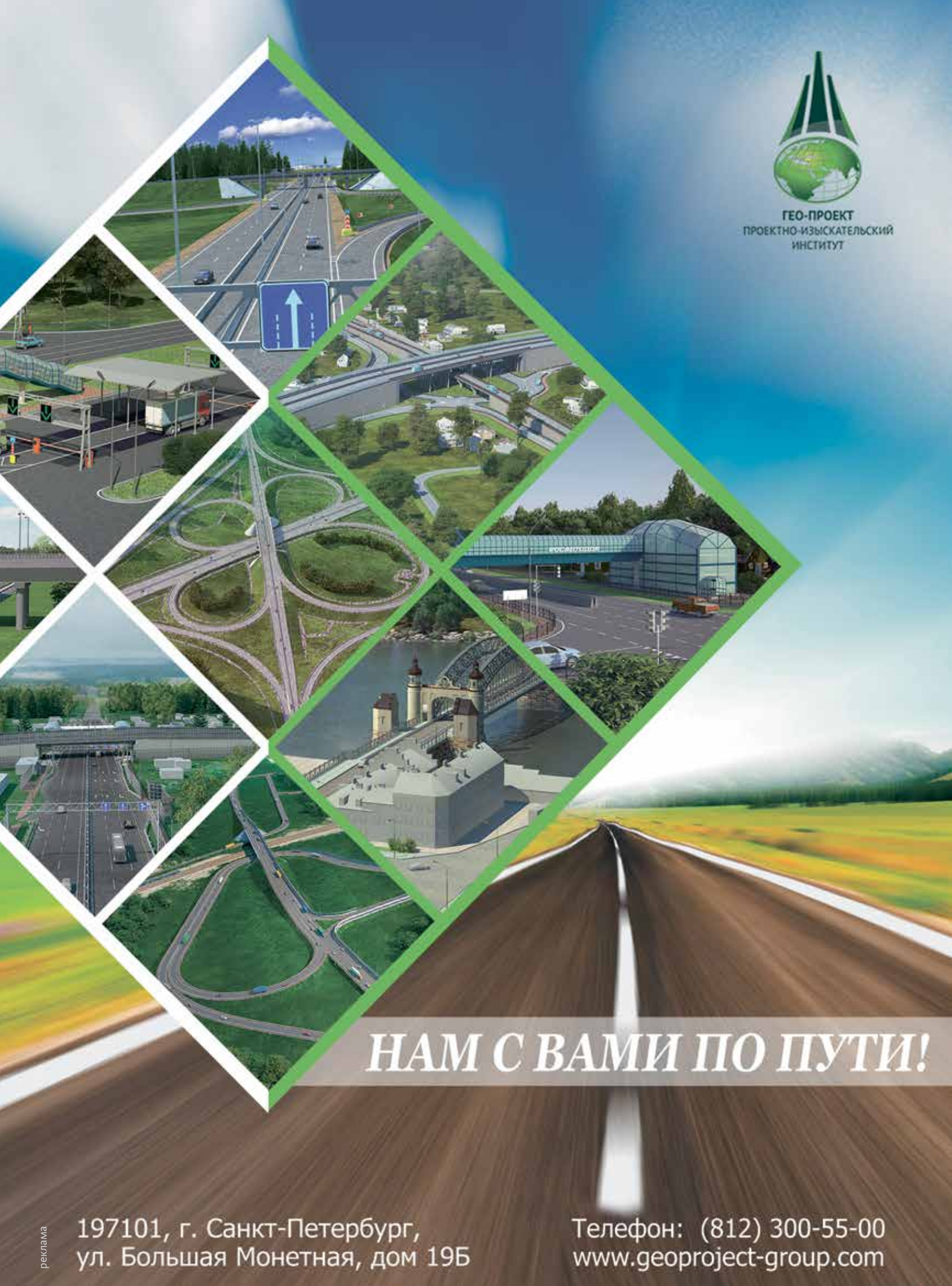
12+

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

Рекламируемые 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.



реклама


ГЕО-ПРОЕКТ
ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
НАМ С ВАМИ ПО ПУТИ!
197101, г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Монетная, дом 19Б
Телефон: (812) 300-55-00
www.geoproject-group.com

реклама

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
Каменностровский 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

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
Балтийская Консалтинговая Группа
ПРОМЕТЕЙ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

реклама

Содержание

ПОЛИТИКА, ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

Национальные проекты: изменения и перспективы
(Интервью с С.Ю. Теном) 13

СОБЫТИЯ, ИТОГИ

По итогам конференции 16

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Светлана Пичкур
Летопись современного проектирования
(Группа предприятий «Дорсервис») 21

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.В. Каменчуков
Вариантное проектирование
конструкций дорожных одежд 26

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

С.В. Ильин, Г.М. Левашов, А.Г. Рощупкин, И.Ю. Сарычев, А.В. Фукс
Применение инертных заполнителей
из сталеплавильных конвертерных шлаков
при изготовлении асфальтобетонных смесей 30

Т.С. Худякова, Н.В. Кочура
Российские битумные вяжущие
в свете нормативных требований к ним 44

С.Е. Шаховец, Н.В. Майданова
Эластомерные модификаторы
для нефтяных битумов и асфальтобетонов 56

Э.М. Добров, Р.Г. Кочеткова, О.А. Горбунов
Инновационные технологии
для усиления земляного полотна 62

КОМПЛЕКСНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ДОРОГ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

ГРУППА КОМПАНИЙ СДТ
СОВРЕМЕННЫЕ ДОРОЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Оценка состояния дорог, в т.ч. диагностика в рамках нацпроекта БКаД
- Технический учет и паспортизация автомобильных дорог
- Разработка проектов ОДД
- Обследование и испытание искусственных сооружений
- Создание видеобанка дорог с бесшовной панорамной видеосъемкой и углом обзора 360°
- Формирование единой ГИС на основе АБДД "Титул-ПРО" по результатам обследований
- Внедрение программного обеспечения и обучение работе с ГИС

Сделано в Саратове

WWW.GROUP-SDT.RU

реклама

ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

Ю.Г. Жуков
Инновационные технологии повышения
межремонтных сроков службы дорожных одежд
(ООО «Виртген-Интернациональ-Сервис»).....64

ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Э.С. Карапетов, Д.А. Шестовицкий, А.А. Белый
Некоторые аспекты эксплуатации пролетных строений мостов
из монолитного железобетона 68

А.А. Сергеев, В.И. Звирь
Обоснование технологии сборки фрикционных соединений
на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов
(ООО «Нормативно-Испытательный Центр «Мосты») 73

В.Н. Смирнов, Е.В. Непряхин
Технология сооружения железобетонных пролетных строений мостов
на высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург..... 78

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Деформационные швы, опорные части и сейсмозащита при ремонте мостов
(Группа компаний «СТРОЙКОМПЛЕКС-5»).....84

Деформационные швы ОП ДШ ПГ и МП ДШ ПГ – защита от шума
и обеспечение плавности проезда
(ООО «Деформационные швы и опорные части») 86

Проектирование совмещенных сооружений из МГК
для сельхозпроездов и прогона скота
(ЗАО «Гофросталь»).....89

БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ

Светлана Пичкур
Общая ответственность 93

АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ

METONG №1

На вершине инноваций и высоких технологий

METONG

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

www.metong.ru ✉ sales@metong.ru

реклама

Объединяя опыт по всему миру

Messe München

НАШИ РЕШЕНИЯ, ВАШ УСПЕХ

25 – 28 мая 2021
Крокус Экспо, Москва

Бесплатный билет по промокоду MPGA27

www.bauma-ctt.ru/register

Главная выставка строительной техники и технологий в России

www.bauma-ctt.ru

bauma CTT RUSSIA

12+

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ: ИЗМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

На вопросы нашей редакции о том, какие перемены ждут отрасль, какие законодательные инициативы сейчас находятся на рассмотрении в Государственной Думе, отвечает член Комитета по транспорту и строительству российского парламента Сергей Тен.

– Сергей Юрьевич, каковы на сегодняшний день результаты реализации государственной программы развития транспортной системы в разрезе дорожного хозяйства?

– В настоящее время мы можем говорить о том, что федеральные дороги приведены в нормативно-эксплуатационное состояние, а имеющееся финансирование позволяет выдерживать межремонтные сроки. Равновесие в этом вопросе нарушается только наращиванием протяженности автомобильных дорог федерального значения, что требует изменения базовой части Федерального дорожного фонда. Дальнейшее развитие федеральных автомобильных дорог будет идти по сценарию увеличения их пропускной способности. Основной акцент делается на реконструкцию существующих автомобильных дорог – с разделением потоков и обеспечением безопасности дорожного движения. Безопасность будет обеспечиваться в том числе за счет развития цифровых технологий, интеллектуальных транспортных систем. Понятно, что по всей стране это будет происходить неравномерно и поэтапно, поэтому потребуется определенное время.

Для региональных автомобильных дорог, протяженность которых в девять раз превышает федеральную сеть и составляет 527,6 тыс. км, самой болезненной темой остается недофинансирование. Дороги же местного значения имеют самые низкие показатели как по финансированию, так и по нормативно-эксплуатационному состоянию сети. Стоит отметить, что к дорогам местного значения относятся и улицы населенных пунктов. Однако при общей протяженности местной сети в 749 тыс. км никто не знает, какая их часть приходится на улицы. Многие годы обсуждался вопрос внесения в законодательство понятия «улично-дорожная сеть» (УДС). На сегодняшний день данный вопрос так и не решен. При этом нормативное регулирование улиц сегодня находится в ведении Минстроя России.

– Какие дополнительные меры поддержки дорожных проектов сейчас особенно необходимы?

– Прежде всего, это увеличение государственного финансирования дорожного хозяйства. Сегодня также рассматриваются законодательные изменения, направленные на ускорение существующих процедур в дорожном хозяйстве. Идет поиск финансовых инструментов, которые могли бы решить вопросы с реализацией крупных капиталоемких проектов (как пример – инфраструктурная ипотека или механизм отложенных налоговых платежей). К сожалению, пока ни один из них не получил практического применения. Правительство Российской Федерации на данном этапе также рассматривает вопрос применения к подрядчикам субсидированной процентной ставки под гарантии государства для ускорения реализации существующих дорожно-строительных проектов.

– Сергей Юрьевич, сегодня много говорится о том, что национальный проект БКАД получит дальнейшее развитие. В чем именно будет заключаться этот процесс?

– Действительно, на настоящем этапе национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» обновляется. Срок реализации проекта будет продлен до 2030 года. Если раньше нацпроект БКАД ассоциировался только с ремонтом дорожной сети, то теперь он включит в себя почти все мероприятия в области дорожного хозяйства. В него будут добавлены два федеральных проекта: «Модернизация пассажирского транспорта в городских агломерациях», предусматривающий выделение 620 млрд рублей на обновление 30% подвижного состава в городских агломерациях, и «Развитие федеральной магистральной сети», предполагающий финансирование в 3,3 трлн рублей (с 2025 по 2030 годы). Ранее указанные проекты входили в «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры». В рамках реализации федерального проекта «Региональная и местная дорожная сеть» в составе БКАД с 2022

«Идет трансформация национальных проектов, меняются подходы и критерии оценки эффективности».

С.Ю. Тен, депутат Государственной Думы VI и VII созывов

года предусмотрены мероприятия по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту находящихся в аварийном и предаварийном состоянии искусственных сооружений (мостов и путепроводов). Изменения проходят в рамках официального старта подготовки новой Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года. Это предполагает корректировку отраслевых стратегий, подлежащих актуализации и дальнейшему приведению в соответствие с базовым планом действий до 2030 года. Завершить корректировку планируется к 30 апреля 2021 года.

– Известно, что Комитет по транспорту и строительству Государственной Думы выступил инициатором создания отдельной программы по приведению мостов и путепроводов в нормативное состояние. Есть ли уже понимание того, какие в связи с этим должны быть достигнуты целевые показатели и в какие сроки?

– Предполагается, что после завершения реализации проекта «Региональная и местная дорожная сеть» аварийных сооружений на автомобильных дорогах остаться не должно. Будет построено 170 путепроводов через железнодорожные пути на пересечении автомобильных и железных дорог. Эти работы будут проводиться в 36 регионах. Доля региональных и межмуниципальных дорог в нормативном состоянии достигнет 50%. Фактически 60% финансовых ресурсов будет выделено до 2024 года. Программа реализуется с участием УОБДД МВД России и ОАО «РЖД». Но обсуждение целевых показателей программы еще продолжается.

– Эта программа будет реализовываться с участием регионов?

– В качестве источников ее финансирования предусматриваются иные межбюджетные трансферты на финансовое обеспечение дорожной деятельности, которые выделяются из Федерального дорожного фонда. Будут привлекаться и дополнительные доходы регионов от акцизов на нефтепродукты, в связи с поэтапным доведением норматива зачисления этого акциза в региональные бюджеты до 100%. Регионам необходимо своевременно обеспечить разработку проектной документации, внести соответствующие изменения в свои региональные программы, а также мобилизовать имеющиеся производственные мощности. Средства федеральной поддержки субъектам предлагается предоставлять на условиях софинансирования, согласно указанным предельным уровням (от 1% до 10%), за счет регионального бюджета. Распределение целевых показателей, скорее всего, будет осуществляться исходя из доли субъекта в общей протяженности искусственных сооружений на автодорогах регионального или межмуниципального и местного значения. Мы предлагаем также в законе о федеральном бюджете выделить отдельным приложением распределение акцизов бюджетам субъектов Российской Федерации. Это позволит, с одной стороны, обеспечить и парламентский контроль этим процессам, а с другой – гибкость принятия решений.

– Сергей Юрьевич, над какими еще законодательными инициативами работает Комитет в настоящее время?

– На фоне создания системы весогабаритного контроля на автомобильных дорогах продолжается и совершенствование законодательства в этом направлении. Так, сегодня в Государственной Думе рассматриваются два законопроекта: первый предусматривает возможность движения без специального разрешения для транспортных средств пожарной охраны и аварийно-спасательных служб; второй предполагает освобождение водителя от наказания за нарушения требований весогабаритных параметров: основная ответственность при этом будет возложена на собственника транспортного средства.

В части повышения безопасности ожидается завершение работы над законопроектом об аудите безопасности дорожного движения. Законопроект принят в первом

чтении еще в январе 2018 года и до сих пор находится в стадии подготовки ко второму чтению. Планируется учесть в нем инициативу депутатов по регламентированию размещения средств фотовидеофиксации.

26 января 2021 года в парламент внесен законопроект по изменению Федерального закона о контрактной системе 44-ФЗ. Так, предложено сократить количество конкурентных способов определения поставщика, исключаются двухэтапные конкурсы, конкурсы с ограниченным участием; запросы предложений; общественное обсуждение предлагается проводить при стоимости объекта закупки свыше 2 млрд рублей (сейчас – 1 млрд). Вводится рейтинг деловой репутации участников закупки с установлением порядка его формирования и применения актом правительства РФ. Но, на мой взгляд, предложенные меры не решают проблемы в области демпинга дорожно-строительных объектов и повышения качества выполняемых работ. У нас сегодня при разном качестве выполняемых работ подрядные организации получают одинаковое вознаграждение. Гарантии и обеспечительные меры, предусмотренные в действующей редакции закона, лоббируют интересы банков. При этом в стоимость объектов они не закладываются, а это существенные суммы. Вводится порядок электронного документооборота при исполнении контракта между заказчиком и поставщиком (подрядчиком, исполнителем). В общей сложности более 318 страниц в подготовленном законопроекте. Так что привыкнуть к одной редакции федерального закона не получится.

– Сергей Юрьевич, какие изменения происходят в области переустройства инженерных коммуникаций при строительстве, ремонте, реконструкции дорог?

– Ожидаем законопроект правительства РФ в части установления порядка переустройства инженерных коммуникаций при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. Эта проблема существенно влияет на реализацию крупномасштабных проектов в сфере дорожного хозяйства. К сожалению, в шестом созыве данный вопрос так и не смогли решить, да и седьмой созыв скоро закончится. Пока не решен вопрос и со строительством дорог с низкой интенсивностью движения.

– На что еще важно обратить внимание дорожным строителям?

– Прежде всего на то, что к 2024 году должны быть разработаны и актуализированы не менее 130 новых технических требований и стандартов. За последние годы уже введено более 100 новых нормативно-технических стандартов. На первый план здесь выходит качество выполняемых работ в соответствии с новыми требованиями.

ЮГСЕРВИС

Производство деформационных швов:

- однопрофильные деформационные швы (ОП ДШ) на перемещение от 50 мм до 100 мм;
- Многопрофильные деформационные швы (МП ДШ) с резиновым компенсатором и ДШ гребенчатого типа на перемещение 160–400 мм;

При производстве используется арматура А1 Д = 20 мм, плоский анкер толщиной 14 мм. Металлическое окаймление, выполненное методом непрерывной протяжки профиля, обладает повышенной жесткостью. К преимуществам МП ДШ относятся: возможность перемещения в трех направлениях; легкость в обслуживании; возможность замены отдельных частей.

Конструкции ДШ полностью соответствуют современным требованиям:

- низкий уровень шума;
- беспрепятственное комфортное движение по мостовому полотну;
- высокая прочность конструкций ДШ;
- устойчивость элементов к воздействию любых нагрузок и погодных условий.

Производство опорных частей (ОЧ):

- резинотехнические ОЧ для мостов РОЧ, как обычные, так и всесторонне подвижные анкеруемые армированные опорные части АБ, АШ, АРМ, ЛП, Н, СВ РСИ (со свинцовым сердечником).
- тангенциальные и стаканные ОЧ – подвижные, линейно-подвижные, неподвижные (ОЧ ЛП, ОЧ Н, ОЧ ЛСЛП, ОЧ ЛСН) под различные нагрузки и любые перемещения.
- сферические ОЧ с шаровым сегментом.

Опорные части (подвижные, линейно-подвижные, неподвижные) выпускаются под различные нагрузки от 100 тс до 1500 тс и любые перемещения от ±50 мм до ±300 мм.

Все ОЧ изготовлены из марки 09Г2С ГОСТ 19281. Они применяются при строительстве автодорожных, пешеходных и совмещенных мостовых сооружений с металлическими и железобетонными пролетными строениями.

тел. +7 (863) 220-92-14, (863) 220-92-15
e-mail: ugservs@gmail.com
www.ugsrv.ru

реклама

ПО ИТОГАМ КОНФЕРЕНЦИИ

Ежегодная Международная практическая семинар-конференция «Сибирские дороги» состоялась в Иркутске 11–12 февраля 2021 года. Это третье по счету мероприятие прошло в очном формате, что на сегодняшний день пока редкость. Став первой в Сибири независимой площадкой для общения дорожников, представителей власти, поставщиков и производителей строительных материалов, конференция привлекает к себе все большее внимание со стороны специалистов из всех регионов России.

Показателем заметного увеличения количества ее участников стало то, что в этом году мероприятие прошло в самом большом выставочном комплексе Иркутска – «Сибэкспоцентре», собрав более 500 человек, представителей 200 организаций из 50 городов и шести стран: России, Монголии, Турции, Казахстана, Белоруссии, Великобритании.

Открыл конференцию заместитель начальника ФКУ Упрдор «Прибайкалье» **С.И. Сунгатулин**. Подчеркнув, что Управление активно придерживается курса на дальнейшее эффективное использование новых технологий и материалов, в своем обращении к участникам этого специализированного мероприятия Сергей Иванович отметил следующее: «Повышение требований к безопасности и комфорту перемещения автотранспортом является, пожалуй, наиболее мощным драйвером в дорожно-строительной сфере. Развитие федеральных автомобильных дорог Иркутской области в части повышения безопасности дорожного движения и удобства ее использования участниками движения – основная задача ФКУ Упрдор «Прибайкалье». На сегодня уже подготовлены предварительные программы работ до 2030 года, где предусмотрено как строительство новых и

реконструкция существующих участков дорог и ИССО, так и доведение до нормативных требований дорог в рамках ремонта и капремонта».

Модераторами прошедшего в Иркутске мероприятия стали **Анатолий Тараненко**, основатель конференции «Сибирские дороги», и **Иван Иванов**, представитель компании ООО «Газпромнефть – Битумные материалы», выступившей генеральным спонсором проведения конференции.

Веяние времени сделало проведение семинар-конференции «Сибирские дороги» универсальным в плане общения благодаря использованию видеоконференцсвязи. Так, с приветственным словом выступил **И.И. Старыгин**, генеральный директор Российской Ассоциации территориальных органов управления автомобильными дорогами «РАДОР», сообщив об итогах реализации субъектами РФ программ дорожных работ в 2020 году, а также о планах на 2021 год. Заместитель начальника Управления регионального развития и реализации национального проекта «Росавтодора» **А.В. Торощин** рассказал об основных задачах реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», сделав акцент на имеющихся проблемах и путях их устранения.

Был заслушан доклад **С.Ю. Тена**, депутата Госдумы Российской Федерации, члена комитета по транспорту и строительству, который сообщил об основных изменениях в сфере законодательства, направленных на устойчивость функционирования дорожного хозяйства. Сергей Юрьевич затронул ряд тем, актуальных для дорожного сообщества, отметив, что сегодня работа Думы над законопроектами существенно поменялась. И если в предыдущем созыве вопросы раз-

вития транспорта решал отдельный комитет, то в седьмом созыве транспортный комитет объединен со строительным. При этом несмотря на то, что количество принятых законопроектов в области автомобильных дорог оказалось снижено фактически до минимума, удалось добиться определенных результатов.

В июле 2020 года принят федеральный закон № 238-ФЗ в части, касающейся совершенствования весового и габаритного контроля транспортных средств. Тогда же был принят федеральный закон № 254-ФЗ «Об особенностях регулирования отдельных отношений в целях модернизации и расширения магистральной инфраструктуры и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», направленный на сокращение сроков реализации объектов транспортной инфраструктуры.

«В настоящее время продолжается работа над законопроектами, касающимися в том числе нарушений правил движения крупногабаритными средствами, а также связанными с аудитом безопасности дорожного движения, движением по дорогам специальных транспортных средств. Сюда же следует отнести и поправки в 44-ФЗ, которые позволят продолжить цифровизацию процедур закупки», – подчеркнул Сергей Тен.

Кроме того, депутат обратил внимание на исполнение регионами национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», который в настоящее время обновляется и срок реализации которого будет продлен до 2030 года. Если прежде нацпроект БКАД ассоциировался только с ремонтом региональной дорожной сети, то теперь он будет включать всю сеть автомобильных дорог, в том числе федеральную. В проект добавят два федеральных проекта: «Модернизация пассажирского транспорта в городских агломерациях» и «Развитие федеральной магистральной сети».

В рамках реализации федерального проекта «Региональная и местная дорожная сеть» в составе БКАД с 2022 года предусмотрены мероприятия по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту находящихся в аварийном и предаварийном состоянии искусственных сооружений (мостов и путепроводов).

«Мы выходим на старт нового дорожно-строительного сезона, и хотелось бы к концу 2021 года быть в начале рейтинга среди субъектов РФ. От этого во многом зависит объем федерального финансирования. К сожалению, на конец прошлого года Иркутская область располагалась ближе к концу рейтинга, что зависит не только от заказчика, но и от подрядчиков. Для органов управления дорожным хозяйством в субъектах РФ работы предостаточно. При этом задачи стоят очень серьезные: приведение дорог в нормативное состояние, повышение эффективности управления, повышение безопасности дорожного движения», – подчеркнул парламентарий.

Об итогах работы Иркутской области в области дорожного хозяйства за 2020 год рассказала в своем докладе **Ю.В. Гордина**, директор ОКГУ «Дирекция по строительству и эксплуатации автомобильных дорог Иркутской области». Юлия Владимировна также сообщила о планах и перспективах на 2021-й и последующие годы.

В ходе работы конференции был затронут целый ряд практических вопросов. Так, например, об альтернативном способе определения адгезии органического вяжущего и каменного материала рассказал **Николай Полонов**, главный специалист центральной лаборатории компании АО «Труд». Дорожник предложил внести в нормативную документацию Российской Федерации метод по определению адгезии. Этот широко используемый в Европе метод, по словам докладчика, более приближен к реальным условиям.

А.С. Матвеевич, заместитель директора Центра оценки соответствия в дорожном хозяйстве, заместитель председателя руководящего органа Системы «Росдорстройсертификация», поделился накопленным опытом в деле оценки соответствия асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов, применяемых по национальным стандартам серии «Дороги автомобильные общего пользования»: ГОСТ Р 58406.1-2020, ГОСТ Р 58406.2-2020, ГОСТ Р 58401.1-2019 и ГОСТ Р 58401.2-2019. Он рассказал об особенностях новых асфальтобетонных смесей по ГОСТ Р 58406.1 и ГОСТ Р 58406.2, отметив как недостатки, так и преимущества этих смесей.

Данил Сутурин, студент ФГБОУ ВО ИРНИТУ, выступив с докладом «Дорожное покрытие нового поколения», рассказал о работе по улучшению асфальтобетона с нанотрубками, которые вводятся в битум с помощью адгезионных присадок, после чего модифицированный битум добавляется в асфальтобетон. Нанотрубки улучшают свойства дорожного битума при очень низких концентрациях в общей массе материала (при этом самого битума в асфальтобетоне не более 6%). Использование нанотрубок оказывает эффективное влияние на температуру размягчения, способствует увеличению вязкости в 2 раза. Наблюдается прирост устойчивости к образованию колеи, устойчивости к усталому трещинообразованию (на 70%), увеличивается предел прочности, снижается расход битума на 5–10%. Докладчиком было отмечено, что работы в данном направлении будут продолжены.

А.С. Фиков, представитель компании «Дорожно-строительный трест № 5» (Минск), поделился опытом по строительству автомобильных дорог с цементобетонным покрытием в Республике Беларусь. Двухлетний мониторинг экспериментального участка показал, что покрытие с оголением крупного заполнителя позволяет не только улучшить эксплуатационные характеристики дороги, но и отлично справляется с высокими нагрузками.

Руководитель ООО «НПФ Бастион» (Санкт-Петербург) **Дмитрий Челядинов**, отметив актуальность рассматриваемых на конференции тем, рассказал о новинках, которые выпускает компания – отечественный производитель оборудования для дорожного строительства,.

В докладе **Константина Никольского**, специалиста компании «Инфратест» (Москва), были представлены современные методы испытания дорожно-строительных материалов, а на организованном компанией стенде наглядно продемонстрировано современное лабораторное оборудование Infra Test (Германия).

Всего в процессе работы заслушано более 30 докладов, а по завершении мероприятия для участников, по сложившейся традиции, была организована поездка на Байкал. В ходе экскурсии основатель конференции **Анатолий Тараненко** вручил благодарственные письма компаниям, поддержавшим проведение конференции «Сибирские дороги».

По итогам конференции были сформулированы тезисы, выдвинуты конструктивные предложения для дальнейшего их рассмотрения уже на государственном уровне.

БАСТИОН
Производство оборудования для ремонта и содержания дорог

ООО «НПФ БАСТИОН»

Производство оборудования и техники
Более 20 лет с вами!

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

RUCEM.RU

конференция

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА СЕЛЬСКИХ ДОРОГ

14-15 апреля 2021 года, Липецк,
Отель Mercure Центр

Организатор мероприятия ООО РУЦЕМ.РУ

www.rucem.ru info@rucem.ru

+7 (8453) 68-33-82 +7 (927) 225-33-82

www.cemconf.ru/38

12+

ЛЕТОПИСЬ СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Прошедший 2020 год изменил условия деятельности многих компаний. Не стал он исключением и для Группы предприятий «Дорсервис». Однако это далеко не первый кризис для проектной организации с 30-летней историей работы на дорожно-строительном рынке России. Деятельность компании велась непрерывно.

Датой основания компании новой формации – Группы предприятий «Дорсервис» – стал непростой для российской экономики 1991 год, год постперестроечных реформ. А началось все с появления в Северной столице малого государственного предприятия «Ленинград-Дорсервис», которое стало заниматься проектированием капитального ремонта улиц города.

Несмотря на социально-экономические шторма, периодически сотрясавшие Россию, руководству и коллективу компании удалось превратить созданное с нуля предприятие в одну из ведущих проектных организаций страны. Продвижению ГП «Дорсервис» на рынке проектных услуг способствовали грамотная организация рабочего процесса, высокопрофессиональные специалисты, глубоко знающие и любящие свое дело, и умение неформально подходить к решению сложных технических задач.

В 1993 году было зарегистрировано ЗАО «Нева-Дорсервис», которое обеспечивало работу по выполнению инженерно-геодезических и геологических изысканий для проектирования. В настоящее время это предприятие, помимо всех видов инженерных изысканий, также выполняет работы по строительному контролю и строительству.

К 1996 году в «Дорсервисе» были созданы научно-технический отдел и отдел автоматизированных технологий, выполнено технико-экономическое обоснование строительства и реконструкции ряда автомобильных дорог в различных регионах страны, разработаны многочисленные проекты капитального ремонта объектов улично-дорожной сети города на Неве.

С 1997 года проектирование городских и внегородских объектов стало осуществлять ЗАО «Петербург-Дорсервис», куда перешли все сотрудники МГП «Ленинград-Дорсервис». Предприятие быстро развивалось, а увеличение числа специалистов потребовало расширения площади помещений, создания современных и более комфортных условий труда (к слову сказать, грамотная кадровая политика и забота о сотрудниках всегда были и остаются одним из приоритетных направлений в организации работы ГП «Дорсервис»).

На сегодняшний день за плечами специалистов компании проекты реконструкции и строительства основных магистралей и улиц Петербурга, среди которых Владимирский проспект и Владимирская площадь, Биржевая площадь, Заневский проспект и Заневская площадь, Московский, Лиговский, Литейный, Пискаревский проспекты, Поклонногорский путепровод, создание пешеходных зон на улицах Малой Садовой, Захарьевской, в Соляном переулке и многие другие объекты.

***

Первым масштабным даже по общероссийским меркам объектом дорожного проектирования для ГП «Дорсервис» стала Кольцевая автомобильная дорога вокруг

Проект капитального ремонта Заневской площади (Санкт-Петербург)

Проект пешеходной зоны на Малой Садовой улице (Санкт-Петербург)

Развязка КАД с Мурманским шоссе (Восточное полукольцо КАД)

Развязка КАД с Пулковским шоссе (Южный участок КАД)

Санкт-Петербурга. Ее строительство началось в 1998 году с развязки с Приморским шоссе в районе станции Горская. Проектирование дорожной части этой развязки в консорциуме выполнило ЗАО «Петербург-Дорсервис». Позже компания стала генеральным проектировщиком восточного полукольца и западного участка КАД, а также разработала дорожную часть южного участка автомагистрали.

Вот уже более десяти лет современная трасса обеспечивает связь между отдаленными районами Северной столицы и движение транзитного транспорта. На сегодняшний день без Кольцевой уже трудно представить жизнь города и Ленинградской области.

Работа над этим масштабным проектом потребовала от специалистов ГП «Дорсервис» неординарных решений, изучения, а впоследствии и активного применения новых материалов и технологий. В процессе работы были использованы такие технологии, как закрепление слабых грунтов методом струйной цементации (Jet Grouting), устройство безосадочной насыпи на слабых грунтах, ускорение осадки насыпей на слабых основаниях с применением ленточных геодрен; стабилизация слабых оснований геоматрасом; щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), щебеночно-песчаные смеси оптимального состава (ЩПС); гидроботанические площадки; автоматизированная система управления дорожным движением и другие. Следует отметить, что многие технологии и материалы применялись в России впервые именно при проектировании КАД.

«Когда только начиналась разработка инженерного проекта КАД, неординарность этой почетной для нас, но крайне ответственной и сложной задачи была обусловлена как огромным объемом работы, так и сжатыми сроками ее исполнения, – вспоминает генеральный директор ГП «Дорсервис» Игорь Анатольевич Пичугов. – Потребовалось одновременно вести работы по изысканиям, по созданию инженерного проекта и рабочей документации строительства. Значительную трудность представляло и то обстоятельство, что одновременно с проектированием были начаты строительно-монтажные работы. Специалисты нашей компании координировали все проектные работы, увязывали принимаемые проектные решения, отвечали за проведение единой технической политики и разработку основных технических решений при проектировании автомагистрали. Как генеральный проектировщик, «Дорсервис» занимался оптимизацией решений, принятых различными проектными организациями для снижения сроков и стоимости строительства, проведением предварительной экспертизы и сдачей заказчику проектной документации, выполненной по каждому лоту. Не ошибусь, если скажу, что к таким масштабным и амбициозным для того времени объектам, как кольцевая автодорога вокруг Санкт-Петербурга, можно было отнести в России, наверное, только МКАД. Для реализации поставленных задач нашими специалистами тщательно изучался весь спектр отечественного, а также зарубежного передового опыта. Многое из этого опыта нашло свое отражение в проекте. Поэтому можно утверждать, что проект КАД вокруг Санкт-Петербурга был создан на уровне мировых стандартов – неслучайно эта работа наших специалистов получила тогда высокую оценку со стороны зарубежных экспертов».

***

Говоря об опыте ГП «Дорсервис» в работе над сложными инженерными сооружениями, нельзя не рассказать об объектах транспортной инфраструктуры, спроектированных и построенных в рамках подготовки к проведению Олимпийских игр в Сочи в 2014 году. Среди этих объектов – совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горноклиматический курорт «Альпика-Сервис», третья очередь строительства дублера Курортного проспекта и транспортная развязка на пересечении улиц Донской и Виноградной в городе Сочи.

Сложившаяся плотная застройка, наличие особо охраняемых природных территорий, сложные геологические и гидрологические условия, повышенная сейсмическая активность района – все это потребовало проектирования большого количества искусственных сооружений (эстакад,

Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис»

Транспортная развязка на пересечении улиц Донской и Виноградной (г. Сочи)

мостов, тоннелей) с использованием инновационных технологий и материалов. Решение сложных технических задач, возникавших в процессе работы над олимпийскими объектами, – это еще один важный этап на пути совершенствования материально-технической базы и кадрового потенциала компании.

Новым направлением в процессе подготовки транспортных объектов к зимним Олимпийским играм в Сочи для ГП «Дорсервис» стало проектирование тоннелей. Специалистами компании, изучившими отечественный и зарубежный опыт тоннельного строительства, были предложены самые передовые технологии и методы, например при строительстве автодорожных тоннелей № 8 и № 8а впервые в России был применен передовой метод крепления забоя и окружающего массива тоннеля с использованием стекловолоконной арматуры ADECO RS. Данный метод заключается в использовании специальных стекловолоконных элементов в качестве армирующих конструкций. Эти элементы армируют прилегающий к выработке массив грунта, тем самым укрепляя слабые грунты, в которых ведется сооружение тоннелей, и уменьшая деформации окружающего горного массива.

***

Пожалуй, самый масштабный проект в истории ГП «Дорсервис» – скоростная платная автомобильная дорога (СПАД) Москва – Санкт-Петербург М-11 «Нева». Ее проектирование велось почти 15 лет. В рамках работы над этим объектом специалистами «Дорсервис» были разработаны инженерные проекты основных участков строительства СПАД – на выходе автодороги из Москвы км 15 – км 58 (в качестве генерального проектировщика), 1-й этап – км 58 – км 97 и входе ее в Санкт-Петербург – 7-й (км 543 – км 646) и 8-й этап (км 646 – км 684). Кроме этого, специалисты компании в качестве генерального проектировщика выполнили рабочую документацию 7-го и 8-го этапов, а также принимали участие в разработке инженерного проекта, корректировок инженерного проекта и рабочей документации на остальных этапах строительства.

Помимо проектных работ, ГП «Дорсервис» выполняла авторский надзор и строительный контроль на участке км 15 – км 58, а так же на 1-м, 7-м и 8-м этапах строительства М-11 и участвовала в осуществлении строительного контроля на 6-м этапе.

«Участие в этом масштабном для России проекте – строительстве скоростной автодороги М-11 – для нашей компании значительный этап в истории профессионального роста, – рассказывает первый заместитель генерального директора – главный инженер ГП «Дорсервис» Евгений Петрович Медрес. – Мы стояли у истоков, разрабатывая инженерный проект первого участка от 15-го до 58-го километра (выход трассы из Москвы), активно участвовали впоследствии и в проектировании остальных этапов строительства. Но если вспомнить всю историю проектирования этой

Дублер Курортного проспекта. III очередь строительства, тоннели №8 и №8а (г. Сочи)

Развязка КАД с а/д М-11 «Нева» (Санкт-Петербург)

трассы, то хотелось бы добавить, что наши специалисты еще в советское время (в 1984–1986 годах), до создания ГП «Дорсервис», участвовали в разработке проекта автодороги Москва – Ленинград на участке от 15-го до 100-го километра (я был тогда ГИПом этого объекта). Проект был разработан, согласован, но до строительства трассы дело так и не дошло. Получается, что вернулись мы к этому проекту спустя 30 лет. Кстати, вариант прохождения трассы, выбранный нами тогда, таким и остался. Полоса отвода сохранилась, и через 30 лет новое проектирование было осуществлено со стороны Москвы именно по этому коридору. Самыми сложными для проектирования стали участки выхода трассы из Москвы и входа ее в Санкт-Петербург, то есть км 15 – км 58 и км 646 – км 684.

Разработка инженерного проекта головного (московского) участка М-11 сопровождалась многочисленными трудностями, и не только технического характера. Сейчас это уже стало историей, а тогда специалистам, помимо проектирования четырех сложнейших развязок в условиях сложившейся застройки, пришлось решать вопросы, связанные с прохождением трассы через часть территории Химкинского леса, а также вопросы по обходу мусорного полигона, по изъятию земель для государственных нужд. Нужно было встречаться с населением, активистами, представителями экологических и надзорных организаций, объяснять, отвечать на вопросы, искать компромиссы…

Но вся работа была сделана, и мы гордимся тем, что смогли выполнить ее качественно и в срок. Что касается завершающего, восьмого этапа строительства М-11 (на входе ее в Санкт-Петербург), то здесь также пришлось серьезно проработать вопросы проектирования транспортных развязок с КАД и автодорогой А-120, моста через реку Ижору, тоннеля под железнодорожными путями Варшавского направления, двух больших комплексов – пункта взимания платы и центра управления движением».

***

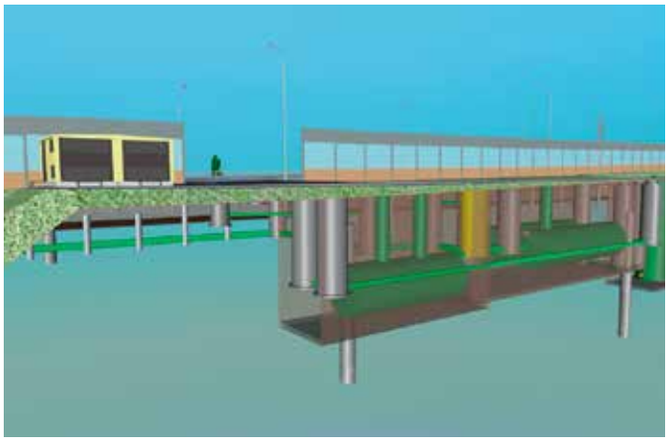
Строительство крупных объектов транспортной инфраструктуры – важный фактор не только развития компании, но и повышения качественного уровня жизни любого региона. Однако несмотря на то, что в настоящий момент продолжается реализация многих амбициозных отраслевых планов, в том числе национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», существует ряд нерешенных задач.

В этой связи ГП «Дорсервис» всегда отличало и отличает неравнодушное отношение к проблемам развития дорожной отрасли. Неслучайно сотрудниками компании активно продолжают выполняться научно-исследовательские работы для нужд дорожной отрасли, осваиваются и применяются новые программные продукты и технологии проектирования, в том числе актуальные на сегодняшний день технологии информационного моделирования. Специалисты ГП «Дорсервис» считают, что необходимо рассматривать не только те инновации, которые уже официально разрешены к применению в России, но и те, которые успешно апробированы в мировой практике. Ведь, как правило, с учетом всего жизненного цикла объекта, включая эксплуатационные затраты, выигрывают именно новые эффективные технологии.

Что касается увеличения гарантийного срока после ремонта до 10–12 лет, то, по словам специалистов, это действительно возможно, однако не на всех трассах. «Для определения срока гарантии нужно учитывать, в первую очередь, интенсивность нагрузок, – считает заместитель генерального директора по развитию АО «Петербург-Дорсервис» Анатолий Игоревич Пичугов. – Иногда асфальт разрушается в течение гарантийного срока не потому, что плохо уложен, а потому что нагрузка слишком велика. Также необходимо учитывать и состояние слоев основания дорожной одежды под асфальтобетонным покрытием: например, если сети под ним постоянно перестраиваются, то, как бы хорошо подрядчик ни выполнил свою работу, дорога будет постепенно разрушаться».

Возвращаясь к теме КАД, важно отметить, что расчетная интенсивность движения по этой дороге, выполненная на 2020 год в момент проектирования, по факту, из-за существенных изменений социально-экономической ситуации в стране, значительно превысила прогнозируемые показатели. Неслучайно неоднократно на разных уровнях говорилось о необходимости строительства второй кольцевой дороги (кстати, предпроектные проработки КАД-2 еще десять лет назад выполнила ГП «Дорсервис»; компания и сегодня продолжает активно участвовать в работе по продвижению этого нужного региону проекта).

ЮШМ, шоссе Подбельского (информационная модель)



ЮШМ, локальные очистные сооружения (информационная модель)

***

Одним из объектов, инженерный проект которых в настоящее время разрабатывает ГП «Дорсервис», является Южная широтная магистраль (ЮШМ) в Санкт-Петербурге. Она должна соединить на юге города Волхонское и Московское шоссе. В настоящее время есть распоряжение Комитета по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга по подготовке проекта планировки территории для строительства участка Южной широтной магистрали от перспективной Южно-Волхонской дороги до пересечения шоссе Подбельского с Сетевой улицей в Пушкинском районе города.

Особенностью работы над этим проектом стало обязательное требование технического задания по разработке полноценной информационной модели объекта.

Еще один текущий проект компании – 2-я очередь строительства транспортной развязки в районе Поклонногорской улицы (1-я очередь – Поклонногорский путепровод через железнодорожные пути Выборгского направления, который был построен по проекту ГП «Дорсервис» в 2017 году).

Эти два проекта станут одними из самых масштабных объектов транспортного строительства в Санкт-Петербурге в ближайшее время.

За 30 лет своей деятельности Группа предприятий «Дорсервис» из небольшой организации превратилась в сильный проектный институт, с головной компанией АО «ПЕТЕРБУРГ-ДОРСЕРВИС» и дочерними предприятиями в различных регионах. Среди них ООО «Институт дорожно-мостового проектирования», ООО «М-Дорсервис Плюс» (Москва), ООО «Центр-Дорсервис» (Воронеж), ООО «Дорсервис-Запад» (Калининград), АО «НЕВА-ДОРСЕРВИС», ЗАО «Экотранс-Дорсервис», ООО «Дорпроект Плюс», ООО «СПБ ГАСУ-Дорсервис», АО «Авто-Дорсервис», АО «Порфир» (Санкт-Петербург). В разные годы были созданы филиалы в Краснодаре, Сочи, Сухуме. Специалисты дочерних компаний всегда принимают активное участие в проектировании масштабных объектов ГП «Дорсервис» и работают единой командой.

Сегодня ГП «Дорсервис» выполняет весь комплекс проектно-изыскательских работ в дорожной отрасли, осуществляет инженерно-технический консалтинг, выполняет строительный контроль и лабораторную диагностику при строительстве транспортных объектов, ведет научно-исследовательскую работу, участвует в законотворческой деятельности и в работе ассоциаций дорожного комплекса Российской Федерации.

География деятельности компании широка: специалистами ГП «Дорсервис» разработаны более 700 проектов реконструкции и ремонта улиц и транспортных сооружений в Петербурге и Москве, проекты строительства и реконструкции автомобильных дорог в Ленинградской, Московской, Новгородской, Псковской, Ивановской, Тверской, Воронежской, Костромской и Калининградской областях, в Ненецком автономном округе, Краснодарском крае, Республике Крым и других регионах России.

Список проектов, разработанных ГП «Дорсервис», настолько велик, что даже простое их перечисление могло бы занять более половины нашего журнала. Однако мы продолжим рассказывать о работе компании в следующих номерах нашего издания, познакомим читателей с новыми технологиями и материалами, применяемыми ГП «Дорсервис» в своей работе, обсудим с ведущими специалистами предприятия вопросы развития дорожной отрасли.

30 лет – это достаточно зрелый возраст, когда можно говорить о большом опыте и профессионализме компании, но это и возраст, в котором обязательно есть много возможностей для дальнейшего роста и совершенствования!

Светлана Пичкур

реклама

ДОРСЕРВИС
ГРУППА ПРЕДПРИЯТИЙ
30 лет

195248, Санкт-Петербург, Бокситогорская ул., д. 9 лит. А
тел. (812) 325-91-62, факс (812) 325-91-60, mail@dor.spb.ru, www.dor.spb.ru

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

В современном строительстве предъявляются высокие требования к совершенствованию методов проектирования дорожной одежды. Она должна быть не только экономичной и менее материалоемкой, но и прочной, надежной в эксплуатации, соответствовать экологическим требованиям. Переход дорожного хозяйства на инновационный путь развития создает предпосылки для появления новых методик в данном направлении.

При разработке конструкций дорожной одежды учитывается множество факторов: особенности природно-климатических условий региона, тип и загруженность трассы, стабильность финансирования дорожного объекта, обеспеченность материалами и даже специализация дорожно-строительной организации.

В России в настоящее время проектирование нежестких дорожных одежд ведется по методике ОДН 218.046-01 с таким расчетом, чтобы за межремонтный срок не возникло разрушений дорожного полотна и недопустимых отклонений.

Покрытие должно обеспечивать стабильную работу конструкции в самый неблагоприятный период. Для дорожных одежд, работающих в условиях сильного сезонного изменения температур с глубоким промерзанием (более толщины дорожной одежды), таким периодом является весеннее оттаивание грунта.

Однако исследования показывают, что прочность дорожных конструкций в этот период падает до более низких значений, чем минимально допускаемые модули упругости. Кроме того, условия эксплуатации дорог очень неоднородны. Это диктует необходимость рассматривать вариативность конструкций дорожных одежд для оптимального сочетания конструктивных слоев по техническим, эксплуатационным и экономическим показателям.

В настоящее время отсутствует методика технико-экономического анализа вариантов дорожных одежд. Требования ОДМ 218.2.028–2012 утратили силу в апреле 2018 года ввиду их несостоятельности. Кроме того, данные требования распространялись только на дороги федерального значения и на дороги высоких технических категорий.

Новая методика экспертного сравнения вариантов дорожного покрытия разработана на кафедре «Автомобильные дороги» Тихоокеанского государственного университета (г. Хабаровск) и реализована при подготовке пакета обновлений программного продукта «Топоматик Robur – Дорожная одежда» с учетом всех действующих нормативных требований к конструированию и проектированию дорожных одежд (рис. 1).

В данной методике экспертное сравнение вариантов конструкции дорожной одежды выполняется на основе комплексного показателя эффективности, учитывающего эксплуатационные и экономические факторы:

1) **Экономическим фактором** при сравнении вариантов является стоимость всех слоев конструкции дорожной одежды, включая стоимость геосинтетических материалов. При сравнении вариантов задается не сметная стоимость конструкции, а именно стоимость устройства 1 см толщины слоя. Итоговая стоимость определяется суммацией стоимостей всех слоев конструкции.

2) **За эксплуатационную надежность** отвечает коэффициент прочности, который возможно определить двумя способами:

- минимальное значение по ПНСТ 265-2018;
- среднее значение между коэффициентами прочности всех конструктивных слоев.

Рис. 1. Нормативные документы

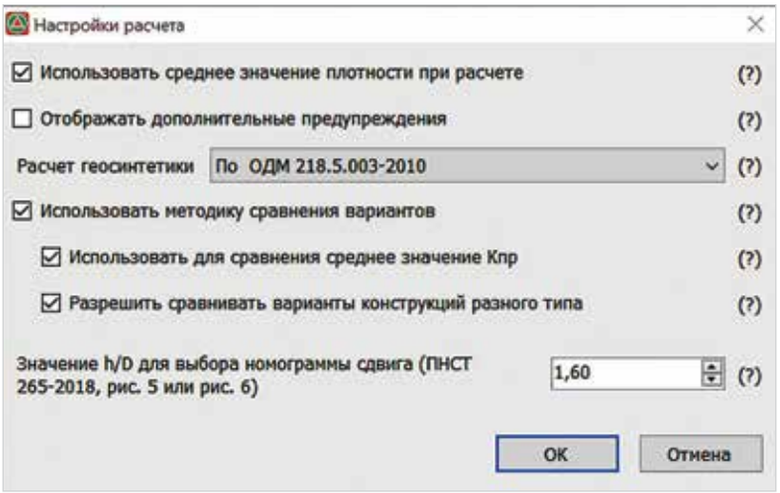


Рис. 2. Настройки расчета коэффициента прочности

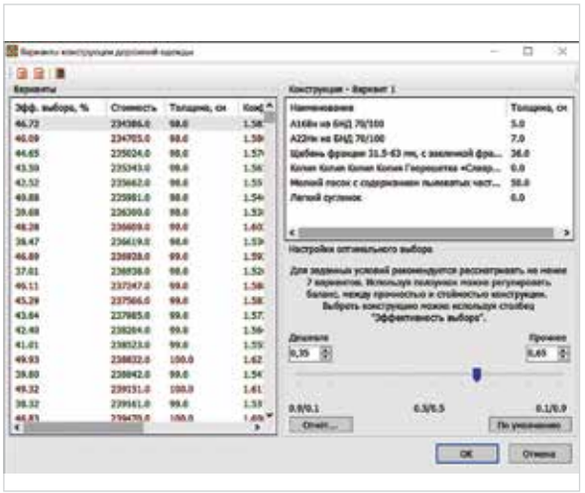


Рис. 3. Варианты конструкции дорожной одежды

Минимальное значение коэффициента прочности определяется по п. 10.1.3 ПНСТ 265-2018, согласно которому превышение значения одного из критериев, имеющего минимальное значение, должно быть не более 5%, при условии выполнения остальных критериев прочности. Таким образом, учитывается только одно минимальное значение коэффициента прочности, взятое по условию упругого прогиба, сдвигу или растяжению при изгибе. Остальные значения коэффициентов прочности не учитываются при сравнении вариантов, но они, безусловно, должны выполняться (рис. 2).

Для того чтобы сравнить варианты дорожных одежд, необходимо создать и рассчитать не менее трех типов конструкций. После этого в меню «Расчет» нужно выбрать пункт **«Сравнить варианты»**, в результате чего появится соответствующее диалоговое окно (рис. 3), которое разбито на три блока:

1) «Варианты» – в блоке представлены технические и экономические параметры всех вариантов дорожной одежды, а именно:

- «Эффективность выбора (%)»;
- «Стоимость»;
- «Толщина (см)»;
- «Коэффициент прочности»;
- «Эквивалентная стоимость»;
- «Эквивалентная прочность».

Эквивалентные стоимость и прочность изменяются в пределах от 0 до 1 и показывают величину отклонения от идеального значения.

Идеальные значения выбираются автоматически из вариантов и принимаются равными минимальной стоимости и максимальному коэффициенту прочности.

2) **«Конструкция»** – в поле указано название выбранного варианта, перечень и толщина всех его конструктивных слоев.

3) **«Настройки оптимального выбора»** – в поле представлена справочная информация о критериях оптимального выбора конструкции, а также указываются предпочтения между стоимостью (дешевизной) и прочностью конструкции.

Вариант конструкции, обеспечивающий наибольшую величину «Эффективного выбора», является лучшим для заданного соотношения «Дешевле» – «Прочнее». При изменении соотношения «Дешевле» – «Прочнее» произойдет автоматический перерасчет эффективности и определится новый лучший вариант конструкции дорожной одежды.

Функцию сравнения конструкций по комплексному показателю эффективности можно использовать и на этапе подбора дорожной одежды, когда все конструктивные слои и их показатели стоимости идентичны, а варьируется лишь их толщина.

В этом случае после выполнения подбора в блоке «Варианты» будут представлены все возможные версии конструкции дорожной одежды, отсортированные по показателю эффективности. Эта функция позволяет инженеру-проектировщику быстро и просто определить лучшее проектное решение и предоставить заказчику обоснованный ответ на вопрос, какую конструкцию дорожной одежды более целесообразно применять в заданных проектных условиях. Для большей наглядности выбора имеется возможность сформировать отчет о сравнении вариантов.

Таким образом, данная методика, реализованная в «Топоматик Robur – Дорожная одежда», помогает найти оптимальное сочетание слоев конструкции по техническим, эксплуатационным и экономическим показателям при проектировании дорожных одежд. Это в итоге гарантирует не только долговечность сооружения, но комфорт и безопасность движения по автомобильной дороге.

А.В. Каменчуков,
канд. техн. наук, доцент,
и. о. заведующего кафедрой
«Автомобильные дороги»
ФГБОУ ВО «Тихоокеанский
государственный университет»

Организатор конференции

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FOUNDATION CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

21 АПРЕЛЯ 2021

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНИКА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ»

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
В РАМКАХ 25-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ, ОБОГАЩЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ «MININGWORLD RUSSIA»

Генеральный спонсор

ZINKER

Официальная поддержка

25 ЛЕТ MiningWorld Russia
a Hyve event

Генеральные информационные партнеры

ФУНДАМЕНТЫ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ И СТРОИТЕЛЕЙ

Гидротехника наука и технологии

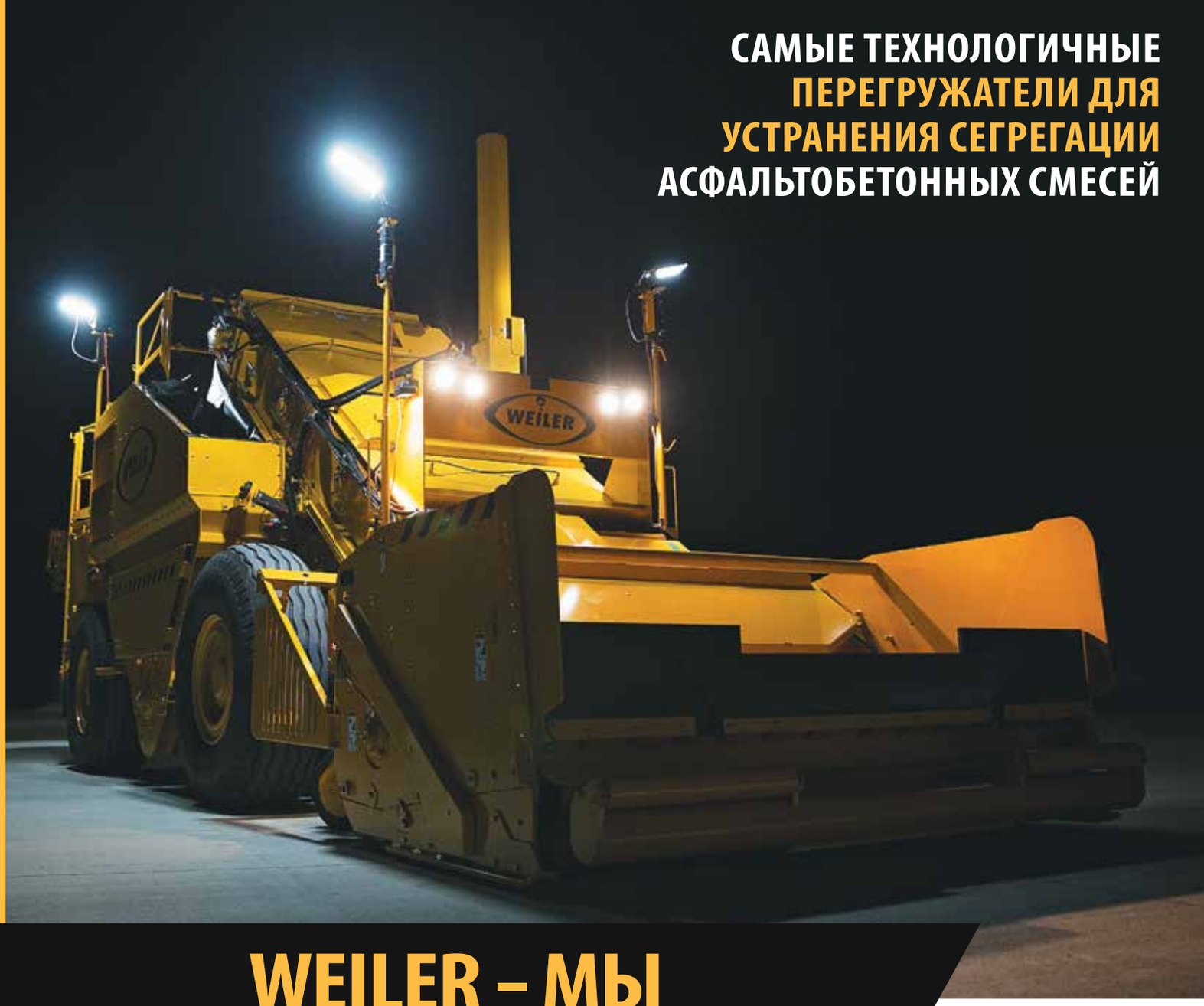
ГЛОБУС
ГЕОЛОГИЯ И БИЗНЕС

КАРЬЕРЫ РОССИИ

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГИ

12+

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



САМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ
ПЕРЕГРУЖАТЕЛИ ДЛЯ
УСТРАНЕНИЯ СЕГРЕГАЦИИ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

WEILER – МЫ МЕНЯЕМ ПРАВИЛА ИГРЫ

БиЭйВи
КОМПАНИЯ

- Поставки техники и запасных частей
- Технологическое сопровождение
- Гарантия и сервис

+7 495 221-0433
www.bavcompany.ru

ООО «Компания Би Эй Ви» – эксклюзивный дистрибьютор Weiler, Inc. на территории Российской Федерации

WEILER

реклама

ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В статье представлены промежуточные результаты научно-исследовательской работы, проводимой Государственной компанией «Автодор» совместно с Новолипецким металлургическим комбинатом (группа НЛМК) и с привлечением научно-исследовательских лабораторных центров СибАДИ, МАДИ, ООО «Доринжсервис» по расширению области применения шлаковой продукции (доменные и сталеплавильные шлаки) в дорожном строительстве. Рассматриваются предпосылки к более широкому применению шлаковой продукции для обеспечения концепции «устойчивого развития» автомобильных дорог, а также результаты опытно-экспериментальной апробации в асфальтобетонах двух видов материалов, изготавливаемых из сталеплавильных конвертерных шлаков черной металлургии – щебня и минерального порошка.

Тема использования металлургических шлаков не нова для Российской Федерации. В то же время, применительно к реализации национальных проектов, объем использования таких материалов несопоставимо мал, если учитывать их потенциальные возможности для обеспечения долговечности автомобильных дорог. Это связано как с объективными, так и с субъективными причинами.

Задачи, поставленные в работе:

- систематизировать отечественный и зарубежный опыт применения шлаковой продукции;
- отработать составы асфальтобетонных смесей с применением шлаковой продукции, характеризующиеся повышенными прочностными и транспортно-эксплуатационными показателями по сравнению с традиционными смесями, с проведением сопоставительных испытаний в различных лабораториях;
- дать рекомендации производителям шлаков по доведению шлаковой продукции до заданных параметров качества, однородности, в том числе с учетом новых стандартов в дорожной отрасли для асфальтобетонов, слоев оснований, укрепления слоев земляного полотна, укрепления откосов;
- оценить экологические аспекты применения шлаковой продукции в дорожном строительстве;
- подготовить предложения по актуализации нормативной базы в рассматриваемой области.

Необходимо отметить, что Государственная компания «Автодор» реализует комплексный подход в области использования шлаков металлургии, организовав взаимодействие с целым рядом других компаний (например, «Амур Консалтинг»). В частности, осуществляется методическое сопровождение по расширению применения в дорожном строительстве щебня, получаемого в результате переработки медеплавильных шлаков, обладающего в силу технологических и сырьевых особенностей уникальными физико-механическими свойствами. Эти свойства позволяют применять его в асфальтобетонах в верхних слоях покрытия для высоконагруженных участков автомобильных дорог как альтернативу щебню, получаемому из природных материалов. С металлургическим предприятием ПАО «НЛМК» и компанией «БФБ» (резидент Фонда Сколково) реализуется программа комплексного применения конвертерных шлаков черной металлургии.

Факт влияния автомобильных дорог и работ по их устройству на окружающую среду и экологическую обстановку в целом является безусловным. Обобщая опыт международных исследований [1], на транспортный сектор приходится примерно 15% глобальных выбросов парниковых газов, в то время как на долю производства дорожно-строительных материалов и связанные с ним промышленные процессы приходится 21% глобальных выбросов парниковых газов [2, 3]. Воздействие транспортной инфраструктуры на окружающую среду не ограничивается выбросами парниковых газов. А поскольку большинство дорожно-строительных материалов получают из невозобновляемых природных источников, то при добыче потребного сырья в огромном количестве происходит изменение ландшафта с нанесением вреда окружающей среде. С другой стороны, после исчерпания ресурса прочности объекта, по завершении срока службы конструктивного слоя, вывод объекта из эксплуатации связан с необходимостью утилизации или размещения на полигонах материалов дорожных одежд, непригодных по физико-механическим показателям для дальнейшего использования.

Учитывая изложенное, при разработке «устойчивой» стратегии развития дорожной отрасли в качестве основного приоритета должны быть использованы материалы с наименьшим воздействием на окружающую среду, но обладающие при этом повышенными механическими характеристиками.

В данном контексте приведем примеры минимизации выбросов парниковых газов при устройстве асфальтобетонных слоев дорожных одежд.

Одним из таких методов является снижение температуры произ-

водства асфальтобетонных смесей [4] благодаря использованию специально подобранных видов битумного вяжущего или модификаторов/добавок в традиционное вяжущее [5]. Данные составы не следует путать с теплыми асфальтобетонными смесями, которые до 1999 года применялись в СССР в соответствии с ГОСТ 9128-84 и приготавливались на битумных вяжущих пониженной вязкости и характеризовались пониженными свойствами по отношению к горячим.

Применяемые в настоящее время «теплые асфальтобетоны» (warm mix) предполагают возможность снижения технологических температур приготовления асфальтобетонных смесей без существенного снижения их физико-механических показателей. В нашей стране этот материал нормативно закреплен ПНСТ 358-2019. Однако следует отметить, что в большинстве случаев применение теплых асфальтобетонных смесей сопровождается снижением механических свойств [6, 7]. В России такие технологии производства теплых асфальтобетонных смесей (вспененные битумные вяжущие, добавки и др.) нашли широкое применение для увеличения продолжительности дорожно-строительного сезона.

Другой подход к минимизации выбросов парниковых газов при устройстве асфальтобетонных слоев дорожных одежд, более масштабный по экологическому эффекту, представляют методы по вовлечению побочных продуктов промышленного производства. Речь идет именно об использовании материалов повторного применения при изготовлении горячих асфальтобетонных смесей. Такими материалами для всех конструктивных слоев дорожной одежды при соответствующем методическом и лабораторном сопровождении могут стать металлургические шлаки.

Используемые в этом исследовании материалы, в том числе и материалы из побочных продуктов сталеплавильного конвертерного производства, являются коммерчески поставляемыми продуктами. При формировании программы исследований использовался накопленный отечественный и зарубежный опыт [8–15]. Потребные материалы, изготовленные из побочных промышленных продуктов, имеют ряд преимуществ перед обычными природными материалами, одним из которых является низкая экономическая и экологическая стоимость. Тем не менее большинство побочных продуктов имеют особые физико-химические характеристики, которые необходимо определить для оценки их пригодности к использованию и, в свою очередь, для выявления критических параметров, которые могут неблагоприятно повлиять на работу конструктивного элемента.

1. Материалы, используемые в исследовании

1.1. Щебень из конверторных шлаков. Поставляется с производственных площадок металлургического комбината ПАО «НЛМК», расположенных в Липецке. Сталеплавильный шлак является одним из попутных продуктов, образующихся при производстве стали на комбинате. Сталеплавильный шлак образуется на первой стадии процесса, называемой стадией плавки. На этом этапе отмечается достаточно большое образование шлаков – от 110 до 150 кг на каждую тонну стали.

Щебень из конверторных шлаков отбирался у предприятия-производителя ПАО «НЛМК» в неизмененном виде путем разделения пробы на различные подгруппы в зависимости от фракционного состава (размера частиц) выпускаемой продукции.

1.2. Минеральный порошок из шлаков. Поставляется под наименованием «Полиминеральный порошок» комбинатом ПАО «НЛМК» с производственных площадок, расположенных в Липецке.

Полиминеральный порошок в данном исследовании был использован в качестве наполнителя – минерального порошка для асфальтобетонных смесей. В разделе результатов приведен состав полиминерального порошка в неизменном виде и с размером частиц, получаемых в металлургической промышленности.

1.3. Битум. Во всех асфальтобетонных смесях, проведенных в данном исследовании, использован битум марки БНД 100/130 по ГОСТ 33133 без добавок и модификаторов, поставляемый АО «Газпромнефть – Омский НПЗ». Характеристики используемого битума приведены в табл. 1.

1.4. Щебень и песок (отсев дробления) из природных горных пород. Для изготовления сравниваемых асфальтобетонных смесей использован щебень и песок (отсев дробления) из природных горных

Табл. 1. Технические параметры используемого битума марки БНД 100/130 по ГОСТ 33133

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 33133	Фактическое значение
Глубина проникновения иглы при 25°С, 0,1 мм	от 101 до 130	112
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	не ниже 45	45,4
Растяжимость при 0°С, см	не менее 4,0	4,7
Температура хрупкости, °С	не выше –20	–23
Температура вспышки, °С	не ниже 230	310
Изменение массы образца после старения, %,	не более 0,7	0,3
Изменение температуры размягчения после старения, °С	не более 7	5

пород карьера Тимофеевское месторождение, разрабатываемого ООО «Спецтехпроект». Объемы коммерческой переработки данного карьера ежегодно составляют около 3,15 млн. куб. м. Тимофеевское месторождение сложено андезито-базальтовыми порфиритами (эффузивными горными породами). Порфиритовый щебень отличается высокой прочностью (наивысшая прочность по действующей классификации М1400), морозостойкостью (наибольшая устойчивость к циклам замораживания-оттаивания F300) и принадлежит к I классу строительных материалов.

1.5. Минеральный порошок. В качестве наполнителей в сравниваемых асфальтобетонных смесях был использован минеральный порошок МП-1. Минеральный порошок МП-1 получают в результате помола минеральных пород, таких как известняк, мрамор, доломиты и другие осадочные породы, состоящие в основном из карбоната кальция. Эти породы обладают меньшим сопротивлением, чем кремнистые заполнители, однако они более совместимы с битумом и создают лучшую адгезию.

2. Методология исследования

Методология, применяемая в данном исследовании, состоит из серии сравнительных испытаний отдельных компонентов и асфальтобетонных смесей.

2.1. Характеристика используемых материалов

Все материалы, используемые в рамках данного исследования, подвергались испытаниям по определению их физико-механических параметров, а материалы, представляющие собой побочные промышленные продукты, дополнительно подвергались химическому анализу. Такой подход позволил оценить соответствие инертных материалов требованиям, предъявляемым в Российской Федерации к исходным материалам для изготовления асфальтобетонных смесей, и выявить критические характеристики материалов, которые могут повлиять на прочностные и эксплуатационные параметры получаемых асфальтобетонов.

Химический анализ материалов из побочных промышленных продуктов предполагает элементный анализ, позволяющий выявить органическую часть шлака, а также оценить возможную карбонизацию и гидратацию соединений. По результатам анализа необходимо установить наличие углерода, азота, водорода и серы в образце. Эти элементы должны быть количественно определены, так как они в значительной степени определяют конечные свойства материала.

Поскольку конверторный шлак представляет собой в основном неорганический материал, для идентификации химических элементов, присутствующих в образце, был проведен рентгенофлуоресцентный тест. Следует подчеркнуть, что выявленные химические элементы обладают различными свойствами в зависимости от химического соединения, которое с ними образовалось, поэтому для оценки потенциальных химических соединений, присутствующих в шлаках, был проведен рентгеноструктурный анализ.

Сравнительные испытания асфальтобетонных смесей подразумевают испытания асфальтобетонных смесей заданного типа, с одним и тем же гранулометрическим составом, то есть с одинаковым минеральным каркасом, но приготовленных на различных типах каменных материалов. Такой подход позволяет количественно и качественно выявить влияние происхождения каменных материалов на характеристики получаемых из них асфальтобетонов.

На втором этапе испытаний оценивались основные физические характеристики получаемых асфальтобетонных смесей. Ряд физических параметров, таких как ПМЗ и ПНБ, имеют нормативно закрепленные границы варьирования их допустимых значений, что позволяет подобрать оптимальное содержание битумного вяжущего в составе.

Третий и наиболее трудоемкий этап исследовательских работ направлен на оценку эксплуатационных характеристик асфальтобетона. В качестве основной эксплуатационной характеристики в соответствии с ГОСТ Р 58406.2, СТО АВТОДОР 2.6-2013 выступают параметры колееобразования (глубина колеи и угол наклона кривой колеи) по ГОСТ Р 58406.3 и усталостные показатели асфальтобетона по ГОСТ Р 58401.11. Сравнение основных эксплуатационных характеристик при обеспечении требований к физическим характеристикам позволяет объективно оценить преимущества или недостатки использования конверторного шлака в асфальтобетонных слоях.

2.2. Оцениваемые показатели асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов

После оценки пригодности для использования в асфальтобетонных смесей исследуемых инертных материалов приступили к изготовлению четырех групп асфальтобетонных смесей одного и того же типа, с различным сочетанием компонентов из природных минеральных материалов и сталеплавильных шлаков. Используемые для сравнительных испытаний группы асфальтобетонных смесей приведены в табл. 2.

Сравнительные испытания проведены при подборе асфальтобетонной смеси типа А16Вт по ГОСТ Р 58406.2-2020, которая имеет следующие классификационные признаки:

- **тип А16** – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 16,0 мм;
- **вид В** – смеси для верхнего слоя покрытия;
- **индекс «т»** – смеси для дорог с тяжелыми условиями движения (более 1,8 млн приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5 за расчетный срок службы конструктивного слоя).

Асфальтобетонную смесь А16Вт по ГОСТ Р 58406.2-2020 по ее физическим особенностям можно

Табл. 2. Компонентный состав минеральных частей асфальтобетонных смесей сравниваемых групп

Наименование группы	**ПГП** смесь на природных горных породах	**СШЩ** смесь на сталеплавильном шлаковом щебне	**ПМП** смесь на полиминеральном порошке	**ППП** смесь на промышленных побочных продуктах
Крупный заполнитель	порфиритовый щебень	щебень из сталеплавильного конверторного шлака	порфиритовый щебень	щебень из сталеплавильного конверторного шлака
Мелкий заполнитель	отсев дробления порфиритового щебня	отсев дробления порфиритового щебня	отсев дробления порфиритового щебня	отсев дробления порфиритового щебня
Наполнитель (мин. порошок)	МП-1	МП-1	полиминеральный порошок из конверторного шлака	полиминеральный порошок из конверторного шлака
Добавки	не применены	не применены	не применены	не применены

охарактеризовать как «многощебенистую мелкозернистую плотную горячую асфальтобетонную смесь непрерывного гранулометрического состава», предназначенную для верхнего слоя покрытия в условиях интенсивного транспортного потока.

При подборе зерновых составов асфальтобетонных смесей были учтены требования ГОСТ Р 58406.2-2020 к максимальному и минимальному проходу через контрольные сита (22,4 мм, 16,0 мм, 11,2 мм, 4,0 мм, 2,0 мм, 0,125 мм и 0,063 мм), представленные на рис. 1. При этом для всех сравниваемых групп асфальтобетонных смесей кривые гранулометрического состава были подобными, то есть смеси с однотипным минеральным каркасом (рис. 1), что позволило объективно сравнивать их физические и механические свойства. В противном случае существенные различия в минеральном каркасе привели бы к наличию в методологии сравнения переменного фактора, затрудняющего объективную количественную оценку характеристик асфальтобетонных смесей.

Для каждой группы асфальтобетонной смеси выполнялось проектирование ее состава по ГОСТ Р 58406.10-2020, готовились образцы с различным содержанием битума и определялись их физические характеристики.

Рис. 1. Гранулометрический состав асфальтобетонных смесей типа А16Вт

Проектирование состава асфальтобетонной смеси предполагает исследование характеристик смеси при отклонении массы битума на 0,5–1% в большую и меньшую стороны от рекомендуемого (первоначального) содержания битума, которое устанавливается в зависимости от объемной плотности минерального заполнителя, входящего в состав смеси.

Асфальтобетонные образцы всех групп готовили по одной и той же методике изготовления в соответствии с ГОСТ Р 58406.9-2020. Для этого щебень, песок и вяжущее, были предварительно разогреты в сушильном шкафу в отдельных емкостях и перемешаны совместно с холодным минеральным порошком в автоматическом планетарном смесителе в течение (10±1) мин. Уплотнение полученной смеси проведено при температуре (150±5)°С на уплотнителе Маршалла при 75 ударах на каждой стороне образца. Для подготовленных образцов определяли основные и дополнительные показатели асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов (рис. 2).

2.3. Определение оптимальных сочетаний материалов и сравнение полученных результатов. В соответствии с ГОСТ Р 58406.10 после подбора зернового состава асфальтобетонной смеси, определяется оптимальное содержания вяжущего, базирующееся на достижении всеми основными физическими показателями асфальтобетонной смеси установленных требований по ГОСТ Р 58406.2.

После того как были получены основные физические показатели смесей, производится сравнение физико-механических и эксплуа-

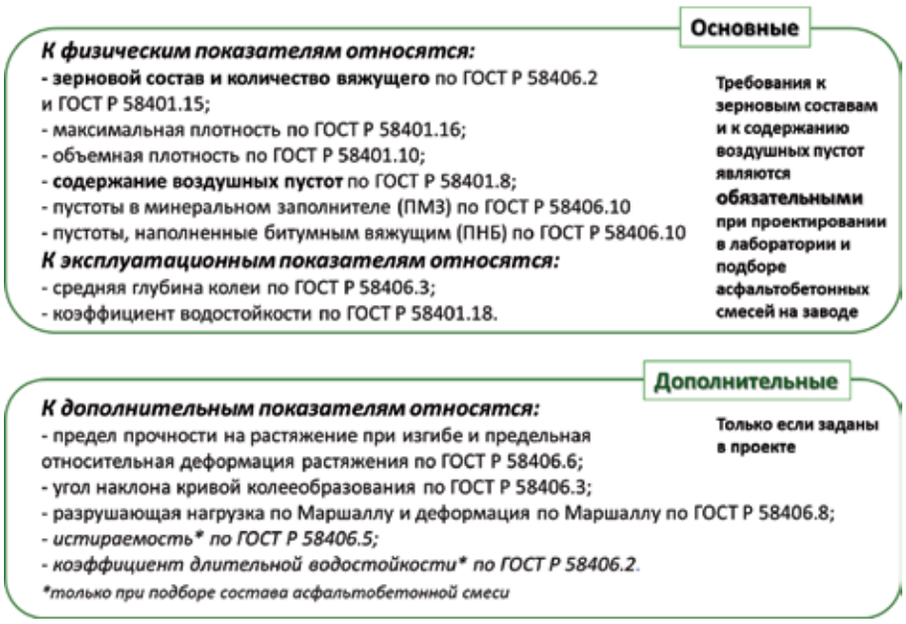


Рис. 2. Определяемые показатели асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов

тационных показателей запроектированных асфальтобетонов. В качестве основного прочностного показателя используется устойчивость (разрушающая нагрузка и деформация) по Маршаллу. Это связано с тем, что наличие пластической деформации является критическим параметром асфальтобетонов, содержавших повышенное количество битума, и не позволит конструктивному слою обеспечить срок службы.

С целью оценки долговечности асфальтобетонов было проведено испытание по оценке основного эксплуатационного показателя – средней глубины колеи и угла наклона кривой колееобразования по ГОСТ Р 58406.3 с учетом рекомендаций и повышенных требований по СТО АВТОДОР 2.6-2013, а именно при температуре (60±1)°С после 15 000 циклов нагрузки (30 000 проходов колеса). Для этих целей использовались приготовленные на вальцовом уплотнителе в лабораторных условиях образцы-плиты по ГОСТ Р 58406.4. Это испытание отражает деформацию конструктивного слоя при непрерывном и циклическом прохождении стандартизированного колеса при определенных условиях окружающей среды. Таким образом, результаты оценки позволяют объективно оценить поведение различных асфальтобетонных смесей при непрерывном прохождении транспортных средств.

3. Результаты испытаний и их интерпретация

3.1. Оценка химического состава сталеплавильных шлаков. Для оценки химического состава сталеплавильных шлаков был привлечен научно-образовательный центр коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием «Лаборатория моделирования экологической обстановки» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

Уровень радиоактивности сталеплавильных шлаков

Измерение удельной активности радионуклидов проводилось в соответствии с методикой измерения удельной активности природных радионуклидов, цезия-137, стронция-90 в пробах объектов окружающей среды и продукции предприятий.

Удельная активность природных радионуклидов составила: Ra^{226}=7±1 Бк/кг; Th^{232}=4,0±0,6 Бк/кг; K<30 Бк/кг. Значение удельной эффективной активности составило 14±2 Бк/кг. Таким образом, анализируемый материал согласно ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» относится к I классу материала и может использоваться во всех видах строительства.

Определение химического состава

Определение содержания серы производилось на элементном анализаторе путем сжигания навески образца при температуре 1350°С. Определение содержания углерода производилось на анализаторе общего органического углерода путем сжигания навески образца при температуре 950°С.

Анализ прочих компонентов проводился на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой после разложения образца пробы смесью неорганических кислот. Результаты анализов представлены в табл. 3.

Элементный анализ показал отсутствие вредных и загрязняющих элементов, таких как азот и сера, и поэтому была подтверждена их пригодность для использования в асфальтобетонных смесях. В свою очередь, содержание углерода и кальция в конверторном шлаке, по-видимому, с большой вероятностью соответствует карбонизации и гидратации различных химических соединений, что само по себе не является отрицательным фактором.

Учитывая преимущественно неорганический состав, определение фазового и минерального составов проб проводилось на рентгеновском порошковом дифрактометре. Результаты дифрактометрического анализа показали, что образцы представлены в основном портландитом ($CaO{\cdot}H_2O$), магнетитом (Fe_3O_4), бруситом ($Mg(OH)_2$), кальцитом ($CaCO_3$), сперритом ($2Ca_2SiO_4{\cdot}CaCO_3$), алюминатом кальция ($5CaO{\cdot}3Al_2O_3$), шпинелью ($MgAl_2O_4$), периклазом (MgO), силикатом кальция (Ca_2SiO_4).

Химический состав исследуемого материала определялся методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и представлен в оксидной форме в табл. 4.

Табл. 3. Результаты атомно-эмиссионной спектрометрии исследуемого образца сталеплавильного щебня

Фракция, мм	менее 0,063	от 0,063 до 0,250	от 0,250 до 0,500	от 4 до 10	более 10
C, %	1,54	1,31	1,00	0,77	0,69
S ,%	0,14	0,12	0,10	0,07	0,09
Fe, %	12,88	16,50	21,00	18,88	18,50
Ca, %	30,00	29,40	28,10	32,10	32,60
Mg, %	4,88	3,80	2,94	2,29	3,04
Mn, %	0,95	1,01	0,98	1,39	1,84
Cr, %	0,09	0,11	0,10	0,13	0,14
Zn, %	0,07	0,08	0,08	0,06	0,17
Al, %	1,11	1,22	1,30	1,41	2,03
Si, %	5,78	5,78	6,04	5,14	7,14
Ti, %	0,13	0,15	0,19	0,21	0,26
V, %	0,08	0,09	0,08	0,10	0,11

Табл. 4. Химический состав исследуемого образца сталеплавильного щебня
**Примечание: железо в образце представлено в форме магнетита по данным рентгенофазового анализа*

Фракция, мм	менее 0,063	от 0,063 до 0,250	от 0,250 до 0,500	от 4 до 20
Fe_3O_4*, %	17,8	22,8	29	23,5
CaO, %	42	41,2	39,3	44,7
MgO, %	8,1	6,3	4,9	4,5
Al_2O_3, %	2,1	2,3	2,5	3,1
SiO_2, %	12,4	12,39	12,9	12,0

Наличие выявленных химических элементов логично, так как данный вид шлаков поступает из ковшовой печи при производстве стали. На стадии рафинирования стали добавляют известь или доломит для удаления примесей через образование этого шлака; следовательно, шлак имеет химический состав добавляемых элементов. С другой стороны, наличие железа в образце очевидно, так как шлак образуется в процессе производства стали. Остальные химические элементы находятся в низкой пропорции и не могут определять характеристики конечного материала.

Следует отметить, что элементный состав отражается в виде оксидов, однако это не означает, что эти оксиды действительно существуют в образце.

По результатам петрографического исследования в ФГБУ «ВСЕГЕИ» установлена принадлежность изученного техногенного материала (сталеплавильного конверторного шлака) к кристаллическим изверженным породам типа долеритов и габбро-долеритов.

3.2. *Оценка физико-механических характеристик крупного заполнителя*

После детального определения химического состава щебня из сталеплавильных шлаков были проведены различные физико-механические испытания для

Табл. 5. Требования к показателям щебня для асфальтобетонных смесей для верхнего слоя покрытия и их фактические значения

Наименование показателя	Требуемое значение показателя для типа смеси			Фактическое значение	
	АВт	АВн	АВл	порфиритовый щебень	щебень из сталеплавильного шлака
Дробимость, марка: – щебень из изверженных и метамор. пород; – щебень шлаковый	не ниже М1000 не применяется	не ниже М800 не ниже М1000	не ниже М600 не ниже М800	М1400	М1200
Морозостойкость, марка	не ниже F50			F300	F200
Сопротивление дроблению и износу, марка	от И1 до И2	от И1 до И3	от И1 до И4	И1	И2
Средневзвешенное содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, %	до 15	до 20	до 25	11,4	4,9
Содержание пылевидных и глинистых частиц, % от массы	не более 1,0			0,4	0,2

Табл. 6. Требования к показателям минерального порошка и их фактические значения

Наименование показателя	Норма для марки минерального порошка			Фактическое значение	
	МП-1	МП-2	МП-3	МП-1	ПМП
1. Основные требования к минеральному порошку					
1.1 Зерновой состав, % по массе, не менее: – мельче 2 мм; – мельче 0,125 мм; – мельче 0,063 мм	 100 85 70	 100 85 70	 100 75 60	 100 91,3 76,5	 99,9 71,5 44,0
1.2 Пористость, %, не более	30	35	40	22,6	31,2
1.3 Битумоемкость, г, не более	50	65	80	34,3	47,2
2. Требования, дополнительно применяемые к минеральному порошку					
2.1 Влажность, % по массе, не более	0,5	1,0	2,5	0,1	2,1
2.2 Водостойкость образцов из смеси минерального порошка с битумом, не менее	не нормир.	не нормир.	0,7	1,3	0,74
2.3 Набухание образцов из смеси минерального порошка с битумом, %, не более	1,8	2,5	3,0	0,45	1,87

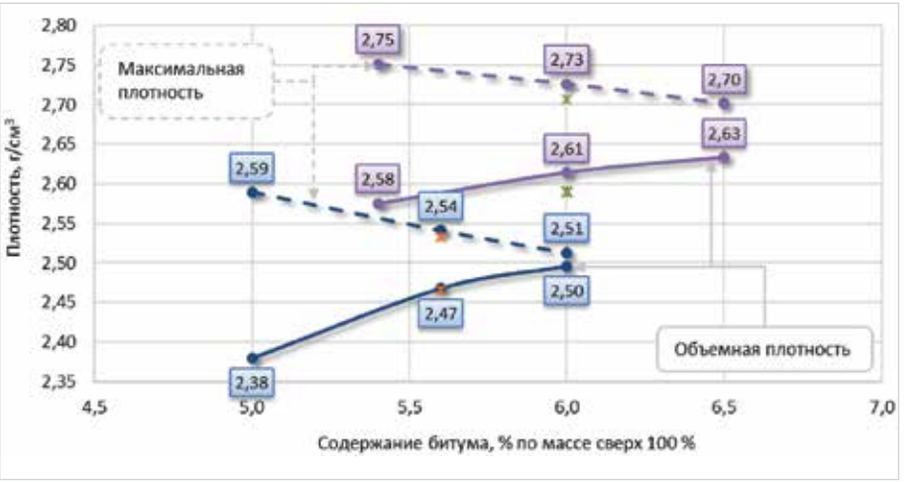
оценки пригодности этих материалов в качестве крупного заполнителя в асфальтобетонных смесях в соответствии с ГОСТ Р 58406.2. Результаты испытаний и их сопоставление с порфиритовым щебнем (из природной горной породы) приведены в табл. 5.

Физико-механические характеристики исследуемых материалов свидетельствуют о возможности их применения для изготовления асфальтобетонных смесей для верхнего слоя покрытия по ГОСТ Р 58406.2

3.3. ***Оценка физико-механических минерального порошка***

После определения химического состава сталеплавильных шлаков были проведены различные физико-механические испытания для оценки пригодности этих материалов в качестве наполнителя по ГОСТ 32761-2014 в асфальтобетонных смесях в соответствии с ГОСТ Р 58406.2. Результаты испытаний и их сопоставление с МП-1 (из природной горной породы) приведены в табл. 6.

По результатам испытаний было зафиксировано не достаточное содержание частиц мельче 0,063 мм в полиминеральном порошке. Применение полиминерального порошка в неизменном виде приводит к чрезмерно большому его содержанию в асфальтобетонной смеси, так как требованиями к гранулометрическому составу горячих смесей предписывается определенное содержание частиц мельче 0,063 мм. Поэтому для его применения необходима дополнительная технологическая обработка по корректировке гранулометрического состава. Такая обработка возможно путем или предварительного просеивания через сита с размером 0,125 мм и 0,063 мм, или введением в состав минерального порошка корректирующей добавки. В качестве добавки может выступать или коммерчески доступный минеральный порошок, или пыль, улавливаемая фильтрами асфальтобетонных заводов. Пропорции,



• - *для смесей ПГП;* • - *для смесей СЩЩ;* ж - *для смесей ПМП;* ж - *для смесей ППП; (шифр группы смесей см. в табл. 2)*

Рис. 3. Значение максимальной и объемной плотности сравниваемых смесей в зависимости от содержания битума

в которых необходимо введение корректирующих добавок, определяются не только гранулометрическими составами смешиваемых компонентов, но и требованиями по процентному содержанию частиц мельче 0,063 мм, которые, в свою очередь, устанавливаются конкретным типом асфальтобетонной смеси.

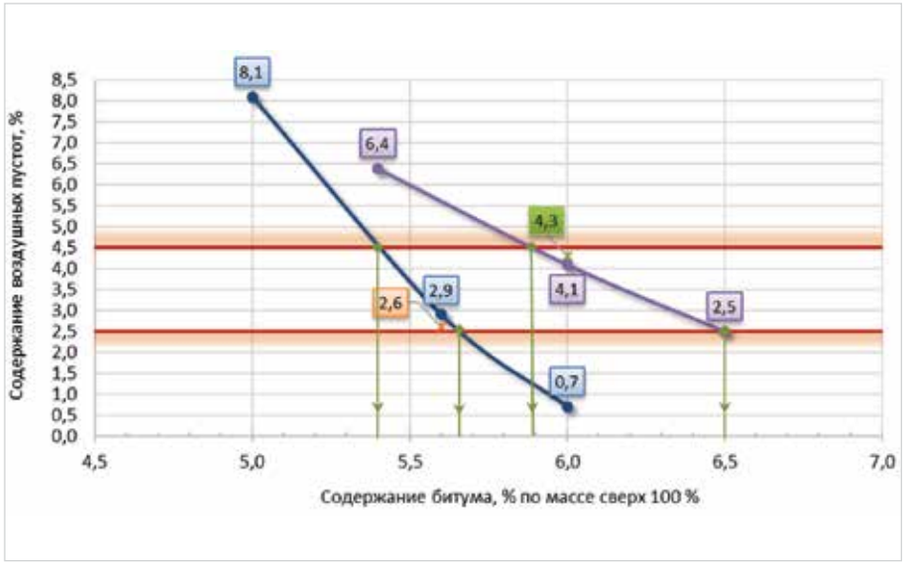
Для целей исследования был принят второй подход, а именно введение в полиминеральный порошок корректирующей добавки из коммерчески поставляемого минерального порошка МП-1, который в производственных условиях может быть заменен на отходы асфальтобетонного завода. При совместном использовании МП и ПМП пористость и набухание соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

3.4. *Результаты подбора асфальтобетонных смесей*

После определения физических свойств и химического состава используемых материалов, а также оценки их пригодности для изготовления асфальтобетонной смеси были выполнены подборы для каждой группы смесей, представленных в табл. 1. В первую очередь были проведены испытания по оценке основных физических показателей асфальтобетонных смесей.

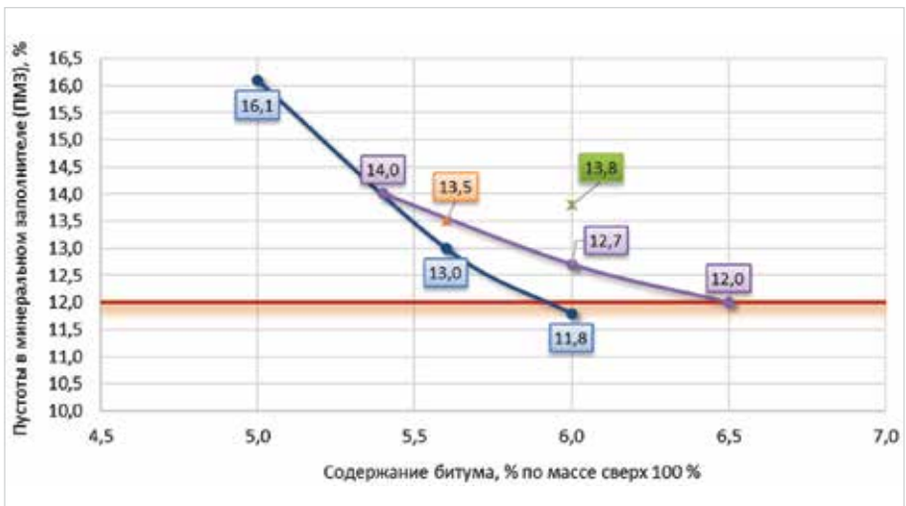
Объемная плотность всех сравниваемых асфальтобетонных смесей увеличивается с повышением содержания битума в смеси. Асфальтобетонные смеси, в которых был использован крупный заполнитель в виде щебня из природных горных пород (смеси ПГП и ПМП), имеют более низкую объемную плотность, чем смеси, в состав которых входит щебень из сталеплавильных шлаков (смеси СШЩ и ППП), – так, при равных процентных содержаниях битума объемные плотности смесей отличаются на 5%. Введение полиминерального порошка не влияет на объемную плотность асфальтобетонной смеси.

В свою очередь, максимальная плотность является еще одним



• - *для смесей ПГП;* • - *для смесей СШЩ;* ж - *для смесей ПМП;* ж - *для смесей ППП; (шифр группы смесей см. в табл. 2)*

Рис. 4. Содержание воздушных пустот в зависимости от содержания битума

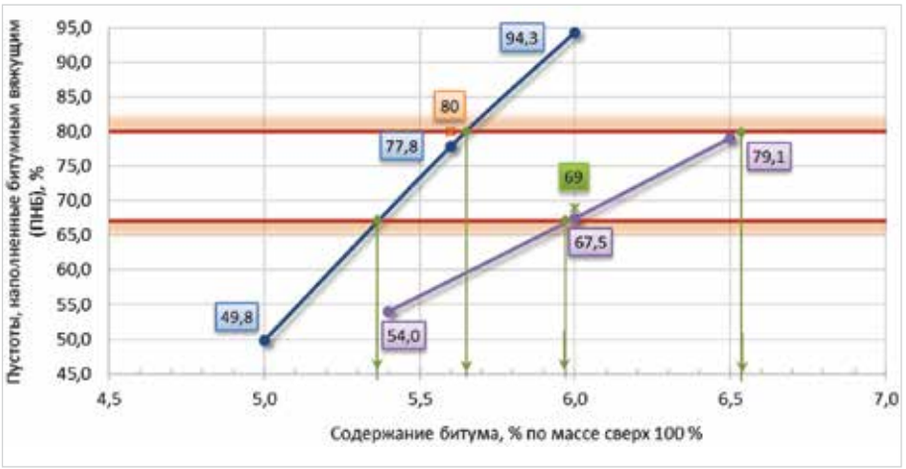


• - *для смесей ПГП;* • - *для смесей СШЩ;* ж - *для смесей ПМП;* ж - *для смесей ППП; (шифр группы смесей см. в табл. 2)*

Рис. 5. Содержание пустот в минеральном заполнителе в зависимости от содержания битума

существенным физическим свойством смеси и используется при оценке регламентируемого показателя «содержание воздушных пустот». Максимальная плотность – это плотность смеси без учета пустот. Использование щебня из сталеплавильного шлака (смеси СШЩ и ППП) приводит к увеличению максимальной плотности на 8,5%. Можно отметить, что увеличение процентного содержания битума приводит к ожидаемому уменьшению максимальной плотности для всех групп смесей, поскольку битум обладает более низкой плотностью.

Следует отметить, что содержание воздушных пустот в асфальтобетоне является одним из основных физических свойств и имеет наибольшее влияние на качество и долговечность получаемого асфальтобетона, поскольку именно этот параметр обуславливает устойчивость асфальтобетона к воздействию воды (водопроницаемость, водостойкость и морозостойкость), а также обеспечение эксплуатационных характеристик слоя (в том числе шероховатость при трении шины с дорожным покрытием и даже поглощение транспортного шума покрытием). В результате исследований установлено влияние



• - *для смесей ПГП;* • - *для смесей СШЩ;* ж - *для смесей ПМП;* ж - *для смесей ППП; (шифр группы смесей см. в табл. 2)*

Рис. 6. Содержание пустот, наполненных битумом, в зависимости от содержания битума

на содержание воздушных пустот не только процентного содержания битума, но и природы происхождения заполнителей, образующих минеральный каркас (рис. 4).

В соответствии с ГОСТ Р 58406.2 приемлемое содержание воздушных пустот для асфальтобетонных смесей верхнего слоя покрытия находится в диапазоне от 2,5% до 4,5%. Отсюда можно установить требуемое содержание битума в смеси:

- от 5,40% до 5,65% – для смесей на порфиритовом щебне (смеси ПГП и ПМП);
- от 5,90% до 6,50% – для смесей на сталеплавильном щебне (смеси СШЩ и ППП).

Табл. 7. Основные физические и эксплуатационные показатели исследуемых асфальтобетонов

Наименование группы	**ПГП** смесь на природных горных породах	**СШЩ** смесь на сталеплавильном шлаковом щебне	**ПМП** смесь на полиминеральном порошке	**ППП** смесь на промышленных побочных продуктах
Основные физические показатели				
Содержание битума БНД 100/130, % (сверх 100 %)	5,6	6,0	5,6	6,0
Объемная плотность, г/см^3	2,468	2,614	2,466	2,590
Максимальная плотность, г/см^3	2,541	2,726	2,533	2,706
Содержание воздушных пустот, % (от 2,5 до 4,5)	2,9	4,1	2,6	4,3
Пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ), % (не менее 12,0)	13,0	12,7	13,5	13,8
Пустоты, наполненные битумным вяжущим (ПНБ), % (от 67 до 80)	77,8	67,5	80,0	69,0
Основные эксплуатационные показатели				
Средняя глубина колеи, мм – после 20 000 циклов (не более 4,0)* – после 30 000 циклов	 2,3 3,8	 2,0 3,4	 2,4 3,8	 2,7 4,2
Коэффициент водостойкости (не менее 0,85)	0,92	0,89	0,91	0,86
Дополнительные эксплуатационные показатели				
Угол наклона кривой колееобразования, мм/1000 циклов (не более 0,15)	0,15	0,14	0,15	0,15
Разрушающая нагрузка по Маршаллу, Н (не менее 8010)	9 158	9 988	9 021	10 476
Деформация по Маршаллу, мм (от 2,0 до 3,5)	3,3	3,4	3,5	2,2

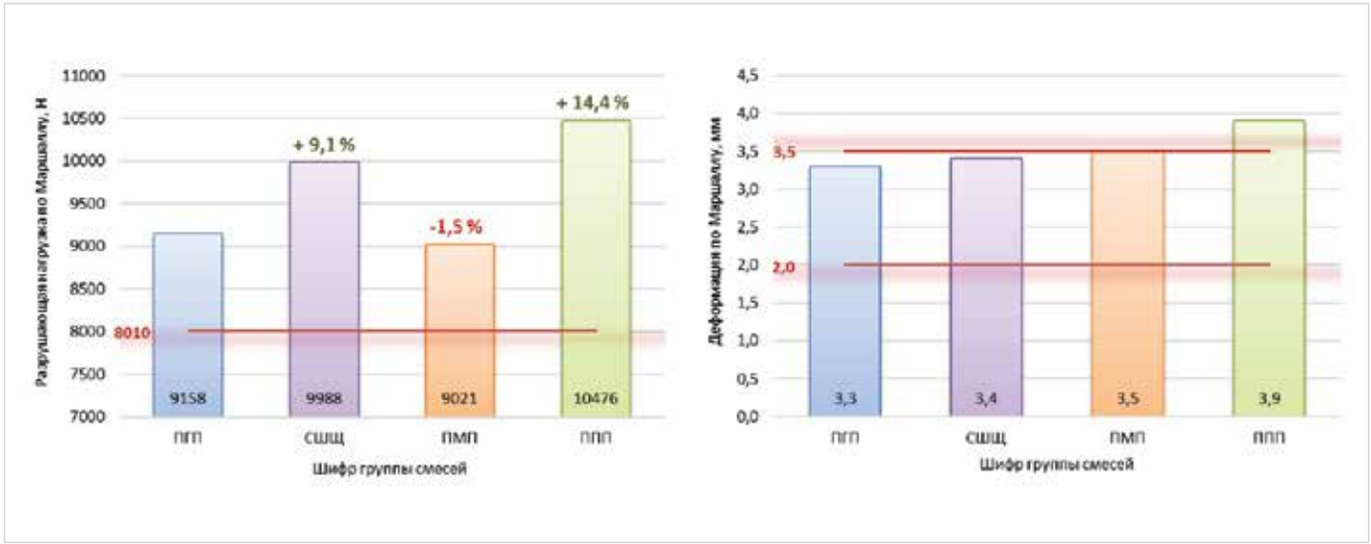


Рис. 7. Результаты оценки стабильности по Маршаллу

Для возможности расширения битума при положительных температурах важно обеспечить наличие свободного пространства, которое контролируется через параметры пустот в минеральном заполнителе (ПМЗ не менее 12%, рис. 5) и пустот, наполненных битумом (ПНБ от 67% до 80%, рис. 6).

Анализируя рис. 5–6, можно установить, что процентное содержание битума, определенное через обеспечение воздушных пустот, позволяет обеспечить параметры ПМЗ и ПНБ на допустимом уровне.

3.5. *Определение оптимальных сочетаний материалов и оценка эксплуатационных характеристик*

По результатам определения основных физических свойств асфальтобетонных смесей был установлен оптимальный процент битума, обеспечивающий достижение требуемых показателей. Оптимальное содержание битума на 0,5% выше в асфальтобетонных смесях, в составе которых использован сталеплавильный шлаковый щебень, по сравнению с природным материалом. При этом данные составы (прежде всего, смесь СШЩ) характеризуются повышенным содержанием воздушных пустот и несколько меньшим объемом пустот, наполненных битумом. Объясняется это, по-видимому, повышенной адсорбционной активностью шлакового щебня.

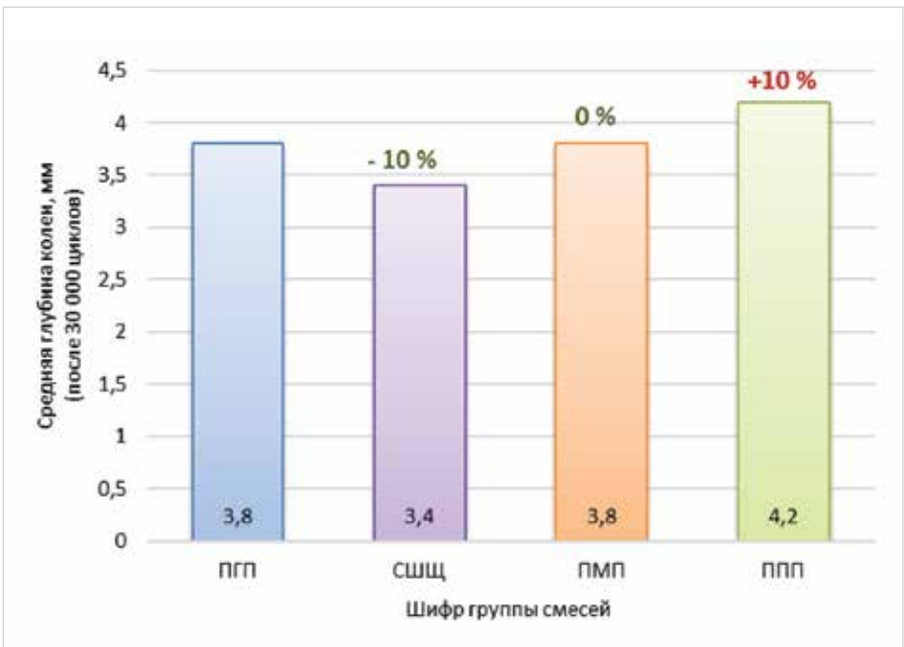


Рис. 8. Результаты испытаний по оценке колееобразования

В дальнейшем были определены основные эксплуатационные показатели асфальтобетона, определяющие его долговечность (табл. 7).

Оценка стабильности по Маршаллу позволяет установить, является ли достаточным процент содержания битума в смеси. Так, при избытке битума проявляются чрезмерные пластические деформации, а при его недостаточном количестве асфальтобетон демонстрирует низкое сопротивление разрушению.

Результаты оценки стабильности по Маршаллу (рис. 7) свидетельствуют о том, что асфальтобетонные смеси на сталеплавильных шлаках (смеси СШЩ и ППП) обладают большей устойчивостью к пластическим деформациям, что подтверждает целесообразность использования данного материала в качестве крупного заполнителя для асфальтобетонов покрытий автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения.

При этом повышение прочности асфальтобетона на 9% не сопровождается значительным изменением жесткости, так как деформации по Маршаллу находятся в том же интервале значений. С другой стороны,

совместное использование сталеплавильного щебня и полиминерального порошка (смесь ППП) не может быть рекомендовано, поскольку в этом случае асфальтобетон обладает самой большой деформативностью из сравниваемых смесей и превышает установленные национальными стандартами требования.

С целью подтверждения долговечности исследуемых асфальтобетонных смесей было проведено испытание на колееобразование. Это испытание измеряет деформацию, возникающую в образце при непрерывном прохождении стандартизированного нагруженного колеса в течение нескольких десятков тысяч циклов при повышенной температуре. Результаты этого испытания приведены на рис. 8.

По результатам испытаний по оценке колееобразования установлено, что использование сталеплавильного щебня в качестве минерального заполнителя снижает на 10% темп колееобразования. Таким образом, эксплуатационными характеристиками асфальтобетонов подтверждается гипотеза о возможности получения более жестких, прочных и долговечных асфальтобетонов.

Заключение

Установлена возможность и оценен технический эффект от применения продукции из сталеплавильных шлаков в рамках новых систем проектирования асфальтобетонных смесей.

Применение сталеплавильного конвертерного шлака в качестве крупного заполнителя и наполнителя (минерального порошка) позволяет получать асфальтобетонные смеси, которые характеризуются повышенной устойчивостью к накоплению пластических деформаций, а значит, более долговечны. Поэтому этот вид асфальтобетонной смеси может быть использован в качестве верхнего слоя покрытия или в качестве слоя износа на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью движения.

Результаты данного исследования демонстрируют наличие потенциала у побочных продуктов промышленности. Однако все применяемые побочные продукты или отходы необходимо должным образом предварительно подготовить к применению, а по результатам опытно-экспериментальных работ определить их место и роль в компонентном составе асфальтобетонной смеси. Такой подход дает возможность реализовать на их основе создание новых устойчивых конструктивных материалов с повышенными характеристиками.

Наряду с технической целесообразностью, важно подчеркнуть и экологическую целесообразность использования побочных продуктов. С одной стороны, уменьшаются объемы накопления отходов на полигонах и отвалах; с другой стороны, это позволяет избежать добычи нового природного сырья; и, наконец, обеспечивается «новая жизнь» для уже полученных побочных продуктов.

С.В. Ильин, канд. техн. наук,
Государственная компания «Автодор»,
Г.М. Левашов, канд. техн. наук,
директор ООО «Дорожный исследовательский центр СибАДИ»,
А.Г. Рощупкин, директор Дирекции по продажам попутной продукции ПАО «НЛМК»,
И.Ю. Сарычев, канд. техн. наук,
доцент, директор ЦКП МАДИ
А.В. Фукс,
канд. экон. наук, заместитель генерального директора ООО «БФБ»

Литература

1. Plati, C. Sustainability factors in pavement materials, design, and preservation strategies: A literature review. Constr. Build. Mater. 2019, 211, 539–555.
2. EPA, “United States Environmental Protection Agency, Global Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector,” 2015. [Online]. Available: https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data.
3. IPCC, “Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,” Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
4. Simone, A.; Vignali, V.; Lantieri, C. A New “Frugal” Approach to Road Maintenance: 100% Recycling of a Deteriorated Flexible Pavement. In Proceedings of the 7th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control, MAIREPAV 2012, Auckland, New Zealand, 28–30 August 2012.
5. Kalyan, G.; Ramesh, A.; Ramayya, V.V. Performance evaluation of warm mix asphalt mixture with partial inclusion of reclaimed asphalt pavement materials. Mater. Today Proc. 2020.
6. Jain, S.; Singh, B. Cold mix asphalt: An overview. J. Clean. Prod. 2021, 280, 124378.
7. ПНСТ 358-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон теплые. Технические условия.
8. Дорожные одежды с использованием шлаков / [И.В. Королев и др.]; Под ред. А.Я. Тулаева. М.: Транспорт, 1986.
9. Самодуров С.И. Асфальтовый бетон с применением шлаковых материалов. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1984.
10. Sorlini, S.; Sanzeni, A.; Rondi, L. Reuseofsteelslaginbituminouspavingmixtures. J. Hazard. Mater. 2012, 84–91.
11. Pasetto, M.; Baliello, A.; Giacomello, G.; Pasquini, E. Sustainable solutions for road pavements: A multi-scale characterization of warm mix asphalts containing steel slags. J. Clean. Prod. 2017, 166, 835–843.
12. Motevalizadeh, S.M.; Sedghi, R.; Rooholamini, H. Fracture properties of asphalt mixtures containing electric arc furnace slag at low and intermediate temperatures. Constr. Build. Mater. 2020, 240, 117965.
13. Keymanesh, M.R.; Ziari, H.; Zalnezhad, H.; Zalnezhad, M. Mix design and performance evaluation of microsurfacing con-tainingelectric arc furnace (EAF) steel slag filler. Constr. Build. Mater. 2020, 121336.
14. Manso, J.M.; Ortega-López, V.; Polanco, J.A.; Setién, J. The use of ladle furnace slag in soil stabilization. Constr. Build. Mater. 2013, 40, 126–134.
15. FHWA-RD-97-148 User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction, Federal Highway Administration.

25 YEARS

MiningWorld Russia

a Hyve event

MiningWorld Russia

25-я Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых

20–22 апреля 2021

Москва, Крокус Экспо

ufi Approved Event

Получите бесплатный билет на сайте по промокоду

mwr21i00YZ

miningworld.ru
miningrussiasupport@hyve.group

0+

CREON
conferences

Крупнейший организатор
международных отраслевых
бизнес-конференций и форумов

9 сентября 2021
МОСКВА

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

БИТУМЫ И ПБВ 2021

Ключевые темы для обсуждения в рамках конференции:

- обзор текущего состояния российского рынка битумов и ПБВ
- государственное регулирование в отрасли
- ценообразование на рынке битумов и ПБВ
- модернизация существующих и запуск новых производств
- развитие лабораторий контроля качества битумов
- развитие транспортной системы и терминальной сети по хранению битумов

12+

Будем рады встрече!

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

Универсальные добавки для асфальтобетонных смесей

SASOL

Серия продуктов Sasobit – надежное качество для соблюдения самых высоких стандартов

Один продукт – много преимуществ:

- Снижение температуры укладки на 20 – 30°С
- Увеличение стойкости к колееобразованию
- Повышенная удобоукладываемость
- Увеличенный срок службы
- Экологичность

Sasobit REDUX – новое поколение модификаторов битума

Promcoat

ООО «Промкоут» – официальный дистрибьютор в России и Республике Беларусь
+7 (812) 441-38-31, +7 (495) 640-60-72, promcoat.ru

реклама

РОССИЙСКИЕ БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ В СВЕТЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НИМ

ЧАСТЬ 2

В первой части данной статьи (см. № 100 «ДД») изложены результаты испытаний дорожного битума отечественного производства в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции в 2020 году. Результаты испытаний свидетельствуют об отсутствии, так же как и в пробах 2019 года, каких-либо различий физико-механических свойств битумов, изготавливаемых под разными марками в соответствии с требованиями действующих в нашей стране нормативных документов (ГОСТ 22245-90, ГОСТ 33133-2014), о возможности их соответствия маркам PG 58-28, PG 64-22, PG 58-22, PG 58-22 по ГОСТ Р 58400.1-2019, а также о принципиальных различиях битума даже одной марки по значению показателей, непосредственно обусловливающих эксплуатационную надежность асфальтобетонных покрытий.

Эксплуатационная надежность асфальтобетонных покрытий зависит от когезионной прочности битумного вяжущего, которой при использовании дорожного битума, особенно отечественного производства, оказывается явно недостаточно для обеспечения надежной работы покрытий в современных сложных условиях (не только на грузонапряженных трассах). С целью повышения когезионной прочности осуществляют модификацию битума полимерами (в частности типа СБС, благодаря особенности химического состава), характеризующимися хорошей совместимостью с компонентами битума, а потому способными не только увеличивать его вязкость (когезию), но и придавать способность к обратной деформации – эластичность.

Дорожный битум является сырьем для промышленного производства полимерно-битумных вяжущих, изготавливаемых в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52056–2003 и ГОСТ Р 58400.1–2019 как нефтеперерабатывающими заводами, локальными специализированными предприятиями, так и непосредственно асфальтобетонными заводами. Как влияет различие физико-механических свойств товарного битума отечественного производства (даже одной марки) в разных партиях поставок на асфальтобетонные заводы нашей страны на физико-механические свойства полимерно-битумного вяжущего? Ответить на этот вопрос представляется возможным только при наличии результатов комплексных испытаний как полимерно-битумного вяжущего, так и битумной основы, использованной для его приготовления.

В табл. 1 представлены результаты оценки значений показателей физико-механических свойств полимерно-битумных вяжущих марки ПБВ 60 в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции в 2020 году. Результаты оценки свидетельствуют о том, что качество продукции разных производителей всегда соответствует требованиям ГОСТ Р 52056–2003, причем независимо от изготовителя вяжущие одной марки характеризуются практически одинаковым широким диапазоном значений показателей физико-механических свойств, регламентируемых стандартом.

Обнаружить существенные отличия вяжущих удается только при определении дополнительного показателя (динамической вязкости при 135°С), не регламентируемого отечественным стандартом, но важным с точки зрения прогнозирования и обеспечения сдвигоустойчивости асфальтобетонного покрытия. Значения этого показателя для полимерно-битумных вяжущих одной марки варьируются в диапазоне 1,5 до 3,7 Па·с, что свидетельствует о том, что различие их когезионной прочности может достигать двух и более раз.

После прогрева в динамических условиях по методу RTFOT с целью оценки свойств вяжущего, вошедшего в состав полимер-асфальтобетонной смеси, принципиальных отличий в диапазоне значений показателей свойств ПБВ 60 разных производителей также не наблюдается, в том числе и по значению показателя «динамическая вязкость при 135°С».

Характерный для товарного ПБВ 60 широкий диапазон значений показателя «динамическая вязкость при 135°С» сохраняется и для вяжущего, вошедшего в состав полимер-асфальтобетонной смеси (1,9 ÷ 4,0 Па·с).

Однако обращает на себя внимание факт значительного изменения массы ПБВ 60 в процессе прогрева в динамических условиях (от –0,05 до 0,97%), причем диапазон значений этого показателя для вяжущего разных производителей различен: наибольший (–0,21 ÷ –0,97%) – для ПБВ 60 изготовителя № 1 и наименьший (–0,05 ÷ -0,17%) – изготовителя № 2. Причина этих различий кроется в особенностях состава нефтяного сырья, используемого в качестве основы для приготовления полимерно-битумных вяжущих, а также в присутствии или отсутствии в ней пластификатора. Разный химический и компонентный состав исходного битумного сырья обусловливает и различное поведение вяжущих одной марки (даже одного производителя) при воздействии растягивающе-

Табл. 1. Диапазоны значений показателей физико-механических свойств полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 разных производителей, испытанного на соответствие требованиям ГОСТ Р 52056–2003. Пробы отобраны из промышленных партий товарной продукции в 2020 году

Примечание: Двумя значениями показателя «максимальное усилие при растяжении при 25°С» характеризуются не все испытанные полимерно-битумные вяжущие марки ПБВ 60.

Наименование показателя	Диапазон значений показателей для полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60:			
	Изготовитель № 1	Изготовитель № 2	Изготовитель № 3	Изготовитель № 4
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	66 ÷ 76	60 ÷ 75	53 ÷ 65	62 ÷ 66
Глубина проникания иглы при 0°, 0,1 мм	26 ÷ 36	27 ÷ 34	25 ÷ 32	26 ÷ 30
Температура размягчения, °С	68 ÷ 79	67 ÷ 79	71 ÷ 76	70 ÷ 76
Растяжимость при 25°, см	45 ÷ 92	45 ÷ 100	76 ÷ 111	61 ÷ 113
Растяжимость при 0°, см	12 ÷ 21	11 ÷ 22	11 ÷ 20	12 ÷ 17
Эластичность при 25°, %	90 ÷ 94	91 ÷ 94	91 ÷ 93	88 ÷ 94
Эластичность при 0°, %	64 ÷ 71	63 ÷ 71	63 ÷ 68	64 ÷ 66
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	 2,6–3,8 при 1,0 ÷ 1,3 см 2,5–9,2 при 36 ÷ 81 см	 2,5–3,8 при 1,0–1,7см 2,6 ÷ 7,6 при 27 ÷ 84 см	 2,6 ÷ 4,3 при 1,1 ÷ 1,4 см 5,2 ÷ 8,5 при 73 ÷ 80 см	 2,2 ÷ 8,7 при 1,0 ÷ 1,8 см 2,5 ÷ 7,6 при 47 ÷ 90 см
Вязкость динамическая при 135°, Па·с (Брукфельд)	1,7 ÷ 3,7	1,9 ÷ 3,2	1,7 ÷ 2,6	1,5 ÷ 2,1
После прогрева по методике RTFOT:				
Температура размягчения, °С	72 ÷ 79	71 ÷ 77	75 ÷ 79	71 ÷ 80
Растяжимость при 25°, см	20 ÷ 41	21 ÷ 45	43 ÷ 84	25 ÷ 49
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	48 ÷ 54	46 ÷ 59	42 ÷ 52	45 ÷ 49
Вязкость динамическая при 135°, Па·с (Брукфельд)	1,9 ÷ 3,7	2,1 ÷ 3,2	2,0 ÷ 4,4	2,5 ÷ 4,0
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	 3,6 ÷ 5,8 при 1,1 ÷ 2,3 см 3,9 ÷ 5,4 при 13 ÷ 52 см	 3,3 ÷ 7,9 при 1,1 ÷ 1,9 см 4,5 ÷ 5,5 при 14 ÷ 50 см	 3,1 ÷ 9,2 при 1,0 ÷ 1,3 см 5,1 ÷ 7,4 при 31 ÷ 76 см	 3,9 ÷ 7,1 при 0,9 ÷ 1,5 см 3,5 ÷ 7,4 при 19 ÷ 41см
Эластичность при 25°, %	84 ÷ 89	82 ÷ 88	87 ÷ 92	85 ÷ 91
Изменение массы, %	**–0,21 ÷ 0,97**	**–0,05 ÷ –0,17**	**–0,11 ÷ –0,24**	**–0,33 ÷ –0,81**

го усилия, о чем свидетельствует разный характер зависимости усилия при растяжении при 25°С от величины растяжения (рис. 1–6). По этой причине сдвигоустойчивость полимер-асфальтобетонных покрытий, устраиваемых с использованием полимерно-битумного вяжущего одной марки, различна, о чем свидетельствуют результаты мониторинга объектов текущего ремонта в Санкт-Петербурге.

Обобщенные данные о количестве пиковых значений показателя «максимальное усилие при растяжении при 25°С» для образцов полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 представлены в табл. 2. В последнее время все чаще можно слышать декларации о том, что оперативное введение в России в 2019 году новых нормативных требований к дорожно-строительным материалам, основанных на принципах американской системы Superpave, позволит кардинально увеличить долговечность асфальтобетонных покрытий. Более того, констатируется, что в нашей стране

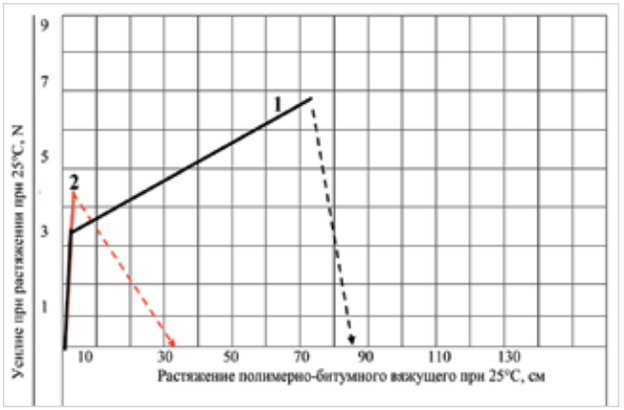


Рис. 1. Тип I зависимости усилия при растяжении при 25°С полимерно-битумного вяжущего марок ПБВ 60 и PG от величины растяжения до (1) и после прогрева (2) по методу RTFOT

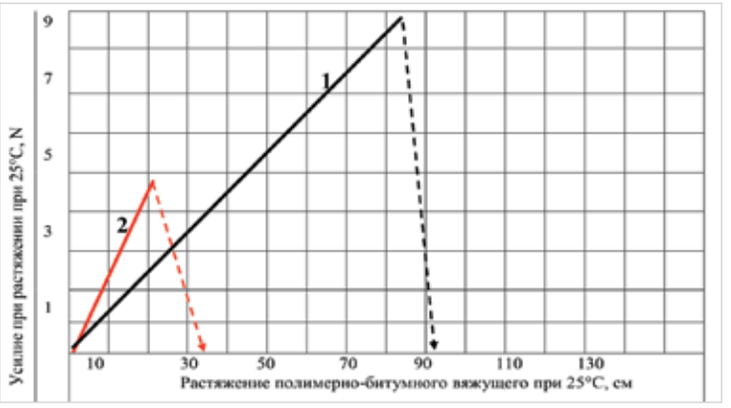


Рис. 2. Тип II зависимости усилия при растяжении при 25°С полимерно-битумного вяжущего марок ПБВ 60 и PG от величины растяжения до (1) и после прогрева (2) по методу RTFOT

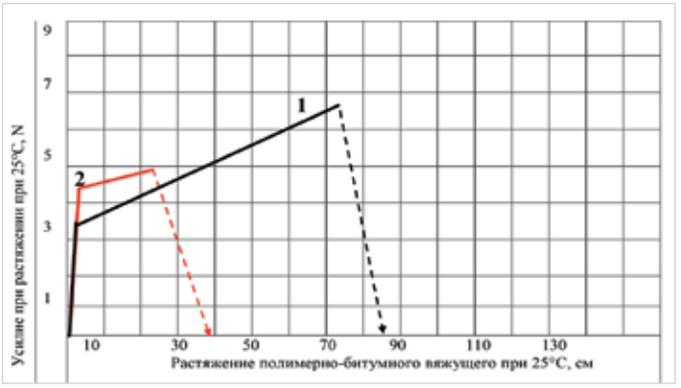


Рис. 3. Тип III зависимости усилия при растяжении при 25°С полимерно-битумного вяжущего марок ПБВ 60 и PG от величины растяжения до (1) и после прогрева (2) по методу RTFOT

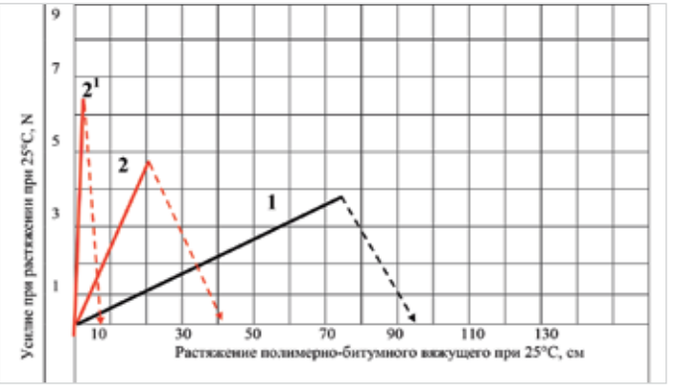


Рис. 4. Тип IV зависимости усилия при растяжении при 25°С полимерно-битумного вяжущего марок ПБВ 60 и PG от величины растяжения до (1) и после прогрева (2, 2¹) по методу RTFOT

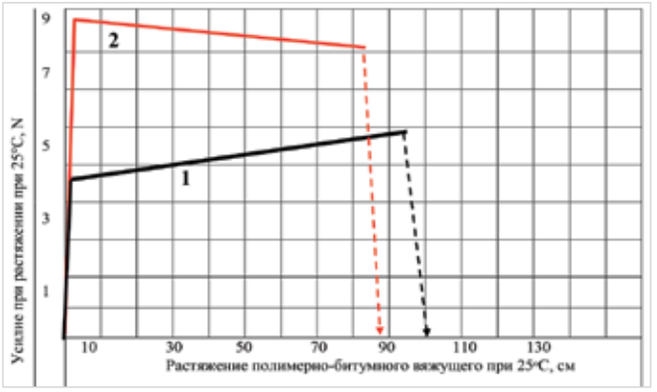


Рис. 5. Тип V зависимости усилия при растяжении при 25°С полимерно-битумного вяжущего марок ПБВ 60 и PG от величины растяжения до (1) и после прогрева (2) по методу RTFOT

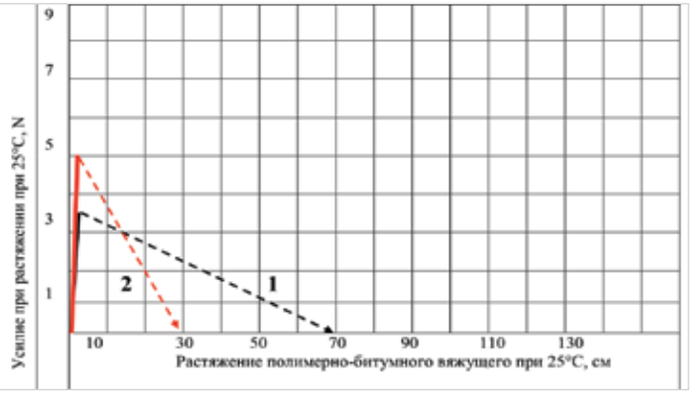


Рис. 6. Тип VI зависимости усилия при растяжении при 25°С полимерно-битумного вяжущего марок ПБВ 60 и PG от величины растяжения до (1) и после прогрева (2) по методу RTFOT

уже имеются доказательства более надежной работы дорожных покрытий, устроенных с использованием битумных вяжущих марок PG, изготавливаемых в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58400.1–2019. Не затрагивая вопрос преимущества использования метода объемного проектирования состава смеси, но осознавая важнейшую роль битумного вяжущего в обеспечении работоспособности дорожных покрытий, представляется необходимым провести сопоставительный анализ физико-механических свойств полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ традиционного для нашей страны «качества», изготавливаемого в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52056–2003, и марки PG.

С этой целью в строительном сезоне 2020 года из промышленных партий товарной продукции были отобраны пробы вяжущих марок PG 64–28 и PG 70–28, результаты испытаний которых на соответствие требованиям ГОСТ Р 52056–2003 и традиционно проводимых нами дополнительных испытаний, позволяющих надежно прогнозировать эксплуатационную надежность битумного вяжущего в составе дорожного покрытия, представлены в табл. 3. Полученные данные свидетельствуют о нестабильности качества вяжущего марок PG в разных изготовленных

Табл. 2. Особенности реологического поведения полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 разных производителей в пробах 2020 года

Изготовитель ПБВ 60	Пик	Количество образцов ПБВ 60, характеризующихся двумя пиковыми значениями показателя «максимальное усилие при растяжении при 25°С», % от количества испытанных проб	
		до прогрева по методике RTFOT	после прогрева по методике RTFOT
№ 1	1-й 2-й	19 100	69 56
№ 2	1-й 2-й	43 93	86 36
№ 3	1-й 2-й	100 100	100 100
№ 4	1-й 2-й	85 100	92 100

Табл. 3. Диапазон значений показателей физико-механических свойств полимерно-битумного вяжущего марок PG в пробах 2020 года, испытанных на соответствие требованиям ГОСТ Р 52056–2003

Наименование показателя	Диапазоны значений показателей физико-механических свойств полимерно-битумного вяжущего марки:		
	PG 64–28	PG 70–28	ПБВ 60
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	62 ÷ 72	66 ÷ 71	66 ÷ 76
Глубина проникания иглы при 0°, 0,1 мм	28 ÷ 32	26 ÷ 31	26 ÷ 36
Температура размягчения, °С	77 ÷ 79	77 ÷ 80	68 ÷ 79
Растяжимость при 25°, см	60 ÷ 84	64 ÷ 75	45 ÷ 92
Растяжимость при 0°, см	15 ÷ 21	13 ÷ 18	12 ÷ 21
Эластичность при 25°, %	91 ÷ 95	91 ÷ 95	90 ÷ 94
Эластичность при 0°, %	67 ÷ 71	67 ÷ 69	64 ÷ 71
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	Отсутствует 4,0– 6,8 при 59 ÷ 78 см	Отсутствует 4,7 ÷ 7,1 при 55 ÷ 67 см	Отсутствует у 79% проб 2,5 ÷ 9,2 при 36 ÷ 81 см
Вязкость динамическая при 135°, Па·с (Брукфельд)	1,7 ÷ 2,7	1,7 ÷ 2,2	1,7 ÷ 3,7
После прогрева по методике RTFOT:			
Температура размягчения, °С	72 ÷ 77	70 ÷ 77	72 ÷ 79
Растяжимость при 25°, см	30 ÷ 44	29 ÷ 39	20 ÷ 41
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	51 ÷ 57	51 ÷ 56	48 ÷ 54
Вязкость динамическая при 135°, Па·с (Брукфельд)	2,1 ÷ 3,0	2,1 ÷ 2,9	1,9 ÷ 3,7
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	Отсутствует 3,7 ÷ 4,8 при 21 ÷ 30 см	Отсутствует 4,3 ÷ 4,7 при 149 ÷ 23 см	Отсутствует у 31% проб Отсутствует у 44% проб
Эластичность при 25°, %	84 ÷ 90	85 ÷ 88	84 ÷ 89
Изменение массы, %	–0,25 ÷ –0,77	–0,47 ÷ –0,64	–0,21 ÷ –0,97
Фактическая марка вяжущего по ГОСТ Р 58400.1–2019	**PG 76–22 – 75% проб PG 76–28 – 25% проб**	**PG 76–22 – 67% проб PG 82–22 – 33% проб**	**PG 64–28, PG 70–28, PG 76–22, PG 76–28, PG 82–22**

Табл. 4. Особенности реологического поведения полимерно-битумного вяжущего марок PG 64–28 и PG 70–28 в пробах 2019–2020 годов

Марка вяжущего	Пик	Количество образцов, характеризующихся двумя пиковыми значениями показателя «максимальное усилие при растяжении при 25°С», % от количества испытанных проб	
		до прогрева по методике RTFOT	после прогрева по методике RTFOT
PG 64–28	1-й	0	47
	2-й	100	83
PG 70–28	1-й	17	75
	2-й	100	58

Рис. 6. Снимок поверхности образцов полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 (с пластификатором) после прогрева в печи PAV при 100°С

Рис. 7. Снимок поверхности образцов полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 (с пластификатором) после прогрева при 110°С

Рис. 8. Снимок поверхности образцов полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 (с пластификатором) после дополнительного прогрева в шкафу при 175°С в течение 15 минут

партиях и практически отсутствии отличий их физико-механических свойств от полимерно-битумных вяжущих марки ПБВ. Полимерно-битумные вяжущие марки PG в разных партиях товарной продукции даже от одного изготовителя, так же как и полимерно-битумные вяжущие марки ПБВ 60, характеризуются значительным изменением массы при прогреве в тонкой пленке по методу RTFOT и многообразием указанных выше типов реологического поведения. Обобщенные данные о количестве пиковых значений показателя «максимальное усилие при растяжении при 25°С» для образцов полимерно-битумного вяжущего марок PG 70–28 и PG 64–28 представлены в табл. 4.

Для сравнения нами были проведены испытания по методикам ГОСТ Р 58400.1–2019 полимерно-битумных вяжущих марки ПБВ 60, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52056–2003, в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции в 2019–2020 годах. Полученные данные представлены в табл. 3. Установлено, что по реологическим характеристикам эти вяжущие могут соответствовать требованиям, предъявляемым к битумным вяжущим марок: PG 64–28, PG 70–28, PG 76–22, PG 76–28, PG 82–22.

Результаты испытаний на соответствие требованиям ГОСТ Р 58400.1–2019 не подтверждают соответствие марки битумных вяжущих в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции, маркам, указанным изготовителем в паспортах:

Табл. 5. Результаты оценки физико-механических свойств битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 90/130 производства ООО «КИНЕФ», его композиции с пластификатором (4% масс) и полимерно-битумных вяжущих (3,2% масс полимера СБС), изготовленных на их основе

Наименование показателя	Диапазоны значений показателей физико-механических свойств:			
	БНД 90/130	БНД 90/130 + пластификатор	ПБВ 60/90 на битуме	ПБВ 60 на битуме с пластификатором
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	95	104	60	68
Глубина проникания иглы при 0°, 0,1 мм	30	33	27	31
Температура размягчения, °С	47	47	78	76
Растяжимость при 25°, см	Более 140	76	98	100
Растяжимость при 0°, см	4,0	4,4	11	13
Эластичность при 25°, %	–	–	93	92
Эластичность при 0°, %	–	–	63	65
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	 0,9 при 0,9 см –	 0,8 при 0,3 см –	 **3,4 при 1,4 см** **7,1 при 81,0 см**	 **2,5 при 1,3 см** **6,8 при 78,0 см**
Вязкость динамическая при 135°, Па·с : – капиллярный вискозиметр – ротационный вискозиметр Брукфельда	 139 –	 122	 – 1,9	 – 1,8
После прогрева по методике RTFOT:				
Температура размягчения, °С	53	53	77	71
Растяжимость при 25°, см	100	54	45	32
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	64	69	50	59
Вязкость динамическая при 135°, Па·с – капиллярный вискозиметр – ротационный вискозиметр Брукфельда	376	329	– 2,6	– 2,2
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	 2,5 при 0,8 см –	 2,0 при 0,6 см	 **5,0 при 1,2 см** **4,4 при 33,2 см**	 **3,5 при 1,2 см** **Отсутствует**
Эластичность при 25°, %	–	–	88	85
Изменение массы, %	–0,07	0,02	–0,08	–0,09

PG 64–28 и PG 70–28. Как правило, по реологическим характеристикам эти вяжущие соответствуют требованиям, предъявляемым к вяжущим марок соответственно PG 76–22, как исключение PG 76–28, и PG 76–22, PG 82–22 (табл. 3). В причинах такого положения вещей необходимо разобраться, во избежание проблем у изготовителей вяжущего и асфальтобетонной смеси в связи с очевидным систематическим несоответствием качества вяжущего требованиям проекта на выполнение работ на конкретном адресе.

Определенные проблемы могут возникать при назначении к применению битумного вяжущего марки PG 64–28 в связи с тем, что по реологическим характеристикам требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 58400.1–2019 к этой марке вяжущего, может соответствовать как битум нефтяной дорожный вязкий марок БНД 60/90 и БНД 70/100, так и полимерно-битумное вяжущее, в то время как по физико-механическим свойствам, в частности по эластичности, это разные материалы.

Проведенные исследования показали, что введение в нашей стране очередных новых требований к

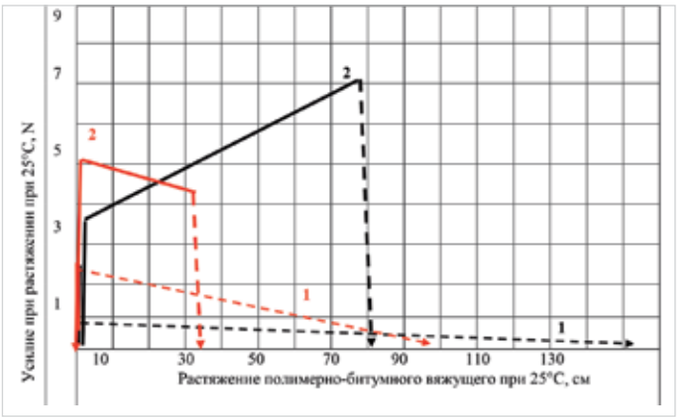


Рис. 9. Зависимость усилия при растяжении при 25°С битума марки БНД 90/130 (1) и полимерно-битумного вяжущего (2), приготовленного на его основе, от величины растяжения до (-) и (- -) после прогрева по методу RTFOT

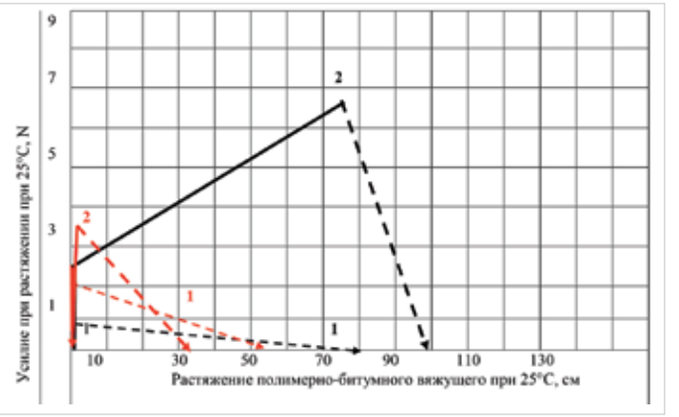


Рис. 10. Зависимость усилия при растяжении при 25°С битума марки БНД 90/130 с пластификатором (1) и полимерно-битумного вяжущего (2), приготовленного на его основе, от величины растяжения до (-) и (- -) после прогрева по методу RTFOT

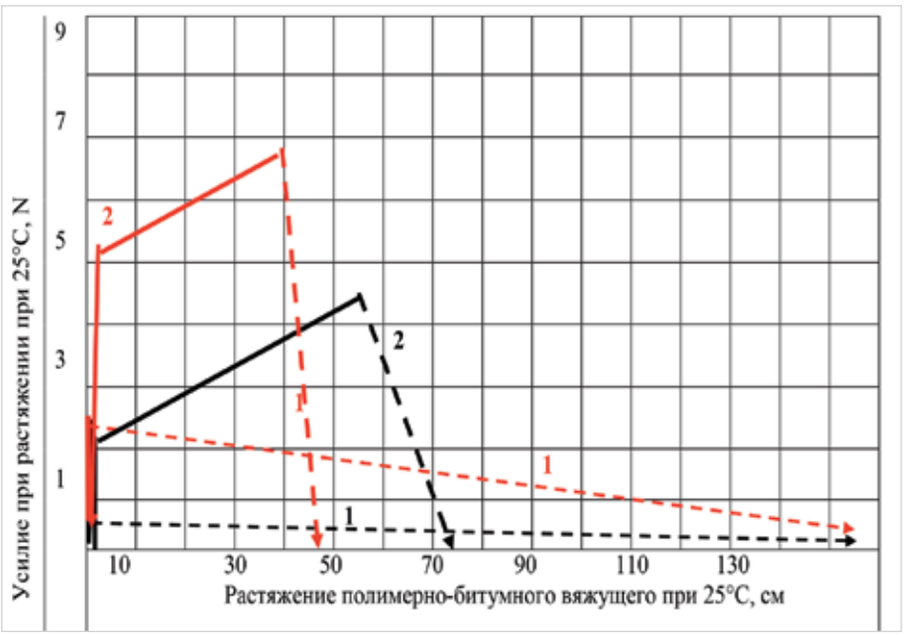


Рис. 11. Зависимость усилия при растяжении при 25°С битума (1) и полимерно-битумного вяжущего австрийского производства (2), приготовленного на его основе, от величины растяжения до (-) и (- -) после прогрева по методу RTFOT

битумным вяжущим не потребовало внесения каких-либо изменений в существующую систему подбора состава исходного сырья для их производства, а потому и не могло способствовать принципиальному изменению качества вяжущих, в частности повышению значений показателя «растяжимость при 25°С», что крайне необходимо для создания надежных в эксплуатации асфальтобетонных и полимер-асфальтобетонных покрытий.

Рецептуры полимерно-битумных вяжущих, независимо от марки (по ГОСТ Р 52056–2003 или ГОСТ Р 58400.1–2019), как правило, не разглашаются их изготовителями, а единые требования к пластификатору, применение которого допускается при изготовлении полимерно-битумных вяжущих требованиями ГОСТ Р 52056–2003, как ни странно, отсутствуют. В созданных условиях изготовитель битумных вяжущих обладает определенной степенью свободы по использованию в качестве пластификатора любых нефтяных компонентов. Присутствие разного количества и разных по химическому и компонентному составу пластификаторов в полимерно-битумном вяжущем марки PG, так же как и марки ПБВ 60, является причиной более или менее интенсивного вспенивания массы образца после выдерживания в аппарате PAV.

Состояние поверхности разных образцов полимерно-битумного вяжущего, подвергнутых прогреву по методике ГОСТ Р 58400.5–2019, указывает на то, что с повышением температуры испытания (100°С или 110°С) интенсивность процесса газообразования возрастает (рис. 6, рис. 7) и приводит к увеличению объема образцов до 1,5–2 раз, что обусловлено, в том числе, и более благоприятными условиями для удаления из массы вяжущего легких компонентов нефтяных пластификаторов.

Несколько снизить интенсивность выделения газов после прогрева в аппарате PAV позволяет выдерживание пенящихся образцов вяжущих в сушильном шкафу при 175°С в течение 10–15 минут (рис. 8).

С целью подтверждения существенного влияния пластификатора на физико-механические свойства полимерно-битумного вяжущего по стандартным методикам были испытаны следующие образцы: двухкомпонентное полимерно-битумное вяжущее (содержание полимера СБС – 3,2 % масс), изготовленное на основе битума дорожного марки БНД 90/130 производства ООО «КИНЕФ», а также ПБВ, изготовленное на этом же битуме, но модифицированном 4% масс нефтяного пластификатора. Результаты лабораторных испытаний приготовленных ПБВ, а также двух битумных основ, представлены в табл. 5.

Табл. 6. Результаты испытаний на соответствие требованиям ГОСТ Р 58400.1–2019 битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 90/130, его композиции с пластификатором (4% масс) и полимерно-битумных вяжущих, изготовленных на их основе

Наименование показателя		Требования НД	Фактическое значение для:				НД на метод испытаний
			БНД 90/130	БНД 90/130 + пластификатор	ПБВ 60 без пластификатора	ПБВ 60 с пластификатором	
			Показатели исходного битумного вяжущего:				
Динамическая вязкость, Па·с, при:	135°С	не более 3	0,37	0,34	1,92	1,86	ГОСТ 33137
Температура вспышки, °С	не ниже 230°С	Более 300	Более 300	Более 300	Более 300	ГОСТ 33141	
Сдвиговая устойчивость G*/sinδ при 10 рад/с, кПа, при:	58°С	G*/sinδ ≥ 1,00 кПа	2,01	1,74	–	–	ГОСТ Р 58400.10
	64°С		0,92	0,82	–	–	
	70°С		–	–	3,25	2,58	
	76°С		–	–	1,84	1,48	
	82°С		–	–	1,07	0,88	
	88°С		–	–	0,65	–	
Показатели битумного вяжущего, состаренного по методу RTFOT:							ГОСТ 33140
Изменение массы после старения, %,	не более ±1%	-0,07	0,02	–0,07	–0,09	ГОСТ 33140	ГОСТ Р 58400.10
Сдвиговая устойчивость после старения G*/sinδ при 10 рад/с, кПа, при:	58°С	G*/sinδ ≥ 2,2 кПа	4,53	3,94	–	–	
	64°С		2,08	1,84	–	–	
	70°С		–	–	5,89	4,38	
	76°С		–	–	3,63	2,72	
	82°С		–	–	2,19	1,66	
Показатели битумного вяжущего, подготовленного по методу PAV при:							ГОСТ Р 58400.5
			100°С		110°С		
Усталостная устойчивость после старения по методу PAV G*·sinδ при 10 рад/с, кПа, при:	34°С	G*·sinδ ≤ 5000 кПа	–	–	431	353	ГОСТ Р 58400.10
	31°С		–	–	608	498	
	28°С		–	–	855	699	
	25°С		1104	753	1189	957	
	22°С		1606	1095	1656	1346	
	19°С		2311	1567	2279	1851	
	16°С		3270	2205	3098	2511	
	13°С		4554	3054	4157	3369	
	10°С		6228	4162	5519	4477	
Низкотемпературная устойчивость, при: Жесткость, S(t) Параметр, m	–12°С	S(60) не более 300 МПа	63,3	49,7	59,6	46,1	ГОСТ Р 58400.8

Табл. 6 (продолжение)

	–18°С	m не менее 0,300	0,342	0,338	0,321	0,323	
		S(60) не более 300 МПа	119,5	101,0	117,3	93,8	
	–24°С	m не менее 0,300	0,311	0,310	0,301	0,291	
		S(60) не более 300 МПа	261,5	195,9	217,8	170,8	
		m не менее 0,300	0,272	0,280	0,268	0,274	
Фактическая марка			**PG 58–28**	**PG 58–28**	**PG 82–28**	**PG 76–22**	

Установлено, что введение данного пластификатора приводит к незначительному снижению вязкости битума и соответствующему изменению значений показателей его физико-механических свойств, в то время как отличия полимерно-битумного вяжущего, приготовленного с использованием этого пластификатора, от двухкомпонентного ПБВ, существенны.

В присутствии пластификатора полимерно-битумное вяжущее характеризуется более низкими значениями показателя «максимальное усилие при растяжении при 25°С» до прогрева по методике RTFOT и принципиально иным типом реологической зависимости, свидетельствующим о более низкой устойчивости вяжущего к воздействию сдвигового усилия (рис. 9, 10). Применение более ароматического по химической природе пластификатора, обладающего наиболее высокой растворяющей способностью, приводит к полному разрушению структурного каркаса самого битума, принципиальному изменению его структурно-реологического типа (рис. 2, рис. 4).

Различие физико-механических свойств двухкомпонентного ПБВ, приготовленного без пластификатора и с использованием пластификатора, фиксируется и при испытании этих вяжущих на соответствие требованиям ГОСТ Р 58400.1–2019 (табл. 6). Введение данного вида пластификатора в битум марки БНД 90/130 не привело к изменению его марки по PG, в то же время, как показывают данные испытаний, марки полимерно-битумных вяжущих, приготовленных на исходном битуме и его композиции с пластификатором, разные: соответственно PG 82–28 и PG 76–22.

Результаты проведенных нами комплексных испытаний образцов дорожного битума и полимерно-битумного вяжущего, приготовленного на его основе без использования пластификатора, любезно предоставленных австрийской компанией (табл. 7), а также графические зависимости усилия при растяжении этих образцов вяжущих от растяжения, представленные на рис. 11, типичны для битумов и двухкомпонентных полимерно-битумных вяжущих.

По реологическим параметрам битум соответствует требованиям ГОСТ Р 58400.1–2019, предъявляемым к битумному вяжущему марки PG 58–28, а полимерно-битумное вяжущее – PG 76–22. Продолжительный безремонтный срок службы полимер-асфальтобетонных покрытий за рубежом, достигающий 10 и более лет, во многом обеспечивается использованием именно двухкомпонентных полимерно-битумных вяжущих. Этот факт нельзя игнорировать.

Результаты постоянно осуществляемого в Санкт-Петербурге мониторинга состояния полимер-асфальтобетонных покрытий, устраиваемых с использованием полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60 (ГОСТ Р 52056–2003), уже на протяжении более 10 лет подтверждают негативное влияние пластификатора на долговечность полимер-асфальтобетонного покрытия. Присутствие в составе вяжущего пластификатора провоцирует появление колейности уже через 2–3 года эксплуатации дорожного покрытия, в отличие от объектов, на которых уложена полимер-асфальтобетонная смесь, изготовленная с использованием двухкомпонентного полимерно-битумного вяжущего, срок безремонтной службы которых составляет 3–5 и более лет.

Несмотря на систематическую публикацию в отраслевых журналах информации о проводимых исследованиях и результатах практического опыта Санкт-Петербурга, должного внимания этой проблеме не уделяется ни нефтяными компаниями, ни, что особенно странно, руководством дорожной отрасли.

Неужели всерьез кто-то думает, что для повышения эксплуатационной надежности асфальтобетонных и полимер-асфальтобетонных покрытий в нашей стране достаточно изменить нормативные требования к дорожному битуму и полимерно-битумному вяжущему российского производства, а фактически частично или полностью сменить «обертку» с отечественной на импортную?

Табл. 7. Результаты испытаний дорожного битума марки 70/100 (StraBenbabitumen) и двухкомпонентного полимерно-битумного вяжущего марки PmB 45/80–65 STARFALT производства австрийской компании OMV

Наименование показателя	Диапазоны значений показателей физико-механических свойств:	
	битума	полимерно-битумного вяжущего
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	97	60
Глубина проникания иглы при 0°, 0,1 мм	25	23
Температура размягчения, °С	45	81
Растяжимость при 25°, см	Более 140	75
Растяжимость при 0°, см	0,7	9,0
Эластичность при 25°, %	–	92
Эластичность при 0°, %	–	63
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	 0,7 при 0,3 см Отсутствует	 2,1 при 0,8 см 4,3 при 56 см
Вязкость динамическая при 135°, Па·с : – капиллярный вискозиметр – ротационный вискозиметр Брукфельда	 106 –	 – 1,8
После прогрева по методике RTFOT:		
Температура размягчения, °С	51	78
Растяжимость при 25°, см	Более 140	48
Глубина проникания иглы при 25°, 0,1 мм	60	42
Вязкость динамическая при 135°, Па·с – капиллярный вискозиметр – ротационный вискозиметр Брукфельда	 209 –	 – 2,5
Максимальное усилие при растяжении при 25°, N: 1-й пик 2-й пик	 2,3 при 0,4 см Отсутствует	 5,2 при 0,9 см 6,8 при 35 см
Эластичность при 25°, %	–	88
Изменение массы, %	–0,03	–0,02
Марка PG	PG 58–28	PG 76–22

Понятно, что по причине особенностей состава нефти, перерабатываемой в настоящее время отечественными НПЗ, изготовить принципиально новый по физико-механическим свойствам и стабильный по качеству дорожный битум в больших объемах, необходимых дорожной отрасли нашей страны, сложно и экономически невыгодно для нефтяных компаний. Но что мешает уже сегодня поставить на промышленное производство такой вид менее крупнотоннажной товарной продукции, как битумная основа для приготовления полимерно-битумных вяжущих разных марок, характеризующаяся определенным комплексом показателей физико-механических свойств, регламентируемых соответствующим нормативным документом, подлежащим разработке?

В этом случае изготовителю полимерно-битумных вяжущих не требовалось бы самостоятельно выискивать что-либо для использования в качестве пластификатора. Это позволило бы не только обеспечить единство и стабильность качества битумных вяжущих отечественного производства, но и максимально увеличить срок службы полимер-асфальтобетонных покрытий, снизив тем самым огромные затраты на их устройство и ремонт.

Т.С. Худякова,
канд. тех. наук,
Н.В. Кочура,
инженер

Организатор конференции

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FOUNDATION CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор

МОСМУФТА

26–27 МАЯ 2021

12+

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ»

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
В РАМКАХ ВЫСТАВКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ «BAUMA CTT RUSSIA»

Официальная поддержка

bauma CTT RUSSIA

Генеральные информационные партнеры

НИЦ строительство научно-исследовательский центр

ФУНДАМЕНТЫ научно-практический журнал для проектировщиков и строителей

Гидротехника наука и технологии

Мир ДОРОГ

Дороги инновации в строительстве

Технологии бетонов

Строительная газета

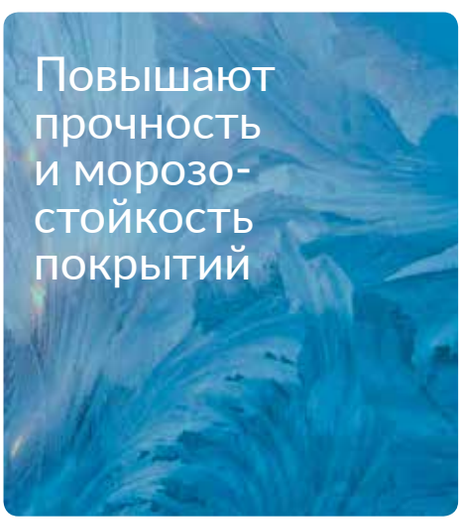
ПГС промышленное и гражданское строительство

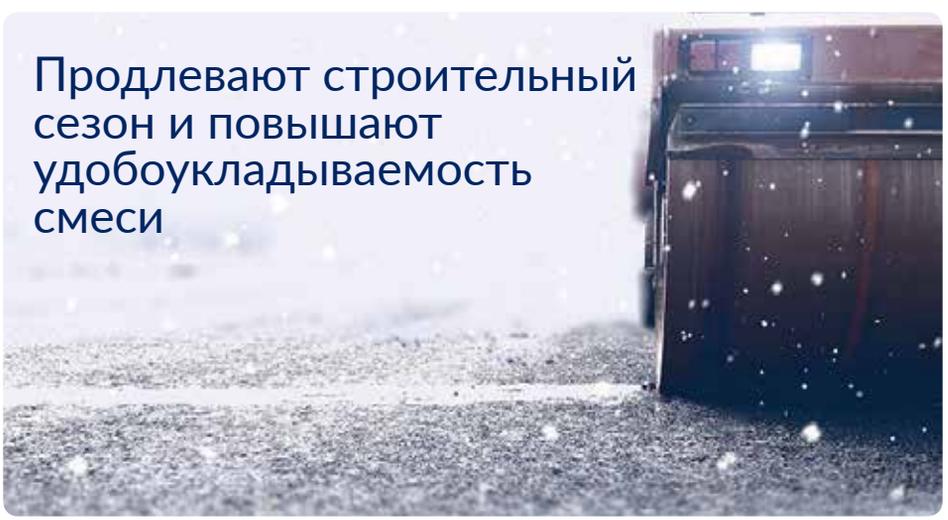
СТТ

Жилищное строительство

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

ДОРОЖНЫЕ АДГЕЗИОННЫЕ ДОБАВКИ





Адгезионные добавки нашего производства

Дорожные адгезионные добавки амфотерного типа

ДАД-1 Марка А
амфотерный ПАВ
ручная дозировка

ДАД-1 Марка С
амфотерный ПАВ
автоматическая дозировка

Катионные адгезионные присадки на основе аминов

ДАД-К
катионный ПАВ типа аминов

ДАД-КС
сыпучая товарная форма

ДАД-К Премиум
катионный ПАВ типа аминов,
сниженный расход

Термостабильные ПАВ на основе кислот

ДАД-КТ, ДАД-КТ2
кислотный тип, повышенная
термостабильность

ДАД-М
термостабильная
адгезионная добавка
на основе малеинатов
жирных кислот

Добавки для теплого асфальта

ДАД-ТА, ДАД-ТА2
температуропонижающие,
энергосберегающие добавки
для снижения температуры
приготовления и уплотнения
АБС на 30—50°С

реклама

Селена

npfselena.ru
+7 47248 2-34-63; 2-21-29

ул. Садовая, 2/2, г. Шебекино, Белгородская обл., Россия, 309290
info@npfselena.ru, sales@npfselena.ru

ЭЛАСТОМЕРНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ И АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Введенные в последние несколько лет в действие государственные стандарты, регламентирующие новые подходы к проектированию асфальтобетонных смесей и повышению их эксплуатационных свойств, привели к необходимости применения модификаторов нефтяных битумов и асфальтобетонных смесей.

В то же время с каждым годом качество дорожных битумов из западносибирской нефти снижается вследствие увеличения содержания серы с 1,1 до 1,5%, твердых парафинов с 2 до 5%, высококипящих фракций, а также расширения ассортимента присадок, используемых при нефтедобыче [1]. Основным способом улучшения качества битумов, наряду с компаундированием, является их модификация полимерными модификаторами, в первую очередь эластомерами первичными и вторичными.

Использование стирол-бутадиен-стирольных (СБС) термоэластопластов при производстве битумных вяжущих хорошо известно в мире, начиная с середины прошлого века. Однако цена на термоэластопласты типа СБС с каждым годом возрастает, и не всегда в строительный сезон на рынке бывают свободные объемы российского СБС-модификатора.

В США, Европе, отчасти в РФ для улучшения дорожных битумов («мокрый метод»), асфальтобетонных смесей («сухой метод») применяются модификаторы на основе резиновой крошки, преимущественно из амортизированных шин.

Наши исследования молекулярной структуры резин за жизненный цикл шин показали снижение свойств каучуковой основы не более 10% от их первоначальных значений [2].

Сложность получения эффективных модификаторов из амортизированных резин заключается в методах разрушения серных структур в вулканизованной резине с обеспечением минимального разрыва макромолекул каучуков и получением активного саже-каучукового геля, способного взаимодействовать с компонентами нефтяного битума с образованием эластичной сетчатой структуры. В тех случаях, когда деструкция резиновой крошки происходит в среде нагретого до температуры 185–200°С нефтяного битума с одновременной его модификацией, процесс продолжается несколько часов, что приводит к старению битума и значительным энергозатратам. Модификаторы, полученные высокотемпературным сдвиговым измельчением резиновой крошки в роторных диспергаторах, имеют в основном активную наружную поверхность резиновых частиц [3]

Модификаторы такого типа, как правило, дозируются в асфальтосмесители на нагретый минеральный материал. Применение поверхностно деструктированного порошка позволяет улучшить ресурсные характеристики асфальтобетонного покрытия по сдвигоустойчивости, усталостной долговечности и низкотемпературной трещиностойкости.

Анализ применения полимерных стирол-бутадиен-стирольных и резиносодержащих модификаторов нефтяных битумов и асфальтобетонов показывает, что оптимально, с точки зрения технических и экономических параметров, модификаторы на основе амортизированной резины должны поставляться на асфальтобетонные заводы в виде тонкодисперсных вторичных каучуковых композиций. В этой парадигме были разработаны эластомерные модификаторы ЭЛАСТДОР™ на основе порошковых шинных регенератов для нефтяных битумов и асфальтобетонов [4] и исследованы в НИЦ ОАО «АБЗ -1» в рамках выполнения магистерской диссертации (В экспериментальной части принимала участие В.В. Телегина).

Модификаторы ЭЛАСТДОР™ изготавливаются из резины амортизированных шин по технологии термохимической регенерации и являются композиционными эластомерными материалами, содержащими один или несколько каучуков в сочетании с функциональными ингредиентами, находящимися в амортизированных резинах и получаемыми частичной объемной деструкцией вулканизационной сетки эластомеров. В процессе производства модификаторов используются технологии и оборудование, позволяющие сохранить не менее 80–90% высокомолекулярных эластомеров с активным саже-каучуковым гелем и полидисперсными деструктированными макромолекулами каучуков (20–10%) с молекулярной массой 30 000–45 000 условных единиц с активными валентными и ионными связями. При смешении с горячим битумом происходят физико-химические реакции с мальтеновыми

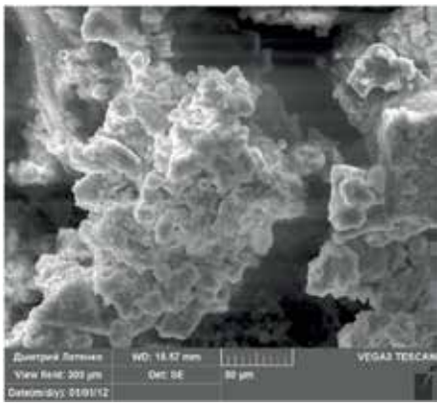


Рис. 1. Структура и морфология эластомерного модификатора ЭЛАСТДОР™

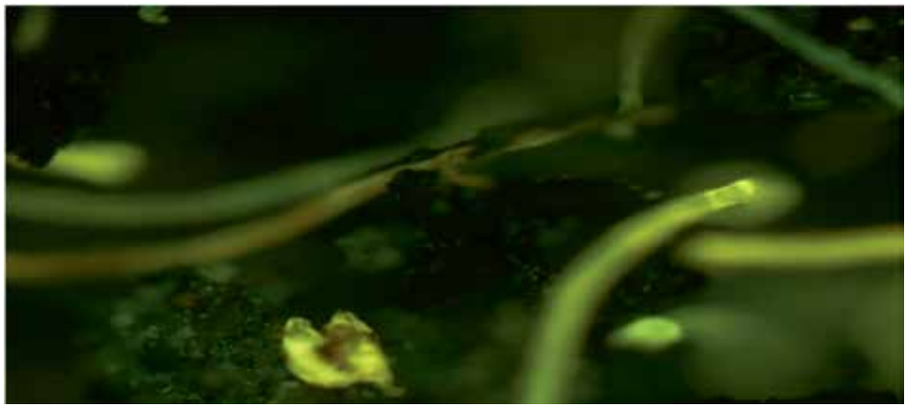


Рис. 2. Электронная фотография полиамидных микроволокон, содержащихся в эластомерном модификаторе ЭЛАСТДОР™

и асфальтеновыми компонентами битума с образованием пространственных макромолекулярных структур, улучшающих технические характеристики битумов и асфальтобетонов.

Исследования структуры и морфологии модификатора, выполненные нами с помощью рентгеноспектрального анализа на сканирующем микроскопе TESCAN VEGA 3 SBH (рис. 1), позволили сделать вывод, что частицы ЭЛАСТДОР™ представляют собой равномерно распределенные микроблочные структуры вида «цветная капуста», с развитой активной поверхностью, способные образовывать межмолекулярные связи в среде битума за короткие временные интервалы.

Эластомерные модификаторы являются комбинацией вторичных каучуков в сочетании со связанными с ними углеродными и кремнекислотными наполнителями, нефтяными маслами, антиоксидантами и стабилизаторами, а также полиамидными микроволокнами, содержащимися в резиновом шинном порошке около 1%, что показали исследования модификатора на электронном микроскопе Axio Scope/A1 (Zeiss) (рис. 2). Входящие в модификатор химические ингредиенты из резин амортизированных шин выполняют соответствующие функции, как то: озоно- и светостойкость, морозостойкость, повышенный коэффициент сцепления с шинами автомобилей и т. п.

Табл. 1. Технические характеристики модификаторов ЭЛАСТДОР™
**СТО 47949355-001-2020 «Эластомерные модификаторы ЭЛАСТДОР™ нефтяных битумов и асфальтобетонов. Технические условия.»*

Наименование технических характеристик, единицы измерений	Модификатор ЭЛАСТДОР™ порошок	Методы Испытаний
1. Внешний вид	Порошок	По настоящему СТО п. 7.2.1*
2. Цвет	Серо-черный	По настоящему СТО п. 7.2.1*
3. Размер гранул или частиц, мм	До 0,8 мм, допускается до 5% более 0,8 мм	По 8.4 ГОСТ Р 55419
4. Включения черных металлов, не более, %	0,1	По настоящему СТО п. 7.3*
5. Насыпная плотность, г/см^3	0,5±0,05	По ГОСТ Р 55419, п. 8.6
6. Влажность, %, не более	5	По ГОСТ 31015
7. Индекс агломерации, баллы, не менее	8	По ГОСТ Р 55419, п. 8.5
8. Содержание гель-фракции, %	80–90	По настоящему СТО п. 7.7*
9. Содержание золь-фракции, %	20–10	По настоящему СТО п. 7.7*

Оставшиеся в модификаторе микроволокна полиамидного корда выполняют функцию стабилизирующих добавок и предотвращают стекание вяжущего.

В табл. 1 представлены технические характеристики эластомерных модификаторов ЭЛАСТДОР™, содержащиеся в СТО 47949355-001-2020 «Эластомерные модификаторы ЭЛАСТДОР™ нефтяных битумов и асфальтобетонов. Технические условия». Характеристики, указанные в п. п. 1–7, отражают свойства модификаторов ЭЛАСТДОР™, отвечающие за соответствие требованиям технологических процессов в изготовлении вяжущих и асфальтобетонов и применимости к технологическому оборудованию асфальтобетонных заводов.

Характеристики, указанные в п. п. 8–9 отражают свойства модификаторов ЭЛАСТДОР™, отвечающие за физико-химические свойства вяжущих и позволяющие прогнозировать технические и эксплуатационные показатели вяжущих и асфальтобетонов. Измерение гель-золь структуры модификаторов впервые отражено в качестве характеристики эластомерных модификаторов в нормативной

Рис. 3. Зависимость динамической вязкости от времени изготовления вяжущего

документации, что выгодно отличает их от всех аналогов, представленных на рынке, о чем свидетельствует анализ открытой нормативно-технической документации производителей резиновых модификаторов для битумов и асфальтобетонов.

С использованием модификаторов ЭЛАСТДОР™ в лаборатории ОАО «АБЗ-1» были разработаны и исследованы резинобитумные вяжущие и асфальтобетонные смеси. Модификаторы поставляются на асфальтобетонный завод в готовом виде и не требуют дополнительной подготовки перед вводом его в установку для приготовления битумных вяжущих и перед вводом в асфальтосмесительный узел (АСУ). Принципиальная последовательность изготовления резино-битумных вяжущих состоит в следующем: битум, нагретый до рабочей температуры (170–180°С), и модификатор в виде порошка загружались

Табл. 2. Физико-механические свойства битумных вяжущих

Наименование показателя	Обозначение НД на методы испытаний	Фактические показатели		
		БНД 70/100	БНД 70/100+15% ЭЛАСТДОР™	ПБВ 60
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25°С	ГОСТ 33136-2014	83	43	61
Растяжимость, см, при 25°С	ГОСТ 33138-2014	42	7	75
Усилие при растяжении, см, Н при 25°С	ГОСТ 33138-2014	1,584	9,197	6,241
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	ГОСТ 33142-2014	52	84	77
Температура хрупкости по Фраасу, °С	ГОСТ 33143-2014	–17	–21	–24
Эластичность, % при 25°С	ГОСТ Р 52056-2003	–	71	89
Однородность	ГОСТ Р 52056-2003	–	Не однородно	Однородно
Динамическая вязкость при 135°С при 175°С (Па·с)	ГОСТ 33137-2014	0,55 0,11	2,07	2,94 0,58
Устойчивость к старению при температуре 163°С по ГОСТ 33140-2014				
Изменение температуры размягчения, °С	ГОСТ 33142-2014	8	6	7,3
Растяжимость, см, при 25°С	ГОСТ 33138-2014	11	6	30
Усилие при растяжении, см, Н при 25°С	ГОСТ 33138-2014	5,194	9,863	8,71
Эластичность при температуре 25°С	ГОСТ Р 52056-2003	–	89	79
Динамическая вязкость при 135°С при 175°С (Па·с)	ГОСТ 33137-2014	0,91 0,18	2,9	5,3
Марка PG по ГОСТ Р 58400/1-2019	-	PG 64-22	PG 100-28	PG 76-28

в предварительный смеситель с перемешивающими устройствами, в котором происходит набухание и частичное растворение модификатора. После предварительного смешения смесь битума с модификатором пропускалась через коллоидную мельницу для достижения гомогенной консистенции. После этого вяжущее перекачивалось для созревания в емкости-хранилища с перемешивающими устройствами. Из зависимости динамической вязкости от времени изготовления вяжущего на основе битума БНД 70/100 с 15% модификатором, представленной на рис. 3, следует, что время достижения структуризации битума эластомерными компонентами модификатора не превышает 100 минут и стабильность сохраняется в последующем времени. Это происходит благодаря гомогенному распределению эластомерного модификатора и образованию эластичного каркаса в среде нефтяного битума, о чем свидетель-

Рис. 4. Микрофотография структуры эластомернобитумного вяжущего на основе битума БНД 70/100 с 15% модификатора ЭЛАСТДОР™

Табл. 3. Физико-механические показатели асфальтобетонной смеси вида SP-19

Наименование показателей	Обозначение НД на методы испытаний	Требование НД для марки SP 19	Фактические показатели			
			БНД 70/100	ПБВ 60	БНД 70/100 +15% ЭЛАСТДОР («сухой» метод)	БНД 70/100 +15% ЭЛАСТДОР («мокрый» метод)
Объемная плотность, г/см^3	ГОСТ Р 58401.10-2019	Не норм.	2,674	2,665	2,664	2,684
Максимальная плотность, г/см^3	ГОСТ Р 58401.16-2019	Не норм.	2,779	2, 772	2,733	2,788
Содержание воздушных пустот, %	ГОСТ Р 58401.3-2019	4,0±0,3	3,8	3,9	2,5	3,7
Отношение пыль/вяжущее	ГОСТ Р 58401.3-2019	0,6-1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
Средняя глубина колеи, мм	ГОСТ Р 58406.3-2019	Не норм.	3,3	2,3	1,4	1,3
Угол наклона кривой	ГОСТ Р 58406.3-2019	Не норм.	0,12	0,02	0,03	0,02
Истираемость, по методу PRALL, мл	ГОСТ Р 58406.5-2019	Не норм.	28	23	17	18
Водостойкость	ГОСТ Р 58401.18-2019	Не менее 0,80	0,81	0,98	0,95	0,99
Адгезионные свойства	ГОСТ Р 58401.18-2019		3	4	4	4

Рис. 5. Установка De∞REACTOR™ для производства модификатора ЭЛАСТДОР™

ствует представленная на рис. 4 микрофотография структуры резино-битумного вяжущего на основе битума БНД 70/100 с 15% модификатора ЭЛАСТДОР™, полученная с помощью электронного микроскопа Axio Scope/A1.

Для изготовления асфальтобетонных смесей модификатор вводили на нагретый минеральный материал в АСУ в количестве до 1% от массы минеральных материалов. Оптимальное содержание модификатора определяется на основе лабораторных подборов составов асфальтобетонных смесей с учетом исходных минеральных материалов и нефтяного битума.

Проведено тестирование РБВ на основе модификаторов ЭЛАСТДОР™ в сравнении с дорожным битумом БНД 70/100 и ПБВ 60, результаты представлены в табл. 2.

Результаты тестов показывают, что РБВ на основе модификаторов ЭЛАСТДОР™ имеют интервал пластичности – более 100°С, температуру размягчения – 84°С, эластичность при 25°С – 71%. О формировании устойчивой сетчатой структуры в битуме свидетельствуют показатели усилия при растяжении, Н при 25°С и динамическая вязкость при 175°С до старения и после старения.

Изменения основных характеристик РБВ на основе ЭЛАСТДОР™ после старения при температуре 163°С по ГОСТ 33140-2014 незначительны. Определенная по ГОСТ 58400.1-2019 марка вяжущего с 15% модификатора – PG 100-28 – позволяет применять его практически во всех климатических зонах РФ. Кроме того можно предположить, что резино-битумные вяжущие на основе ЭЛАСТДОР™ могут изготавливаться с пониженным содержанием модификатора с целью получения марок вяжущего с пониженным верхним значением PG.

Использование РБВ на основе модификаторов ЭЛАСТДОР™ тестировали на асфальтобетонной смеси SP-19, разработанной в соответствии с ГОСТ Р 58401.1-2019. В табл. 3 представлены физико-механические показатели асфальтобетонной смеси SP-19 с модификатором ЭЛАСТДОР™, битумом марки БНД 70/100 и ПБВ 60. Асфальтобетонные смеси SP-19 на РБВ с модификатором ЭЛАСТДОР™ изготавливали по «мокрому методу» и по «сухому методу».

Результаты тестов, указанные в табл. 3, свидетельствуют о соответствии асфальтобетонов с модификатором ЭЛАСТДОР™ нормативным требованиям и дополнительным показателям. Важно отметить, что асфальтобетоны с применением ЭЛАСТДОР™, изготовленные по «мокрой» и «сухой» технологиям имеют практически одинаковые физико-механические показатели, что убедительно доказывает возможность применения модификатора по обоим методам изготовления асфальтобетонных смесей.

Модификаторы ЭЛАСТДОР™, технология и оборудование для

их изготовления являются инновационными разработками ученых и специалистов РФ под руководством доктора технических наук С.Е. Шаховца и защищены патентами Российской Федерации на изобретения № 2649439, № 2701026, патентом РФ на полезную модель № 175347 и свидетельством на товарный знак ЭЛАСТДОР™ № 736432. Инвесторы совместно с компанией ООО «НЬЮФАЛС» в декабре 2020 года запустили в эксплуатацию опытно-промышленную установку De∞REACTOR™, представленную на рис. 5, для производства эластомерного модификатора ЭЛАСТДОР™ мощностью 1000 тонн в год.

Научная новизна модификаторов ЭЛАСТДОР™ заключается в термохимической технологии девулканизации тонкодисперсного резинового порошка, полученного из амортизированных шин, позволяющей провести объемную деструкцию преимущественно серных связей в резине с образованием макромолекулярных радикалов, образующих с компонентами нефтяных битумов сетчатую структуру. Технической новизной является возможность применения модификаторов ЭЛАСТДОР™ для производства асфальтобетонов по «мокрому» методу и «сухому» методу, а также с использованием того и другого метода одновременно в оптимальном соотношении.

Использование для производства ЭЛАСТДОР™ вторичных материальных ресурсов – амортизированных шин – позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и сберегать использование нефти и природного газа, используемых при производстве полимерных СБС-модификаторов, что соответствует рациональному природопользованию – приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в РФ, утвержденному Указом Президента РФ № 899 от 07.07.2011, и также входит перечень критических технологий п. 19 технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидация ее загрязнения.

С.Е. Шаховец,
д-р техн. наук, директор по НИР
ООО «НЬЮФАЛС»
тел. +7 921 929-77-15
se831950@yandex.ru
newfals@mail.ru,
Н.В. Майданова,
канд. техн. наук,
заместитель директора по качеству,
руководитель НИЦ ОАО «АБЗ-1»

Литература
1. Васильев В.В., Саламатова Е.В., Бруснин А.Г. Пути повышения качества дорожных битумов // Мир дорог. № 95. 2017. С. 68–70.
2. Шаховец С.Е., Курлянд С.К., Сиротинкин Н.В., Рюткянен Е.А. О состоянии макромолекулярной структуры протекторных резин в течение эксплуатации и переработки шин // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института. № 51. 2019. С. 39-41.
3. Дубина С. И. и др. Настоящее и будущее композиционных резино-полимерно-битумных дисперсных систем // Мир дорог. № 128. 2019. С. 42-47.
4. Патент РФ на изобретение. № 2701026. Эластомерный модификатор нефтяных битумов и эластомерно-битумное вяжущее на его основе.

Уважаемые господа!

Предлагаем оформить подписку на журнал «Дорожная держава».
Стоимость годовой подписки (7 номеров) – 5 600 рублей
Стоимость подписки на полгода (4 номера) – 3 200 рублей

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

(812) 320-04-08 или (812) 320-04-09

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

В данной статье рассматриваются актуальные проблемы поиска современных и эффективных методов более широкого использования связных глинистых грунтов при устройстве земляного полотна как автомобильных, так и железных дорог. Особую актуальность такая задача приобретает в случае технико-экономической целесообразности применения в дорожных конструкциях не привозных, а местных грунтов, и в данном случае – глинистых (более дешевых).

Глинистые грунты обладают целым набором недопустимых геотехнических качеств по характеристикам влажности, набухания, морозного пучения, пластичности и так далее. А это, несмотря на достаточно широкое распространение таких грунтов на территории России, практически полностью исключает возможность их использования при строительстве объектов транспортной инфраструктуры.

Однако появление современных технологий обработки грунтов различными добавками (укрепление, стабилизация) открыло перед нами реальную возможность существенного улучшения физико-механических и водно-физических свойств ранее непригодных грунтов и успешного их применения в конструкциях земляного полотна (гидрофобизация рабочего слоя) и основаниях дорожных одежд автомобильных дорог. При этом наблюдается существенное улучшение водно-теплового режима земляного полотна, а также снижение величины морозного пучения грунта [1, 2].

В настоящее время наряду с традиционными технологиями накоплен определенный положительный опыт улучшения грунтов на базе использования добавок-стабилизаторов нового поколения, например, таких, как полифилизаторы™ системы «Консолид»: Полифилизатор™ «ПГСЖ-1», Полифилизатор™ «ПГСП-3», Полифилизатор™ «ПГСБ-2».

Эффективность обработки глинистых грунтов добавками полифилизаторов™ обосновывается современными представлениями о механизме взаимодействия глинистых частиц грунта, вяжущих и ПАВ, в основе которых лежат теоретические предпосылки физико-химической механики дисперсных структур, разработанных П.А. Ребиндером и его учениками [3]. Стабилизаторы выполняют в данном случае функцию гидрофобизирующих добавок, снижающих влияние большой удельной поверхностной активности глинистых частиц при их взаимодействии с водой.

Именно поэтому действие поверхностно-активных добавок (ПАВ) при обработке песчаных грунтов оказывается малоэффективным и по большей части бесполезным. В песках эффект улучшения их свойств достигается в случае применения комплексных методов укрепления грунтов или при использовании специальных добавок, разработанных для песчаных грунтов.

До 90-х годов минувшего столетия при обработке глинистых грунтов добавками ПАВ использовались также и вяжущие, но в небольших количествах (не более 2%). Для этих целей обычно применялась известь или органические вяжущие (битумные эмульсии) [4]. При этом практиковалось раздельное внесение в грунт добавок и вяжущих.

Стабилизаторы нового поколения уже содержат в своем составе не только активные химические соединения, рассмотренные выше, но и небольшие дозы (также до 2% от веса грунта) добавок вяжущих. Это позволяет не только гидрофобизировать грунты при обработке, но и повышать их физико-механические показатели (прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии, модуль упругости, коэффициент морозостойкости) [5,6,7].

Поэтому полифилизаторы™ рекомендуется применять для обработки широкого класса природных дисперсных связных грунтов (кислых, щелочных или нейтральных по ГОСТ 25100-11) с числом пластичности более 2.

В настоящее время накоплен положительный опыт внедрения вышеуказанной технологии стабилизации грунтов на транспортных объектах в России. При этом соответствие высокому уровню стандарта качества достигается путем внесения в грунт оптимальных количеств предлагаемых добавок и последовательного выполнения всех установленных технологических операций с обязательным использованием высокопроизводительных комплектов грунтосмесительных машин и других видов техники.

К новой области применения полифилизаторов™ следует отнести их активное использование при проведении работ по капитальному ремонту и реконструкции дорог III–IV категорий, построенных 15–40 лет назад. В этом случае

слои дорожных одежд (асфальтобетонное покрытие, щебень, грунтовое основание) сначала измельчаются за один проход камнедробильной машиной, а затем обрабатываются полифилизаторами™ и уплотняются катком. Это позволяет превращать рыхлую дисперсную систему имеющихся материалов в монолитную гомогенную массу с заданными новыми физико-механическими свойствами.

Таким образом за одну смену можно получить 4–6 тыс. кв. м нового основания (толщиной до 40 см), модуль упругости которого оказывается на 50–300% выше общего модуля классического основания (щебень+песок) (см. фото).

Для успешного внедрения данной технологии в дорожную отрасль разработан «Технологический регламент на реконструкцию и капитальный ремонт рабочего слоя земляного полотна и оснований дорожных одежд нежесткого типа автомобильных дорог», а описание технологии размещено в «Каталоге эффективных технологий, новых материалов и современного оборудования в дорожном хозяйстве Российской Федерации».

Кроме того, вышеуказанные полифилизаторы™ в настоящее время внесены в программу INDORPAVEMENT, принято решение о включении их в государственные сметные нормативы.

Э.М. Добров,
д-р техн. наук, профессор МАДИ,
Р.Г.Кочеткова,
канд. техн. наук, доцент МАДИ,
О.А. Горбунов,
руководитель проекта
ООО «МД Системы»

Реконструкция автодороги в Нижегородской области: а) этап производства работ с применением обработки грунта полифилизаторами™; б) вид покрытия через три года эксплуатации

Литература
1. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. М.: Транспорт, 1971.
2. Добров Э.М., Кочеткова Р.Г., Назипова Г.А. Классификация стабилизаторов // Автомобильные дороги. 2013, № 9. С. 87–89.
3. Ребиндер П.А. Избранные труды: Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М., Наука, 1978.
4. Нечаев Г.А. Исследование устойчивости гидрофобных грунтовых материалов // Промышленное строительство. 1959, № 7. С. 35–36.
5. ОДМ 218.1.004-2011. Классификация стабилизаторов грунтов в дорожном строительстве / М.: Росавтодор, 2012.
6. Кочеткова Р.Г., Горбунов О.А. // Эффективность применения стабилизаторов нового поколения // Дороги России XXI века. 2014, № 5. С. 103–105.
7. ОДМ 218.3.076-2016. Методические рекомендации по подбору стабилизаторов грунтов и грунтовых смесей для дорожного строительства. М.: Информавтодор, 2017.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Постоянно возрастающие нагрузки на дорожные покрытия, увеличивающиеся скорость и объемы перемещения людей и грузов, изменение характера и типа, прежде всего, грузового транспорта, применение шипованной резины, а также изменение условий зимнего содержания автомобильных дорог – все это предъявляет повышенные требования к дорожным одеждам.

Но остаются неизменными основные требования – сочетание низкой себестоимости и высокая долговечность. Эти два взаимоисключающих фактора заставляют искать некий баланс между тем, чтобы построить дешево, но при этом обеспечить межремонтные сроки.

Продолжительный срок службы объекта со стабильными потребительскими характеристиками должен дополняться невысокой разумной стоимостью самого строительства, минимальным количеством, сроком и стоимостью ремонтов за жизненный цикл. Так, в соответствии с постановлением правительства № 658 от 30 мая 2017 года, нормативный срок ремонта определен как 12 лет, а до капитального ремонта – 24 года.

Следует заметить, что стоимость человеческого труда с его видимыми результатами в последнее время у нас почему-то не в почете, что приводит (и уже привело) к огромным кадровым проблемам в отрасли, поэтому экономию в области трудозатрат искать бессмысленно. Что касается фонда оплаты труда, то его, напротив, следует увеличивать, чтобы люди могли получать достойную зарплату, ведь это также влияет на повышение престижа отрасли и качество выполняемых работ.

В подавляющем большинстве случаев при строительстве и реконструкции автомобильных дорог материалы занимают большую часть затрат (около 65–70%), что может являться основным источником экономии. Ведущими направлениями в поиске скрытых источников могут быть: использование альтернативных и ранее непригодных инертных материалов, применение альтернативных конструкций дорожной одежды, использование материалов, обработанных вяжущими (прежде всего, минеральными).

Из основных альтернативных решений для повышения межремонтных сроков следует рассматривать технологии укрепления (стабилизации) грунтов, применение дорожных одежд с жесткими основаниями, устройство долговечных цементобетонных покрытий и малых монолитных бетонных форм, холодный ресайклинг для ремонта дорожных покрытий.

Кроме применения на автомобильных дорогах, эти технологии с успехом можно применять на прочих объектах транспортной инфраструктуры, таких как строительство и реконструкция аэродромов, морских и речных портов, железных дорог, городского рельсового транспорта, транспортно-логистических центров, промышленных и свободных экономических зон, а также на объектах сельского хозяйства.

Технология укрепления грунтов и применение конструктивных слоев с гидравлическими вяжущими, в том числе жестких оснований, во всем мире завоевала популярность по многим показателям. Достигается это максимальным использованием существующих местных материалов для получения нового материала с заданными характеристиками за счет их физико-химической обработки. Налицо экономиче-

ская выгода – это касается как приобретения и транспортировки новых материалов, так и используемого количества спецтехники и автотранспорта, использования вторичных цементо- и асфальтобетона и отходов промышленности, а также сокращения сроков работ. Кроме того, не требуется получения лицензии и разработки новых карьеров. Также следует учитывать, что в некоторых регионах просто не имеется требуемых качественных материалов.

С увеличением прочности нижележащих слоев можно уменьшить толщину вышележащих. Значительно снижается нагрузка на существующую дорожную сеть, предотвращая ее разрушение и проблемы для пользователей автодорог, связанные с транспортировкой инертных материалов (одно строим, другое разрушаем). Решаются и экологические проблемы – как из-за снижения транспортной нагрузки, так и в силу широкого использования вторичных материалов и отсутствия необходимости в разработке карьеров. При всем этом отпадает нужда в утилизации непригодных материалов.

Хочется отметить, что в СССР был накоплен значительный опыт в вышеуказанных технологиях, но дальнейшее их развитие было остановлено отсутствием качественных вяжущих материалов и соответствующего оборудования.

Применение технологического оборудования может быть представлено таким образом: для укрепления грунта рабочего слоя земляного полотна, верхнего слоя жесткого основания, обработанного вяжущими, а также при ремонте дорожных покрытий по технологии холодного ресайклинга используется колесный ресайклер серии WR методом смешения «на месте». Для устройства жестких оснований и холодного ресайклинга также может применяться мобильная установка для производства органо-минеральных смесей серии KMA с последующей укладкой готовой смеси асфальтоукладчиком Vögele. В зависимости от конструкции дорожного покрытия оно может быть цементобетонным (с его устройством бетоноукладчиком со скользящими формами серии SP) или асфальтобетонным (с его устройством асфальтоукладчиком Vögele).

В зависимости от выбранной технологии, метода, количества и вида вяжущих (в жидком или сухом виде) осуществляется подбор машин для технологической цепочки. Если предполагается подача вяжущих в сухом виде, то их распределение перед ресайклером осуществляется с помощью высокоточных распределителей Streumaster с различной вместимостью бункера. В зависимости от модели они могут поставляться в виде навески на трактор, быть прицепными к трактору, установленными на автошасси или иметь самоходное шасси.

В настоящее время фирмой Wirtgen предлагается три модели колесных ресайклеров с рабочей шириной до 2400 мм и рабочей глубиной 560 мм и три модели навесных на трактор стабилизаторов грунта с рабочей шириной до 2500 мм и рабочей глубиной до 500 мм. После этого производится уплотнение грунтовым катком массой не менее 16 тонн, желательно с кулачковым бандажом, чтобы обеспечить уплотнение не только обработанного слоя, но и нижележащих слоев. Далее производится чистовое профилирование автогрейдером, чтобы обеспечить требуемую ровность и высотные отметки, и окончательное уплотнение пневмошинным катком массой не менее 12 тонн, чтобы обеспечить окончательное уплотнение и замкнутость верхней части слоя.

Что касается области экономии, то, в соответствии с требованиями немецкого RStO 12, рабочий слой земляного полотна, на который укладывается дорожная одежда, должен обладать достаточной несущей способностью, соответствующими характеристиками прочности и профиля. Для классов строительства от SV, I до VI модуль упругости должен быть $E_{v2} \geq 45$ МН/м^2. В документе четко сказано, что если требуемый модуль деформации рабочего слоя земляного полотна не удается получить уплотнением, то следует улучшить или укрепить земляное полотно или насыпь, либо увеличить толщину несвязанного слоя основания.

Другим примером может быть требование к профилю, где допустимое отклонение составляет ±3 см от заданной высоты и ±2 см, если дополнительно предусмотрен связанный слой основания. При этом поперечный уклон рабочего слоя должен составлять ≥4% при гигроскопических грунтах и строительных материалах, ≥2,5% после укрепления грунта вяжущими. Благодаря уменьшению поперечного уклона после укрепления грунта получают значительный источник экономии укладываемого на него материала. Пример: $q_{Дорога} = 2{,}5\%$, $Q_{Раб.\,слой} = 4{,}0\%$, ширина рабочего слоя = 6,00 м. Экономия составляет примерно 0,30 м^3/м.

Работы по укреплению грунтов, эффективно применяющиеся как при устройстве высоких насыпей, так и в процессе заполнения выемок и оснований мостовых конструкций при строительстве искусственных сооружений, можно и нужно производить послойно.

В свою очередь, технология холодного ресайклинга также делится на два направления: ресайклинг «на месте», когда работа производится непосредственно на дороге, и «на заводе», когда существующие слои удаляются с дороги и перерабатываются на отдельной площадке. Если рассматривать вопросы экономики и экологии, то ряд материалов, прежде всего вторичный асфальтобетон и цементобетон, могут с успехом использоваться при устройстве различных новых слоев дорожных одежд при строительстве, ремонте и капитальном ремонте.

Сама технология холодного ресайклинга представляет собой бесчисленное множество вариантов рецептов и механических процессов, комбинация которых тщательно подбирается на основе полученных данных об объекте, подвергаемом холодному ресайклингу, поэтому универсального рецепта в применении того или иного технологического процесса или рецепта не существует. Технологию можно себе представить как движение из точки А (то, что имеем) в точку Б (то, что нужно получить), где каждый сам выбирает путь, по которому двигаться, исходя из различных факторов, и где основными являются существующий характер разрушений, себестоимость проекта и предполагаемый срок службы будущей дороги. Для этого с объекта берутся пробы, и на основании этих проб объект разбивается на однотипные участки. Режимы работы машин, их тип, расход вяжущих, воды и/или дополнительных материалов подбирают уже на основе лабораторных исследований, с учетом требуемых физических свойств дорожной одежды, химических процессов, протекающих в процессе ресайклинга.

При выборе машин и способа ресайклинга можно ориентироваться на следующие данные. Гусеничная фреза/ресайклер используется преимущественно для слоев покрытия дорог при ремонте и дополнительно верхних слоев основания при капитальном ремонте с общей максимальной толщиной до 250 мм за один проход. Колесный ресайклер используется преимущественно для слоев покрытия и слоев основания при капитальном ремонте с общей максимальной толщиной до 250 мм за один проход. В некоторых ситуациях возможно и больше, но в любом случае требуется пробный проход.

Вариант ремонта дорожной одежды методом «на заводе» используется преимущественно тогда, когда существуют высокие требования к качеству смешивания, требуется сортировка материала, его хранение или устройство дополнительных слоев. Вариант ремонта дорожной одежды комбинированным методом «на заводе» и «на месте» используется преимущественно в ходе капитального ремонта. Производится фрезерование слоев с последующим вывозом асфальтогранулята на место переработки, где с его использованием будут приготовлены новые органо-минеральные смеси на мобильной установке КМА. Оставшиеся слои ресайклируются на требуемую глубину колесным ресайклером WR, и уже на отресайклированный слой асфальтоукладчиком Vögele укладывается переработанный слой.

Результатом признания вышеуказанных технологий является их широкое применение. В настоящее время на территории России работает около 130 колесных ресайклеров WR, около 20 гусеничных ресайклеров CR, пять мобильных установок КМА, около 80 вспомогательных машин и единиц оборудования. Технологии укрепления грунтов и особенно холодного ресайклинга все более широко применяются при строительстве и ремонте федеральных, региональных и муниципальных автомобильных дорог. Более половины регионов в том или ином виде применяют вышеуказанные технологии, но география применения неоднородна и в большинстве своем зависит от инициативы федеральных или региональных властей.

Как было сказано выше, устройство жестких покрытий из цементобетона является одним из эффективных решений для увеличения межремонтных сроков службы. В современном транспортном строительстве применяется технология укладки бетонных смесей со скользящей формой по причине высокой сменной производительности и качества укладки.

Условно укладку монолитных цементобетонных профилей можно разделить на два направления. Первое – это покрытия автомобильных дорог, в том числе в тоннелях, аэродромов, производственно-технических площадок и прочие плоские покрытия. Второе – так называемые «малые формы» в виде элементов обустройства автомобильных дорог и элементов благоустройства, а также специальные объекты (парковки, остановки общественного транспорта, внутриквартальные проезды, круговые развязки, бордюры и поребрики, монолитные разделительные ограждения, парапетные ограждения на мостовых сооружениях, водоотводные лотки, тротуары, нижнее строение пути городского рельсового транспорта и высокоскоростных железнодорожных магистралей и тому подобное).

На сегодняшний день фирмой Wirtgen производится десять моделей бетоноукладчиков SP с шириной укладки до 18 м и толщиной более 450 мм и две модели машин TCM для текстурирования поверхности и нанесения пленкообразующего. С учетом пожеланий заказчиков и технологических условий модельный ряд постоянно модернизируется и обновляется. Высокое качество работ бетоноукладчиков Wirtgen обеспечивается благодаря машинам как для однослойной укладки цементобетона, так и для двуслойной укладки (по методу сращивания слоев «свежий-по-свежему»), распределению бетонной смеси перед укладчиком шнеками или плугом (ножом); установке электрических или гидравлических вибраторов. Сюда же следует отнести качающийся отделочный брус после скользящей формы, удлиненные боковые стенки скользящей формы (около 7 м) для предотвращения опадения кромки свежеуложенной полосы, окончательную отделку поверхности в автоматическом режиме выглаживающей лыжей, собственную систему нивелирования 3D для бетоноукладчиков малых форм и множество других полезных опций.

Конструкция дорожной одежды современной автомобильной дороги с цементобетонным покрытием предполагает устройство швов сжатия и расширения, в которые устанавливаются армирующие элементы в виде штырей. Для поперечных швов сжатия и растяжения используются так называемые дюбели, имеющие гладкий профиль, а для продольных швов сжатия – анкеры, имеющие периодический профиль. Дюбели и анкеры могут устанавливаться заранее вручную на специальные поддерживающие кондукторы или могут вибропогружаться в автоматическом режиме в свежий бетон, непосредственно во время укладки, специальным оборудованием в виде автоматических вибропогружателей дюбелей DBI в поперечных швах и вибропогружателей анкеров в продольных швах TBI и STB, установленных непосредственно на бетоноукладчике.

При строительстве автомобильных дорог особая роль отводится технологии двуслойной бетоноукладки («свежий-по-свежему»). Технология предполагает устройство единого слоя покрытия, когда поверх свежеуложенного слоя из бетона более низкой марки с крупным заполнителем наносится верхний слой из высокомарочного бетона с мелким заполнителем и высоким содержанием цемента. Укладка может производиться как комплексом из двух раздельных однотипных машин, так и одной машиной.

Данная технология особенно широко применяется в Германии и Австрии. Распространена она и в прочих европейских странах (Бельгии, Нидерландах, Великобритании и др). Средний расчетный срок службы дорожных одежд, устроенных по такой технологии, составляет 30 лет, на практике же они служат значительно дольше – около 40–50 лет. Общая толщина покрытий составляет 20–32 см. Особые требования к верхнему высококачественному слою заключаются в следующем: его толщина должна составлять не менее 5 см, содержание цемента, в том числе со специальными свойствами, – не менее 420 кг/м^3. При этом должен использоваться только дробленый щебень фракций 2/8 и 5/8 мм с высокими показателями прочности.

Для создания поверхностной текстуры повсеместно в ЕС и других странах применяется «бетон с открытым заполнителем» («мытый бетон», waschbeton или exposed aggregate concrete), когда после необходимого набора прочности мелкий заполнитель механизированно выметается жесткой щеткой, открывая более крупный. Прежде всего, такая поверхность обеспечивает наилучшую шероховатость для безопасной езды, снижение шума, в отличие от поперечной шероховатости, и высокую долговечность за счет прекрасной морозостойкости.

Контраргументом в отношении низкой стойкости цементобетонных покрытий к шипованной резине и солевым реагентам выступает тот факт, что только двуслойные цементобетонные покрытия «с открытым заполнителем» способны обеспечить высокую долговечность при адекватной себестоимости. Впоследствии цементобетонные покрытия также могут быть перекрыты тонкослойным асфальтобетонным покрытием, фактически выполняющим слой износа, что значительно увеличит жизненный срок службы дорожной одежды, межремонтный срок, простоту эксплуатации и ремонтов.

Активное применение технологий укрепления грунтов, холодной регенерации и строительства бетонных дорог позволило бы быстрее привести дорожную сеть в нормативное состояние; обеспечить выполнение транспортной части «Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры (КПМИ)», национальных проектов «Безопасные и качественные автомобильные дороги» и «Комфортная городская среда», а также федеральных проектов, госпрограмм и поручений президента и правительства. А снижение себестоимости строительства и ремонта дорожных одежд и повышение их долговечности снизят периодичность и стоимость последующих ремонтов, что позволит высвободившиеся денежные средства направить на дальнейшее расширение дорожной сети.

Ю.Г. Жуков,
руководитель направлений
«Цементобетон» и «Ресайклинг»

реклама

WIRTGEN GROUP

ООО «Виртген-Интернациональ-Сервис»
129343, Москва, ул. Уржумская, д. 4, тел. +7 (495) 221-71-26
info.russia@wirtgen-group.com, www.wirtgen-group.com

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

В последние годы в нашей стране наметилась тенденция к строительству мостов и путепроводов из монолитного железобетона. Следует напомнить, что в России монолитное мостостроение имеет давнюю историю. Первые такие мосты были построены в 1890–1910 годах. И все последующие годы вплоть до 60-х годов XX века мостовые сооружения в основном возводились из монолитного железобетона.

Однако начиная с 1960–1970-х годов строительство мостов из монолитного железобетона стало носить единичный характер, а в 1980-х годах практически прекратилось. В отечественном мостостроении в эти годы широкое распространение получил сборный железобетон. Была создана мощная индустрия сборного железобетона со своими заводами МЖБК, полигонами, технологией, оснасткой и так далее.

Практика строительства и эксплуатации сборных мостов наряду с их достоинствами выявила и ряд существенных недостатков, главным образом связанных с необходимостью расчленения конструкций на отдельные монтажные блоки, доставкой к месту строительства с последующей их сборкой на стройплощадке, требующими дополнительных затрат и средств, что значительно снижает надежность и долговечность построенных сооружений. Поэтому вполне понятен тот большой интерес, который в настоящее время вновь возник у мостостроителей к монолитному железобетону. Начало этому положило строительство мостовых сооружений из монолитного железобетона на Московской кольцевой автомобильной дороге (МКАД). При сооружении путепроводов на МКАД были использованы более прогрессивные технологии и способы строительства мостов из монолитного железобетона, снижающие его основные недостатки – трудоемкость и чувствительность к низким температурам. В частности, метод цикличной продольной надвижки (ЦПН) с конвейерно-тыловым бетонированием секций на стапеле; зимнее бетонирование с применением специализированных тепляков и укрытий ангарного типа, мощных калориферов и теплогенераторов, поддерживающие нужную температуру; тщательно отсортированные исходные материалы и добавки к бетону, ускоряющие процесс его твердения; современная оснастка и др.

В настоящее время опыт монолитного строительства путепроводов на МКАД широко используется при строительстве железобетонных мостов в различных регионах страны. В этой связи актуальное значение приобретают вопросы обеспечения их эксплуатационной надежности, которые, как правило, реализуются на стадии проектирования и строительства сооружений. Для успешного решения этих вопросов весьма ценным с точки зрения прогнозирования дефектов и предупреждения их развития оказывается изучение и анализ результатов обследования мостов и путепроводов из монолитного железобетона постройки 1900–1960 годов.

В результате различных причин в монолитных пролетных строениях железобетонных мостов в процессе эксплуатации, а в некоторых случаях еще и при их сооружении, возникают разного рода дефекты. К наиболее распространенным повреждениям относятся трещины, разрушения защитного слоя бетона, обводнение, выщелачивание, размораживание бетонного камня, коррозия арматуры и др., снижающие грузоподъемность пролетных строений и сокраща-

Рис. 1. Характерный пример моста из монолитного железобетона

ющие срок их службы. В статье приводится подробный обзор возможных причин появления и развития дефектов и повреждений эксплуатируемых балочных пролетных строений из монолитного железобетона.

Накопленный опыт эксплуатации существующих монолитных пролетных строений позволяет выработать оптимальные методы и технологию, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность и долговечность вновь сооружаемых железобетонных мостов.

Монолитный железобетон широко применялся при строительстве мостов и путепроводов на МКАД, на Третьем транспортном кольце Москвы, на КАД Санкт-Петербурга, на мосту через Ангару в Иркутске. Это решение, примененное впервые на подходах к Андреевскому железнодорожному мосту через реку Москву на Окружной железной дороге, получило развитие при строительстве инфраструктурных объектов для сочинской Олимпиады 2014 года. Свыше 3 км мостов и эстакад на железной дороге Адлер – аэропорт Сочи и на железной дороге Адлер – Красная Поляна строились с использованием неразрезных пролетных строений из монолитного предварительно напряженного железобетона.

В 2016 году с выходом СП «Мосты в условиях плотной городской застройки. Правила проектирования» (приложение А) [1] появляется таблица регламентирования проектных сроков службы частей и элементов мостовых сооружений. Металлические, железобетонные и сталежелезобетонные пролетные строения имеют срок службы 100 лет, композитные – 50 лет, деревянные – 25 лет. При этом ранжирование проектных сроков службы для пролетных строений из сборного и монолитного железобетона в данном документе отсутствует.

В 2017 году было утверждено Изменение № 1 к СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*» [2], в котором впервые появляется «Приложение № 6 (рекомендуемое). Сроки службы». В данном приложении для железобетонных пролетных строений автодорожных и городских мостов приводятся следующие сроки службы / сроки до первого ремонта в годах: ребристые сборные с обычной арматурой, а также плитные сборные сплошного сечения – 50/30; остальные (видимо, монолитные) длиной до 60 м – 70/40; длиной 60 м и выше – 100/50.

Таким образом, считается, что с выполнением всех нормативных требований срок службы монолитных железобетонных пролетных строений длиной до 60 м должен составлять 70 лет, длиной 60 м и выше – 100 лет. При этом отсутствуют методы и механизмы определения данных сроков службы в зависимости от параметров конструкции и условий эксплуатации. Также в приведенных нормативных документах отсутствует определение таких терминов как «срок службы», «проектный срок службы», «срок службы до ремонта», в то время как в академических кругах само определение понятия «срок службы» является предметом постоянной дискуссии.

С деградацией железобетонных мостов мы связываем постепенную потерю нормируемых качеств, снижение технического состояния сооружений. Под факторами деградации подразумеваются те, что приводят к изменению со временем физико-механических характеристик элементов железобетонных мостов, необратимому накоплению различного рода повреждений (снижению прочности бетона, уменьшению поперечных сечений железобетонных элементов и арматурных стержней, образованию силовых и коррозионных трещин и пр.). Нужно отметить, что эти факторы, как и в целом начальные прочностные свойства и геометрические характеристики элементов железобетонных транспортных сооружений, обладают статистическим разбросом и носят стохастический, случайный характер. Долговечность железобетонных мостов напрямую зависит от этих факторов и характера их воздействия, который является случайным, тем самым, формируя долговечность как случайную величину, которая обладает определенным разбросом возможных значений.

Среди агрессивных сред для конструкций железобетонных пролетных строений мостов наиболее значимыми по уровню своего воздействия являются диффузия углекислого газа, проникновение хлоридов в бетон защитного слоя, морозное разрушение бетона. Эти процессы приводят к быстрому износу защитного слоя, потере его пассивирующих свойств по отношению к арматуре, началу необратимой коррозии и интенсивному снижению долговечности железобетонной конструкции. Краткое описание этих процессов приведено ниже.

Карбонизация бетона

Карбонизация бетона – процесс проникновения углекислого газа в поры бетона с дальнейшим взаимодействием с цементным камнем в присутствии влаги, что приводит к снижению щелочности бетона и утрате защитных свойств по отношению к арматуре:

$$\underset{pH \approx 12,6}{Ca(OH)_2} + CO_2 + H_2O \rightarrow \underset{pH \approx 9}{CaCO_3} + 2H_2O \quad (1.1)$$

Сплошное покрытие арматуры цементным камнем с высокой щелочностью приводит к тому, что на арматурной стали образуется сплошной пассивирующий слой покрытия. Данный пассивирующий слой представляет собой невидимую оксидную пленку толщиной 1…1,5 нм, состоящую из Fe_2O_3 и Fe_3O_4. Этот слой обеспечивает идеальную защиту от коррозии. В результате карбонизации показатель pH поровой жидкости снижается от начального значения 12,6 до 9, сталь утрачивает свою инертность и защитную пленку

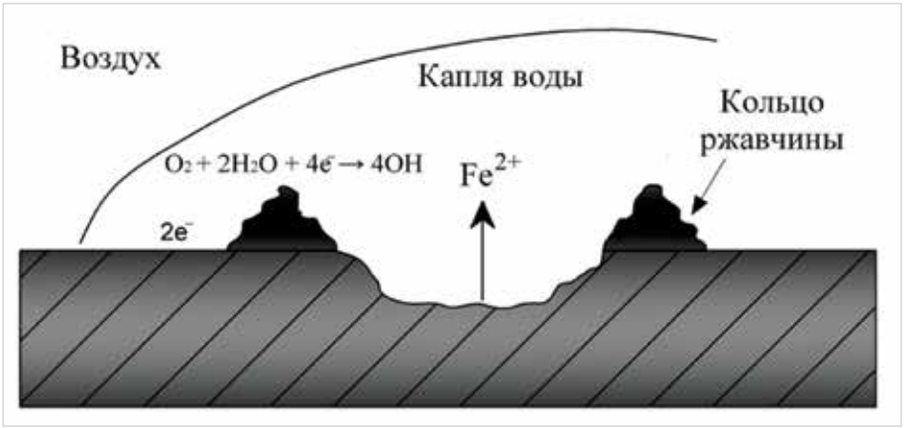


Рис. 2. Кислородная коррозия стали

Рис. 3. Обработка солями-антиобледенителями: а) тротуаров; б) проезжей части

Рис. 4. Противогололедный реагент галит: а) фасованный в мешках; б) на проезжей части

и в присутствии влаги и кислорода начинается ее коррозия (рис. 2). Железобетонный элемент теряет свою несущую способность.

Диффузия хлоридов

Характерной особенностью эксплуатации железобетонных автодорожных мостов является взаимодействие с агрессивными хлоридными средами, источником которых являются хлоридосодержащие антигололедные соли, применяемые с целью обеспечения безопасности движения транспорта на проезжей части при гололеде в зимний период, содержащие, в первую очередь, соли кальция и натрия. Для обработки проезжей части используется противогололедный материал галит, в основе которого находится хлорид натрия *(NaCl)*.

Данный материал входит в перечень противогололедных материалов (ПГМ), предусмотренных отраслевым методическим документом. В статье [3] указывается, что данный материал занимает лидирующее место не только в России, но и в мире по использованию. Так, например, в США и Канаде ежегодно используется 10–12 млн тонн соли, в Германии и Англии – 1,6 млн тонн. В этой же статье указывается на невозможность полностью исключить обработку дорог солью в связи с требованиями нормативного документа [4], который не допускает наличие гололеда на проезжей части автомобильных дорог всех категорий и регламентирует для ликвидации и предупреждения гололеда на проезжей части применять ПГМ.

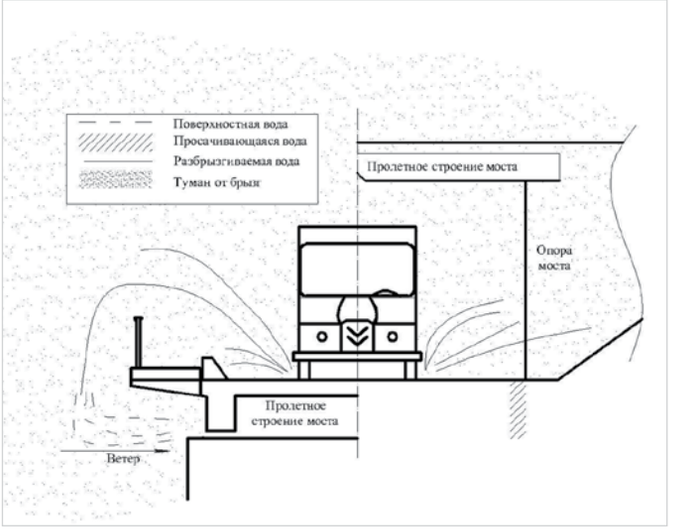


Рис. 5. Зоны моста с разным воздействием хлоридов

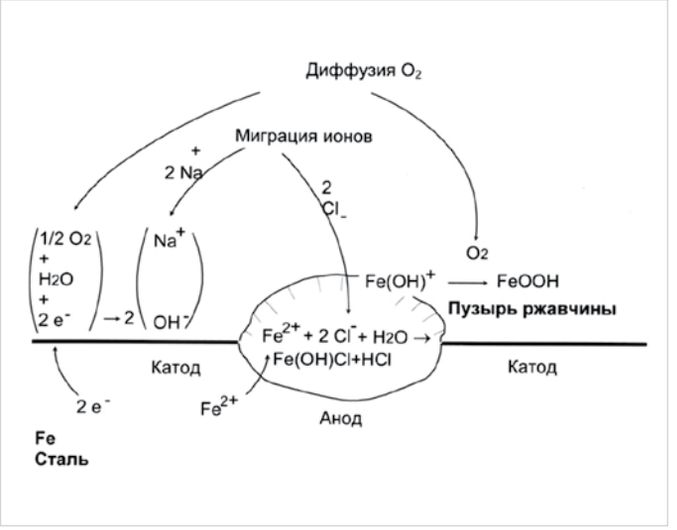


Рис. 6. Механизм коррозии арматурной стали в бетоне

Применение ПГМ приводит к существенному увеличению концентрации хлоридов на поверхности железобетонных элементов мостов, в особенности плиты балок пролетных строений.

Также большая концентрация хлоридов находится в атмосфере районов, располагающихся возле океанов и морей. Эти соли содержат, в первую очередь, хлорид натрия и кальция. Хлориды попадают вместе с впитываемой водой в бетон мостовых конструкций (рис. 4). В СНиП по защите конструкций от коррозии воздействие хлоридов на бетон описывается как средне- и сильноагрессивное [5].

Опасность хлоридного воздействия заключается в том, что после накопления определенного критического значения хлоридов на поверхности арматуры поляризационное сопротивление стали падает и начинается процесс активной коррозии арматуры, который приводит к трещинообразованию в защитном слое, его разрушению и наступлению предельных состояний. Процесс коррозии стали может быть описан аналогом, эквивалентным течению электрического тока. Коррозионный процесс в целом рассматривается как два отдельных процесса: анодный и катодный (рис. 5). Как только содержание хлора возле арматуры достигнет критического значения, поляризационное сопротивление анода падает и возникает ток коррозии. Этот процесс происходит локально, в то время как оставшаяся поверхность стали все еще защищена слоем пассивации. В этом случае и будут образовываться точки ржавчины, в которых происходит быстрое окисление стали.

Морозное разрушение бетона

Морозная деструкция приводит к большим разрушениям бетона и является следствием недостаточной морозостойкости. Морозостойкость бетона определяется как способность переносить без снижения прочности повторные деформации, которые возникают вследствие образования льда в порах. Разрушение бетона при попеременном замораживании и оттаивании вызывается фазовыми переходами воды в лед. Льдообразование сопровождается увеличением объема твердой фазы воды примерно на 9%, что приводит к появлению разрушающих напряжений в бетоне. Кроме того, при колебаниях низких температур различие коэффициентов температурного расширения составляющих бетона и льда увеличивает уровень разрушающих напряжений (коэффициент линейного расширения льда в среднем в 5 раз больше, чем у бетона).

Морозостойкость напрямую зависит от следующих параметров и факторов бетона: структура, количество пор, характер пористости, степень водонасыщения, температура и скорость замерзания/оттаивания. В настоящее время существует несколько гипотез о причинах морозного разрушения: кристаллизационное давление льда; гидравлическое давление по причине отжатия воды из зоны замерзания; гидростатическое давление, возникающее вследствие растягивающих капиллярных напряжений.

Изучая деструктивные процессы в структуре бетона при попеременном замораживании и оттаивании, А.Е. Шейкиным и Л.М. Добшицем была разработана физическая модель разрушения бетона [6, 7]. Для оценки морозостойкости авторами предлагается критерий морозостойкости бетона:

$$K_{МРЗ} = \frac{П_{уз}}{0.09 П_{н}} \qquad (1.2)$$

где $П_{уз}$ – условно замкнутая (резервная) пористость; $П_{н}$ – интегральная (открытая) пористость.

Графически зависимость между критерием морозостойкости, $K_{МРЗ}$, и морозостойкостью бетона, F, приведена ниже (рис. 7).

Анализ экспериментальных данных, полученных разными исследователями на различных

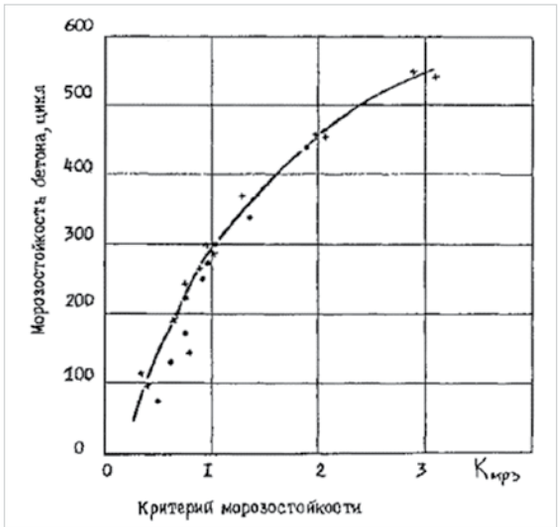


Рис. 7. Критерий морозостойкости бетонов

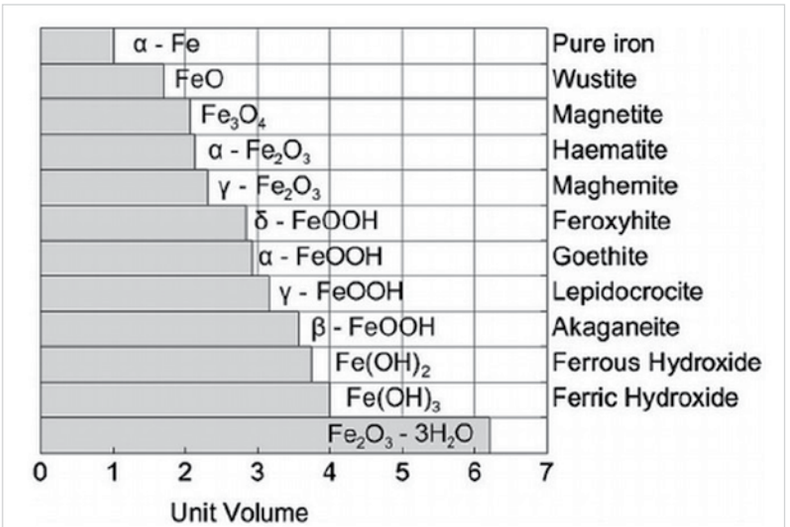


Рис. 8. Относительные объемы железа и его продуктов коррозии

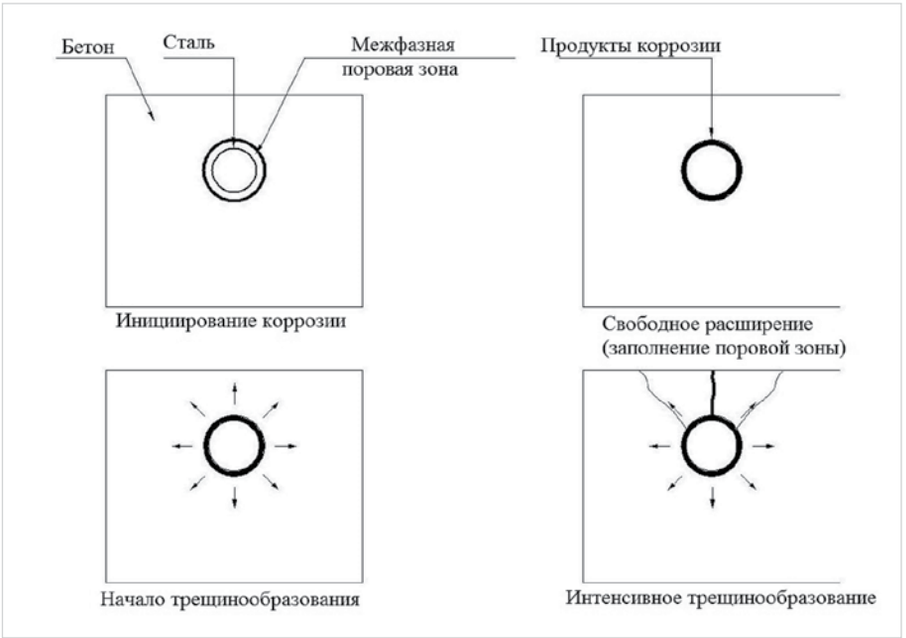


Рис. 9. Схема периода развития коррозии и трещинообразования

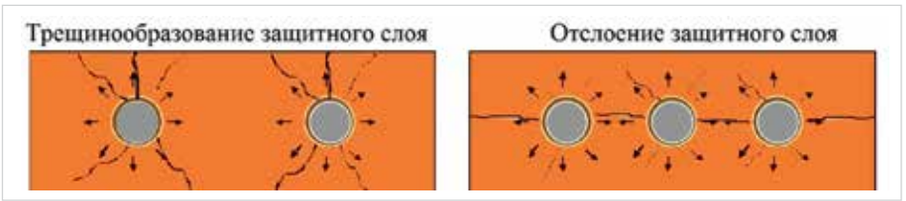


Рис. 10. Модели интенсивного разрушения защитного слоя

бетонах [6, 7], позволяет утверждать, что критерий морозостойкости КМРЗ может быть успешно использован с высокой степенью точности для прогнозирования морозостойкости затвердевшего бетона.

Трещинообразование в защитном слое в результате коррозии арматуры

Появление растягивающих напряжений в бетоне связано с тем, что объем продуктов коррозии существенно превышает объем стали арматурных стержней до коррозии. На рис. 8 показано сопоставление относительных объемов железа и его оксидов (продуктов коррозии).

В первое время после начала коррозии продукты коррозии занимают поровое пространство вокруг арматурных стержней, после чего возникает растягивающее напряжение, вызывающее образование микротрещин размером до 0,05 мм (рис. 9). Этот период во многих исследованиях называется периодом инициирования трещинообразования. В дальнейшем происходит развитие образованных трещин с увеличением величины их раскрытия (период интенсивного трещинообразования). Время периода трещинообразования зависит от скорости коррозии, прочности бетона защитного слоя на растяжение и других прочностных характеристик, а также толщины защитного слоя.

Необходимо отметить, что период интенсивного развития трещин может идти по нескольким сценариям и сопровождаться как развитием трещин в бетоне защитного слоя, так и отслоением защитного слоя при одновременной интенсивной коррозии большого количества арматурных стрежней (рис. 10).

Нужно отметить, что появление трещин с критическим раскрытием и разрушение защитного слоя произойдет гораздо быстрее уменьшения рабочей площади арматурных стержней до критического значения.

Таким образом, перспективы использования монолитного железобетона в мостостроении в настоящее время сопряжены с вопросами проектирования и эксплуатации, которые должны быть учтены на стадиях жизненного цикла конструкций.

Э.С. Карапетов,
профессор,
Д.А. Шестовицкий,
доцент
(Петербургский государственный университет путей сообщений имени Александра I)
А.А. Белый, доцент
(Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева)

Литература
1. СП 259.1325800.2016. Мосты в условиях плотной городской застройки. Правила проектирования. Издание официальное. М., 2016.
2. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы [Текст] / Актуализованная редакция СНиП 2.05.03-84. М., 2011.
3. Чистить нельзя посыпать: для тюменских дорог закупили тысячи тонн соли. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.nashgorod.ru/auto/news/news93957.html.
4. ГОСТ 33181–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. М.: Стандартинформ, 2016.
5. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии (утв. Постановлением Госстроя СССР от 30.08.1985 г. №137).
6. Добшиц Л.М. Морозостойкость бетонов транспортных сооружений и пути ее повышения: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 2000.
7. Добшиц Л.М., Портнов И.Г., Соломатов В.И. Морозостойкость бетонов транспортных сооружений: Учебное пособие. М.: МИИТ, 1999.
8. Карапетов Э.С., Белый А.А., Цыганкова Е.С Пролетные строения мостов из монолитного железобетона. Опыт эксплуатации, основные тенденции и закономерности // Неделя науки-2017. Сборник лучших докладов студентов и аспирантов факультета «Транспортное строительство». СПб.: ПГУПС, 2017. С. 7–9.
9. Монолитное мостостроение: Материалы Междунар. науч.-практ. семинара, Санкт-Петербург, 7–13 июля 2003 г. / Под ред. В. Н. Смирнова. СПб.: ПГУПС, 2003.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ ФРИКЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ В СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВ

Пренебрежительное отношение к нормативной базе СССР со стороны высшего руководства России привело к серьезным проблемам в строительной отрасли. Сначала было заявлено, что СНиПы необходимо отменить, потом передумали и решили, что их все-таки следует оставить. Были утверждения, что целесообразно полностью отказаться от отечественной нормативной базы и перейти на европейские нормы. Как следствие, стали массово переводиться европейские стандарты, тут же приобретая статус российских ГОСТов.

В результате эти ГОСТы практически не используются, так как в них заложено применение в строительстве импортного оборудования и материалов, которые не производятся в России и стоят недешево. И такая тенденция «разброда и шатания» на государственном уровне продолжается и по сей день. В итоге были полностью остановлены исследования новых материалов и разработка новых технологий, и, как следствие, дальнейшее развитие отечественных нормативных документов (СНиПов и ГОСТов). Для создания видимости разработки российских норм советские СНиПы переименовали в Своды Правил, то есть попросту сменили обложки. Научное сообщество, занимающееся разработкой нормативных документов, с ужасом наблюдает за тем, что сейчас происходит в области транспортного строительства, и изо всех сил старается препятствовать попаданию в нормы «инновационных» технологий и материалов, пришедших к нам из-за рубежа, не прошедших всесторонних исследований для применения в мостовых конструкциях на территории России, включая районы Крайнего Севера с предельно низкими температурами.

Далее рассмотрим состояние нормативной базы на текущий период в части сборки металлоконструкций пролетных строений мостовых сооружений на высокопрочных болтах. Проблемы в проектировании пролетных строений и технологии сборки фрикционных соединений на высокопрочных болтах начались в период ввода нового стандарта на высокопрочные болты ГОСТ Р 52643-2006 взамен ГОСТ 22353-77 без учета требований стандартов на проектирование и производство работ СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы» и СНиП 3.06.04-91 «Мосты и трубы», которые позже обрели статус Сводов Правил – СП 35.13330.2011 и СП 46.13330.2012.

О новых ГОСТах на высокопрочные болты

При разработке норм проектирования стальных конструкций мостов для фрикционных болтовых соединений авторы мостовых СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*» и СП 46.13330.2012 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция 3.06.04-91» прежде всего ориентировались на конструкцию, размеры и механические свойства высокопрочных болтов, гаек и шайб, изготавливаемых по ранее действовавшему отечественному стандарту ГОСТ 22353-77 – ГОСТ 22356-77 «Болты и гайки высокопрочные. Шайбы» с учетом увеличения толщины опорной шайбы до 6,0 мм.

В 2008 году Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) был введен новый стандарт на высокопрочные болты, гайки и шайбы ГОСТ Р 52643-2006 – ГОСТ Р 52646-2006, а затем в 2015 году этот ГОСТ был заменен на ГОСТ 32484.1 – ГОСТ 32484.6. Стандарты 2008 и 2015 годов были разработаны ООО «НПЦ Мостов» (В.С. Агеевым) и предназначались для всех металлических конструкций, в том числе и мостовых. Геометрические параметры высокопрочных болтов, гаек и шайб по этим стандартам практически полностью повторяли параметры болтов **европейских стандартов** и отличались в худшую сторону от отмененного ГОСТ 22353-77 – ГОСТ 22356-77.

Например, в новом ГОСТ 32484.1 – ГОСТ 32484.6, как и в предыдущем ГОСТ Р 52643-2006 – ГОСТ Р 52646-2006 для высокопрочных болтов М22, самых массовых в металлическом мостостроении, были занижены диаметр опорной шайбы болта с d_2=50 мм до d_2=42–44 мм и ее толщина с h=6,0 мм до h=3,4–4,6 мм. Кроме того, был уменьшен радиус галтели под головкой болта с 2,5 до 1,5 мм по сравнению с ГОСТ 22353-77-ГОСТ 22356-77.

Необходимо отметить, что указанные в отмененном ГОСТ 22353-77 – ГОСТ 22356-77 геометрические параметры высокопрочных болтов были получены опытным путем на основании многолетних исследований, а также анализа аварийных ситуаций, причиной которых являлось разрушение болтовых соединений, особенно в стыках железнодорожных пролетных строений. За время действия отмененного ГОСТ 22353-77 – ГОСТ 22356-77 отказов в болтовых соединениях пролетных строений мостовых сооружений не было, как не было смысла копировать европейские стандарты и выпускать ГОСТ Р 52643-2006 – ГОСТ Р 52646-

2006, а затем и ГОСТ 32484.1 – ГОСТ 32484.6!

Многие мостовые проектные организации включили этот новый стандарт в разработанную ими проектную документацию, не вникая в конструктивные особенности этих изделий и не имея научно-технического обоснования применения новых стандартов.

В переработанных ГОСТ 32484.1 – ГОСТ 32484.6 В.С. Агеевым продублированы, а точнее сказать, скопированы из европейских норм все основные конструкционные характеристики высокопрочных метизов, и, естественно, в этих ГОСТах им не учтены повышенные требования к проектированию фрикционных соединений с учетом допусков по геометрии болтовых отверстий и направлению действия усилий.

Необходимо отметить, что в соответствии с конструктивными особенностями высокопрочных метизов в европейских нормах на проектирование стальных конструкций введены требования по расчету фрикционных соединений. Так, в EN 1993-1-8-2005 несущую способность на сдвиг поверхностей трения, стянутых одним болтом класса прочности 10.9, определяют по формуле:

$$F_{s.Rd} = \frac{k_{s*} n * \mu * F_{p,S}}{\gamma_{m3}},$$

где k_s – коэффициент, учитывающий форму отверстия и зазор между телом болта и поверхностью отверстия, который определяется по табл. 1 и может составлять от 1,00 до 0,63;
n – количество контактных поверхностей трения соединяемых элементов;
μ – коэффициент трения;
$F_{p,S}$ – усилие натяжения болта;
γ_{m3} – коэффициент надежности для соединения =1,25 (см. EN 1993-1-1-2007 табл. 8.1).

По сравнению с европейскими нормами в отечественных нормативных документах СП 35.13330.2011 расчетное усилие Q_{bh}, воспринимаемое каждой поверхностью трения элементов, стянутых одним болтом, определяют по формуле:

$$Q_{bh} = \frac{P * \mu}{\gamma_{B\alpha}},$$

где P – усилие натяжения болта;
μ – коэффициент трения;
$\gamma_{B\alpha}$ – коэффициент надежности, учитывающий количество установленных болтов и способ подготовки контактных поверхностей.

Как видно из расчета, в формуле отечественного стандарта отсутствует коэффициент k_s, учитывающий зазор и форму отверстия в болтовом соединении. Этот показатель компенсирует конструкция опорной шайбы, изготавливаемой по ГОСТ 22355-77, а затем и по ГОСТ Р 53664-2009. При передаче нагрузки параллельно продольной оси отверстия (болта) необходимо учитывать также радиус галтели под головкой высокопрочного болта, так как болт в данном случае работает **на выносливость**. После отмены ГОСТ 22353-77-ГОСТ 22356-77 и введения в действие ГОСТ Р 52643 – ГОСТ Р 52646, разработанного ООО «НПЦ Мостов», специалисты-мостовики были вынуждены разработать ГОСТ Р 53664-2009 «Болты высокопрочные цилиндрические и конические для мостостроения. Гайки и шайбы к ним. Технические условия» с учетом сохранения основных конструкционных требований на цилиндрические болты, которые были приведены в ГОСТ 22353-77, ГОСТ 22354-77 и ГОСТ 22355-77 во избежание аварийных ситуаций при эксплуатации пролетных строений мостов.

В первую очередь эти требования относятся к конструкции и размерам шайб для высокопрочных болтов М22, М24 и М27. Например, для болтовых соединений с болтом М22 толщина шайбы была дополнительно увеличена до 6,0 мм при соответствующем размере ее диаметра. Например, ОАО «РЖД» допускает применение высокопрочных болтов в стыках металлических пролетных строениях железнодорожных мостов только с шайбами диаметром не менее 50 мм.

Огромная опасность заключается в том, что в последние годы многие проектные организации, не разобравшись в сложившейся ситуации, стали применять в своих проектах фрикционные соединения на высокопрочных болтах, изготовленных по ГОСТ Р 52643-2006, осуществляя расчет этих соединений по методике, изложенной в СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*», что может при-

Табл. 1. Значение k_s (см. EN 1993-1-8-2005 табл. 3.6)

Описание	k_s
Болты, установленные в нормальные отверстия	1,00
Болты, установленные в отверстия с большим зазором или в короткие овальные отверстия при передаче усилия перпендикулярно продольной оси отверстия	0,85
Болты, установленные в длинные овальные отверстия при передаче нагрузки перпендикулярно продольной оси отверстия	0,7
Болты, установленные в короткие овальные отверстия при передаче нагрузки параллельно продольной оси отверстия	0,76
Болты, установленные в длинные овальные отверстия, при передаче нагрузки параллельно продольной оси отверстия	0,63

Табл. 2. Требования к размерам отверстий во фрикционных соединениях в СП 35.13330.2011 (см. табл. 8.40)

Группа соединений	Номинальный диаметр отверстий, мм, во фрикционных соединениях при диаметре болтов, мм		
	М22	М24	М27
Стыки и прикрепления основных несущих элементов и связей, определяющие проектное положение конструкций	23–25	25–28	28–30
Прикрепления: связей, не определяющих проектного положения конструкций; стыковых накладок (рыбок) поясов продольных балок; тормозных связей и горизонтальных диафрагм проезжей части	23–28	25–30	28–33

вести к фактическому снижению несущей способности фрикционных соединений. Это относится к стыкам, где зазоры в болтовых соединениях могут превысить номинальный более чем на 3,0 мм (см. табл. 2), или при райберовке (рассверливании) отверстий на монтаже. Также это относится к стыкам, где нагрузка направлена параллельно оси болта, например в местах прикрепления балок проезжей части решетчатых пролетных строений железнодорожных мостов к несущим конструкциям ферм.

Если сопоставить отечественную методику расчета несущей способности фрикционных соединений с европейскими нормами EN 1993-1-8-2005, то фактическое **снижение** несущей способности фрикционных соединений может составить от 15% до 30%, в зависимости от величины зазора и формы отверстия под высокопрочный болт. А если учитывать направление передачи нагрузки относительно оси отверстия, где не учитывали работу болтов на выносливость, то потребуются дополнительные исследования и проведение мониторинга построенных пролетных строений мостов.

О значении коэффициента закручивания ($K_з$) на усилие натяжения болтов

Заложенные в ГОСТ Р 53664-2009 предельные значения коэффициента закручивания от 0,11 до 0,20 для болтов с защитным покрытием не нашли дальнейшего осмысления при определении фактического усилия натяжения высокопрочных болтов $N_ф$.

Применение болтокомплектов с таким разбросом предельных значений $K_з$ на практике приводит к разрушению болтов или к ослаблению усилия натяжения, а иногда и к тому, и к другому одновременно.

Например, при строительстве путепровода на 34 км автодороги А-103 (Щелковского шоссе) в 2014 году и при устройстве защитных экранов на эстакаде в Шереметьево в 2018 году применяли высокопрочные болтокомплекты с термодиффузионным цинковым покрытием, где в сертификатах был указан расчетный $K_з$ = 0,16. В процессе натяжения болты стали разрушаться, и для выяснения причины разрушений болтов были проведены их испытания, по результатам которых коэффициент закручивания $K_з$ составил от 0,12 до 0,20, что соответствовало ГОСТу.

В табл. 3 приведены фактические усилия натяжения болтов при их натяжении с расчетным $K_з$= 0,16 и предельными отклонениями от 0,12 до 0,20.

Если при расчетном $K_з$ = 0,16 выполнить тарировку динамометрического ключа, то расчетный крутящий момент составит 744 Н·м, а усилие натяжения болта – 22,5 тс. Если этим же ключом натягивать болты с $K_з$ = 0,12, то усилие натяжения составит 30 тс, а при 10-процентном перенатяжении усилие натяжения будет сопоставимо с разрушающей нагрузкой в 32 тс. И напротив, если натягивать болты с $K_з$ = 0,20, то усилие их натяжения не превысит 18 тс, что на 25% ниже проектного, и фрикционное соединение будет рабо-

Табл. 3. Фактическое усилие натяжения болтов в зависимости от значений коэффициента закручивания

Значение коэффициента закручивания $K_з$	Расчетный крутящий момент $M_{кр}=K_з \cdot N \cdot d$ (Нм), где $K_з$=0,16, N=220кН, d=22 мм	Фактическое усилие натяжения $N_ф = \frac{M_{кр}}{K_з \cdot d}$		Нормативная разрушающая нагрузка, тс
		кН	тс	
0,16 расчетный	744	220	22,5	32
0,12 миним.	744 – натяжение 100%	293	29,9	
	818 – натяжение 100+10%	309	31,5	
	929 – натяжение 100+20%	351	35,9	
0,20 максим.	744 – натяжение 100%	176	17,9	

тать как соединение с обычными болтами (или как заклепочное).

Практика применения подобных болтокомплектов показывает, что действующие нормы не обеспечивают надлежащего состояния фрикционных соединений. Необходимо сужать разброс значений $K_з$ в пределах запаса прочности, установленного в нормах на проектирование фрикционных соединений.

По нормам на проектирование фрикционных соединений СП 35.13330.2011 заложен запас прочности в коэффициентах:
m_b = 0,95 – учитывает условия работы высокопрочного болта при контроле натяжения по крутящему моменту (8.106, СП 35.13330-2011);
m = 0,9 – учитывает условия работы высокопрочного болта в пролетном строении (8.107, СП 35.13330-2011).

Суммарный запас в 15% обеспечит допуск 0,02 на отклонение коэффициента закручивания от $K_{расч}$ в сторону его увеличения (K_{max}), то есть $K_{max} - K_{расч} \le 0,02$. Максимальное отклонение $K_з$ от расчетного $K_з$ не должно превышать 0,02 (15%).

Такой же допуск в 0,02 необходимо установить на отклонение коэффициента закручивания в сторону нижних значений от его расчетной величины, то есть $K_{расч} - K_{min} \le 0,02$.

Величина нижнего отклонения обоснована расчетным коэффициентом запаса прочности болта $R_{bh} = 0,7R_{min}$ (8.2, СП 35.13330-2011) – допустимое напряжение в болтах относительно минимального значения временного сопротивления болта по ГОСТ Р 53664-2009. Предусмотренный запас прочности болта обеспечивает отклонение коэффициента закручивания на 15% в сторону его минимального значения и повышение крутящего момента на 10% (max 15%) при натяжении болтов тарировочным ключом.

Выводы: Для строящегося мостового сооружения следует применять высокопрочные болтокомплекты с отклонением коэффициента закручивания в диапазоне не более 0,04. Эти требования необходимо ввести в ГОСТ Р 53664-2009 на высокопрочные болты в раздел «Комплектование болтокомплектов» и записывать в Технологические регламенты на сборку и сварку пролетных строений мостов.

О контроле усилия натяжения высокопрочных болтов

Контроль усилия натяжения высокопрочных болтов во фрикционных соединениях мостовых конструкций обусловлен требованиями СП 46.13330.2012 в процессе сборки металлоконструкций.

В нормах СП 79.13330.2021 заложены требования по контролю усилия натяжения при обследовании смонтированного пролетного строения на стадии сдачи-приемки объекта Заказчику, а также при обследовании мостовых конструкций на стадии эксплуатации пролетного строения. Во всех изложенных случаях отсутствует методика процесса контроля.

Известно, что усилие натяжения болтов определяют из расчета:

$$N=\frac{M_{кр}}{K_з \cdot d}, \text{ кН (тс)};$$

где определяющим является коэффициент закручивания $K_з$, значения которого меняются по истечении периода затяжки болтов. Значения $K_з$ возрастают по мере уменьшения смазки на контактных поверхностях болтокомплекта. Для черных болтов установлен срок действия смазки на подготовленных болтах в течение 10 суток. Соответственно, за этот период необходимо провести контроль натяжения (см. СТП 006-97). Например, при контроле усилия натяжения болтов после трехмесячного периода их натяжения на проектное усилие было установлено, что $K_з$ возрос на 10–15%.

Контрольные замеры проводили при строительстве эстакады через железную дорогу у станции Фирсановка в Московской области в 2016 году.

Для определения фактического значения демонтировали три болтокомплекта и освидетельствовали с помощью тарировочного калибратора Skidmore Wilhelm VZ 100. Резьба болтов, поверхности гаек и шайб находились в исходном состоянии без дополнительной смазки. Результаты испытаний показали следующие значения $K_з$: 0,18; 0,22; 0,20, что превышает первоначальные значения $K_з$ = 0,17.

Для расчета крутящего момента тарировочного ключа КМШ 1400 приняли расчетный $K_з$ = 0,20 и проверили усилие натяжения по всем узлам пролетного строения. Результаты показали, что усилие натяжения превысило номинальные значения не более, чем на 20%.

Для освидетельствования фрикционных соединений на эксплуатируемых объектах более 10–50 лет применение такого метода контроля затруднено, а зачастую и невозможно.

Выводы

1. При контроле усилия натяжения болтов в период монтажа мостовых металлоконструкций необходимо ограничивать время между постановкой болтов в соединении и их контролем. Для черных болтов этот период составляет 10 суток, исходя из срока сохранения смазки на поверхностях болтокомплектов. Крутящим моментом для тарирования динамометрического ключа является расчетный момент при постановке этих болтов. Для контроля болтов с цинкламельным защитным покрытием данный срок сопоставим со сроком действия защитного покрытия и должен указываться в нормативных документах завода-изготовителя, например, в СТО 37841295-011-2017 ООО ЗВК «Бервел». По нормам этого стандарта защитный слой на болтокомплектах гарантируется в течение одного года. Однако при повторном применении высокопрочных болтов с цинк-ламельным покрытием коэффициент закручивания возрастает на 10%.

2. В других случаях контроля натяжения болтов, например, после

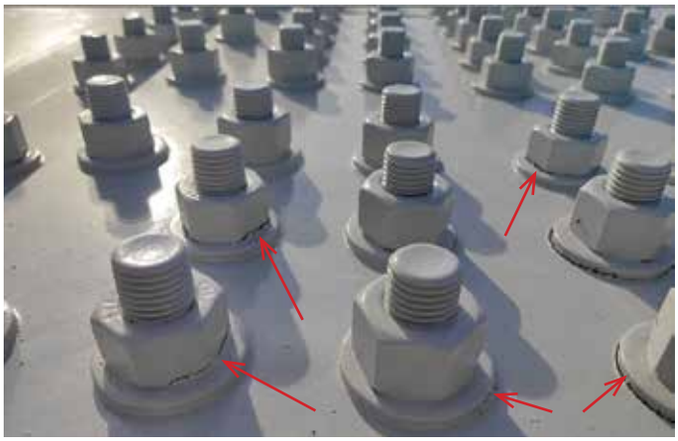


Рис. 1. Смещение элементов во фрикционном соединении пролетного строения по болтам

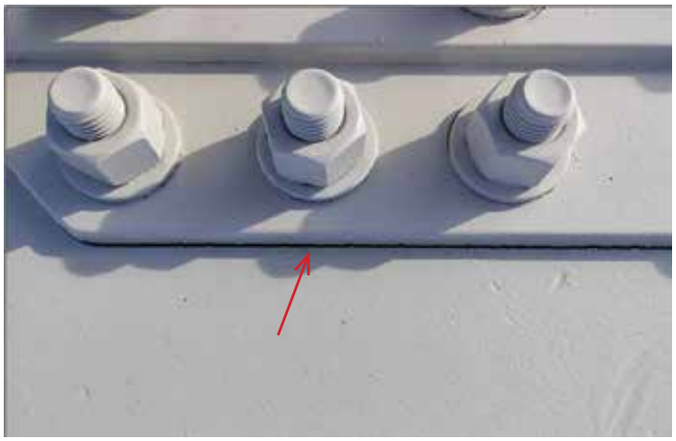


Рис. 2. Смещение элементов во фрикционном соединении пролетного строения по кромке накладки

окончания строительства, необходимо рассчитывать крутящий момент по фактическому состоянию коэффициента закручивания. А это значит, что в контролируемом узле необходимо демонтировать высокопрочные болты (не менее 3 шт.), определить коэффициент закручивания в их исходном состоянии и затем рассчитать крутящий момент для тарирования динамометрического ключа.

3. В вопросах контроля усилия натяжения болтов в узлах эксплуатируемых объектов вышеприведенная методика практически неосуществима. Если при обследовании в узлах соединений металлоконструкций не выявлено смещений элементов относительно друг друга или накладок, значит, высокопрочные болты работоспособны и обеспечивают фрикционное соединение согласно проекту. Если в узле соединения обнаружено смещение элементов, следовательно, болты работают уже в контакте с поверхностью отверстия и нет смысла проверять усилие натяжения как в первом, так и во втором случаях (рис. 1 и 2).

Это только часть нерешенных проблем в области разработки нормативных документов. Основная задача заключается в дальнейшем исследовании новых технологий сборки стальных мостовых конструкций.

После распада СССР финансирование научных исследований свелось на нет. Незаинтересованность государства в развитии российских нормативных документов привела к тому, что в профильных министерствах и технических комитетах почти не осталось специалистов по мостостроению, способных оценить адекватность утверждаемых нормативных документов. В последние три десятилетия исследований новых технологий и материалов для мостостроения практически не ведется. Нормы продолжают актуализировать и выпускать на тендерной рыночной основе, что приводит к серьезным проблемам вследствие того, что разработкой норм зачастую занимаются организации без соответствующего опыта и знаний, неспособные выполнить необходимые исследования.

Продолжается планомерное лоббирование зарубежных производителей изделий, материалов и технологий, в том числе и в железнодорожном мостостроении, путем копирования и внедрения зарубежных нормативных документов, в частности введения новых ГОСТов, являющихся переводом Еврокодов, без проведения исследований для определения возможности их применения в мостовых конструкциях на территории Российской Федерации.

Специфика проектирования и строительства качественных и безопасных мостовых сооружений в России требует централизованной организации исследований потребительских свойств новых инновационных материалов и технологий, предлагаемых на рынке. Следует заново создать центральный и единственный в стране научно-исследовательский институт или центр по мостостроению, в который бы вошли профильные специалисты и научно-исследовательские организации. Именно этот институт (центр) должен будет заниматься корректировкой и разработкой нормативной документации для мостостроения Российской Федерации по заказам профильных министерств, Росавтодора и РЖД, а также решением проблем, возникающих при проектировании и строительстве мостовых сооружений в любой точке России.

В противном случае, если ситуация не изменится, в ближайшее время даже при возобновлении финансирования уже будет некому и негде проводить исследования и мы будем полностью зависеть от импортных материалов и технологий.

А.А. Сергеев, канд. техн. наук,
генеральный директор
ООО «Нормативно-Испытательный
Центр «Мосты» (Москва),
В.И. Звирь, главный специалист
Филиала АО ЦНИИС
«НИЦ «Мосты» (Москва)

ООО «Нормативно-Испытательный Центр Мосты»
127282, Москва, Чермянский проезд, 7, офис 3512
тел./факс: +7 (499) 476 79 72
nic-mosty@mail.ru, www.nic-mosty.ru

реклама

ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ НА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ МОСКВА — САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Некоторые позиции данного предложения могут быть полезны и для специалистов, работающих в области возведения автодорожных мостов, путепроводов, эстакад.

Рассматриваемый проект высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСМ) Москва – Петербург предполагает строительство большого количества многопролетных эстакад с балочными пролетными строениями, выполненными из преднапряженного железобетона. Конструктивные решения в настоящее время активно обсуждаются. Среди них можно выделить сборно-монолитные и сборные разрезные балки длиной от 20 до 50 м. По зарубежному опыту, в практике строительства мостов ВСМ для таких пролетов используются чаще коробчатые балки: каждая коробка под два пути (рис. 1).

Они могут быть решены как в сборном, так и в монолитном варианте.

1. Сборные коробчатые балки

Сборные конструкции изготавливаются в непосредственной близости от проектируемой трассы на приобъектных заводах МЖБК, число которых на линии определяется на основании технико-экономических расчетов. Расстояния между полигонами, расположенными вдоль оси трассы, подбираются в зависимости от заданных сроков строительства и в значительной степени зависят от протяженности проектируемой эстакады.

На полигоне решаются все задачи по изготовлению пролетного строения.

1. Сооружаются стенды.
2. Монтируется металлическая опалубка коробок.
3. Изготовляются арматурные каркасы и сетки.
4. Производится натяжение арматуры на упоры стендов.
5. Выполняется бетонирование коробчатой балки.
6. После набора бетоном необходимой прочности и передачи сил натяжения арматуры на конструкцию балка подается на модульный транспортер и перемещается на площадки, выделенные для складирования балок, с последующей транспортировкой под монтажный кран. В качестве такового строители из Китая, Италии и других стран использовали консольно-шлюзовой агрегат, способный монтировать блоки массой более 1 тыс. тонн каждый (рис. 2).

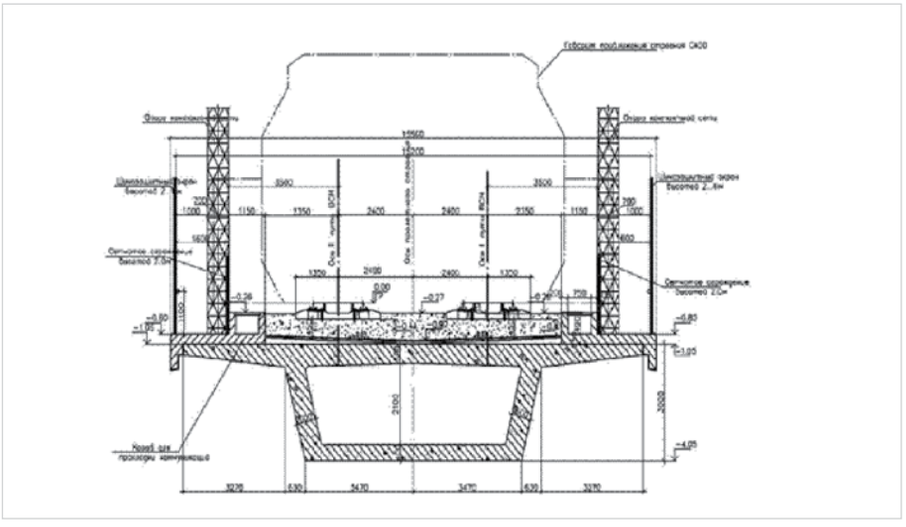


Рис. 1. Типовое пролетное строение на мостах ВСМ в Германии

Монтаж заключается в подаче блока под агрегат по оси эстакады на специальных многоосных трейлерах или козловыми кранами большой грузоподъемности. Отметим, что вес одного коробчатого блока длиной 23,6 м составляет 609 т, длиной 33,2 м – 784 т, а длиной 50 м – 1158 т. Технология монтажа показана на рис. 2 и заключается в том, что агрегат устанавливается с опиранием на три опоры (на рисунке видно, что при этом две его ноги опираются на смонтированное ранее пролетное строения, а первая по ходу нога – на капитальную опору. Балка шлюзуется между ногами агрегата, передний ее конец подхватывается передней по ходу монтажа грузовой тележкой, которая перемещается вперед (к реке), затем другая грузовая тележка подхватывает другой конец балки, после чего балка устанавливается на опорные части.

Достоинства метода:

- механизация строительства с минимальными затратами человеческих ресурсов и единиц техники и отсутствием необходимости перевозки негабаритных пролетных строений по улично-дорожной сети;
- высокое качество изготовления блоков, учитывая, что стенды устраиваются в крытом помещении практически в заводских условиях, при высоком уровне за-

водской инспекции, контролирующей качество работ;

- Отсутствие необходимости проезда для крупногабаритной техники по улично-дорожной сети;
- Уменьшение трудозатрат по сравнению с «монолитным» вариантом
- Сокращение сроков строительства, возможность ведения параллельных работ по сооружению опор и монтажу балок.

К недостаткам технологии можно отнести:

- необходимость изготовления консольно-шлюзового агрегата большой грузоподъемности с учетом индивидуальных характеристик (грузоподъемность, габариты и спектр выполняемых работ);
- сложность транспортировки блока большой массы по насыпи подхода;
- возможность исключительно последовательного метода монтажа балок – «с головы»

Экономическая целесообразность применения консольных агрегатов обосновывается протяженностью трассы с единообразными типовыми конструктивными решениями опор и пролетных строений.

2. Коробчатые балки из монолитного железобетона на сборно-разборных подмостях

Чтобы избежать изготовления консольно-шлюзового агрегата и опасного перемещения изготовленной на полигоне сверхтяжелой балки по свежеотсыпанной насыпи подхода к эстакаде, можно предложить бетонирование балки на сборно-разборных подмостях. При этом подмости могут устраиваться как на всю длину эстакады, так и на часть длины с постепенной разборкой подмостей по мере изготовления пролетных строений.

В первом случае достигается упрощение технологии сооружения пролетных строений, может быть реализована возможность работы на нескольких пролетах одновременно, что позволяет сократить сроки изготовления пролетных строений. Однако при этом требуется наличие элементов подмостей в весьма больших объемах, особенно при необходимости строительства эстакад большой длины.

Рис. 2. Общий вид консольно-шлюзового агрегата (КША)

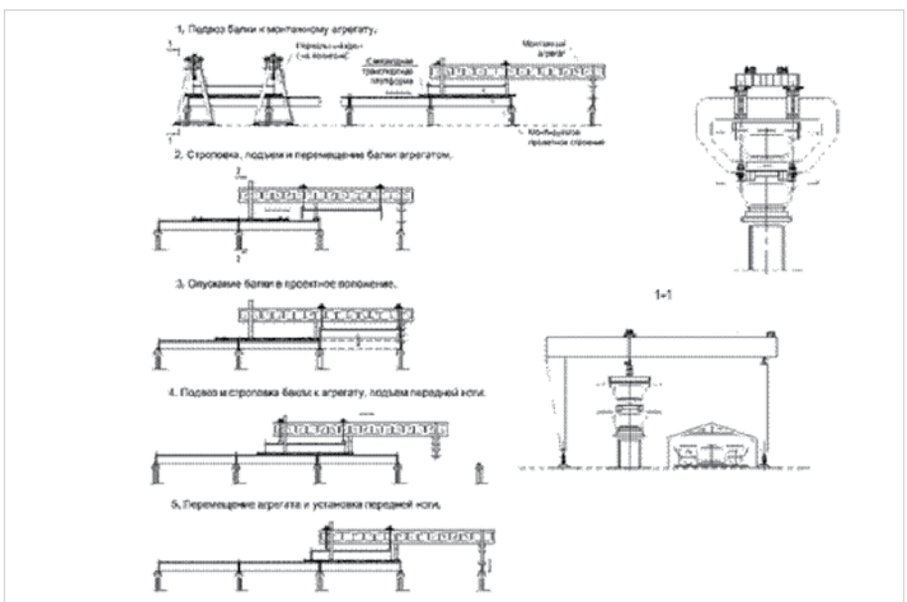


Рис. 3. Монтаж железобетонных коробок консольно-шлюзовым агрегатом

Во втором случае элементы разобранных подмостей используются для монтажа подмостей в следующих пролетах (рис. 4).

На рис. 4 показаны пять этапов по изготовлению разрезной коробчатой балки. Работы ведутся одновременно в пяти пролетах эстакады:

- в пятом (самом дальнем от устоя) пролете сооружаются подмости;
- в четвертом пролете в это время на подмостях сооружается опалубка пролетного строения;
- в третьем пролете на подмостях в опалубке изготовляется и устраивается арматурный каркас балки;
- во втором от устоя пролете в опалубку укладывается бетонная смесь;
- в первом от устоя пролете осуществляется в это время набор

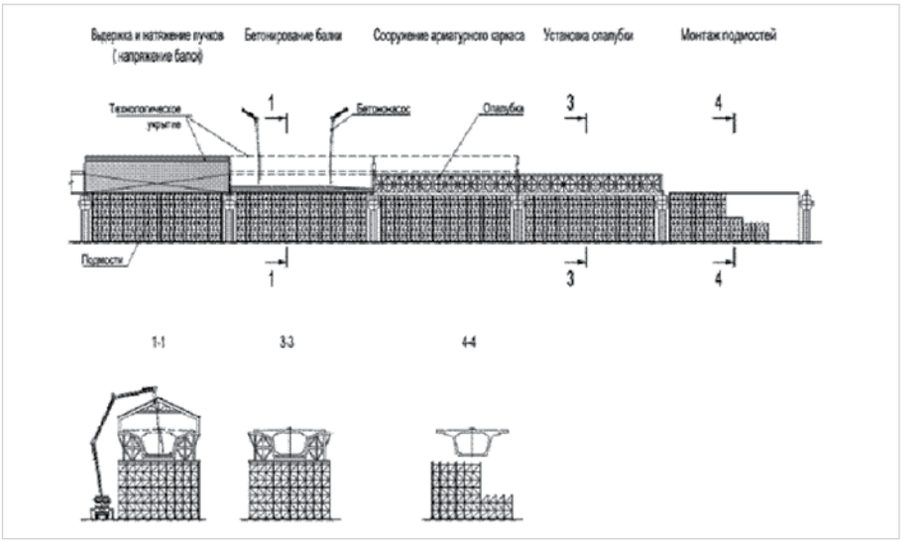


Рис. 4. Изготовление железобетонных пролетных строений на сплошных подмостях

прочности бетона и натяжение напрягаемой арматуры с последующим инъектированием раствора в каналы, устроенные внутри балки.

После завершения работ в пятом пролете производится раскружаливание пролетного строения этого пролета и демонтаж подмостей, которые затем монтируют в шестом от устоя пролете. Процесс далее повторяется. Поточный метод позволяет, используя пять комплектов подмостей, сокращать сроки строительства и, ввиду специализации бригад, обеспечивать высокую производительность труда.

Достоинством метода можно считать отсутствие необходимости в консольно-шлюзовом агрегате колоссальной грузоподъемности, в возведении приобъектных заводов МЖБК по изготовлению балок, модульных транспортерах большой грузоподъемности, грузоподъемных средствах для погрузки блоков на транспортные средства.

Недостаток технологии проявляется в холодное время года, когда требуются специальные меры по недопущению замораживания бетона в процессе изготовления блоков. Второй недостаток «монолитной» технологии заключается в необходимости устройства автодорог для доставки бетонной смеси к месту ее укладки. Третий недостаток – требуется устройство бетонных заводов по производству бетонной смеси по длине трассы. Однако бетонные заводы (только еще более сложные в связи с устройством стендов для натяжения арматуры) имеются и при «сборной» технологии.

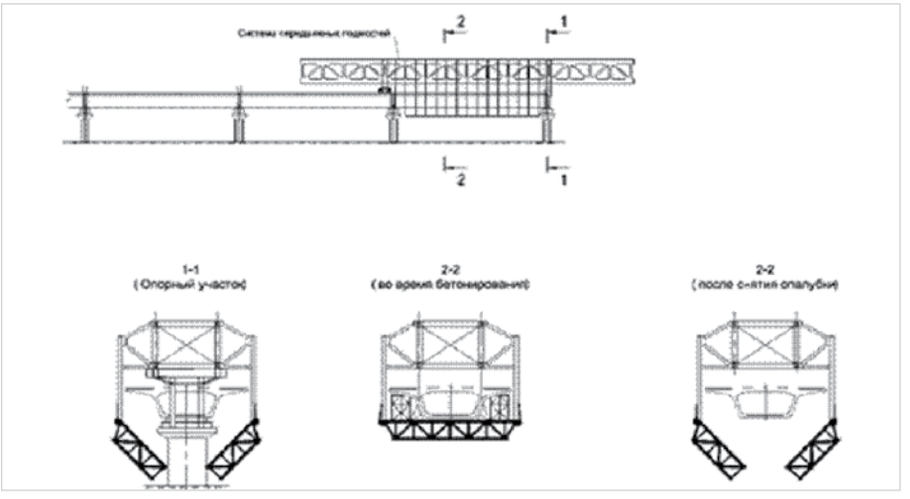


Рис. 5. Изготовление пролетных строений на перемещающихся подмостях

3. Коробчатые балки из монолитного железобетона на перемещающихся подмостях

Сборно-разборные подмости в случае эстакад большой длины требуют многократного выполнения работ по монтажу и демонтажу, что достаточно трудоемко.

Избежать этого дает возможность применение перемещающихся подмостей, позволяющих вести попролетное бетонирование с помощью агрегата, на котором подвешены подмости с закрепленной на них опалубкой пролетного строения.

Этот агрегат существенно меньшей грузоподъемности, чем агрегат для монтажа сборных коробчатых блоков пролетных строений большой массы. Конструкция его представлена на рис. 5.

Видно, что подмости проще по конструкции, чем агрегат при «сборной» технологии. Особенностью подмостей является возможность их раскрытия для проезда над постоянной опорой.

Достоинством технологии по сравнению со «сборной» можно считать отсутствие необходимости в консольно-шлюзовом агрегате колоссальной грузоподъемности, возведении приобъектных заводов МЖБК по изготовлению балок, мощных модульных транспортерах для транспортирования балок, а также в грузоподъемных средствах для погрузки блоков на транспортные средства.

Недостатки технологии обусловлены необходимостью укладки бетонной смеси при любых погодных условиях и необходимостью устройства временных автодорог вдоль трассы ВСМ для доставки бетонной смеси к сооружаемой эстакаде. При «монолитной» технологии труднее обеспечить высокое качество бетона пролетных строений, требуется высокая культура производства работ, высокая степень организации надзора.

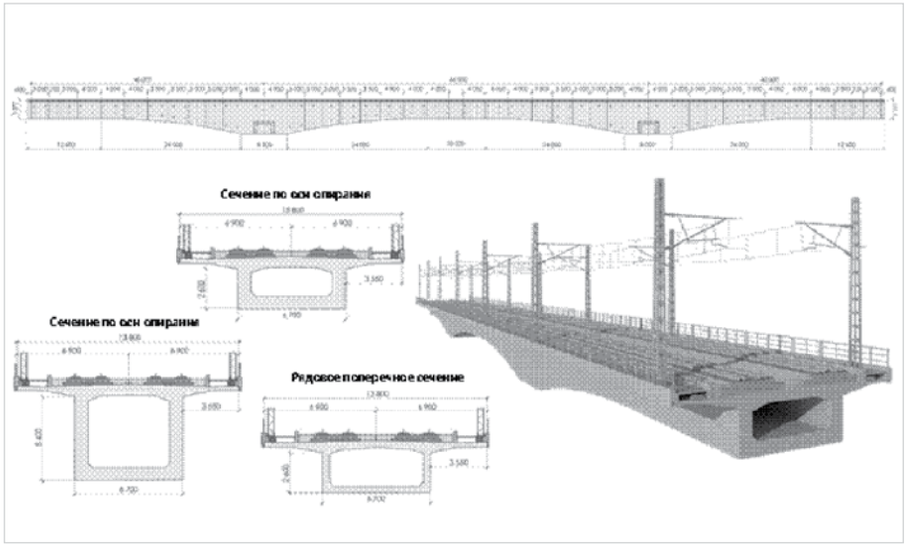


Рис. 6. Неразрезное пролетное строение под ВСМ (проект Института «Гипростроймост») для ВСМ Москва – Казань

4. Коробчатые неразрезные балки пролетом более 50 м из монолитного железобетона

При пролетах более 50 м применение разрезных балок становится нерациональным, и встает вопрос о применении неразрезных железобетонных или сталежелезобетонных, либо стальных пролетных строений. Учитывая, что при высокоскоростном движении поездов большую роль играет динамическая работа пролетных строений, то представляется возможным использовать и для больших пролетов преимущественно железобетон, как обладающий более высокими диссипативными свойствами, чем металл (рис. 6).

В этом случае методы сооружения таких пролетных строений, имеющих, как правило, переменную высоту, известны и широко используются в практике отечественного мостостроения.

В первую очередь, это наплавной монтаж секций неразрезного пролетного строения, предполагающий изготовление секции на берегу с последующей ее доставкой в пролет на плавучих опорах. Другим способом, также применяемым нашими мостостроителями, является навесное бетонирование, когда пролетное строение наращивается от опоры вдоль моста консолями посекционно, причем для бетонирования секции длиной 3–5 м используются подмости с такой же длиной.

5. Выбор технологии применительно к ВСМ Москва – Петербург

Для выбора оптимальной технологии строительства протяженных мостовых сооружений эстакадного типа на ВСМ Москва – Петербург из представленных вариантов необходимо знать конструктивные решения искусственных сооружений по всей длине однотипных участков ВСМ с объемами конструкций, а также директивные сроки строительства. Это позволит обоснованно определить расстояния между приобъектными полигонами (бетонными заводами) и выбрать оптимальный вариант технологии производства работ.

Сроки возведения эстакады КША в основном определяются сроками строительства опор, так как балки пролетных строений изготавливаются на приобъектном заводе параллельно со строительством опор. Готовые балки складируются на заводе на специальных площадках для складирования в ожидании начала монтажа, которое определяется календарным планированием.

Цикл бетонирования пролетного строения на перемещающихся подмостях напрямую зависит от оснащения строительной площадки и мощности используемого оборудования, метода натяжения арматуры и поперечного сечения балки, а также используемых добавок при бетонировании (опыт зарубежных стран показывает, что темпы возведения пролетных строений данной технологией могут сокращаться до 8–14 дней).

Стоимостные показатели возведения мостовых сооружений эстакадного типа, имеющих однотипные пролетные строения на протяженных участках, по различным технологиям рассматриваются индивидуально в зависимости от протяженности участков строительства.

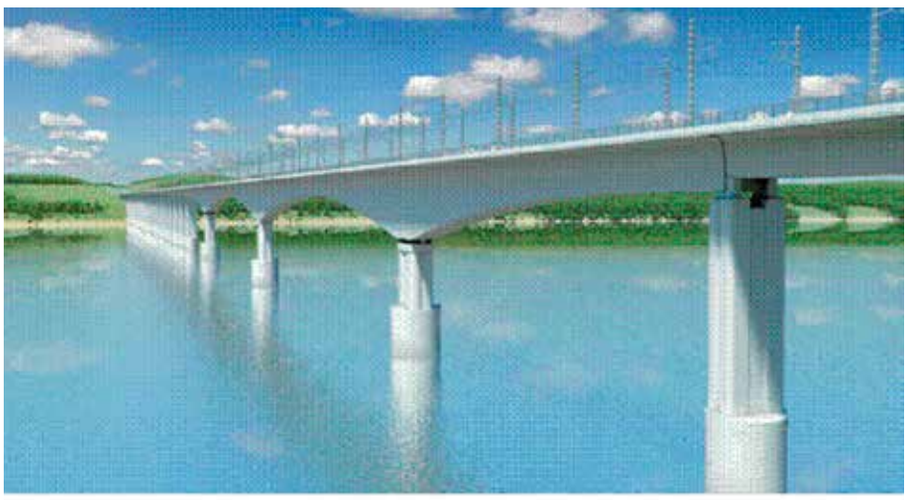


Рис. 7. Визуализация моста через Волгу на ВСМ Москва – Казань (проект Института «Гипростроймост»)

Табл. 1. Сравнение технологий строительства протяженных участков мостовых сооружений эстакадного типа

Критерий сравнения	**Бетонирование на перемещающихся подмостях**	**Монтаж КША**
Необходимая техника и оборудование	Перемещающиеся подмости индивидуального изготовления (1 шт); стреловой кран 25 т (1 шт); автобетононасос (1 шт); автобетоносмеситель (4 шт) или бетоновод	Консольно-шлюзовой агрегат 900 т и более (1 шт); козловой агрегат (2 шт); модульный транспортер (2 шт)
Способ изготовления пролетных строений	Бетонирование в полевых условиях	Производство работ ведется на приобъектных заводах МЖБК
Необходимость притрассовых дорог	Необходимо для транспортирования бетонной смеси при одновременном сооружении нескольких эстакад	Возведение по уже построенной части эстакады
Необходимость приобъектной инфраструктуры	Возведение бетонных заводов по приготовлению бетонной смеси	Возведение приобъектных заводов МЖБК для изготовления балок пролетных строений
Преимущества	Ускорение сроков строительства за счет возможности ведения параллельных работ на разных участках. Отсутствие необходимости использования крупногабаритной техники	Повышение качества пролетных строений, производимых на приобъектных заводах МЖБК. Механизация строительства. Отсутствие необходимости перевозки негабаритных пролетных строений по улично-дорожной сети в связи с монтажом по оси эстакады. Уменьшение трудозатрат при монтажных работах по сравнению с бетонными работами
Недостатки	Усложнение технологического процесса на стройплощадке (учитывая сложное поперечное сечение балки). Бетонирование в полевых условиях. Дополнительные затраты на бетонирование в зимний период. Необходимость смены дислокации бетонных заводов при протяженной трассе	Строго последовательное сооружение пролетных строений. Необходимость индивидуального изготовления КША. Необходимость смены дислокации заводов МЖБК при значительно протяженных трассах. Необходимость проектирования балки с учетом монтажных нагрузок
Экономическая целесообразность	Для искусственных сооружений малой протяженности (до 1000 м). Возведение эстакады на кривой	Для искусственных сооружений большой протяженности (от 1000 м до 12 000 м)

Табл. 2. Варианты производства работ по срокам строительства и трудозатратам (по инженерному расчету и опыту Китая)

Наименование работ	**Бетонирование на перемещающихся подмостях**	**Монтаж консольно-шлюзовым агрегатом (КША)**
Сооружение опор на буронабивных сваях	Количество рабочих – 15 Число смен – 3 Срок монтажа – 40 дней	
Монтаж/бетонирование пролетного строения в проектное положение	Количество рабочих – 25 Число смен – 3 Срок монтажа – 14–26 дней	Количество рабочих – 10 Число смен – 2 Срок монтажа – 8 часов

Рис. 8. Варианты ВСМ Москва – Санкт-Петербург

При анализе вариантов технологий целесообразно использование методики сравнения вариантов по приведенным затратам с учетом трудозатрат и сроков строительства по вариантам технологий.

Как известно, сравнение двух технологий в денежном выражении может производиться по совокупному экономическому эффекту $Э_{сов}$, выражающему разность затрат по эталонному и сравниваемому с ним вариантам с учетом суммарного эффекта от изменения сопряженных затрат [1]:

$$Э_{сов} = (ПЗ_1 - ПЗ_2) + (Здоп_1 - Здоп_2) + Эт \quad (1)$$

где $ПЗ_1$ и $ПЗ_2$ – приведенные затраты соответственно по первому (принятому за эталонный) и второму вариантам;
$Здоп_1$ и $Здоп_2$ – дополнительные расходы соответственно по первому и второму вариантам, связанные с обслуживанием рабочих и определяемые по трудозатратам на выполнение строительно-монтажных работ;
$Эт$ – экономический эффект от сокращения сроков строительства по сравниваемым вариантам.

В формуле (1)

$$ПЗ_1 = C_1 + E_н K_1 \quad (2)$$

где C_1 – себестоимость строительно-монтажных работ по первому варианту;
$E_н$ = 0,12 – коэффициент эффективности капитальных вложений;
K_1 – капитальные вложения в производственные фонды строительной организации по первому варианту технологии.

Заключение

1. Для высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Петербург рассмотрены варианты технологий сооружения железобетонных пролетных строений мостовых сооружений ВСМ в виде эстакад большой протяженности.
2. Дана оценка методов сооружения пролетных строений коробчатого сечения при сборном и монолитном решениях.
3. Предложена методика выбора варианта технологии сооружения железобетонных пролетных строений для эстакад ВСМ.
4. На основе анализа технологических решений по эстакадным участкам установлено, что оптимальной технологией при длине эстакады до 1000 м является бетонирование на перемещающихся подмостях, а свыше 1000 м – монтаж сборных коробчатых балок консольно-шлюзовым краном (КША).
5. Экономически целесообразно принимать расстояния между приобъектными заводами МЖБК по изготовлению и временному складированию сборных коробчатых балок равным примерно 12000 м.

В.Н. Смирнов,
профессор ПГУПС,
Е.В. Непряхин,
начальник отдела
проектирования
искусственных
сооружений
ООО «Нева ТрансПроект»

Библиография
1. Смирнов В.Н. Курс лекций по организации, планированию и управлению строительством мостов: учебное пособие. СПб., 2020.
2. Непряхин Е.В, Николаев А.А. Анализ технологии монтажа железобетонных конструкций в элементах мостовых сооружений на высокоскоростных магистралях // Новые технологии в мостостроении: Сб. тр. Международной научно-технической конференции ФГБОУ ВПО ПГУПС. СПб., 2018.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ, ОПОРНЫЕ ЧАСТИ И СЕЙСМОЗАЩИТА ПРИ РЕМОНТЕ МОСТОВ

В рамках реализации Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» важнейшей задачей является ремонт малых и средних мостов. Группа компаний «Стройкомплекс-5», отмечающая в 2021 году свой 30-летний юбилей, предлагает для этого ряд эффективных решений.

Деформационные швы с резиновыми компенсаторами

В отличие от деформационных швов, поставляемых различными инофирмами, и их копий, выпускаемых некоторыми отечественными предприятиями, в деформационных швах производства группы компаний «Стройкомплекс-5» используются резиновые компенсаторы дугообразной формы, которые устанавливаются в пазы имеющих скошенные поверхности металлических окаймлений по системе «ласточкин хвост» таким образом, чтобы дуга компенсатора была направлена вверх. Благодаря наличию скосов и направленному вверх резиновому компенсатору наиболее эффективно обеспечивается самоочистка деформационных швов.

Для замены вышедших из строя устаревших конструкций деформационных швов предлагаем использовать крепление окаймлений с помощью химических анкеров типа Хилти.

Такое решение позволяет минимизировать объемы разборки проезжей части, упростить работы без снижения надежности конструкции.

Опорные части для замены катковых, секторных и других устаревших конструкций

Группа компаний «Стройкомплекс-5» считает нецелесообразным использование устаревших типовых конструкций секторных, катковых (и т. п.) конструкций опорных частей в силу их конструктивных недостатков и высокой металлоемкости, предлагая заменять их современными конструкциями шаровых сегментных опорных частей. В этих целях детально проработаны соответствующие конструктивно-технологические решения.

Применение шаровых сегментных опорных частей имеет главное преимущество перед перечисленными типами опорных частей – обеспечение свободного поворота опорного узла в любом направлении. Замену вышедших из строя секторных и катковых опорных частей специалисты Группы компаний «Стройкомплекс-5» предлагают выполнять с использованием шаровых сегментных опорных частей, а для компенсации высоты – использовать стальные переходные тумбы.

Опорные части для стесненных условий

Основное назначение таких опорных частей – обеспечение замены вышедших из строя

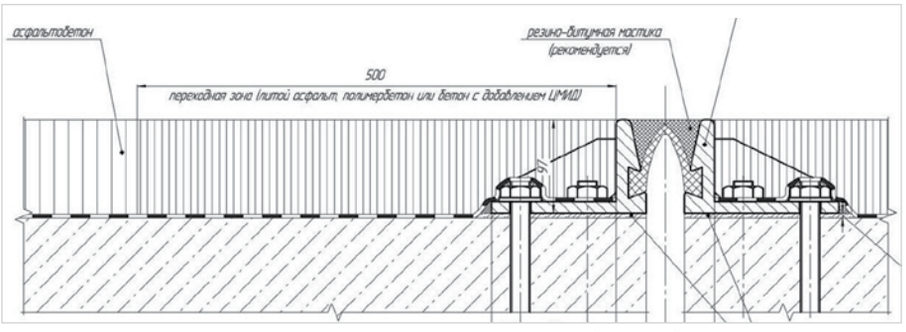


Схема деформационного шва ДШС-80 с креплением окаймлений химическими анкерами

ДШС-80 взамен демонтированного К-8 на объекте

Шаровая сегментная опорная часть с переходной тумбой взамен катковой на мосту через реку Дон

Шаровые сегментные опорные части взамен РОЧ

Стержневой амортизатор на объекте (линия Адлер – Красная Поляна)

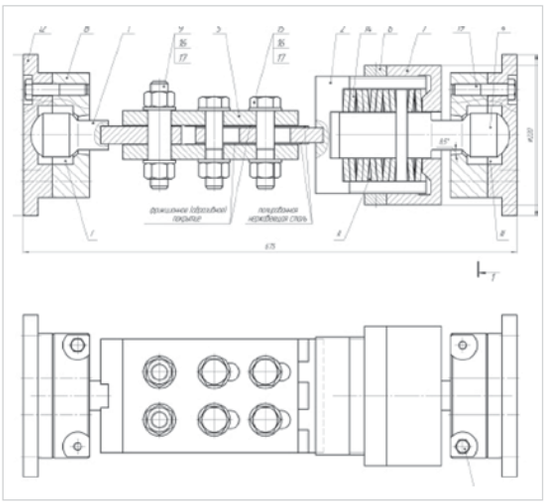


Схема пружинного амортизатора с ФПС

конструкций (прежде всего, резиновых) опорных частей с минимальными затратами, поскольку параметры таких опорных частей (в первую очередь, высота) соответствуют параметрам РОЧ под аналогичные нагрузки. В отличие от резино-металлических, предлагаемые нами опорные части отличаются долговечностью, минимальным коэффициентом трения, не зависящим от упругих свойств резины, надежностью работы в любых климатических условиях и обеспечивают любые требуемые перемещения опираемой конструкции, что особенно важно для неразрезных и температурно-неразрезных пролетных строений.

Сейсмозащита ремонтируемых мостов

При проектировании ремонта мостов в сейсмоопасных и примыкающих к ним районах может выясниться, что существующий мост не имеет никакой сейсмозащиты. Необходимо, во-первых, проверить балльность района по новым картам и заказать в составе изысканий микросейсморайонирование. Если выяснится, что сейсмичность строительной площадки составляет 7 баллов и выше, то необходимо предусмотреть мероприятия по сейсмозащите моста. Основная задача сейсмозащиты – не допустить сбрасывания пролетного строения с опор и разрушения самих опор. Кроме того, следует стремиться к минимизации работ по ремонту моста после катастрофических землетрясений.

Вариант с использованием стержневых или пружинных амортизаторов

На опоры между балками устанавливаются стержневые или пружинные амортизаторы, состоящие из стержневой пружины или пакета тарельчатых пружин и демпфера сухого трения (фрикционно-подвижного соединения – ФПС). Эти устройства крепятся к балкам и к опоре моста, но не передают вертикальных нагрузок. Амортизаторы работают в двух режимах: при слабых воздействиях – в упругой стадии (сейсмогашение), при сильных землетрясениях – включается ФПС и сейсмическая энергия превращается в тепловую (сейсмоизоляция). При работе в упругой стадии жесткость пружин амортизатора может быть подобрана из условия противофазности колебаний пролетного строения и опоры.

Вариант с использованием опорных частей, воспринимающих отрицательную опорную реакцию

Если по результатам расчетов на сейсмические воздействия в каких-то узлах возникают отрицательные (отрывные) опорные реакции,

Шаровая сегментная опорная часть, воспринимающая отрывные нагрузки

следует применять опорные части шаровые сегментные, воспринимающие такие воздействия.

Группа компаний «Стройкомплекс-5» выполнит все работы по выбору оптимальной схемы сейсмозащиты, по расчетному обоснованию, разработке соответствующей проектной и конструкторской документации, а в дальнейшем и изготовит весь комплекс сейсмозащитных устройств.

Специалисты Группы компаний «Стройкомплекс-5» уверены, что Национальный проект «Безопасные и качественные дороги» будет реализован в установленные сроки. Они также готовы принять в реализации этого проекта максимально возможное участие.

Группа компаний «СТРОЙКОМПЛЕКС-5»
Санкт-Петербург, ул. Бабушкина, 36
тел./факс +7 (812) 560-71-69
e-mail: info@stroycomplex-5.ru
www.stroycomplex-5.ru

реклама

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ ОП ДШ ПГ и МП ДШ ПГ – ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАВНОСТИ ПРОЕЗДА

В соответствии с рекомендациями Федерального дорожного агентства ОДМ 218.2.025-2012 «Деформационные швы мостовых сооружений на автомобильных дорогах», для снижения динамического воздействия на конструкцию деформационного шва и шумового воздействия, для повышения плавности проезда на мостовых сооружениях, находящихся в населенных пунктах и на расстоянии менее 2 км от них, а также на автодорогах с разрешенной скоростью движения автотранспорта более 90 км/ч, рекомендуется в конструкциях деформационных швов применять дополнительные элементы перекрытия, предотвращающие попадание колеса в зазор и исключающие удар о нижерасположенные конструкции.

Деформационный шов МП ДШ ПГ 320 (перемещение +/-160 мм) перед отгрузкой на объект

Деформационные швы ОП ДШ ПГ и МП ДШ ПГ разработаны специально для реализации данных рекомендаций на практике. В данных конструкциях отсутствуют зазоры, перпендикулярные направлению движения автотранспорта. Это позволяет избежать скачков и ударов даже при максимальном раскрытии зазора ДШ в зимний период, а также существенно снизить шумовую эмиссию при пересечении ДШ автотранспортом.

Деформационный шов МП ДШ ПГ 320

Монтаж деформационного шва МП ДШ ПГ 160

Применение данных конструкций показало их высокую эффективность, особенно при строительстве искусственных сооружений в крупных городах, в условиях плотной жилой застройки.

Конструкция переходных зон деформационных швов

Еще одним из ключевых факторов, влияющих на плавность проезда, является состояние примыкающего к деформационному шву асфальтобетонного покрытия. Образование колеи, отрыв и разрушение асфальтобетона от кромки примыкания к ДШ приводят к активному воздействию ударных нагрузок от колес автотранспорта на деформационный шов вследствие возвышения металлических профилей окаймления относительно покрытия проезжей части.

После начала разрушения зоны примыкания требуются постоянные оперативные дорогостоящие мероприятия по содержанию конструкции ДШ в нормативном состоянии (устранение разрушений примыкания дорожной одежды к конструкции ДШ), эффект от которых носит временный характер.

Причины разрушения асфальтобетона в зоне примыкания:

- недостаточное уплотнение асфальтобетона в зоне примыкания к ДШ,
- образование колеи на примыкающем асфальтобетоне,

Характерные разрушения примыкания к деформационному шву

- недостаточная адгезия асфальтобетона к металлическим элементам окаймления ДШ,
- проникновение воды между конструкцией ДШ и примыкающим асфальтобетоном,
- ошибки монтажа.

Эффективным решением данной проблемы является устройство переходных зон ДШ из материалов, имеющих более высокие прочностные и адгезионные характеристики по сравнению с асфальтобетоном.

Переходная зона устраивается с двух сторон от деформационного шва на всю толщину асфальтобетонного покрытия шириной от 300 мм – в виде вырезанной в асфальтобетонном покрытии штрабы, заполненной специальными материалами.

ООО «ДШР» были разработаны инновационные материалы заполнения для конструкций переходных зон:

- ПУГМК (BJ BAUM) – (прочно-упругая гранитно-мастичная композиция), состоящая из армирующего высокопрочного щебня и специального мастичного материала,
- ДШРКРИТФЛЕКС – двухкомпонентный ударостойкий полимербетон.

Данные материалы обладают рядом свойств, обеспечивающих их эффективную работу в конструкциях переходных зон:

- восприятие динамических нагрузок за счет эластично-упругих свойств материалов заполнения и обеспечение эффекта демпфирования, что защищает конструкцию ДШ от негативных ударных воздействий,
- повышенная адгезия к металлическим элементам деформационных швов и к примыкающим слоям дорожной одежды,
- устойчивость к колееобразованию,
- водонепроницаемость – обеспечение надежного водонепроницаемого сопряжения слоя гидроизоляции с конструкцией деформационного шва;

Переходные зоны ПУГМК (BJ BAUM) и ДШРКРИТФЛЕКС были применены более чем на 300 мостовых сооружениях и показали свою высокую эффективность.

Совместное использование вышеперечисленных технических решений (гребенчатые элементы перекрытия и переходная зона) позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики конструкций ДШ, гарантировать их надежную работу в течение всего срока эксплуатации и обеспечить комфортные, безопасные условия движения на мостовом сооружении.

Переходная зона ПУГМК (BJBAUM)

Переходная зона ДШРКРИТФЛЕКС

Деформационный шов ОП ДШ 100 ПГ с переходной зоной ПУГМК (BJ BAUM)

ООО «Деформационные швы и опорные части»
143006, Московская обл., г. Одинцово, Транспортная ул., 2
тел.: +7 (499) 189-42-87, +7 (495) 599-74-57
info@dshoch.ru, www.dshoch.ru

ДШР
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ РОССИИ

реклама

techtextil
RUSSIA

14–16.09.2021
ЦВК «Экспоцентр», Москва

Международная выставка технического текстиля и нетканых материалов.
Сырье, оборудование, продукция

12+

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОВМЕЩЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ МГК ДЛЯ СЕЛЬХОЗПРОЕЗДОВ И ПРОГОНА СКОТА

ЗАО «Гофросталь» продолжает цикл статей, посвященных транспортным сооружениям для переходов животных через дорогу. В ближайших выпусках будет представлен алгоритм принятия основных проектных решений путепровода для сельхозтехники, совмещенного с сооружением для прогона скота, с использованием металлических гофрированных конструкций.

Назначение основных проектных решений и разработка документации – инженерная работа проектной организации – включает в себя нормативное обоснование инженерного и архитектурного замысла, ряд конструктивных и экономических расчетов, техническое и экономическое обоснование самого оптимального варианта.

Объемно-планировочные решения

Участок автодороги высокой категории пересекается с местной транспортной сетью сельхозпредприятий или с дорогой местного значения, которая, кроме сельхозпроезда, будет выполнять функции скотопрогона. Такие сооружения могут выполняться только в разных уровнях без выполнения транспортной развязки. Попадание на транспортные коммуникации осуществляется через сеть прилегающих съездов и транспортных развязок. Такие переходы целесообразнее всего выполнять совмещенными, в том числе и с водотоками. В качестве основных вариантов объемно-планировочных решений рассматриваются мосты с балочными или другими пролетными строениями, или засыпные сооружения из МГК. Итак, объект представляет собой засыпное мостовое сооружение тоннельного типа с применением МГК в качестве несущих и ограждающих конструкций, имеющее назначение путепровода для сельскохозяйственной техники с совмещенной функцией скотопрогона.

Строительная высота такого сооружения включает в себя транспортный габарит, габарит несущих конструкций и обустройств. Такой размер может получиться значительным, поэтому наиболее целесообразно устраивать такие сооружения в местах естественных понижений рельефа, в логах. Как правило, в таких местах продольным профилем автодороги предусматривается достаточно высокая насыпь, которая способна вместить в себя сооружение путепровода.

Основное отличие засыпного сооружения из МГК в том, что оно не имеет жесткой связи между несущей конструкцией моста и проезжей частью дороги. Это позволяет устраивать конструкции без специальных уширений, на участках кривых в плане и профиле, без деформационных швов и перерывов в проезжей части.

Применение в качестве ограждающих конструкций МГК в сочетании с грунтовой засыпкой позволяет снизить трудоемкость строительства, применить технологичные сборные элементы и засыпать сооружение материалами, пригодными для строительства насыпи автодороги. Все это приводит к экономии ресурсов и средств до 20% и более, по сравнению с традиционными схемами.

Расположение в плане

Сооружение может быть криволинейным и в плане, и в профиле, однако оптимальным является пересечение под прямым углом. Это обеспечит минимальную длину, снизит расход материалов и обеспечит минимальную стоимость сооружения.

При назначении створа пересечения сооружения с автодорогой необходимо учесть гидрогеологические особенности местности. Все это требуется учитывать при проектировании любого типа сооружения; дополнительных особенностей, связанных именно с МГК, как правило, не возникает.

Металлическая гофрированная структура имеет малую жесткость вдоль пролета, такая конструкция позволяет отказаться от деформационных швов в самой оболочке. Однако следует иметь в виду, что

Реконструкция водопропускной трубы на км 105+862 автомобильной дороги Р-240 Уфа – Оренбург, республика Башкортостан

Автодорога М-5 «Урал» на участке км 1790+358-1799+280, сооружение для прогона скота на ПК 52+20.00, Челябинская область

устройство жесткого протяженного фундамента из железобетона в случае необходимости должно предусматривать швы, разделяющие фундаменты на осадочные, температурные и сейсмические блоки. При необходимости места поворотов и изгибов в плане и профиле рекомендуется совмещать с такими швами.

Угол пересечения оси сооружения с осью пересекаемой автомагистрали может быть практически любым, необходимо учесть неравномерное воздействие веса грунтовой засыпки на откосной части сооружения или исключить его путем устройства оголовков, дополнительных пригрузочных берм. Также необходимо организовать водоотвод и интегрировать его в систему поверхностного водоотвода проектируемой дороги.

Минимальная и максимальная высота засыпки

Как и любое сооружение, несущая конструкция свода имеет свою минимальную строительную высоту. Конструкция является композитной грунто-стальной системой. Соответственно, грунтовая засыпка также является несущей конструкцией, которая должна обладать требуемыми характеристиками. Важными физико-механическими показателями грунта являются его зерновой состав, прочностные и деформативные свойства, которые позволяют в расчетной схеме модели сооружения учесть эти свойства. Для надежной работы сооружения вокруг оболочки должен быть слой грунтовой обоймы, имеющий возможность равномерного распределения давления, возникающего в местах наибольших деформаций оболочки.

Высота засыпки и ее вес определяют воздействие на МГК и фундамент. Высота засыпки ограничивается несущей способностью этих частей сооружения, устанавливается расчетами сооружения. Минимальную высоту засыпки грунта над сводом следует определять исходя из двух условий, которые должны выполняться одновременно:

- минимальная высота засыпки от гребня основного гофра до низа монолитных слоев дорожной одежды или сборных плит покрытия в самом узком месте поперечного сечения земляного полотна;
- демпфирующий слой, который компенсирует выгиб свода арки от бокового давления грунта;
- минимальная высота от гребня основного несущего гофра до верха покрытия в самом критическом месте – ограничение, связанное с динамическим воздействием временной нагрузки.

Вопрос с ограничением максимальной высоты засыпки возникает, в первую очередь, когда используются некруговые очертания. Применение пониженных и эллиптических сводов обосновано в случае, если высоты насыпи недостаточно, чтобы разместить круговые контуры. Потому в таких сооружениях следует использовать значения высот засыпки, близкие к минимальным. Неправильные, отличные от круговых формы имеют более неравномерное распределение усилий. Чрезмерное их нагружение приведет к перерасходу материалов, к большим значениям прогибов. Такой перерасход может быть намного большим по сравнению с круговой аркой. Кроме того, увеличиваются нагрузка на фундамент и его стоимость.

Для коробчатых и пониженных форм арок следует ограничивать и максимальную высоту засыпки. Рекомендуемое значение – не более 1,6–1,8 м.

Размещение в продольном профиле

Наиболее предпочтительным с точки зрения возведения является устройство фундаментов и оболочки на горизонтальной прямой. Для разомкнутых сводов также нет ограничений и в случае применения на водотоках, поскольку открытое русло напрямую не связано с фундаментом.

При размещении сооружения в плане и профиле следует проверить геометрию пространства, ограниченного контурами габаритов приближения и расположить свод таким образом, чтобы он одновременно был на горизонтальной прямой, соответствовал минимальным высотам засыпки и обеспечивал пропуск трафика. Если такое сочетание условий не выполняется и изменение положения в плане ничего не дает, то можно пересмотреть очертание в пользу пониженного или повышенного свода. А если и в этом случае нет возможности расположить сооружение на горизонтальной прямой, то тогда можно переходить к рассмотрению вариантов размещения арки на уклоне – либо с одним, либо с несколькими переломами в продольном профиле.

Расположение арок на уклоне, с переломами в плане и профиле возможно, при этом необходимо иметь в виду то, что появляется дополнительное горизонтальное воздействие. МГК имеет невысокую продольную жесткость, однако

для уклонов до 3–4% это не имеет практического значения – таким уклоном в расчетах допускается пренебречь и рассматривать проблему только с точки зрения сложностей в устройстве фундаментов и монтаже сооружения на участке с уклоном.

Расположение фундаментов

Размещение фундаментов для арочного сооружения выполняется в соответствии с нормами проектирования фундаментов мостов. Для проектирования мостовых сооружений тоннельного типа следует дополнительно учитывать геометрические ограничения, внешние контуры фундамента, которые могут ограничиваться размещением габарита приближения. В замкнутых конструкциях свода в роли фундамента выступает сама гофрированная конструкция, равномерно опирающаяся обратным сводом на предварительно подготовленное основание.

Рекомендуется, чтобы обрез фундамента находился выше уровня проезжей части на величину от 0,75 м. Он будет выполнять функцию защиты от грязи, осадков и предохранять наиболее уязвимую часть – узел объединения МГК и бетона от коррозии. По верху фундамента необходимо организовать уклон для отвода воды. В пределах тоннельной части, где имеется уклон, разницу в отметках целесообразнее компенсировать путем подъема стенки фундаментов, а не назначения уклона своду.

Наиболее нагруженная часть МГК – участок, который непосредственно находится в пределах полной высоты насыпи автодороги и в границах действия временных нагрузок. Менее нагруженная часть – под откосной частью насыпи автодороги. Допускается изменение конструкций основания, например увеличение шага свай. Как отмечалось ранее, необходимо проверять фундамент сооружения на температурное расширение и назначать блоки расчетной длины.

Допускается фундаменты под оголовки и открылки сооружения, если таковые имеются, выполнять единой конструкцией с фундаментом МГК. Если фундаменты предусматриваются раздельные, то между отдельными частями сооружения (открылки, портальные оголовки, подпорные стены) следует предусматривать осадочные швы.

Назначение глубины заложения фундаментов производится на общепринятых принципах проектирования фундаментов. Отдельно следует отметить, что арочные конструкции относятся к сооружениям распорного типа. И хотя основной распор воспринимается грунтовой обоймой, на обрез фундамента воздействует поперечная сила.

Узел соединения МГК с фундаментом следует проектировать таким образом, чтобы в месте опирания образовывался шарнир. Это исключает передачу изгибающего момента на фундамент, но распор от поперечной силы необходимо учитывать при расчете фундаментов. В случае появления большого распора и значительных перемещений верха фундаментов необходимо пересмотреть очертание и оптимизировать его таким образом, чтобы возникал минимальный распор.

В некоторых случаях верхние слои основания, в котором защемлены сваи, имеют низкую несущую способность на горизонтальные воздействия – возможно выполнить за ростверками слой армогрунтового основания, воспринимающий боковые перемещения. Если этого недостаточно, то, возможно, следует заменить сваи на буростолбы.

Наружные поверхности фундаментов следует предохранять от коррозии, а видимые поверхности при необходимости подлежат декоративному покрытию. Для предотвращения скопления воды и увлажнения основания необходимо предусматривать надежный дренаж.

Обустройства сооружения

Для периодических осмотров, эксплуатации путепровода в необходимых случаях предусматриваются лестничные сходы с насыпи автодороги.

При необходимости внутри тоннельной части сооружения и на подходах к нему устраиваются ограждения проезжей части, направляющие и удерживающие ограждения. В случаях проезда крупной сельхозтехники в развернутом виде устраиваются отдельно стоящие габаритные ворота. Конструкция МГК и фундамента подлежит заземлению даже в отсутствии электрического освещения.

В процессе постоянной или сезонной эксплуатации МГК, в условиях неконтролируемого доступа людей или скота (при соответствующем обосновании), необходимо предусмотреть мероприятия против попадания снега и льда с насыпи, а также с покрытия проезжей части автодороги, и ее обслуживание в зимнее время. Особенно это становится актуальным при срезанных по откосу оголовкам сооружения.

Продолжение в следующем номере

Инженеры ЗАО «Гофросталь» окажут необходимые консультации и содействие в выборе технического решения. Проектировщики ООО «Малые мосты и трубы» выполнят и сопроводят документацию в экспертизе, организуют контроль и шеф-услуги в строительстве. Специалисты ООО «АльянсТехСтрой» разработают оптимальную схему возведения и в кратчайшие сроки произведут монтаж любого сооружения из МГК.

Материалы подготовлены:
Изготовление МГК
ЗАО «Гофросталь»
Московская область
+7 495-720-4963, www.gofrostal.ru
Строительство
ООО «АльянсТехСтрой»
г. Уфа, +7 929-818-5152
Проектирование
ООО «Малые мосты и трубы»
г. Киров, +7 8332-711-790

ГОФРО СТАЛЬ

реклама

II ФОРУМ И ВЫСТАВКА

ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РОССИИ

МОСТЫ И ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

9-10 МАРТА 2021

МОСКВА, AZIMUT

innodor.ru

12+

+7 (926) 549-53-79 +7 (926) 550-63-71 +7 (964) 522-09-86 +7 (495) 766-57-65 office@jcomm.ru

При поддержке

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Минтранс России

При поддержке

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

При поддержке

РОСАСФАЛЬТ
Ассоциация Производителей и Потребителей Асфальтобетонных Смесей

При поддержке

ТК 418
Дорожное хозяйство

Генеральные информационные партнёры

РИА НОВОСТИ

Транспорт России

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

ДОРОГИ

Информационные партнёры

Дороги

Мир дорог

Безопасные и качественные дороги

Транспортная справедливость • XXI век

Горно-Строительный Дайджест
WWW.MINING-DIGEST.RU

Дорожная Держава

Организатор

JCOMM
СОБЫТИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Регионы России

РЕГИОНЫ РОССИИ

Регион развития

Журнал Интеллектуальные транспортные системы России

STOP газета

ОБЩАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Проведение видеоконференций, которые в последнее время стали особенно популярны, многие считают вполне укоренившейся и достойной формой современного сотрудничества. Онлайн-формат, безусловно, удобен, но вряд ли его можно принять как постоянную дань модным информационным технологиям, ведь ничто не сможет заменить живого человеческого общения, в том числе профессионального. Однако на сегодняшний день дистанционный режим – это вопрос безопасности, защиты здоровья каждого из нас.

Пандемия закончится, и все встанет на свои места, войдет в привычное русло. Будет не удивительно, что кто-то снова начнет сетовать на частоту командировок и бесконечность рабочих встреч, а не наоборот. Но останется неизменной в своей необходимости забота о безопасности – на всех уровнях, во всех сферах жизнедеятельности человека, и особенно в области дорожного движения.

Тема обеспечения безопасности на дорогах вот уже более 20 лет широко рассматривается на ежегодных семинарах, которые традиционно организуют в Москве сотрудники Центра инженерно-технических исследований «Дорконтроль» при поддержке Федерального дорожного агентства и Государственной компании «Российские автомобильные дороги».

В феврале 2021 года 21-й семинар «Дорожно-строительные материалы, изделия и конструкции и их роль в обеспечении безопасности дорожного движения» впервые прошел в режиме видеоконференции. Возможности интернета позволили собрать для обсуждения рекордное количество специалистов: по последним подсчетам, в семинаре приняли участие около 300 человек. В процессе работы онлайн-семинара были поставлены многие отраслевые задачи, выявлен ряд проблем и, конечно же, задано (в письменных сообщениях) большое количество вопросов. Все это только подчеркнуло актуальность представленных тем и профессионального интереса к ним.

Провел мероприятие В.Н. Свежинский, генеральный директор ООО ЦИТИ «Дорконтроль», который не оставил без внимания ни одно из присланных сообщений. Сопредседателями выступили И.Г. Астахов, заместитель председателя правления по эксплуатации и безопасности дорожного движения Государственной компании «Российские автомобильные дороги», А.В. Козлов, заместитель начальника управления строительства и эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства, а также Н.В. Быстров, председатель технического комитета по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство».

В ходе работы семинара обсуждались темы, связанные с обновлением документов стандартизации и развитием нормативной базы. Речь шла о разделении транспортных потоков посредством дорожных ограждений, а также о современных требованиях к техническим средствам организации дорожного движения, включая горизонтальную дорожную разметку и оборудование для ее нанесения.

А.В. Козлов ознакомил слушателей с задачами, стоящими перед отраслью в сфере повышения безопасности дорожного движения. К одной из задач Антон Викторович отнес проблему разделения встречных транспортных потоков. Прежде всего, это касается обновления нормативной базы – исключения противоречий между требованиями ГОСТ Р 52289-2019 и СП 34.133330.2020 в части установления требований к наличию барьерного ограждения. Не менее важным является наличие стационарного искусственного освещения – докладчик перечислил ряд случаев, где, по его мнению, оно необходимо, а именно:

- автомобильные дороги II категории с четырьмя полосами движения при интенсивности более 20 тыс. на участках поворотов, следующих один за другим;

- участки автомобильных дорог с отнесенными левыми поворотами;
- участки автомобильных дорог с коллекторными/распределительными проездами.

В.Н. Свежинский изложил подробности развития нормативной базы в области дорожной разметки и разметочных материалов, проанализировал результаты добровольных сравнительных полевых испытаний материалов для дорожной разметки. Говоря о национальных стандартах, Владислав Николаевич обратил внимание на ряд изменений и дополнений, направленных в том числе на исключение противоречий между правилами дорожного движения Российской Федерации и действующей нормативной базой, а также на создание условий для проектирования и устройства дорожной разметки – с целью однозначного и своевременного ее распознавания участниками дорожного движения.

О применении горизонтальной дорожной разметки со структурной поверхностью на объектах Госкомпании «Российские автомобильные дороги» сообщил А.Н. Умеренков, заместитель директора департамента эксплуатации и безопасности дорожного движения «Автодора». Кроме того, он перечислил основные мероприятия по повышению уровня БДД, которые были реализованы госкомпанией в 2020 году, а также рассказал о ближайших планах, намеченных до 2023 года.

Одним из участников в процессе прослушивания этого доклада было замечено, что качественная структурная разметка имеет более высокое световозвращение при наличии водяной пленки на полотне, и высказано предложение о необходимости увеличения «соотношения структурной разметки по сравнению со сплошной». Специалистов интересовало и то, насколько функциональная долговечность структурной разметки отличается от сплошной. При этом было добавлено, что структурная разметка имеет еще и шумовой

эффект (при наезде на нее колеса автомобиля), на краевых линиях привлекая внимание водителя и заставляя его съехать на свою полосу движения.

Также был поставлен вопрос относительно проведения работы по увязыванию срока функциональной долговечности и процесса зимнего содержания автомобильных дорог, поскольку многие заказчики, как было отмечено, «устанавливают физически невозможные на текущий момент гарантийные сроки службы разметочных материалов». Однако возможно ли увязать функциональные характеристики разметки с цикличностью обработки покрытия ПСС и интенсивностью движения, а также с состоянием покрытия, если процесс зимнего содержания для каждой дороги является непостоянной величиной? Вероятно, и этот вопрос найдет свое отражение в соответствующем ОДМ.

А.Д. Журавлев, советник директора РОСДОРНИИ по науке, говоря об использовании новых и наилучших технологий, материалов, технологических решений повторного применения на искусственных сооружениях в рамках реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», обратил внимание на принципы и порядок формирования Реестра. Он отметил, что эффективность выполнения поставленных задач неразрывно связана именно с обоснованным расширением применения новых технологий (конструкций, материалов) при выполнении дорожных работ. И здесь также многое зависит от процессов стандартизации и сертификации, двух смежных систем, созданных для контроля качества продукции.

Вопросам гармонизации требований ГОСТ 32945-2014 и ГОСТ Р 52290-2004 посвятила свой доклад и начальник отдела безопасности дорожного движения ФАУ «РОСДОРНИИ» И.В. Головченко, которой также пришлось ответить на многочисленные вопросы. Отмечалось, что ФАУ «РОСДОРНИИ» по поручению Минтранса России в 2020 году был проведен комплексный анализ нормативно-правовой и нормативно-технической базы в сфере безопасности дорожного движения по выявлению несоответствий и противоречий нормативных требований к ТСОДД, включающий сопоставительный анализ межгосударственных и нацио-

нальных стандартов, которые устанавливают требования к одним и тем же объектам стандартизации, и в частности, ГОСТ 32945-2014 и ГОСТ Р 52290-2004.

Ирина Викторовна выделила основные разногласия, которые коснулись различий в требованиях к фотометрическим и колориметрическим характеристикам, а также различий в размерах дорожных знаков и в правилах применения знаков, изготовленных из световозвращающих материалах разных классов (типов). В докладе были обозначены принятые решения по гармонизации, согласно которым предложено одновременно внести в оба стандарта изменения, направленные в том числе на унификацию фотометрических и колориметрических характеристик требований к световозвращающим материалам дорожных знаков.

В свою очередь, участники семинара заинтересовались сроками завершения работ по систематизации объектов стандартизации применительно к дорожным ограждениям и предварительными результатами уже проведенных работ. Доклад о тенденциях развития системы нормативно-технических документов для дорожных ограждений подготовили И.В. Демьянушко, генеральный директор ООО «МиПК», заведующая кафедрой строительной механики МАДИ, и Б.Т. Тавшавадзе, заместитель генерального директора ООО «МиПК», доцент кафедры строительной механики МАДИ. Так, было рассказано о требованиях ко всем классам и типам дорожных ограждений, в том числе и с учетом стандартов, разработанных ООО «МиПК» ранее, о введении новых терминов, согласно ГОСТ 33127, ГОСТ 33128, ГОСТ 33129.

Обеспечение безопасности на дорогах включает ряд многочисленных современных мер, сутью которых был и остается принцип высочайшей ответственности за здоровье и жизнь людей. Сюда же следует отнести и заботу о диких животных, которые по причине нарушения путей миграции волей-неволей могут оказаться на оживленной трассе. О мероприятиях, обеспечивающих безопасность дорожного движения на федеральных автомобильных дорогах в местах переходов диких животных, сообщил участникам видеоконференции С.В. Ручьев, начальник отдела организации работ по содержанию и сохранности автомобильных дорог ФКУ Упрдор «Холмогоры». Он поделился с коллегами опытом применения защитной электроизгороди в Вологодской области, а также рассказал об установке специальных сетчатых ограждений.

Конструкции, технологии, материалы, оборудование постоянно совершенствуются с целью достижения максимальной эффективности производства работ по обеспечению безопасности дорожного движения. Одной из инноваций, предложенных участникам конференции, стал аппаратно-программный комплекс управления дорожной разметкой, о преимуществах которого рассказал Д.А. Черненко, директор по стратегическому развитию группы компаний «СТиМ» (Республика Беларусь).

К целям создания такой системы он отнес рост производительности рабочих бригад через оперативный контроль за организацией работ, снижение себестоимости нанесения разметки через контроль за расходом топлива и материалов. Докладчик также подчеркнул, что система позволяет руководителям разного уровня вести учет выполненных работ при помощи мобильного устройства, вне зависимости от наличия постоянного интернет-соединения.

Генеральный директор ООО «Гевеко Маркингс Раша» Ю.В. Мирошкина в своей презентации сделала акцент на совершенствовании технологии устройства горизонтальной дорожной разметки с использованием штучных форм, которые присутствуют на российском рынке уже второй десяток лет. Их основной сектор применения – это быстрое точечное восстановление дорожной разметки, а также нанесение качественной «поперечной» разметки. Geveko Markings во всем мире работает над задачей повышения износостойкости и световозвращения штучных форм. С этой целью создаются различные вспомогательные материалы.

Это грунтовка, позволяющая улучшить сцепление с горизонтальной поверхностью, материал для ремонта дорог ChipFill, позволяющий избавить поверхность от мелких ям, трещин, а также выровнять булыжные мостовые для нанесения штучных форм.

Находясь непосредственно на своем рабочем месте, Юлия Валентиновна, ответив на вопросы коллег, при помощи одного из своих сотрудников наглядно продемонстрировала новое оборудование, к использованию которого возник интерес у нескольких участников онлайн-семинара и которое является особой гордостью компании.

Речь идет о новой горелке QL2 Pro, предназначенной специально для того, чтобы сохранить уникальные элементы световозвращения на поверхности штучной формы, закрепив их перед основным нанесением при помощи диффузного нагревания. Данный метод нанесения позволяет получать высокие значения удельного коэффициента световозвращения.

Таким образом, среди представленных для обсуждения тем и презентаций было много нового, передового, несмотря на затяжной период, связанный с вынужденным режимом удаленной деятельности. Причина тому – общая высокая ответственность!

Как всегда, по окончании видеоконференции было уделено время обсуждению поступивших вопросов и комментариев, а подведение итогов стало символическим заделом для дальнейшего продолжения работы.

Светлана Пичкур

GEVEKO MARKINGS

Профессиональная газовая горелка QL2 Pro™

Сочетание безопасности и производительности

Газовая горелка QL2 Pro вдвойне эффективна благодаря комплектации двумя взаимозаменяемыми насадками. Насадка мощностью 90 кВт оптимизирует показатели первичного световозвращения. Насадка мощностью 160 кВт ускоряет и доводит до завершения процесс нанесения штучной формы.

Горелка QL2 спроектирована так, чтобы сохранить показатели световозвращения изготовленной штучной формы после завершения процесса ее нанесения на дорожное полотно за счет разделения процесса нанесения на два этапа.

Особенности и преимущества

- Наличие двух взаимозаменяемых насадок упрощает процесс нанесения.
- Эргономичный дизайн делает горелку комфортной в эксплуатации.
- Мощность контролируется легким нажатием регулятора на ручке.
- Пониженный уровень шума (81 дБ) способствует эффективной коммуникации при выполнении работ.
- Замена насадок одним щелчком.
- Две насадки, шланг и регулятор умещаются в прочном кейсе для транспортировки и хранения.

Насадка 160 кВт

Насадка 90 кВт

Безопасность

- Подача газа прекращается простым отпусканием регулятора на ручке горелки.
- Автоматический предохранительный клапан POL перекрывает подачу топлива в случае обрыва шланга.
- Резиновый шланг профессионального качества соответствует стандарту ISO 3821.
- Соответствует стандартам безопасности по списку UL.

Быстрый старт

- Горелка готова к использованию менее чем за минуту.
- Простое соединение шланга одним щелчком с помощью быстроразъемного соединения.
- Пьезоподжиг обеспечивает зажигание одним нажатием на регулятор, повышая безопасность и эффективность.
- Система быстрого пуска. Никаких дополнительных инструментов не требуется.

GEVEKO MARKINGS

ООО "Гевеко Маркингс Раша" • 195273, Россия, Санкт-Петербург, Пискарёвский проспект, дом 150, корп. 2, лит. О, помещение 122
Телефон: (812) 458 87 83 • e-mail: salesrussia@gevekomarkings.com • www.geveko-markings.com

реклама

02.2021

GEVEKO MARKINGS

Профессиональная газовая горелка QL2 Pro™

Marking the future with you

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БИТУМЫ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ДОРОГ

- Высокотехнологичные продукты и сервисы
- Широкая география поставок через развитую дистрибьюторскую сеть
- Большой портфель битумной продукции
- 21 производственная площадка в ключевых регионах спроса

«Роснефть Битум» — дочернее общество нефтяной компании «Роснефть», является лидером российского рынка по производству высококачественных битумных материалов для дорожного и гражданского строительства.

www.rosneft-bitumen.ru

РОСНЕФТЬ БИТУМ