

#130/2025

Дорожная сервисная

www.dorvest.ru

ВИАТОП – это... КАЧЕСТВО

Более 20 лет успешного применения добавок
на территории Российской Федерации

VIATOR



ООО «Реттенмайер Рус»

115280, Москва, ул. Ленинская слобода, д. 19, стр. 1

тел. +7 (495) 276-20-24, +7 (495) 276-06-40

viatop@rettenmaier.ru

Подписывайтесь на Телеграм-канал: t.me/viatoprus



www.viatop.ru



ООО «Мелекесс-Авто»



**Комбинированный складной
контейнер БИТУМПАК – надежное
решение в сфере фасовки,
транспортировки и хранения
битумных материалов**

Компания «Мелекесс-Авто» представляет надежное решение в сфере фасовки, транспортировки и хранения битумных материалов.

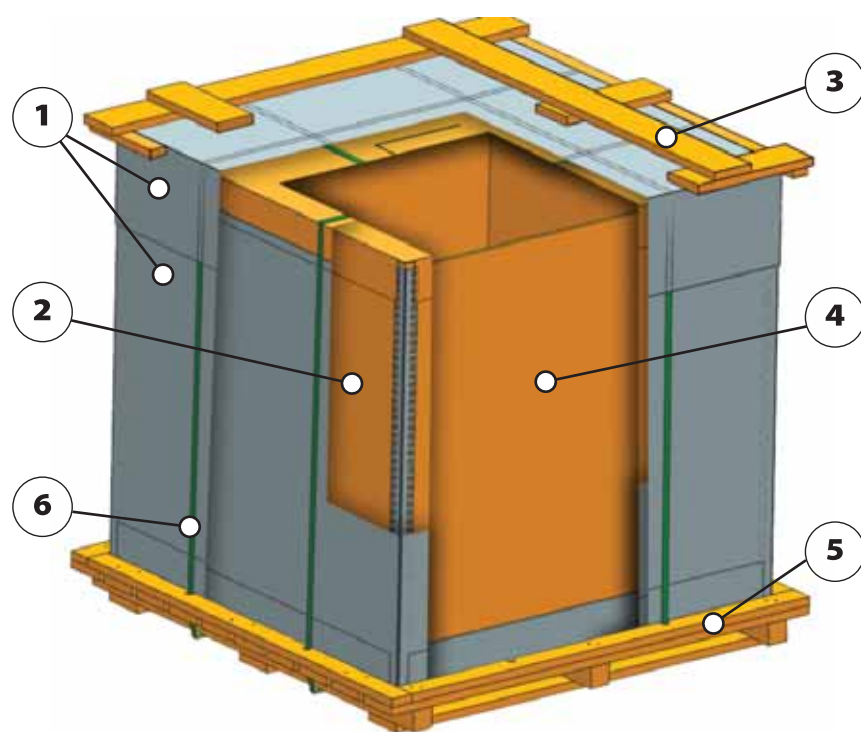
Разработанный нами контейнер «БИТУМПАК» (КСК-У1000) уже более 15 лет поставляется на крупнейшие НПЗ России и ближнего зарубежья, а также получил признание в странах Средней Азии, Африки, Латинской Америки.

Ключевые особенности контейнера:

- Жесткий каркас для сохранности груза, имеющий складную конструкцию, позволяет сократить логистические затраты и складское пространство (экономия 80%).
- Непромокаемый полипропиленовый ламинированный чехол позволяет хранить заполненные контейнеры на открытой площадке.
- Продуманные технические характеристики делают этот продукт удобным и надежным при фасовке, хранении и транспортировке битумных материалов.

Контейнеры от «Мелекесс-Авто» соответствуют всем необходимым требованиям безопасности и качества.

К основным преимуществам компании «Мелекесс-Авто» относятся высокие производственные мощности, а также постоянное наличие складских запасов, что позволяет отгружать продукцию в максимально короткие сроки.



1. Полипропиленовый чехол с крышкой
2. Фанерная рама
3. Межъярусная рама
4. Силиконизированный мешок-вкладыш
5. Поддон
6. ПЭТ-лента



433508, Россия, Ульяновская обл., г. Димитровград, ул. Мукомольная, д. 6
 тел./факс: (84235) 254-46, +7 (927) 984-88-98
 e-mail: tara-ma@mail.ru, сайт: www.tara-ma.ru



Продолжая затронутую в предыдущем номере тему, поразмышляем о качестве профессиональных отношений. Известно, что успешное деловое взаимодействие специалистов, представляющих различные организации и предприятия одной отрасли, приводит к пониманию общих задач, сближению целей, слаженному продуктивному сотрудничеству и, наконец, к повышению уровня возможностей для каждой отдельной компании.

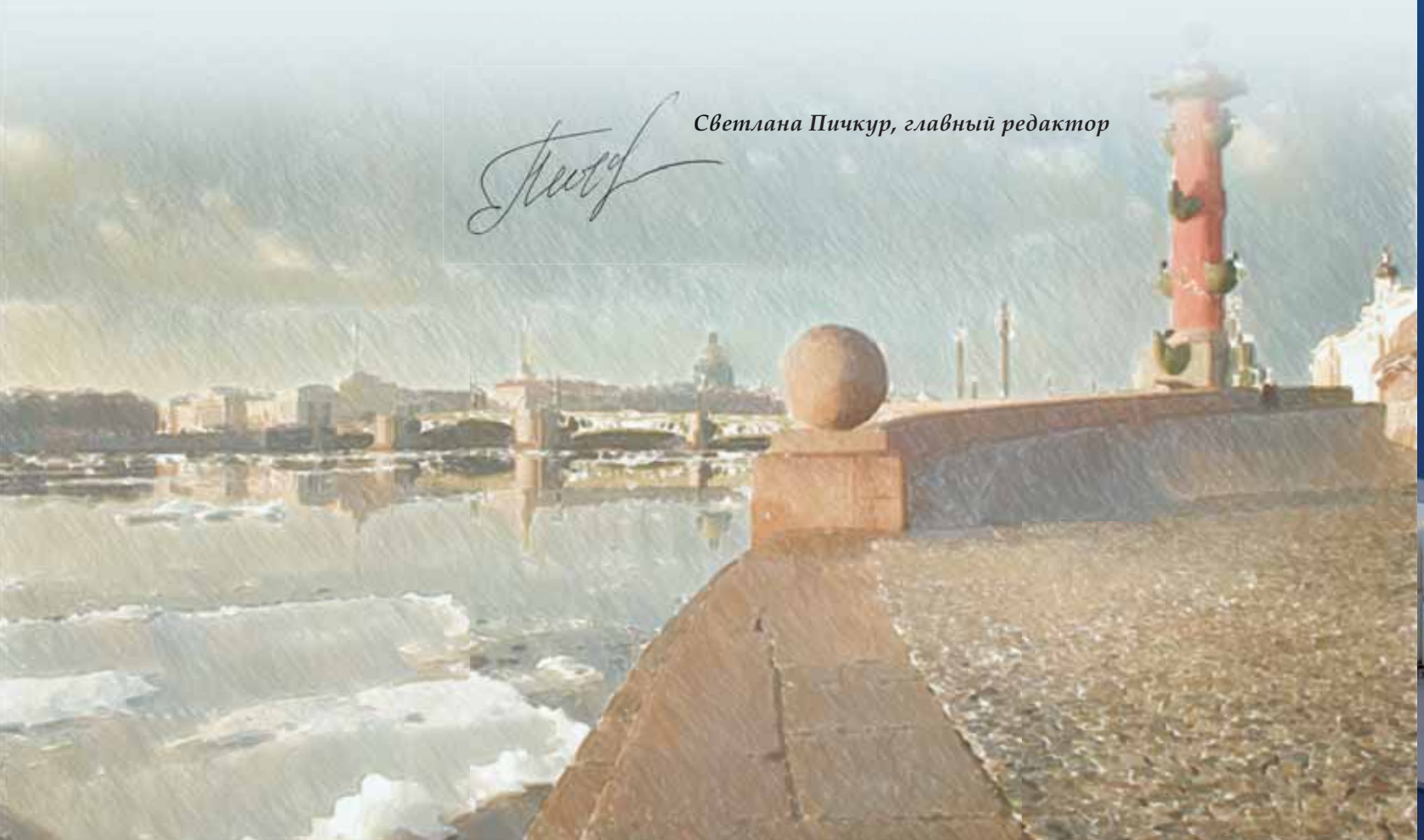
Профессиональную коммуникацию, происходящую в отраслевой среде и включающую в себя обмен информацией, опытом, знаниями, идеями и мнениями, трудно переоценить. Но при этом только правильно организованное деловое общение помогает в достижении желаемых, наиболее эффективных результатов, поскольку направлено на улучшение и укрепление партнерских отношений.

И, напротив, недостаточный уровень коммуникации часто чреват недопониманием, потерей ранее наработанных связей. Примером могут стать компании, которые, отказавшись от живого общения и полностью доверившись интернет-ресурсам, стали постепенно утрачивать свою эффективность. Виртуальное общение с погружением в социальные сети, несмотря на массу преимуществ, постепенно приводит к снижению навыков коммуникации, к возникновению все большей неуверенности при личных встречах.

Между тем комплексное, качественное деловое взаимодействие никоим образом не отменяет использования цифровых платформ! Такое взаимодействие вбирает в себя как проведение специализированных мероприятий и работу со СМИ, так и применение мультимедийных технологий. А главным принципом успешного бизнеса является доверие к компании, к ее руководителям и сотрудникам, к продукции и производственным возможностям.

Но достичь определенного уровня доверия коллег друг к другу можно только находясь на одной волне с окружением – благодаря общим интересам и живым эмоциям, которые появляются при личном общении, в процессе реального диалога. Для этого и устраиваются выставки, проводятся тематические презентации, семинары, конференции. При встречах на одном физическом пространстве даже споры, возникающие при несовпадении мнений, не разобщают, а укрепляют взаимный авторитет.

Светлана Пичкур, главный редактор





Селена

ИННОВАЦИОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

>35 препаратов

Широкий комплекс дорожных добавок и модификаторов

>15 представительств

Распределённая дилерская сеть и логистические центры

>30 лет опыта

Большая практика разработки промышленных химических веществ

Техническая поддержка
и рецептурные решения
для клиентов

Высокое качество и индивидуальные
ценовые решения

Простота оформления заказа
и быстрая логистика



Адгезионные добавки

ДАД-1 м.А, ДАД-1 м.С,
ДАД-К, ДАД-К2,
ДАД-К Премиум,
ДАД-КТ, ДАД-КТ2,
ДАД-М



Модификаторы ПБВ

Вискодор ПВ-2,
Унипласт,
Унипласт-2,
Унипласт-3



Регенерация асфальта

Ревобит,
Ревобит-ЭКО



Гидрофобизаторы мин.порошка

Препарат ГФ-1,
Препарат ГФ-2,
Препарат ГФ-3



Добавки для ЩМА

Нанобит-СД,
Нанобит-СД+АД,
Нанобит-СД+ТА,
Нанобит-СД+МБ



Тёплый асфальт

ДАД-ТА,
ДАД-ТА2К,
ДАД-ТА2



Пропитка для дорог

Силкоут Р-50,
Р-65, РН-75



Обработка техники

Антибит



Эмульгаторы битума

Эмбит-БС,
Эмбит-БС2,
Эмбит-М



Холодный асфальт

Асфакол,
Асфакол-К

info@npfselena.ru
npfselena.ru

ул. Ржевское шоссе, 25,
г. Шебекино, Белгородская обл.
Россия, 309296

+7 (472) 482-34-63



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

РЕДАКЦИЯ:

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ю.А. Агафонов, генеральный директор Ассоциации «АСДОР», Санкт-Петербург; **В.Н. Бойков**, МАДИ (ГТУ), профессор, Москва; **Н.В. Быстров**, канд. техн. наук, председатель ТК 418 «Дорожное хозяйство», Москва; **А.И. Васильев**, проф. кафедры мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ), д-р техн. наук, Москва; **В.А. Досенко**, первый вице-президент Международной академии транспорта, Москва; **А.А. Жукаев**, председатель Совета директоров ГК «Точинвест», депутат Рязанской областной думы; **В.А. Зорин**, заведующий кафедрой «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин» МАДИ, академик Академии проблем качества, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный инженер России, д-р техн. наук, проф. **А.Е. Еремин**, генеральный директор ОАО «Союздорпроект», Москва; **В.Ю. Казарян**, генеральный директор ООО «НПП СК МОСТ», заместитель генерального директора по направлению «Мосты» Ассоциации «АСДОР», 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; **Д.М. Немчинов**, канд. техн. наук, Москва; **И.Г. Овчинников**, д-р техн. наук, профессор, академик РАТ; **И.А. Пичугов**, генеральный директор группы предприятий «Дорсервис», Санкт-Петербург; **П.И. Поспелов**, первый проректор Московского автомобильно-дорожного института; **К.О. Распоров**, д-р транспорта, канд. техн. наук, академик РАТ **В.Н. Свежинский**, генеральный директор ЦИТИ «Дорконтроль», Москва; **В.Н. Смирнов**, д-р техн. наук, Санкт-Петербург; **А.Д. Соколов**, почетный транспортный строитель, академик, доктор транспорта, 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; **В.В. Ушаков**, д-р техн. наук, профессор, президент Ассоциации бетонных дорог, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог», МАДИ; **Т.С. Худякова**, эксперт, канд. техн. наук, Санкт-Петербург; **А.И. Шоголов**, 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 25.03.2025

Дата выхода 01.04.2025

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.

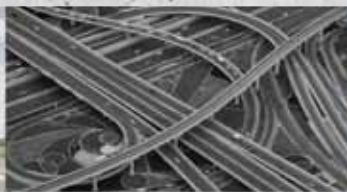
За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет. Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.



ADEL
INSTRUMENT

ЗАВОД АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

ПОСТРОИМ ЛУЧШЕЕ ВМЕСТЕ!



Производство в России

- Коронки для керноотборника
- Алмазные диски
- Алмазные франкфурты

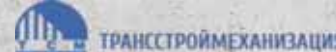
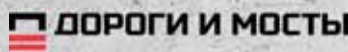
Продажа

- Установки алмазного сверления
- Нарезчики швов
- Мозаично-шлифовальные машины

Сервис

- Восстановление алмазного инструмента
- Ремонт и обслуживание техники
- Профессиональные консультации

Нам доверяют



Контакты

+7 (495) 984 24 90 | adelmsk.ru

г. Москва, г. Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5

Наш Telegram





РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ИСПЫТАНИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ОБСЛЕДОВАНИЕ

МОНИТОРИНГ

Содержание

СОБЫТИЯ, ИТОГИ

Светлана Пичкур

Слагаемые отраслевых решений..... 10

Перспективные направления исследований в области дорожного асфальтобетона 14

Будущее дорожного строительства: «Дороги Евразии 2025»17

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Светлана Пичкур

Из истории производства асфальтобетонной смеси..... 18

Д.А. Колесник, В.Е. Ефименко

Влияние степени уплотнения асфальтобетона на эксплуатационные свойства.....22

Особенности производства и использования битума (круглый стол)28

А.М. Исаков

Пластификаторы: что это и для чего они нужны?32

А.П. Лупанов, В.В. Силкин, В.В. Рудакова, Е.Е. Шалдыбин, А.В. Силкин

Переработка и применение асфальтобетонного гранулята на АБЗ.....38

М.А. Славущий

Использование дисперсии результатов испытаний грунтов,
укрепленных минеральным вяжущим, для оценки эффективности действия
специализированных добавок42

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проектирование уличного освещения в КРЕДО и прохождение экспертизы
(Компания «КРЕДО-ДИАЛОГ»).....44

ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

А.Е. Лапшинов, А.А. Конных, И.М. Сапронов

Мостовые сооружения с полимерной композитной арматурой48

С.Ю. Соловьев

Аэродинамическая устойчивость большепролетных мостов59

Д.С. Бартенев

Основные принципы проектирования мостов из алюминиевых сплавов62

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Управление качеством в производстве продукции «Маккаферри» –
основа долговечных решений
(интервью с Татьяной Васильевой)66

НАУКА И ПРАКТИКА

М.В. Немчинов

Принципы строительства автотранспортных коммуникаций 72

И.В. Ковтун

Актуальные вопросы ценообразования в дорожном строительстве76



МОТОРНОЕ МАСЛО

LUKOIL AVANTGARDE PROFESSIONAL M5

ДВИГАТЕЛЬ ЗАЩИЩЕН

- Увеличенный интервал замены
- Совместимо с системами SCR и EGR
- Спецификации: API CI-4 / ACEA E4 / ACEA E7 / MAN M 3277 / MB 228.5 / Volvo VDS-3
Renault VI RLD-2 / Cummins CES 20078 / MTU Oil Category 3 / Caterpillar ECF-2 / Deutz DQC III-18
Mack EO-N / JASO DH-1

Рекомендовано для современных двигателей, не оснащенных сажевыми фильтрами (DPF) и требующих масел категории API CI-4



ВЕДЕТЕЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНСТВО
РОСАВТОДОР



РОСАСФАЛТ
Ассоциация Производителей и Потребителей
Асфальтобетонных Смесей



ФОРУМ И ВЫСТАВКА

ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РОССИИ

ИННОВАЦИИ,
ТЕХНОЛОГИИ,
КАЧЕСТВО

21-22.05.2025 | МОСКВА

Radisson Blu Олимпийский

innodor.ru

12+

При поддержке и участии



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Минтранс России



ВЕДЕТЕЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНСТВО
РОСАВТОДОР

АВТОДОР
Информационный портал



ТК-418
Дорожное хозяйство



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА
РУТ (МИИТ)



Партнер



Партнер



Партнер



Партнер



Партнер



Партнер



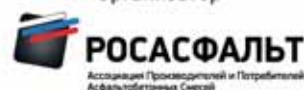
Партнер



Спонсор



Организатор



Генеральные информационные партнеры



Информационные партнеры



Оператор





ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВАШИХ ДОРОГ:

- ▶ ГЕОТЕКСТИЛЬ
- ▶ ГЕОСЕТКА
- ▶ ГЕОРЕШЁТКА
- ▶ ГЕОМЕМБРАНА



ООО «Русгеосинт» более 10 лет производит и поставляет геосинтетические материалы по всей России и странам ближнего зарубежья.

- ▶ **Широкий ассортимент качественных материалов:** продукция сертифицирована и прошла необходимые испытания.
- ▶ **Индивидуальный подход к каждому клиенту:** помощь в подборе материалов, рекомендации по монтажу, подготовка необходимой документации с учетом всех особенностей вашего проекта.
- ▶ **Полный комплекс услуг:** проектирование, производство, доставка и монтаж.



**«РУСГЕОСИНТ» – ВАШ НАДЁЖНЫЙ ПАРТНЁР
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ**

+7 (831) 260-15-96
info@geo-sin.ru, project@geo-sin.ru
Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 39, к. 3

СЛАГАЕМЫЕ ОТРАСЛЕВЫХ РЕШЕНИЙ

«Люди, которые говорят, что это невозможно сделать, не должны мешать тем, кто это делает»
Джордж Бернард Шоу

На состоявшейся 26–27 февраля 2025 в Санкт-Петербурге XVII Всероссийской конференции «Актуальные проблемы проектирования автомобильных дорог и искусственных сооружений» отраслевыми специалистами были обсуждены вопросы информационного моделирования автотранспортных объектов; рассматривались изменения, появившиеся в Техническом регламенте «О безопасности зданий и сооружений». К числу наиболее острых, требующих подробного рассмотрения тем была отнесена проблема, связанная с переносом и переустройством коммуникаций в придорожной полосе автомобильных дорог.

Специализированное мероприятие, организованное ассоциацией «АСДОР», проходило при поддержке Министерства транспорта Российской Федерации, Государственной компании «Автодор» и комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга. В работе конференции приняли участие представители дорожной отрасли из 35 регионов Российской Федерации. Мероприятие собрало более 200 специалистов, среди которых руководители служб заказчиков, ведущих подрядных и проектных организаций, сотрудники профильных вузов и научно-производственных предприятий, а также эксперты компаний, занимающихся производством и поставкой продукции для дорожно-строительного рынка.

«Мы стоим на пороге старта нового дорожно-строительного сезона. А задачи, поставленные перед ра-

ботниками отрасли на текущий, 2025 год, как никогда серьезны и масштабны. Но мяч снова не на стороне дорожников», – было отмечено перед началом пленарного заседания.

Генеральный директор ассоциация «АСДОР» **Юрий Анатольевич Агафонов** начал свой доклад с оценки процесса переустройства и переноса инженерных коммуникаций в придорожной полосе автодорог. Он отметил, что поправки, которые были внесены в статью 19 Федерального закона № 257, не

имеют практического действия, поскольку пока что не последовало параллельных изменений в соответствующих положениях Градостроительного кодекса РФ и в Постановлении Правительства № 1010 от 2 июня 2022 года.

Получается, что проектировщики, подрядчики и заказчики, которые единогласно поддерживали внесение корректив, надеялись зря?

«Ввести объект транспортной инфраструктуры в установленные контрактом сроки ни заказчику, ни подрядчику не представляется возможным, поскольку владельцы инженерных коммуникаций постоянно меняют технические условия», – прокомментировал спикер. На конкретных примерах применительно к данной ситуации он показал значительные расхождения как по срокам, так и по финансовым вложениям. Так, со-

Из резолюции, подготовленной по результатам работы конференции:

Внести в Федеральный закон № 257 «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности РФ...» статью 19, пункт 6.1 следующие изменения:

6.1. Перенос, переустройство инженерных коммуникаций, их эксплуатации в границах полос отвода автомобильных дорог в случае реконструкции или капитального ремонта таких автомобильных дорог осуществляются владельцами инженерных коммуникаций или за их счет, что предусмотрено частями 2–3 настоящей статьи, на основании договоров, заключаемых владельцами этих инженерных коммуникаций с владельцами автомобильных дорог.





гласно новым техническим условиям, первоначальная стоимость объекта может быть увеличена в шесть раз и более, вследствие чего ввод объекта в эксплуатацию будет отложен на неопределенный период (от шести месяцев до трех лет).

Делегатами конференции была высказана уверенность, что и другие важные инициативы отраслевого сообщества, ориентированные на стабильное развитие отрасли, найдут поддержку со стороны законодательных и исполнительных органов власти.

На мероприятии было заявлено, что в процессе реализации поставленных перед дорожно-строительной отраслью задач нередко возникают необоснованные административные барьеры, которые в том числе препятствуют широкому освоению новых технических и технологических решений, применяемых при проектировании, строительстве автодорог и искусственных сооружений. Это не только негативно сказывается на инвестиционно-строительном цикле объектов, но и снижает стимулы вхождения новых игроков на отраслевой рынок.

В ходе дискуссии со стороны участников мероприятия много вопросов было задано заместителю генерального директора АО «ДСК «АВТОБАН» **Сергею Васильевичу Лахяеву**, который в своем

докладе обозначил ряд проблем, существующих в области ценообразования.

Занимавший ранее должность заместителя начальника ФАУ «Главгосэкспертиза России» эксперт дал двустороннюю оценку сложившейся в отрасли ситуации, связанной с использованием ресурсно-индексного метода определения сметной стоимости строительства.

Было отмечено, что отдельные регионы нашей страны испытывают значительные трудности, сопряженные с инфляционными рисками и невозможностью определения сметной стоимости строительства из-за отсутствия обеспеченности сметными ценами строительных ресурсов (через ФГИС ЦС). Подобное положение также чревато срывами сроков ис-

полнения проектов, включая те, которые реализуются в рамках национальных и федеральных программ.

В продолжение дискуссии специалистами разных направлений было отмечено, что в условиях, когда себестоимость поставляемой продукции оказывается выше цены реализации объекта, компания (подрядчик или поставщик) при выполнении взятых на себя обязательств будет балансировать на грани убытков.

Между тем известно, что стабильное развитие отраслевого рынка во многом зависит от успешной предпринимательской деятельности и такого движущего фактора, как конкуренция, которая мотивирует и строителей, и поставщиков на пути к дальнейшему совершенствованию.





А поскольку рынок способен регулировать внутри себя все необходимые процессы, следует создавать такие условия для работы проектировщиков, строителей, производителей, чтобы их практическая деятельность, сопряженная с высокой ответственностью перед заказчиком за качество конечного продукта, становилась более выгодной, а не наоборот. К таким условиям следует отнести отсутствие противоречий в нормативных документах, открытость и ясность политики ценообразования, учет стоимости выполнения работ применительно к текущей реальности, и, наконец, смягчение финансовых рычагов давления.

Отдельное внимание участника XVII Всероссийской конференции «Актуальные проблемы

проектирования автомобильных дорог и искусственных сооружений» было уделено вопросам совершенствования нормативной базы проектирования дорожных одежд.

Виктор Васильевич Ушаков, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» (МАДИ), в своем докладе назвал основные причины выполнения ремонтных работ до истечения нормативных сроков. К ним эксперт отнес:

- отклонение фактической интенсивности и состава движения по сравнению с величинами, которые были приняты при расчете дорожных одежд;
- неоднородность грунтов земляного полотна и материалов конструктивных слоев дорожных одежд, превышающая директивные значения;

- отклонение фактических параметров атмосферных процессов в период эксплуатации автомобильных дорог от среднелетних значений, принятых при расчете дорожных одежд;

- отклонение от регламентных мероприятий по ремонту и содержанию автомобильных дорог в процессе эксплуатации.

В докладе, подготовленном специалистами компании «Акустические конструкции 21», основанной четыре года назад, но уже имеющей опыт в реализации сложных проектов с нестандартными конструктивными решениями, отмечалось, что шумозащитные экраны производятся в современных цехах, на полностью автоматизированной производственной линии. Готовые конструкции можно увидеть на целом ряде объектов, среди которых подключение Западного





скоростного диаметра (севернее развязки с Благодатной улицей) к Широтной магистрали скоростного движения с устройством транспортной развязки с Витебским проспектом.

Специалисты, работающие в области проектирования и строительства искусственных сооружений, заинтересовались докладами, которые были представлены специалистами АО «Институт «Стройпроект» и «Кредо-Диалог».

Было отмечено, что информационные модели должны поддерживать все этапы жизненного цикла дороги, соответствовать нормативным требованиям и интегрироваться с другими системами. Это делает процесс моделирования сложным, но крайне важным для повышения качества объекта как в процессе строительства, так и при его эксплуатации.

О том, как ведется разработка ЦИМ мостового сооружения, сообщила начальник отдела технологий информационного проектирования АО «Институт «Стройпроект» **Татьяна Александровна Помельникова**. Она рассказала об основных этапах, особенностях и преимуществах работы в ТИМ, представив интереснейшую презентацию созданных специалистами «Стройпроекта» цифровых моделей мостов.

«Решение ТИМ-задач в транспортном строительстве требует творческого подхода и постоянного изучения новых программных продуктов», – заключила она.

Продолжил разговор о разработке информационных моделей инфраструктурных объектов **Алексей Васильевич Жарин**, руководитель отдела по работе с

ключевыми клиентами компании «Кредо-Диалог». К ключевым преимуществам информационного моделирования он отнес повышение точности проектирования, оптимизацию строительства, снижение затрат, улучшение управлением жизненным циклом, повышение безопасности и экологической устойчивости. «ТИМ, кроме того, улучшает взаимодействие между участниками проекта, поддерживает принятие решений и интегрируется с современными технологиями», – подчеркнул он.

Тема цифрового моделирования сменилась обсуждением практических вопросов, касающихся строительства, ремонта, эксплуатации искусственных сооружений, а также обеспечения безопасности на них.

Так, в одном из докладов говорилось о необходимости своевременной защиты металлических конструкций от процессов коррозии. **Евгений Павлович Овчинников**, старший менеджер ГК «Литум», отметив основные особенности, связанные с переходом компании на рельсы отечественного производства, пригласил участников конференции ознакомиться с самим предприятием. Технический выезд на завод компании «Литум», где освоено современное производство лакокрасочных материалов и порошковых покрытий для различных отраслей промышленности, включая нефтегазовую, химическую, строительную, состоялся на второй день специализированного форума.



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

В Санкт-Петербурге 6 и 7 февраля при поддержке Росавтодора прошла VI Международная конференция «Асфальтобетон 2025», в ходе которой обсуждались актуальные темы: современные требования к дорожным смесям в новых национальных стандартах, повышение качества на разных стадиях производства и укладки асфальтобетонных смесей, применение технологии холодного ресайклинга, использование литых и теплых асфальтобетонных смесей.



Среди участников мероприятия – заместитель руководителя Росавтодора Олег Ступников, начальник Управления научно-технических исследований и информационных технологий ФДА Сергей Гошовец, президент Ассоциации «Р.О.С.АСФАЛЬТ» Николай Быстров, заместитель главного инженера подведомственного Росавтодору ФКУ «Волго-Вятск-управтодор» Ольга Воробьева.

Доклад о перспективных направлениях исследований в области асфальтобетонов представил С.В. Гошовец. Он отметил высокие темпы разработки новых документов, формирующих нормативную базу дорожного хозяйства. За последние пять лет в действие введено более 260 нормативно-технических документов, соответствующих требованиям технического регламента «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011), а в целом современный фонд таких документов в сфере от-

ветственности ТК № 418 «Дорожное хозяйство» на текущий момент составляет более 445 единиц.

Так, только за 2024 год утверждено 27 стандартов (межгосударственных стандартов ГОСТ – четыре, ГОСТ Р – 22, ПНСТ – один) в области проектирования автомобильных дорог, в том числе с низкой интенсивностью движения, в области проектирования мостов из клееной древесины, расчета конструкций дорожных одежд, систем мониторинга состояния искусственных сооружений. Это также касалось технических требований к дорожным ограждениям, горизонтальной разметке, дорожным знакам, опорам для знаков и стационарного освещения, деформационным швам пролетных строений, вантовым системам мостов, а также к правилам применения противогололедных материалов, требований к проекту содержания и проекту производства работ (оказанию услуг) по содержанию и др.

Все эти документы играют важную роль в развитии отрасли. За каждым из них стоит большая работа, связанная в том числе с проведением исследований, согласованием и утверждением тех или иных норм.

Сергей Гошовец подчеркнул, что приоритетное значение для развития дорожного комплекса имеет систематизированная научно-техническая работа. В качестве примера он привел проводимое с 2021 года Федеральным дорожным агентством многоэтапное исследование, направленное на устранение пробелов в нормативной базе в части проектирования, строительства и эксплуатации автодорог в криолитозоне.

В кратчайшие сроки завершена разработка отраслевого методического документа, устанавливающего требования к оснащению, устройству и организации работы стационарных мониторинговых станций в криолитозоне (ОДМ 218.11.007-2023).

На участках федеральных автомобильных дорог созданы семь мониторинговых станций. В настоящее время на них ведется сбор, накопление и анализ научно-технической информации (изменение водно-теплового режима, развитие процессов в полосе отвода, динамика ряда параметров на ранней стадии их развития, микродеформации дорожной одежды и др.).

Еще одной знаковой работой является проведенное в 2024 году научное исследование по оценке геокриологических процессов на автомобильной дороге Р-297 «Амур» на основании материалов дистанционных спутниковых съемок с созданием схемы харак-



терных ландшафтных и геокриологических изменений.

Уникальность исследования заключается в том, что в кратчайшие сроки проведен анализ значительных по площади территорий. В итоге выделено 328 участков с различной оценкой степени опасности общей длиной 867 км, охарактеризованных по набору геокриологических процессов, явлений и ранжированных по степени опасности. Полученный результат принят ФКУ к руководству при планировании дорожных работ. Это, в свою очередь, позволит при проектировании выбрать участки для более углубленного изучения со значительным количеством наземных методов, применяемых для решения задач мониторинга.

К числу ключевых целей Федерального дорожного агентства на 2025 год, которые будут достигнуты в результате проведения научных исследований, Сергей Гошовец отнес следующие: формирование правил проектирования автодорог в I дорожно-климатической зоне, создание отраслевых методических рекомендаций по теплотехническому расчету дорожных конструкций, дальнейшее совершенствование методики проектирования конструкций дорожных одежд. Сюда

же следует отнести ввод требований к организации и проведению научно-технического сопровождения инженерных изысканий, проектирования и строительства автомобильных дорог.

Кроме того, Росавтодор совместно с подведомственным ФАУ «РОСДОРНИИ» реализует значительный объем работ по внедрению и развитию ускоренных методов испытания дорожных одежд. С этой целью специалисты активно используют симулятор колесной нагрузки «ЦИКЛОС». Важно отметить, что в 2024 году специалистами была разработана программа научных исследований, одной из задач которой является получение совершенно новых исследовательских данных, включающих в себя характеристики исследуемых материалов, информацию о напряженно-деформированном состоянии в конструктивных слоях дорожных одежд, а также мониторинг изменения несущей способности в период выполнения ускоренных испытаний. Работы в рамках данной программы, которая рассчитана на период 2024 – 2026 годов, уже выполняются на полигоне ФАУ «РОСДОРНИИ» в городе Голицыно Московской области.

Стоит отметить, что эта программа включает два этапа.

Организационные мероприятия, предусмотренные первым этапом, уже выполнены. На втором этапе работ планируется проведение экспериментальных исследований дорожных одежд с основанием из различных материалов. Условия полигона гарантируют возможность проведения испытаний в любое время года и при любых погодных условиях.

Согласно поручению заместителя председателя правительства РФ Марата Хуснуллина, Росавтодор продолжает аналитическую работу по сбору информации об асфальтобетонных заводах, марках выпущенных ими смесей, о примененных модификаторах и вторичных материалах при изготовлении асфальтобетонных смесей, других ключевых характеристиках данных материалов.

В 2024 году в анкетировании приняли участие 30 ФКУ и 81 субъект РФ. Информация, полученная более чем от 1100 асфальтобетонных заводов, была тщательно проанализирована.

Представленные сведения показывают, что подавляющее большинство заказчиков в своей деятельности руководствуются современными требованиями, предъявляемыми к асфальтобетонным смесям и асфальтобетонам.

28-30 МАЯ
2025

ФОРУМ
ДОРОЖНЫХ
ИНИЦИАТИВ

«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

IRCFORUM.RU

БУДУЩЕЕ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА: «ДОРОГИ ЕВРАЗИИ 2025»

Научно-практическая конференция «Дороги Евразии», которая ежегодно проводится в Казани, в шестой раз собрала специалистов-дорожников из многих регионов России и стран ближнего зарубежья. Она проходила с 13 по 15 февраля 2025 года на площадке ИТ-парка имени Башира Рамеева.



Организаторы: Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан, Академия наук Республики Татарстан, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ), производственная компания БАЗИС при поддержке Росавтодора, ГК «Автодор», Ассоциации «Р.О.С.АСФАЛЬТ», ФАУ «РОСДОРНИИ», ФГБУ «Росдортехнология» и Ассоциации бетонных дорог, с участием региональных и муниципальных

управлений дорожного хозяйства, научных и проектных институтов, подрядных организаций.

Открыл конференцию приветственным словом министр транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан Фарит Ханифов.

В рамках первого дня конференции с докладом выступил заместитель директора Департамента строительства РФ Григорий Волков.

В ходе работы конференции было обращено внимание на актуальные вопросы производства и использо-

вания передовых технологий, оборудования, материалов, говорилось о совершенствовании нормативной базы проектирования дорожной одежды, о методах повышения качества проектирования и строительства автомобильных дорог и искусственных сооружений. Специалисты обсудили современные требования к реконструкции, ремонту и содержанию региональных автодорог, а также изменения, затронувшие ряд нормативных документов, в том числе в области обеспечения безопасности дорожного движения.

Представленные вниманию участников мероприятия доклады и презентации касались тем, посвященных укреплению грунтов, использованию модифицированных асфальтобетонных смесей, механизмов стимулирования отечественных предприятий-производителей.

Рассматривались преимущества и особенности применения модульных надземных пешеходных переходов и алюминиевых пешеходных мостов. Деловая программа мероприятия включила выездные мероприятия: участники конференции побывали в стенах Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ).



ИЗ ИСТОРИИ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Одним из стратегических решений середины XX века, создавших базу для развития и совершенствования битумного производства, стало постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР «О плане строительства автомобильных дорог на 1959–1965 гг.». Тогда впервые был установлен «дополнительный источник финансирования в виде целевых отчислений на строительство дорог республиканского и областного значения в размере 2% от доходов по эксплуатации автомобильного транспорта».

В 1961 году была принята классификация работ по ремонту и содержанию дорог. Документом предусматривалось требование, касающееся капитального ремонта, в процессе которого необходимым условием являлось следующее: «доводить все параметры дорог до норм, соответствующих присвоенной технической категории». При этом учитывались перспективы развития движения автомобильного транспорта.

Следует добавить, что годом ранее вступил в действие ГОСТ 9128-59 «Асфальтобетонные смеси (горячие) дорожные...», которым впервые в стране на государственном уровне были нормированы требования к дорожному асфальтобетону и материалам для приготовления смесей.

В середине 1960-х годов Госстроем СССР было принято решение о стандартизации основных требований к каменным материалам и методов их испытания для всех видов строительства. В результате целая группа научных организаций, среди которых особое место занимал СоюздорНИИ, приступила к большой работе, позволившей в дальнейшем более рационально организовать производство каменных материалов.

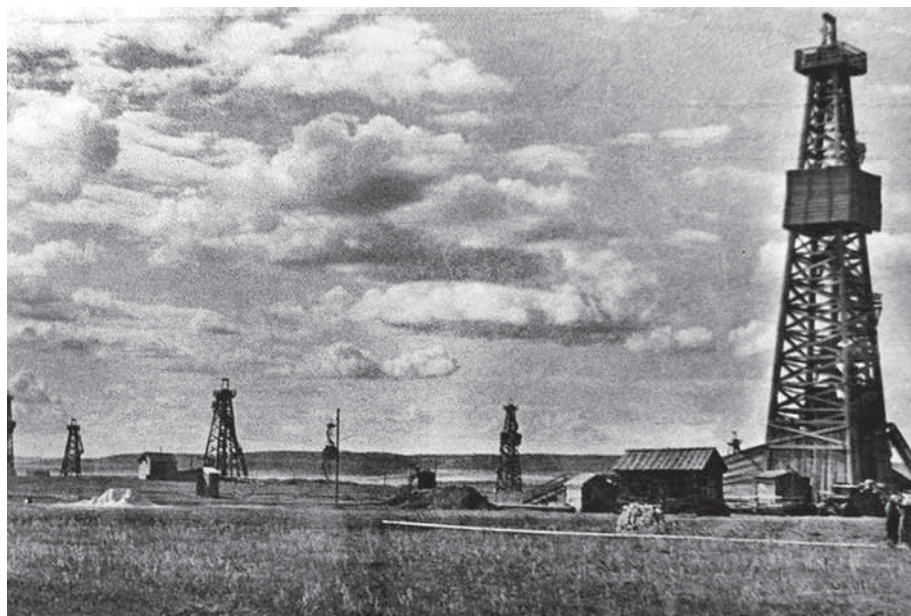
Благодаря совместной деятельности представителей производственной и научной областей удалось добиться повышения прочности и долговечности так называемых «черных» покрытий. Ряд крупных исследовательских работ, опубликованных тогда в стране, позволил не только научно обосновать вопросы в от-

ношении структурообразования асфальтобетонной смеси, но и совершенствовать технологические процессы ее приготовления и использования в дорожных покрытиях.

В ходе исследований были сформулированы требования к дорожным битумам, выработаны предложения по технологии получения битумов оптимальной структуры – с учетом природы перерабатываемой нефти. Опытным путем подтверждалось, что качество окисленного битума легче поддается регулированию, в сравнении с остаточным. Да и получать остаточные битумы с требуемыми свойствами, как выяснилось, значительно сложнее, чем окисленные.

В Советском Союзе к тому времени уже был опробован метод пенного окисления нефтяных остатков (гудрона) в трубчатых змеевиковых реакторах. Принцип метода заключался в одновременной непрерывной подаче нагретого исходного сырья, воздуха и циркулирующего жидкого продукта (в определенном соотношении) в змеевик реактора – с дальнейшим сепарированием жидких и газообразных продуктов окисления в отдельном аппарате.

Отвлекаясь от технологических аспектов, напомним, что в 1960-е годы страна приступила к реализации беспрецедентного углеводородного мегапроекта – освоения нефтяных месторождений Западной Сибири. Тогда эта цель многим казалась недостижимой. Для покорения сибирских недр необходимостью являлась транспортная доступность, требовались подготовленные специалисты, а также соответствующее техническое и бытовое обеспечение, поскольку работать предстояло в



сложных природно-климатических и инженерно-геологических условиях.

Для создания новой энергетической базы страны советские геологи, строители, транспортники, нефтяники, приложили тогда – каждый со своей стороны – невероятные усилия. Открытие нефтегазовых месторождений на этой территории, потребовавшее наличия транспортной инфраструктуры, исторически способствовало тому, что в относительно короткий период дорожные строители создали в труднодоступных районах сеть автодорог с усовершенствованным покрытием.

Одной из особенностей строительства дорог на территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, наряду с технологией «плавающей насыпи» без предварительного выторфования болот, стало двухстадийное сооружение дорожного покрытия (с использованием синтетических материалов в процессе устройства земляного полотна).

Дороги в районах нефтегазового освоения были построены в удивительно короткий срок, однако именно форсирование темпов их возведения в условиях сложных грунтов привело к скорому разрушению покрытия, качество которого, как выяснилось позже, не отвечало должному уровню.

Проблема долговечности покрытий существовала по всей стране. Во многом проблему определял несовершенный способ перевозки и хранения битума, приводящий к тому, что вяжущий материал оказывался сильно загрязненным и обводненным, а сам процесс приготовления битума длился от пяти до нескольких десятков часов.

С целью улучшения способов хранения и повышения качества этого продукта советские специалисты приложили тогда немало усилий. Были, например, разработаны способы разогрева битума в хранилищах до текучего состояния – для перекачивания его насосами в би-

тумоплавильные котлы или установки.

Напомним, что в качестве источника тепла для разогрева материала изначально был принят пар. Паровые подогреватели вначале устанавливали на дно хранилища по всему периметру ямы, а интенсивный подогрев производился в специально отведенном для этого месте (приямке). В свою очередь, применение поверхностных или подвесных заборных устройств позволило загружать в битумоплавильные котлы только чистый битум.

Во второй половине 1960-х годов сразу несколько дорожных организаций перешли на замену пароподогревателей битумохранилищ тэнами, работающими от промышленной электросети. Стали появляться и другие конструктивные решения, включая технологии инфракрасного излучения. Чуть позже свое применение нашли жидкостные (масляные) подогреватели битума. Разнообразие таких устройств позволило механизировать процессы хранения и приготовления битума, а следовательно, добиться сокращения трудоемкости работ.

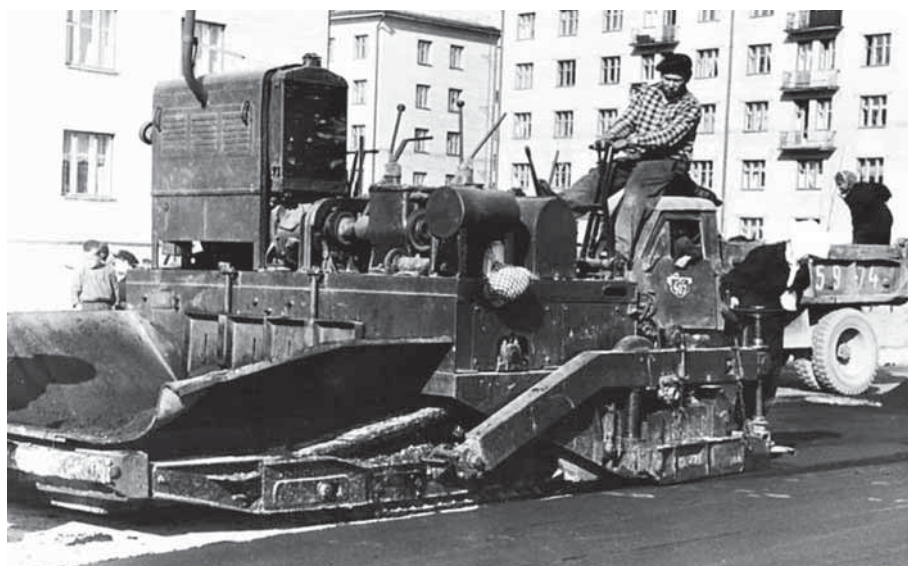
Пришло время и первых крытых битумохранилищ, в том числе с электроподогревом, наличие которых дало возможность многим производственным подразделе-

ниям Главдорстроя отказаться от применения битумоплавильных установок. Готовый битум подавался непосредственно к смесителям, в автогудронаторы или в специальные расходные баки.

Начиная с 1965 года строительство дорог стало оформляться в современную отрасль народного хозяйства с необходимой материальной базой для того, чтобы наконец решить проблемы строительства трасс для автомобилей большой грузоподъемности. Были созданы новые советские машины и установки оригинальных конструкций (часть из них выпущена заводами Минтрансстроя СССР и ремонтными заводами РСФСР, Украины, Казахстана, Латвии) для приготовления, дозирования и введения в смесь битума и поверхностно-активных веществ, а также для активации песков и приготовления эмульсий.

Научная работа, в том числе связанная с процессами структурообразования и улучшением свойств дорожных битумов, шла своим чередом. Так, в 1966 году по инициативе д-ра техн. наук А.С. Колбановской, заведующей лабораторией органических вяжущих материалов СоюздорНИИ, были проведены исследования, направленные на изучение влияния компонентного состава дорожных окисленных битумов на их физико-механические свойства.





Разработанные СоюздорНИИ и БашНИИНП новые повышенные технические требования к улучшенным дорожным битумам вошли в ГОСТ 11954-66, который предусматривал выпуск и применение пяти марок дорожных улучшенных битумов: БНД-200/300, БНД-130/200, БНД-90/130, БНД-60/90 и БНД-40/60.

Качество битумов на тот период исследователями уже оценивалось по целому комплексу показателей, включая температуру размягчения, растяжимость, сцепление с каменным материалом, индекс пенетрации, определяемых по методикам, в основном заимствованным из американских и немецких стандартов (ASTM, DIN).

Производственными и научными коллективами в 1960-е годы, наряду с разработкой и применением методов интенсификации перемешивания, способов приготовления эмульсий и обогащения битумов поверхностно-активными добавками, решались задачи, связанные с активацией минерального порошка и песка, устройством шероховатых покрытий.

Исследования в области поверхностно-активных веществ позволили научно обосновать механизм их действия на свойства битума и битумо-минеральных материалов, доказав их существенное влияние на повышение водостойчивости

и морозостойчивости черных покрытий.

При этом применяемые методы проводимых с начала XX столетия испытаний не соответствовали необходимым требованиям, поскольку не отражали действительных условий работы битума в дорожных покрытиях, а лишь характеризовали некоторые свойства свежизготовленного битума. Не было еще четкого понимания взаимосвязи между такими показателями, как растяжимость битумов и физико-механические свойства изготовленных асфальтовых смесей.

Тем не менее было установлено, что свойства жидких битумов целесообразно характеризовать вязкостью, фракционным составом, качеством остатка после отгона фракций до 360°C (глубиной проникания иглы, растяжимостью, продолжительностью размягчения), температурой вспышки, содержанием воды и водорастворимых веществ. Кроме того, заявлялось, что наиболее полное представление о качестве того или иного битума можно получить лишь при сопоставлении всех его основных свойств.

Отчетливой же картины относительно изменения структуры, состава и свойств битума в результате его службы в покрытии не было. Предполагалось, что к числу основных причин образования трещин в дорожных покрытиях относилось применение вязкого

битума с незначительной первоначальной пенетрацией. Но уже тогда было отмечено, что качество битума зависит от природы исходного нефтяного сырья и технологии его переработки.

И если ГОСТ 9128-59, введенный в действие в 1960 году, впервые на государственном уровне нормировал требования к асфальтобетону, то в основу введенных с 1967 года ГОСТов на вязкие и жидкие дорожные битумы и методы их испытания уже была положена оптимальная структура битума как важнейшего составляющего асфальтобетонного покрытия. Асфальтобетон же впервые разделялся по типам и маркам – в зависимости от технологий изготовления и состава сырья.

К концу 1960-х годов, когда отечественные заводы начали выпускать современные автогудронаторы-полуприцепы большой емкости, асфальтоукладчики, самоходные распределители щебня и высевок, появились и первые комплексы передвижных асфальтобетонных заводов. Конструкция последних предусматривала наличие дозирочного, сушильного, смесительного отделений, битумно-мазутного хозяйства и пункта управления. Было создано автоматизированное технологическое оборудование АБЗ для производства асфальтобетонных смесей и черного щебня производительностью 25, 50 и 100 т/ч, битумоплавильные установки производительностью от 3 до 6 т/ч непрерывного действия.

За период с 1963 по 1970 год было построено около 10 тыс. км дорожных покрытий при использовании битумов с поверхностно-активными добавками. Производство нефтяных битумов в СССР достигло значительного развития, увеличившись в 1970 году в 30 раз по сравнению с 1940 годом. Это, в свою очередь, потребовало детальной систематизации имеющихся научных разработок. Тем не менее битумное хозяйство все еще оставалось самым сложным звеном АБЗ.

Светлана Пичкур

Современное лабораторное оборудование для любых испытаний по ГОСТ Р 58401 и ГОСТ Р 58406



ООО «КОМПАНИЯ БИ ЭЙ ВИ» – ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР C-TECH В РОССИИ

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

• [bavcorp](https://bavcorp.ru) bavcompany.ru +7 (495) 221-04-33



БиЭйВи
мы вместе строим будущее



ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Качество уплотнения асфальтобетона или степень уплотнения определяют через количество воздушных пустот в кернах. От степени уплотнения зависит большинство эксплуатационных свойств асфальтобетона: колееустойчивость, трещиностойкость, износостойкость и долговечность. Добиваясь необходимой плотности, нормативного количества воздушных пустот, мы задаем и обеспечиваем надежность и долговечность асфальтобетона на весь период его эксплуатации. Именно поэтому важно понимать взаимосвязь степени уплотнения и эксплуатационных свойств асфальтобетона.

Почему необходимо уплотнять асфальтобетон до требуемых значений и чем опасно, когда содержание пустот находится вне интервалов нормативной документации? Так, высокое содержание воздушных пустот асфальтобетона (вне нормы) приводит к тому, что:

1. растет проницаемость асфальтобетона, количество взаимосвязанных открытых пор (особенно это характерно для смесей с размером 22 и 32 мм);
2. увеличивается старение вяжущего, растрескивание и выкрашивание;
3. повышаются адгезионные повреждения от воды;
4. происходит доуплотнение под движением, что приводит к росту колеи.

«Увеличение содержания пустот на 1% (после 7% пустот) приводит к снижению срока службы на 10%» [1; 2].

Это также работает и в обратную сторону: по данным института NCAT, увеличение относительной

плотности в асфальтобетоне на 1% (с 92% до 93%) улучшает усталостные характеристики покрытия на 8,2–43,8%, повышает сопротивление к колееобразованию на 7,3–66,3% и увеличивает срок службы на 10% [3].

Низкое содержание пустот асфальтобетона вне нормы приводит к тому, что:

1. возникают такие дефекты, как пластичное течение, сдвиги, наплывы;
2. появляется колея пластики под движением;
3. происходит выпотевание, появляются пятна битума.

Высокое содержание пустот в асфальтобетоне обычно является проблемой недостаточного уплотнения, тогда как при низком содержании пустот чаще всего имеются проблемы с асфальтобетонной смесью (но не всегда). И если с высоким содержанием пустот получается логично (недоуплотнение приводит к снижению срока службы), то в случае с

низким содержанием пустот не все так однозначно. Данные различных экспериментов это подтверждают, и мнения специалистов разделяются [1; 2]:

1. при содержании пустот в кернах $\leq 2,5\%$ возможна нестабильность и ползучесть асфальтобетона (Foster);
2. асфальтобетоны, где $\leq 3\%$ пустот нестабильны, склонны к колееобразованию (NCAT);
3. при содержании пустот 1,6% в кернах колея минимальна (WesTrack);
4. для оснований «вечных дорог» рекомендуется проектировать смеси с 2% пустот (Harvey and Tsai).

Графические результаты экспериментов (рис. 1 и 2) также показывают низкую взаимосвязь между содержанием воздушных пустот и фактической глубиной колеи на дороге, что, скорее, тенденция.

Это происходит потому, что к низкому содержанию пустот могут приводить две основные причины:

1. первая (негативная) – некачественная асфальтобетонная смесь с избыточным содержанием битумного вяжущего;
2. вторая (позитивная) – переуплотнение, интенсивная работа уплотняющей техники на технологическом этапе производства работ.

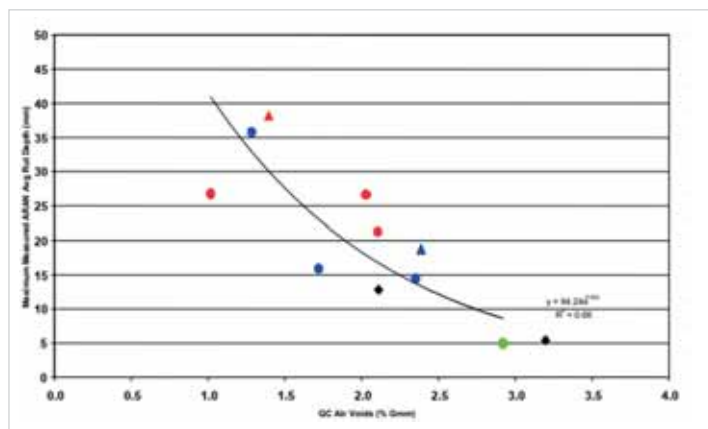


Рис. 1. Зависимость глубины колеи и содержания воздушных пустот в кернах (NCAT test track)

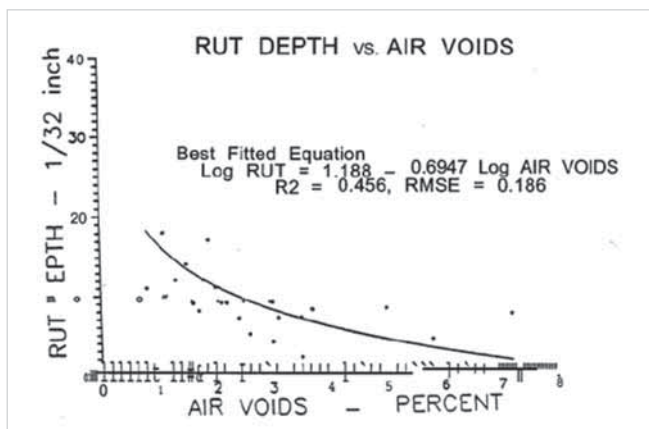


Рис. 2. Взаимосвязь содержания воздушных пустот в кернах и глубины колеи (NCHRP)

За рубежом снижают стоимость оплаты работ при отклонении контролируемого параметра, содержание воздушных пустот не является исключением. Действует так называемая система PWL – «Процент в пределах», которая допускает 100% оплату при отклонении 10% проб сверх нормы. Снижение оплаты может происходить до 50% при соответствующем отклонении.

Нижний предел уплотнения редко встречается в зарубежных спецификациях: его предпочитают не ограничивать [3]. В некоторых спецификациях минимальным пределом является 2%, при котором работы не оплачиваются и требуется переложить слой асфальтобетона. В табл. 1 приведены обновленные рекомендации для инженеров, принимающих решения по качеству выполненных работ.

Эти новые рекомендации фактически ужесточают требование к нижней границе уплотнения, но допускают к принятию слою асфальтобетона при содержании пустот 2,5%. В нашем случае граница нижнего предела строго ограничена и не предусматривает отклонений ниже нормы. Для верхних слоев это 3% пустот.

Что делать, если асфальтобетонная смесь запроектирована, протестирована, выпущена на АБЗ правильно и содержание вяжущего в норме, а содержание пустот в ядрах после уплотнения и укладки получилось ниже 3%? Насколько это критично, как повлияет на эксплуатационные характеристики и долговечность?

Табл. 1. Новые рекомендации действий при низком содержании воздушных пустот [3]

Среднее содержание воздушных пустот, %	Интенсивность движения (20 лет)	
	Низкая (ESALs ≤3000 000)	Высокая (ESALs >3000 000)
3,0	1	1
2,9	1	2
2,8	2	2
2,7	2	2
2,6	2	3
2,5	3	3

1 – принять без снижения оплаты; 2 – рассмотреть вариант снижения оплаты и допустить к эксплуатации; 3 – рассмотреть вариант фрезеровки и новой укладки асфальтобетона

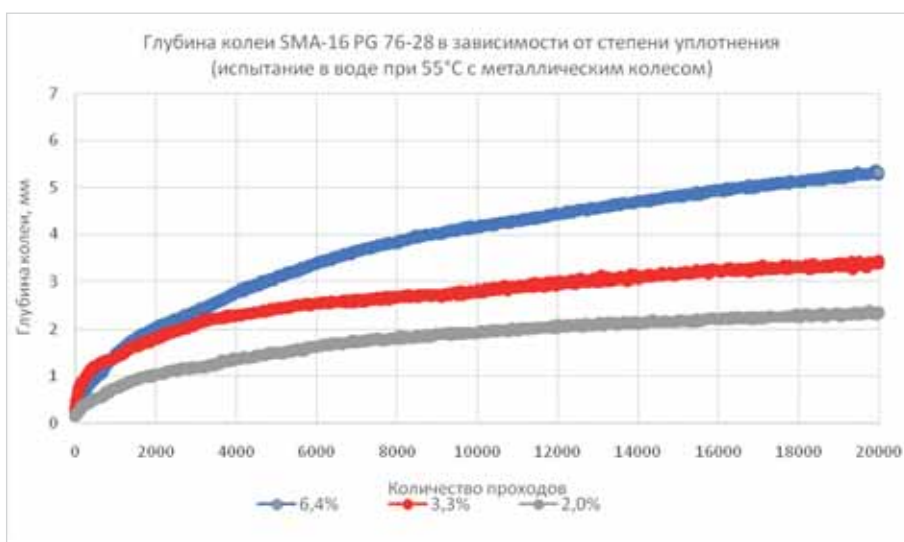


Рис. 3. Результаты испытания на колею SMA-16 на вяжущем PG 76-28 с разной степенью уплотнения

Особенно это актуально для SMA, где применяются прочные каменные материалы, что фактически исключает дробление при уплотнении, а содержание пустот ограничено очень узким интервалом: от 3 до 6%.

Мы провели эксперимент по определению свойств SMA-16 на вяжущем PG 76-28 с различной степенью уплотнения. Смесь была взята с производства, на гирато-

ре изготавливались образцы до 25, 100 и 300 оборотов. Были получены образцы с разной степенью уплотнения – выше, ниже и в пределах нормы. В табл. 2 приведены основные и дополнительные характеристики, ниже рассмотрены результаты, полученные в ходе поставленного эксперимента.

На рис. 3 видно, что наилучший результат по колееустойчивости показывают образцы с наимень-

Табл. 2. Характеристики SMA-16 с различным уровнем уплотнения

Кол-во оборотов гиратора	Объемная плотность, г/см ³	Содержание воздушных пустот, %	Колеустойчивость, испытание в воде при 55°C, метал. колесо		Трещиностойкость, при -18°C, ИТР	Модуль жесткости, при непрямом растяжении при 20°C	Морозостойкость, 5 циклов
			Глубина, мм	Угол наклона			
25	2,546	6,4	5,9	0,19	2421	2560	0,93
100	2,633	3,3	3,4	0,12	1674	3535	0,99
300	2,669	2,0	2,6	0,08	1556	4000	1,00



Рис. 4. Образцы SMA-16 после испытания на колееустойчивость в воде, слева направо – содержание пустот 6,1%; 3,3%; 2,0%



Рис. 6. Кривые испытания на низкотемпературную трещиностойкость образцов с разной степенью уплотнения

Табл. 3. Требования к содержанию воздушных пустот в кернах из ЩМА по странам

Страна	Требование	Примечание
Турция	≤5%	не менее 90% измерений
Китай	≤5%	≤ проектного значения
Германия	≤6%	
Чехия	2–7%	
Венгрия	≤5%	
Словакия	1–7,5%	
Дания	≤ 5%	
Новая Зеландия	2–7%	+3/–2 от проектного значения
Италия	≤6%	
США	≤7 (6)%	зависит от штата (Колорадо – 3–7%)
Мексика	3–6%	требование совпадает с РФ



Рис. 5. Оборудование по испытанию на низкотемпературную трещиностойкость при непрямом растяжении

шим содержанием пустот. При этом разница по глубине колеи – больше чем в 2 раза. Более плотные образцы показывают лучший результат, чем менее плотные. А поскольку испытание проводилось в воде с металлическим колесом, а на образцах отсутствуют признаки адгезионных разрушений (см. фото, рис. 4), дополнительно можно сделать вывод о хорошей водостойкости.

Таким образом, высокая плотность, обеспеченная качеством уплотнения, дает положительный эффект по колееустойчивости.

Низкотемпературную трещиностойкость в нашем эксперименте определяли при температуре -18° . Согласно методике [4], испытание проводится на том же оборудовании (рис. 5) и при тех же требованиях к содержанию воздушных пустот (6% для ЩМА и 7% для Sp), что и при определении водостойкости по ГОСТ Р 58401.18. По результатам определяется Индекс трещиностойкости ИТР – чем выше значение, тем лучше деформационная способность и трещиностойкость.

На рис. 6 показаны характерные кривые, получаемые при испытании на низкотемпературную трещиностойкость. Между 6,4% и 3,3% есть существенная разница, тогда

как между 2% и 3,3% эта разница минимальна.

Трещиностойкость образцов, уплотненных сверх нормы и до нормы близка по своим значениям. Фактически отличие индекса трещиностойкости составляет 7,5% (табл. 2).

Модуль жесткости при непрямом растяжении возрастает с увеличением плотности, при снижении пустот на 1% модуль увеличивает-ся примерно на 12% или 300 МПа. То есть существенно возрастает прочность конструкции только за счет качественного уплотнения (см. табл. 2). Аналогичная ситуация с морозостойкостью: чем меньше количество пустот, тем лучше, выше морозостойкость.

По результатам проведенного эксперимента, можно сделать сле-

дующий вывод: качественная асфальтобетонная смесь SMA-16 при уплотнении выше нормы (или ниже 3% пустот), в сравнение со стандартным уплотнением, показывает:

- аналогичные результаты по низкотемпературной трещиностойкости;
- повышение модуля жесткости и прочности;
- существенное улучшение при испытании на колееустойчивость и морозостойкость.

Мы предлагаем расширить нижнюю границу требований содержания пустот в кернах для SMA до 2–2,5% (до 2% для SMA-22, SMA-16 и до 2,5% для SMA-11, SMA-8).

Мы упускаем возможность сделать наши дороги лучше. Уже сейчас мы можем улучшить свойства

наших покрытий из SMA, стабильно уплотнять до 3% пустот и получать отличные результаты по всем эксплуатационным характеристикам: как по колее, так и по трещиностойкости.

В качестве дополнительного аргумента приведем сводную таблицу с требованиями к содержанию воздушных пустот в кернах из ЩМА по разным странам (табл. 3), где в основном либо отсутствует нижняя граница, либо нормируется на уровне 2% пустот. А требования, которые сейчас действуют в РФ, совпадают с требованиями Мексики!

Д.А. Колесник,
руководитель,
В.Е. Ефименко,
ведущий инженер,
НИЦ АО «ВАД»

Ссылки на используемые материалы:

1. <https://engineering.purdue.edu/NCSC/services/2010%20Presentations/Effect%20of%20Low%20Air%20Voids.pdf>
2. <https://engineering.purdue.edu/NCSC/research/PDF%20files/Risk-Management-of-Low-AV-AC-Mixtures.pdf>
3. <https://www.eng.auburn.edu/research/centers/ncat/files/technical-reports/rep17-05.pdf>
4. <https://zaovad.ru/upload/file/2024/05/06/kolesnik-efimenko-avtomobilnye-dorogi-2024-5-s-112-117.pdf>



ВЕДУЩИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ ПОСТАВЩИК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА



Технический сервис 24/7. Подбор рецептур различных марок ПБВ и РГ

МАТЕРИАЛЫ

- СБС ПОЛИМЕРЫ
- ПЛАСТИФИКАТОРЫ
- АДГЕЗИОННЫЕ ДОБАВКИ И ЭМУЛЬГАТОРЫ
- СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ
- ПОЛИФОСФОРНАЯ КИСЛОТА
- СЕРА
- МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ
- МОДИФИКАТОРЫ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

СКЛАДЫ

- МОСКВА
- САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
- НОВОСИБИРСК
- ЕКАТЕРИНБУРГ
- ТОЛЬЯТТИ
- КРАСНОДАР
- ВЛАДИВОСТОК
- КАЗАНЬ
- САЛАВАТ
- ТЮМЕНЬ



108820, Москва, 21-й км Киевского шоссе, владение 3, стр. 2, БЦ «G-10», 6 этаж
Контактные телефоны: 8-800-777-53-25, + 7-968-643-85-37, + 7-968-894-28-32



Правительство
Челябинской области



Министерство дорожного
хозяйства и транспорта
Челябинской области

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
EXPOCHEL RU

ВЫСТАВКА-ФОРУМ

ДОРОЖНО- СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ



17-18 АПРЕЛЯ

г. Челябинск, Radisson Blu Hotel, ул. Труда, 179

www.expochel.ru

Генеральные информационные партнеры:


Официальный печатный орган Министерства транспорта РФ
Транспорт России
Всероссийская транспортная еженедельная информационно-аналитическая газета

 **АВТОМОБИЛЬНЫЕ
ДОРОГИ**
Издаётся с 1957 года

ООО "НПФ Бастион" на рынке с 2005 г., является российским производителем дорожно-строительной техники и оборудования для асфальтобетонных заводов, производства дорожно-строительных работ, а также работ по содержанию дорог. Занимается разработкой, производством и реализацией в широком сегменте: от оборудования для производства строительных и ремонтных материалов (установки по производству битума, битумных эмульсий, мастики, АБЗ и пр.) до широкого ассортимента машин и механизмов для ремонта и строительства (заливщик швов, кохер, рециклер, отсыпщик обочины и т.д.). Собственное производство позволяет выполнять заказы по техническим требованиям заказчиков, по конкурентоспособным ценам, в сочетании с высоким уровнем качества.

Асфальтобетонные заводы под ключ



- все виды асфальта
- производительность от 40 т/ч
- все модули завода выполнены в габаритах морских контейнеров 40 фт. или 20 фт.

Единственные в России, кто производит кохер 10м³

Оборудование "ЛА-10" предназначено для приема, транспортировки и распределения литого асфальтобетона при проведении строительства и ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия



www.npf-bastion.ru
тел. +7 (812) 741-02-65
email: info@npf-bastion.ru

КРУГЛЫЙ СТОЛ

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИТУМА

Требования к качеству битума и битумных вяжущих, используемых в дорожно-строительной отрасли, за несколько последних лет заметно изменились. Появились новые методики, классификации, параметры, стандарты, что, в свою очередь, привело к необходимости дооснащения заводских лабораторий зарубежным (преимущественно западным) оборудованием. Однако примененные против нашей страны санкции внесли свои коррективы, и одной из проблем стал поиск поставщиков высокотехнологичных приборов. Как решается эта проблема в настоящее время? Какими возможностями производства битумных продуктов обладают современные НПЗ? На эти и другие вопросы отвечают ведущие специалисты, представляющие дорожную и нефтеперерабатывающую отрасли. Неоценимую помощь в подготовке материала круглого стола оказали сотрудники дорожной лаборатории государственного предприятия «БелдорНИИ» (г. Минск).



Александр Исаков

– Что можно отнести к числу основных проблем использования битума в дорожной отрасли?

Александр Михайлович Исаков, главный технолог ООО «ПСП «Карьер-Октябрьское» (компания «Кибит»):

– С использованием битума в дорожной отрасли нет никаких проблем, поскольку абсолютное большинство подрядных организаций прекрасно знает, как правильно его применять. Поэтому я несколько перефразировал бы вопрос. Проблема в том, что сам по себе битум очень часто не соответствует стандартам и даже паспортам, по которым его отгружают с заводоизготовителей. У одних производителей битум немного держится в рамках ГОСТ, у других – на десять машин принятого битума в лучшем случае одна будет соответствовать требованиям ГОСТ 33133-2014 (да и то по границам параметров). Основная проблема заключается в том, что производители битумов (нефтеперерабатывающие заводы) относятся к этому материалу как к отходу производства, а не как к продукту, требования к которому по качеству должны быть как минимум не хуже, чем к топливу или маслам. В новом дорожно-строительном сезоне к этой проблеме прибавляется еще и острый дефицит битума – из-за проблем на ведущих НПЗ.

Максим Геннадьевич Жуковин, начальник отдела органических вяжущих отраслевой дорожной лаборатории государственного предприятия «БелдорНИИ»:

– Опираясь на опыт применения дорожных битумов в Республике Беларусь, замечу, что на сегодняшний день отсут-

ствует единая терминология, позволяющая полноценно рассуждать о битуме и его роли в дорожном строительстве.

В республике Беларусь действует СТБ EN 12597-2011 «Битум и битумные вяжущие. Терминология». Термины, приведенные в нем, используются при разработке целого ряда национальных ТНПА. Однако, учитывая, что этот документ вводился в 2011 году по так называемой ускоренной процедуре, в нем содержится определенное количество спорных и неточных определений. В настоящее время в связи с выходом EN 12597:2024 национальный документ пересматривается Госстандартом Республики Беларусь.

Слово «асфальтобетон» состоит из двух слов: «асфальт» (в переводе – «битум») и «бетон», что означает затвердевшую уплотненную смесь минеральных материалов с вяжущим, роль которого выполняет битум. Вид вяжущего (как и в случае с цементобетоном) находится на первом месте и является определяющим для вида материала.

На практике вяжущему, по сути, внимания не уделяется. Причина заключается в том, что получением (именно получением, а не производством!) битума занимается нефтеперерабатывающая отрасль, имеющая свои финансово обоснованные предпочтения. Битум для нефтепереработчиков не является продуктом. В то же время для дорожного строительства битум был и остается основным связующим веществом.



Максим Жуковин



Михаил Славутский

– Как в настоящее время решается вопрос, связанный с выбором методов испытаний битумных вяжущих? Могут ли испытания вяжущих считаться альтернативой динамическим испытаниям асфальтобетонов?

Михаил Александрович Славущий,
канд. техн. наук, заведующий испытательно-исследовательской лаборатории ФАУ «РОСДОРНИИ»:

– Наиболее совершенным комплексом исследований битумного вяжущего, позволяющим ответить на большинство вопросов целесообразности его применения при производстве асфальтобетона, является определение:

- фактического верхнего предела PG-характеристики;
- фактического нижнего предела PG-характеристики;
- параметров усталостной прочности.

При необходимости определяют также энергию когезии и адгезию к минеральному материалу.

Определение вышеперечисленных параметров позволяет:

- оценить пригодность битумного вяжущего при конкретных климатических условиях и параметрах движения;
- оценить последствия модификации битумного вяжущего тем или иным модификатором;
- провести сопоставительное сравнение долговечностей асфальтобетонов на различных битумных вяжущих.

Битумные вяжущие отвечают примерно за 50% долговечности асфальтобетонных покрытий. Остальные 50% долговечности зависят от множества факторов, и в первую очередь – от исходной породы щебня, количества и размера щебеночных частиц, свойств остальных примененных минеральных материалов, а также от использованных при подборе асфальтобетона стандартов, однородности примененных дорожно-строительных материалов и пр. Поэтому комплексные вышеописанные испытания битумных вяжущих могут считаться альтернативой динамическим испыта-

ниям для тех асфальтобетонов, которые близки друг другу по своим минеральным компонентам, например для асфальтобетонов, содержащих сопоставимое количество магматических щебней сопоставимого размера. В том случае, если минеральная часть асфальтобетонов имеет различный генезис, содержит различное количество щебня несопоставимого размера, испытания битумных вяжущих не могут быть альтернативой комплексу испытаний асфальтобетонов, которые должны включать испытания на модуль жесткости, усталостную прочность, колеобразование, истирание и пр.

А.М. Исаков:

– Скопировать какие-то новые технологии у других, не вникая в отечественные реалии и целесообразность, – извечная проблема многих отраслей. Помимо ОФП можно в качестве примера привести технологию RAP. Так, мы скопировали технологию объемно-функционального проектирования и наложили ее на свои особенности. Ничего не имею против ОФП, и, возможно, это правильно, когда не нужно отвлекаться на «мелочи» и можно сосредоточиться на основной задаче. Но у американцев понятия входного контроля материалов для производителя асфальтобетона нет. То есть при получении битума на АБЗ они не проверяют, что им доставлено, и, соответственно, подбирают смесь, не оглядываясь на качество вяжущего материала. У нас же организован более строгий входной контроль, потому что он необходим.

Приведу пример из собственной приемки битума в феврале-марте этого года. Из десяти машин с одного НПЗ только одна попадает в ГОСТ 33133-2014 (да и то с пенетрацией 72). Семь машин доставили продукт, растяжимость которого при 0°C совсем не «идет» в ГОСТ. При требовании не менее 3,7 см идет 3,3–3,5 см, но у некоторых этот параметр составляет 0,8–0,5 см! Одна машина, по сути, оказалась с БНД 100/130 (вместо

70/100), и еще одна – с БНД 50/70. Возникает вопрос: как осуществлять подбор сложной системы, состоящей из большого количества компонентов, если один из основных компонентов нестабилен? Можно, конечно, делать рецепт с учетом возможных изменений реологии вяжущего, но это будет дорого.

– Что можно сказать о задачах и возможностях производства битумов для дорожного строительства на современных НПЗ?

М.Г. Жуковин:

– Основная задача нефтепереработки – это получение топливных продуктов. В этой связи переработка тяжелых нефтей, из которых могли бы быть получены дорожные битумы, обладающие более стабильными физико-химическими характеристиками, остается для дорожников несбыточной мечтой. Также это долгие годы служит определенным оправданием невозможности (а может быть, и нежелания!) получения высококачественных асфальтобетонных смесей, обладающих продолжительным сроком службы.

А.М. Исаков:

– В этом году, похоже, ситуация с битумами будет сложной как никогда ранее, так как часть заводов-производителей повреждены и уже сейчас наблюдается острый дефицит битума. К сожалению, сами заказчики всех уровней не требуют с производителей битума повышения качества последних. Здесь многие работают под девизом «бери, что дают, и не жалуйся». Заказчики, конечно же, понимают проблемы подрядных организаций, но делают вид, что все нормально. Но ведь при этом в нашей стране есть все, чтобы производить лучший в мире битум!

М.А. Славущий:

– Одной из основных проблем в настоящее время является тот факт, что применяемые битумы только на 25% соответствуют требованиям климата и прочим условиям. Особенно катастрофическое поло-



жение с нижним PG-пределом используемого битума. НПЗ в РФ производят битум с нижним PG-пределом -22°C (-28°C – в лучшем случае). Такие значения требуются только в южных регионах РФ. Основная часть страны требует применения битумов с нижним пределом -34°C и даже -40°C .

Поэтому перед НПЗ должна стоять задача обеспечения битумами регионов с той PG-характеристикой, которую требуют условия регионов. Например, высокоинтенсивные автомобильные дороги Московского региона нуждаются в битумах с PG-характеристикой $-34 +70$. Фактическое применение вместо такого битума вяжущего с характеристикой $-28 +64$ приводит к сокращению фактического срока наступления потребности в последующем ремонте при прочих равных условиях на 30–50%.

– В чем кроется основная причина разрушений асфальтобетонных покрытий?

А.М. Исаков:

– Это извечный больной вопрос. Здесь трудно сказать однозначно,

поскольку проблем, приводящих к преждевременному разрушению, может быть довольно много. Часто это может быть нарушением технологии производства / укладки смесей. Но всегда очень обидно, когда сделано все по технологии производства укладки, а асфальт разрушился весной – из-за того, что битум оказался не тот. Поскольку речь идет о вяжущих материалах, то рассмотрим проблемы, связанные именно с низким качеством вяжущих.

Как было сказано выше, битум для НПЗ – это не совсем продукт, это еще и отход («хвост» процесса), и удобная «сливная яма» для темных отходов (справедливости ради надо отметить, что мазут в этом плане куда более предпочтителен). Из-за этого нарушается групповой состав, реология (когезионные связи), ухудшаются адгезионные свойства. Как следствие – эрозия, преждевременное растрескивание, колейность.

М.А. Славцкий:

– К основным причинам разрушений асфальтобетонных автомобильных покрытий в РФ, на мой

взгляд, относятся следующие (ранжированы ниже по степени своей значимости):

- несоответствие капитальности конструкции условиям движения и грунтово-гидрологическим условиям;
- несоответствие характеристик битумного вяжущего требованиям климата и движения;
- недостаточное качество минерального материала, включая исходную породу и гранулометрический состав;
- ошибки и неверное целеполагание при проектировании асфальтобетонных;
- низкое качество работ при производстве и укладке асфальтобетона.

М. Г. Жуковин:

– Основной причиной разрушений асфальтобетонных покрытий является старение битума. Общеизвестно, что битум как органическое вещество подвержен необратимому процессу старения, выраженному в потере легких фракций и, следовательно, снижении упруго-пластичных свойств и сопротивляемости пониженным температурам.

Регулярные модернизации, проводимые НПЗ республики Беларусь, привели к тому, что начиная с 2011 года дорожники вынужденно перешли на использование более «жестких» битумов (условно: с марки БНД 90/130 по ГОСТ 22245-90 на 70/100 по СТБ EN12591-2010). И при производстве горячих асфальтобетонных смесей этот момент изначально прошел незамеченным (как не обращали внимания на битум, так и не обращаем). Но при целом ряде ремонтных и профилактических технологий, основанных на применении битумных эмульсий (например, поверхностные обработки), проблемы проявились сразу и вынудили искать способы их устранения. То есть можно говорить о том, что мы изначально применяем дорожные битумы со сниженным «жизненным циклом», при этом ожидая от устраиваемых асфальтобетонных конструктивных слоев такой же долговечности, как и ранее.

Важно также добавить и о проблемах применения «жестких» битумов. Так, часто приходится слышать мнение, что применение битумов марки 70/100, а то и 50/70 способствует снижению возникновения пластических деформаций (колеи на асфальтобетонных покрытиях). И это подтверждается проводимыми лабораторными исследованиями. Однако натурные наблюдения за участками, подверженными экстремальным нагрузкам (например, места торможения), показывают, что если ранее в таких местах появлялись пластические деформации, то теперь спустя 2–3 года образуются выбоины.

Кроме того, более «жесткие» битумы менее восприимчивы к низким температурам. Это лучше всего подтверждается определением растяжимости битумов при 0°C либо жесткости и абсолютного значения наклона кривой ползучести битумного вяжущего при отрицательных температурах с помощью реометра, изгибающего балочку (BBR).

Основной эксплуатационной характеристикой битума является так называемый «интервал пластичности», который существенно изменяется при нагреве до рабочей температуры приготовления горячих асфальтобетонных смесей.

Учитывая, что современные битумы не обладают интервалом пластичности, позволяющим работать при меняющихся температурных условиях, появляется необходимость их обязательной модификации.

– Насколько проработаны механизмы использования модифицированных полимерами битумов для увеличения надежности и долговечности дорожных покрытий?

А.М. Исаков:

– На сегодняшний день технология модификации битумов и их использования достаточно развита в нашей стране. Модификация битумов является относительной панацеей от некачественных немодифицированных битумов, так как позволяет «подправить» реологию и улучшить физико-механические свойства вяжущих. Но все это относительно, так как модифицированный битум на 85–90% состоит из того же БНД. Одной из проблем, на мой взгляд, является то, что крупные ВИНК практически вытесняют с рынка небольших производителей, хотя при этом не в состоянии закрыть всю потребность в модифицированных вяжущих в стране.

Для конкурирования с ВИНК мелким производителям приходится снижать себестоимость своего ПБВ, что приводит к снижению качества модифицированных битумов и зачастую портит общую картину их применения. В таком случае заказчик видит увеличение стоимости, но не видит существенного повышения качества.

М.Г. Жуковин:

– Полимерно-битумные вяжущие, представляющие собой смесь

битума, СБС-полимера и пластификатора, давно зарекомендовали себя как продукт, способный обеспечивать получение высококачественных асфальтобетонных смесей.

Как и любая сложная система, состоящая из нескольких компонентов, для достижения максимальной эффективности, она нуждается в разработке оптимальной рецептуры и воспроизведении этой рецептуры в производственных условиях. Зачастую данные процессы требуют существенных материальных затрат на модернизацию материально-технической базы. Это необходимо, поскольку в противном случае существует реальная опасность получить негативный опыт.

– Какие преимущества имеет так называемый «холодный» способ применения битума?

А.М. Исаков:

– Такой способ хорошо подойдет для укрепления грунтов (при определенных условиях) и для ямочного ремонта. Но на «холодных» битумных технологиях полноценного асфальтобетона не получить.

М.Г. Жуковин:

– Бесценный опыт «попробовать» и далее развить «холодный» способ применения дорожных битумов в виде катионных битумных эмульсий на территории Республики Беларусь позволил создать разветвленную сеть специальных производств.

На сегодняшний день битумные эмульсии в Республике Беларусь применяются при всех видах дорожных работ. Особо можно отметить находящиеся в эксплуатации по 15–18 лет без существенных дефектов асфальтобетонные покрытия, устроенные из эмульсионно-минеральных смесей. Битумные эмульсии – это доступный и эффективный способ повлиять на качественные характеристики битумного вяжущего и продлить срок его службы.

ПЛАСТИФИКАТОРЫ: ЧТО ЭТО И ДЛЯ ЧЕГО ОНИ НУЖНЫ?

Слово «пластификатор» уже давно и прочно занимает свое почетное место в лексиконе специалистов, работающих с битумами, производящих модифицированные битумы и целый ряд строительных материалов на основе битума. Но при этом имеется определенный нормативный пробел по применению пластификаторов и их классификации.

На сегодняшний день в этой узкой, но крайне необходимой части битумной отрасли сложилась система абсолютного «зоопарка». Единственный документ, который более или менее регламентирует применение пластификатора, – это ОДМ 218.2.003–2007, в котором рекомендуется к применению в качестве пластификатора индустриальное масло по ГОСТ 20799–2022 (новая редакция в ОДМ, ссылка на редакцию ГОСТ 20799–1988) и сырье для производства БНД (то есть гудрон по сути), либо их смесь. Но в какой-то момент дорожное сообщество разочаровалось в индустриальном масле как в пластификаторе для ПБВ (здесь и далее под этой аббревиатурой понимаются модифицированные вяжущие материалы на основе битума) и в ход пошло все, что только имеет в своем названии слова, похожие на слово «масло» и «пластификатор».

Как пример, «Экстракт селективной (фенольной) очистки масел» ТУ-0258–019–48120848–2001, «Пла-

стификатор марки А», «Пластификаторы РН и ПН» для шинной промышленности и т. д. Разумеется, тут же в это дело подтянули отработки различных масел: моторных, трансмиссионных, гидравлических и трансформаторных (последние очень быстро перестали применять из-за дороговизны, но при желании – можно!).

На рубеже 2016–2021 годов проблем с альтернативными пластификаторами не было, очень быстро в производстве ПБВ были отработаны все вышеописанные материалы, которые в целом хорошо себя зарекомендовали, были относительно стабильны, поскольку так или иначе являлись отходами отлаженного нефтеперерабатывающего производства (за исключением отработок) и довольно активно использовались в крупнотоннажном производстве.

С запуском национального проекта БКД производство модифицированных битумов значительно увеличилось и доходило до

1 млн тонн в год, а это в среднем от 80 до 100 тыс. тонн пластификаторов в год. Кроме того, сюда накладывался тот факт, что производители масел стали более бережно использовать отходы их производства, выросло потребление пластификаторов со стороны производителей РТИ (резинотехнических изделий). Это создало к сезону 2023 года дефицит пластификаторов на рынке, который усилился в 2024 году и точно никуда не денется в текущем 2025 году.

Как и положено по правилам экономики, – спрос рождает предложение...

На рынке увеличилось количество предложений по пластификаторам не от непосредственных производителей масел, а от компаний, которые не имеют к ним никакого отношения.

Возрос спрос на различные отходы от продуктов нефтяной и нефтехимической отраслей (с тем или иным содержанием масел).

На рынке стали появляться «пластификаторы» с абсолютно непредсказуемым содержанием. Это постепенно приводило к тому, что полученный производителем ПБВ-пластификатор, по внешнему виду не выдающий никаких отклонений от «нормы», в процессе производства ПБВ давал эффект неоднородности, запуская в готовом ПБВ процессы частичной вулканизации (рис. 1 и рис. 2).

Объяснить данный процесс довольно сложно, так как современные рецептуры производства ПБВ в большинстве случаев используют химические активные ПАВ, адгезионные добавки, кислоты, серу и пр. Поэтому сказать, что же однозначно запустило такой процесс в уже «готовом» ПБВ, очень сложно.



Битумный фильтр (рис. 1) и арбитражная проба (рис. 2) с одной из партий с определенным «пластификатором»

Осмелюсь предложить гипотезу, что в пластификаторе использовались какие-то отходы с высоким содержанием серы, а поскольку некто (скорее всего, сам производитель пластификатора), не зная о высокой дозировке серы, добавил дополнительно еще и свою серу (по рецепту), таким образом получилась частичная вулканизация. Но, повторюсь, это гипотеза. Поэтому внимательно (визуально) смотрим на получаемый пластификатор, оценивая его.

Если вдруг у новой партии пластификатора появился зеленый оттенок, которого не замечали ранее (желательно держать для этого арбитражную пробу), а при нагреве чувствуется запах серы, то лучше проверить такой пластификатор в лаборатории, прежде чем запускать его в производство. Скорее всего, он отработает как надо, но рецептуру придется подкорректировать.

Потребление пластификаторов также возросло благодаря введению в действие новых стандартов, адаптированных с системы Superpave оценки вяжущих материалов, известных у нас как серия ГОСТ Р 58400 (х) – 2019. Ведь для изготовления PG с нижним пределом от -34°C и ниже требуется достаточно высокая дозировка пластификатора. При этом далеко не все пластификаторы способны достичь такого уровня низкотемпературной устойчивости, например, гудрон (сырье

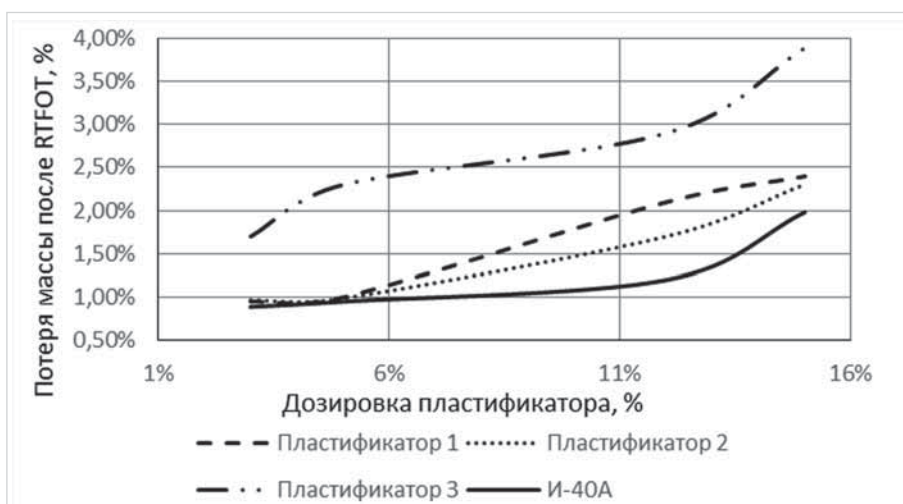


Рис. 3. Изменение массы после RTFOT с увеличением дозировки пластификаторов

битумное). Приходится увеличивать дозировку пластификатора до 15% в композиции, и здесь можно столкнуться со следующей проблемой: устойчивость к краткосрочному старению и, разумеется, изменению массы после RTFOT. Так как использование отработанных масел зачастую связано с попаданием в них легких топливных фракций или иных сопутствующих материалов, именно эти материалы, будучи не впитанными СБС-полимером или самим битумом, могут «выдуваться» в RTFOT достаточно интенсивно, приводя к завышенной потере массы и ощутимым изменениям реологических свойств. Использование пластификаторов от различных производителей показывает, что вполне реально получить пластификатор, который не будет работать по этому параметру совсем. Это означает, что

сделать на таком пластификаторе ПБВ-90 еще можно, поскольку в этом стандарте нет таких жестких требований по устойчивости к краткосрочному старению, но вот с PG 64-34 – уже не получится.

На рис. 3 показано, как с увеличением дозировки различных пластификаторов меняется масса композиции после RTFOT. Как видно, после увеличения дозировки свыше 5% практически по всем пластификаторам наблюдается «выдувание» лишнего пластификатора – того, который не впитал ни СБС, ни битум. Здесь следует особо отметить, что далеко не все пластификаторы впитываются СБС, и это очень наглядно показывает простой тест, который можно сделать в любой лаборатории (рис. 4).

На этом простом тесте видно, как СБС впитывает пластификатор.



Рис. 4. Наглядный пример взаимодействия пластификатора и СБС-полимера в соотношении 25% СБС на 75% пластификатора

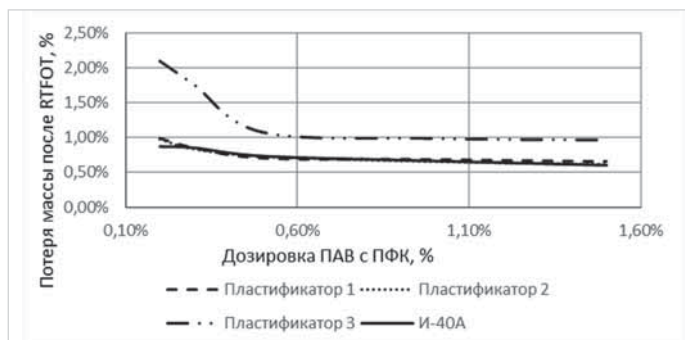


Рис. 5. Изменение массы после RTFOT в зависимости от дозировки ПАВ с ПФК

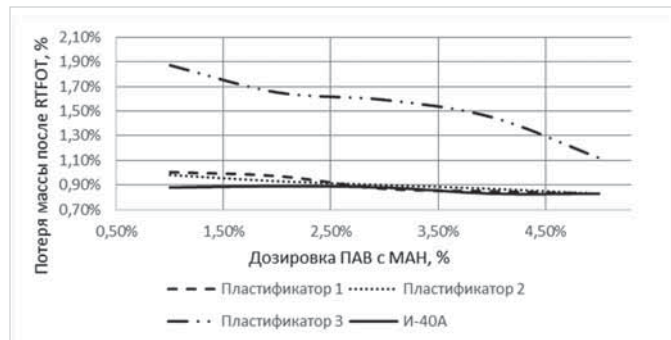


Рис. 6. Изменение массы после RTFOT в зависимости от дозировки ПАВ с МАН

При этом какие-то он впитывает без остатка, структурируется и даже становится промутером адгезии, а на каких-то пластификатор остается не впитанным (не вошедшим в структуру СБС). Если остаток пластификатора, который не впитан СБС, не впитается и битумом, это будет та часть, которая ухудшает адгезию, поскольку будет выдуваться на RTFOT, давая сверхнормативное изменение массы.

Процесс удержания свободных фракций пластификатора в системе «битум – полимер – пластификатор» возможно химическими методами: добавлением ПАВ в систему, которая дополнительно связывает свободные фракции пластификатора, удерживая их в системе и повышая ее устойчивость к краткосрочному старению (рис. 5 и рис. 6).

Исходя из наших наблюдений за работой различных пластифи-

каторов, мы попытались сделать свою классификацию пластификаторов (см. рис. 7).

В качестве заключения отмечу, что возросшие требования к качеству вяжущих материалов показывают следующее: чтобы сделать качественное РГ-вяжущее с широким интервалом пластичности от -34°C и ниже и верхними значениями не ниже $+64^{\circ}\text{C}$, нужно подходить к процессу подбора рецептур более гибко, обращая внимание на то, чтобы это не стало «золотой» рецептурой.

Битум, пластификатор, полимер – такая схема, увы, уже не работает. Может потребоваться вариант применения гибридной рецептуры, с использованием двух и более марок полимера, а также пластификатор может здесь сыграть немаловажную роль.

Наш опыт производства сложных битумно-полимерных систем показывает, что правильно сделанный комплексный пластификатор может максимально эффективно закрыть ряд проблем, возникающих при производстве таких систем. Важно оптимизировать групповой состав, не ухудшить, а улучшить адгезию, повысить устойчивость к старению.

Наши специалисты готовы не только подбирать, но и производить пластификаторы под требования Заказчика, с акцентом на себестоимость.

А.М. Исаков,

главный технолог

ООО «ПСП «Карьер Октябрьское»
(торговая марка «Кибит»)

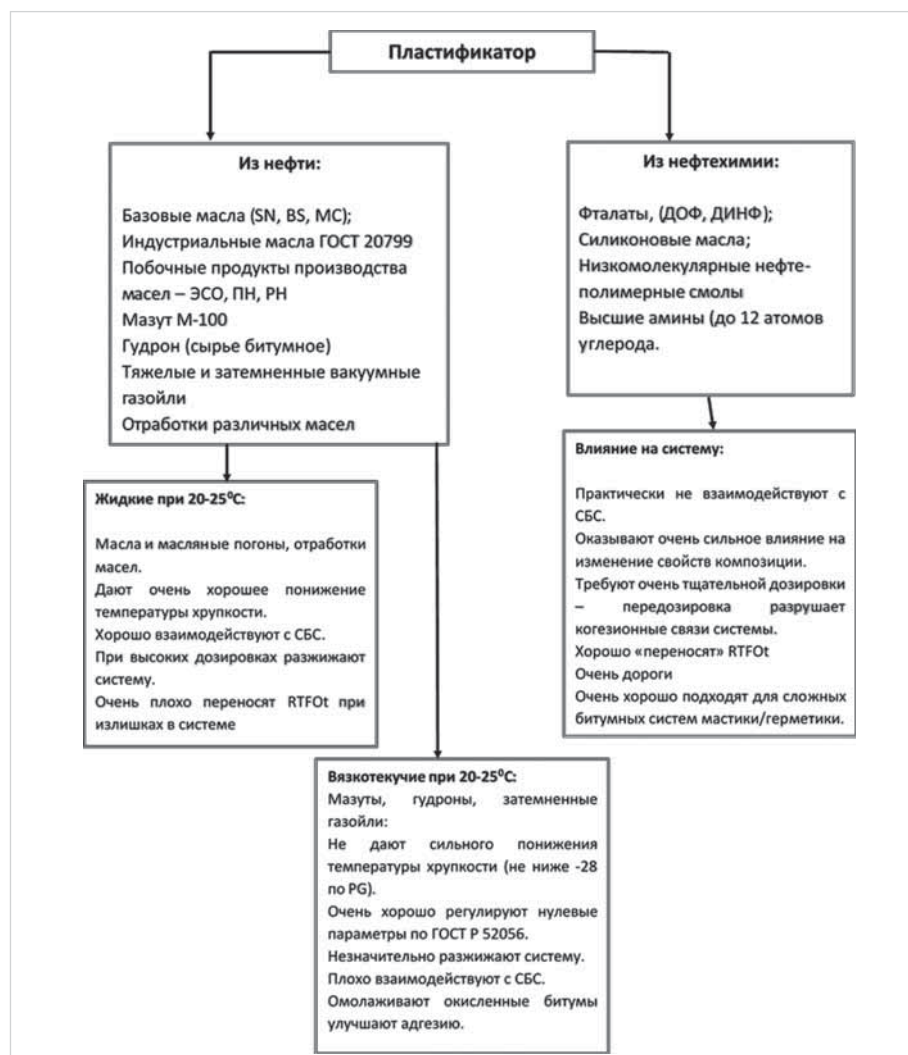


Рис. 7. Попытка классификации пластификаторов



ООО «ПСП «Карьер Октябрьское» (торговая марка «Кибит») производит материалы для дорожной разметки и модифицированный битум.

В числе продукции: краски (эмали), термопластики, холодные пластики, спрей-пластики, бордюрная краска, БНД и модифицированный битум PG, ПБВ, пластификаторы.

«Кибит» помогает решить проблемы:

- тусклых разметочных материалов, которые быстро стираются и подрядчику приходится переделывать работу по гарантии или суду;
- забивания краски в разметочные машины: консистенция материалов однородная и они легко наносятся.

Преимущества компании:

- легкость и быстрота нанесения материалов, долговечность;
- гибкая ценовая политика, скидки за объем поставок;
- доставка собственным транспортом/помощь в подборе транспортной компании.

Тел.: +7 (496) 623-17-59
E-mail: info@kibit-oktober.ru
www.kibit-oktober.ru



t.me/kibitkolomna



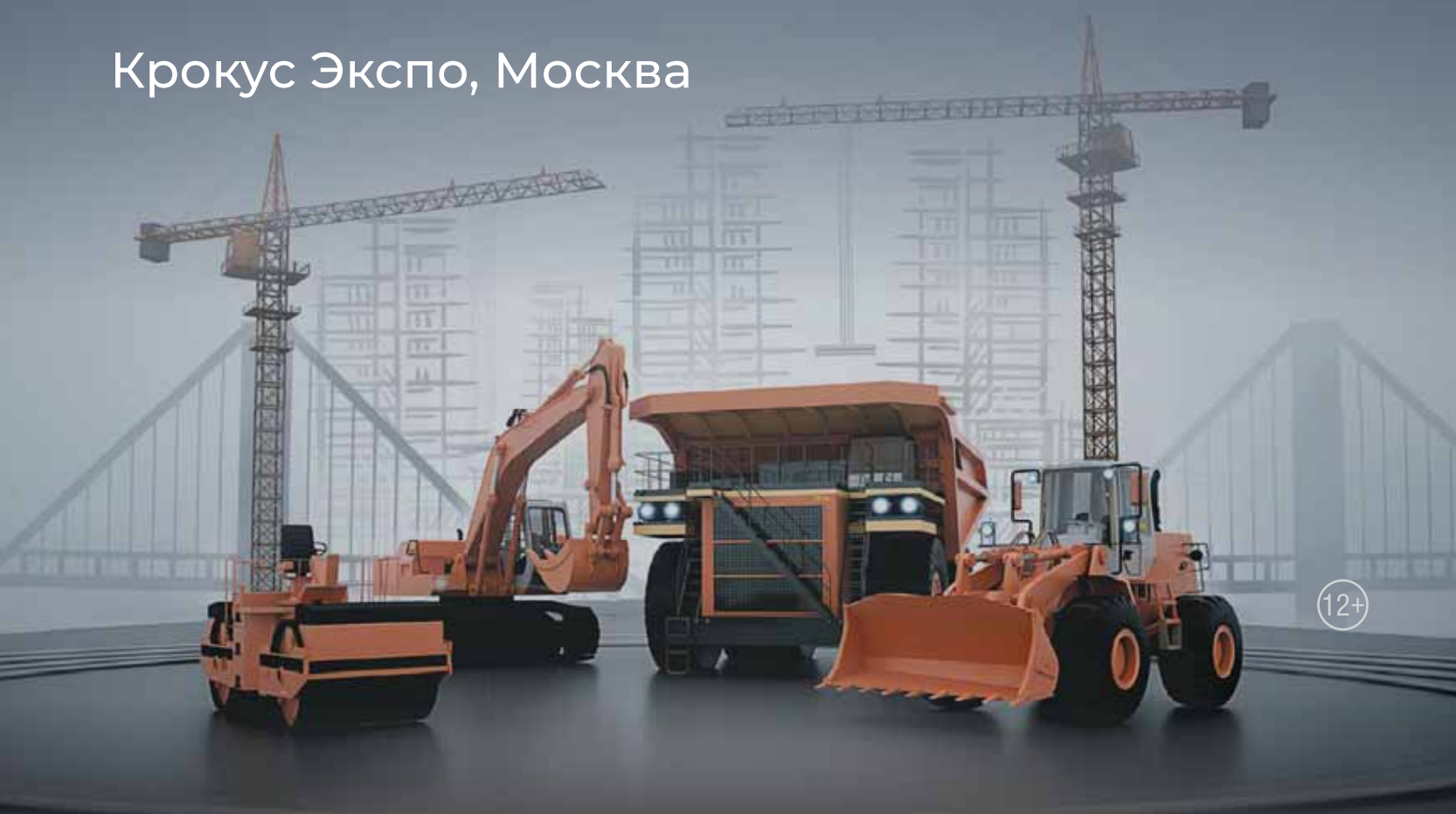
25^{ЛЕТ} СТТ ЭХРО

ОСНОВА ВАШЕГО УСПЕХА

Главная выставка строительной
техники и технологий в России

27–30 мая 2025

Крокус Экспо, Москва



Разделы выставки:

- Строительная техника и транспорт
- Производство строительных материалов
- Добыча, обогащение и транспортировка полезных ископаемых
- Запчасти и комплектующие для машин и механизмов. Смазочные материалы

Организатор



При поддержке



ctt-expo.ru

METONG

**ROAD
MACHINERY**

**АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ
ЗАВОДЫ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА
ВСЕХ ТИПОВ АСФАЛЬТА**



**БЫСТРОМОНТИРУЕМЫЕ!
ЕСТЬ В НАЛИЧИИ!**



реклама



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

ПЕРЕРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ГРАНУЛЯТА НА АБЗ

Основным видом дорожных покрытий в России и за рубежом являются асфальтобетонные покрытия. Их протяженность ежегодно растет. Увеличение объемов строительства и ремонта автомобильных дорог требует существенного снижения их материалоемкости за счет применения ресурсосберегающих технологий.

Такие технологии предусматривают переработку асфальтобетона при его снятии холодным фрезерованием или разломом материала покрытий с последующим использованием асфальтобетонного гранулята на дороге или АБЗ.

Технология переработки асфальтобетонного гранулята широко применяется за рубежом, где объем его использования составляет 50% и более от общего количества выпускаемых асфальтобетонных смесей. В России эти технологии получают все большее применение при производстве горячих и теплых смесей на АБЗ.

В настоящее время свойства асфальтобетонного гранулята регламентируются ГОСТ Р 59118.1-2020 [1]. Принятые в последнее время нормативные документы ГОСТ Р 58406.1-2020 [2], ГОСТ Р 58406.2-2020 [3], ГОСТ Р 54401-2020 [4], ГОСТ Р 70396-2022 [5] и другие дают дорожным организациям основания для увеличения объемов использования асфальтобетонного гранулята в России.

В настоящее время в России и за рубежом все более широко применяется переработка асфальтобетонного гранулята при приготовлении горячих асфальтобетонных смесей на АБЗ. Этот метод позволяет перерабатывать весь отфрезерованный старый асфальтобетон, экономить энергетические и материальные ресурсы при производстве асфальтобетонных смесей, а также ис-

пользовать уже имеющиеся на АБЗ асфальтосмесительные установки, проводя их модернизацию и дооснащение дополнительными узлами и агрегатами.

Одним из основных этапов процесса переработки гранулята является его подготовка. Основная особенность гранулята – его неоднородность, поскольку при разборке асфальтобетонных покрытий и их складировании на АБЗ может происходить перемешивание материалов, поступающих с разных объектов ремонта асфальтобетонных покрытий [6].

Установлено, что повышение однородности асфальтобетонного гранулята можно обеспечить за счет его дробления с разделением агрегатов на крупную и мелкодисперсную части. Дробление агрегатов гранулята позволяет более эффективно использовать исходные компоненты, повысить однородность асфальтобетонных смесей за счет раздельного дозирования фракций, обеспечить возможность регулирования свойств вяжущего, утраченных в процессе эксплуатации [7].

Обязательность дробления асфальтобетонного гранулята при подготовке к использованию для приготовления асфальтобетонных смесей предусмотрена в ГОСТ Р 59118.1-2020 [1].

За рубежом для подготовки гранулята к использованию на АБЗ

применяются дробильно-сортировочные комплексы компаний Astec (США), NFLG (Китай), а также грануляторы компании Benninghoven (Германия).

В России для дробления, сортировки гранулята и подготовки его к использованию возможно использование оборудования на основе дробилки ЦУД-1600 и грохотов ГИС-63, выпускаемых компанией «ДТМ». В связи с тем, что в настоящее время приобретение комплексов оборудования для измельчения гранулята из Китая требует значительных капитальных вложений, следует рассматривать возможность увеличения объемов производства оборудования и создания новых аналогичных производств для выпуска отечественного оборудования.

Важно при подготовке асфальтобетонного гранулята уделять внимание условиям его хранения. Гранулят должен складироваться под навесами в отдельных штабелях, исключающих попадание воды. Площадки для складирования должны быть выполнены с обеспечением водоотвода. Во избежание сегрегации и комкования подготовленного асфальтобетонного гранулята следует проводить его перемешивание.

При хранении полученного после дробления асфальтобетонного гранулята на открытых площадках влажность мелких его фракций может увеличиваться до 6%. Для обеспечения требуемой при выпуске температуры асфальтобетонной смеси с добавлением влажного гранулята необходимо уменьшать его дозировку или нагревать каменные материалы до 260–270°C. Это резко снижает про-

изводительность асфальтосмесительной установки и увеличивает расход топлива на 30–40%.

С целью снижения энергозатрат, повышения производительности и увеличения количества добавляемого гранулята предложено дополнительно гранулировать мелкую фракцию сразу после дробления (Патент 2651571). При гранулировании дробленый материал обрабатывается поверхностно-активным веществом (ПАВ), обеспечивающим пластификацию вяжущего и гидрофобизацию гранул. В процессе гранулирования происходит уплотнение материала и отжатие воды. Влажность гранулята уменьшается на 2–2,5%. Обработка ПАВ и уплотнение гранул обеспечивает их гидрофобность в процессе хранения; влажность гранул не увеличивается, несмотря на возможное намокание при выпадении осадков.

Предложенная технология позволяет повысить эффективность применения асфальтобетонного гранулята за счет увеличения его содержания в смеси.

Совершенствование конструкций установок и технологических схем использования асфальтобетонного гранулята направлено на увеличение его количества в составе асфальтобетонной смеси. При этом основной задачей является уменьшение влияния высокотемпературного воздействия газов и пламени горелки на перерабатываемый материал с целью снижения концентраций образующихся загрязняющих веществ и исключения выгорания входящего в состав гранулята вяжущего.

В Европе и России переработка асфальтобетонного гранулята при приготовлении горячих и теплых асфальтобетонных смесей осуществляется в установках циклического действия. В США предпочтение отдается установкам непрерывного действия.

В парке асфальтосмесительных установок в России наибольшую долю (более 90%) занимают асфальтосмесительные установки

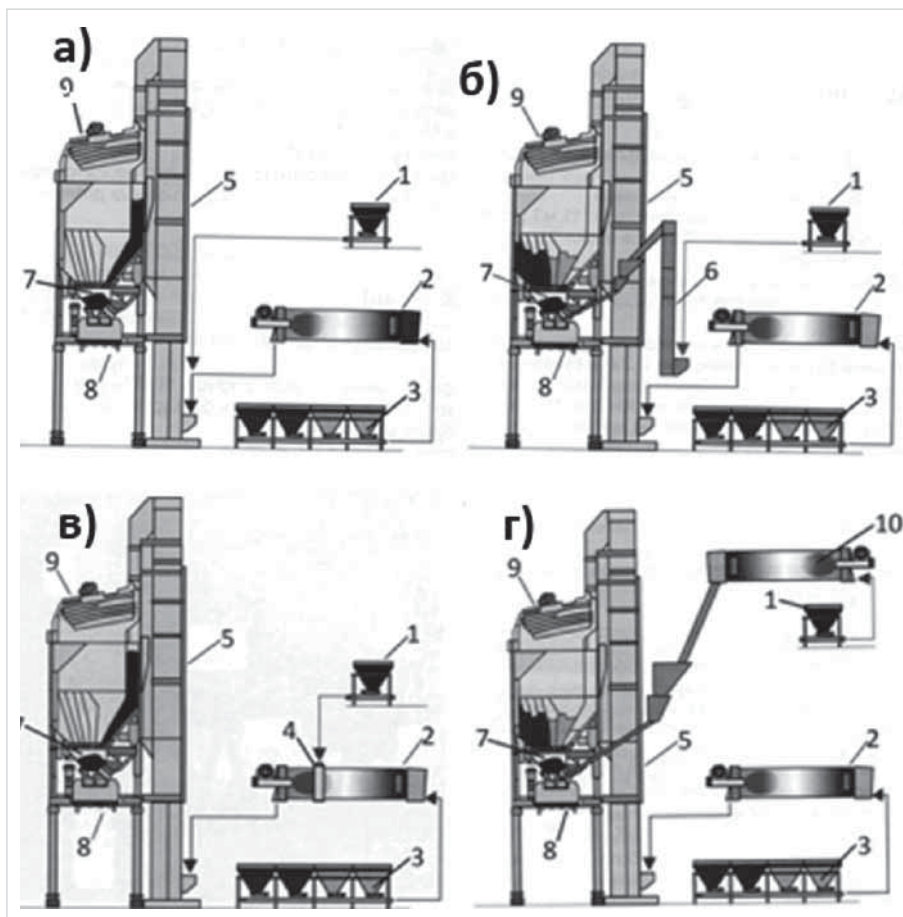


Рис. 1. Способы подачи асфальтобетонного гранулята при приготовлении асфальтобетонных смесей в установках циклического действия: а) с подачей асфальтобетонного гранулята к основанию горячего элеватора; б) с подачей асфальтобетонного гранулята в весовой бункер, дозатор новых каменных материалов или смеситель через специальную весовую систему; в) с подачей асфальтобетонного гранулята в сушильный барабан через кольцо рециклинга; г) с использованием сдвоенного сушильного барабана; 1) бункер с дозатором асфальтобетонного гранулята; 2) сушильный барабан; 3) бункеры с дозаторами новых материалов; 4) рециклинговое кольцо; 5) горячий элеватор; 6) элеватор для подачи асфальтобетонного гранулята в смеситель или в весовой бункер новых каменных материалов; 7) бункер-дозатор каменных материалов; 8) смеситель; 9) грохот; 10) сушильный барабан для асфальтобетонного гранулята

циклического действия, в которых при модернизации можно готовить асфальтобетонные смеси с добавлением асфальтобетонного гранулята [6].

Эффективность использования асфальтобетонного гранулята во многом определяется выбором способа подачи подготовленного гранулята в асфальтосмесительную установку. Специалистами «АБЗ Капотня» исследовались различные способы подачи переработанного асфальтобетонного гранулята в асфальтосмесительную установку циклического действия для приготовления асфальтобетонной смеси (рис. 1).

Наиболее простой технологический вариант на установках циклическо-

го действия включает дробление асфальтобетонного гранулята и его подачу в нижнюю часть элеватора к каменным материалам, прошедшим сушильный барабан и имеющим температуру 220–260°C (рис. 1а). Добавка переработанного асфальтобетонного гранулята обычно не превышает 10–15%. При использовании асфальтобетонного гранулята необходимо учитывать, что при низких капитальных вложениях на дооснащение АБЗ (только узлом дробления и дозирования) снижается производительность асфальтосмесительной установки, а перегрев новых каменных материалов связан с увеличением расхода топлива на их сушку.

Подача переработанного асфальтобетонного гранулята в весовой



бункер-дозатор новых каменных материалов или смеситель через специальную весовую систему (рис. 1б) обеспечивает возможность их грохочения, что позволяет осуществить весовое дозирование гранулята с высокой точностью. Практическая реализация способов подачи (см. рис. 1а, б) показала, что при наличии влажного гранулята его содержание не может превышать 20%. Это связано с интенсивным парообразованием и выбросом мелких фракций при объединении влажного гранулята с горячими каменными материалами [7].

В настоящее время в России и за рубежом применяется вариант введения холодного гранулята в сушильный барабан через кольцо рециклинга. При этом обеспечивается возможность повышения доли гранулята до 35% (рис. 1в) без снижения производительности асфальтосмесительной установки.

Для дальнейшего увеличения количества добавляемого гранулята (до 50%) и повышения качества приготавливаемой асфальтобетонной смеси за рубежом применяют системы его подогрева с использованием дополнительного сушильного барабана, где нагрев осуществляется при температуре относительно ниже (120–140°C), чем в барабане, который применяют для прямого нагрева минеральных материалов при стандартных температурах (200–250°C).

Окончательный нагрев гранулята осуществляется путем тепло-

обмена материалов в процессе перемешивания. Такая технология в России в единичных случаях реализована при использовании асфальтосмесительного оборудования зарубежных компаний из Европы и Китая.

В ближайшей перспективе выпуск в России асфальтосмесительных установок для реализации рассмотренных выше технологий пока не предусмотрен.

По ГОСТ Р 58118.1–2020 для дорог с тяжелыми условиями движения применение переработанного гранулята (RAP) в составе асфальтобетонных смесей в верхнем слое покрытий допускается не более 20%. При применении в составе асфальтобетонных смесей на полимерно-битумном вяжущем доля переработанного асфальтобетонного гранулята (RAP) снижается до 15%.

Опыт применения установок циклического действия показал, что, используя различные варианты подачи гранулята в асфальтосмесительную установку, можно обеспечить его содержание в количестве 15–40% от массы регенерированной смеси.

В асфальтосмесительных установках непрерывного действия, получивших широкое развитие в США, асфальтобетонный гранулят перерабатывается вместе с новым минеральным материалом в комбинированном сушильно-смесительном барабане. Подача асфальтобетонного гранулята осу-

ществляется вместе с минеральными материалами непосредственно в среднюю часть барабанного смесителя. Процент подаваемого гранулята может достигать 50% от массы смеси.

Выпуск установок непрерывного действия с барабанным смесителем, обеспечивающим подачу асфальтобетонного гранулята до 50%, осуществляет российская компания «ДТМ». Однако использование асфальтосмесительных установок со специальным барабанным смесителем связано со значительными затратами на их изготовление в России или приобретение за рубежом.

В настоящее время представляется целесообразным модернизация установок циклического действия для реализации заводской технологии производства асфальтобетонных смесей с использованием асфальтобетонного гранулята.

Следует отметить, что при приготовлении асфальтобетонных смесей с использованием гранулята увеличиваются выбросы вредных веществ в атмосферу. Это можно устранить за счет снижения температуры приготовления смесей при использовании технологии теплых смесей с добавлением асфальтобетонного гранулята [8].

Исследования ООО «Дорэксперт» показали, что применение гранулята в теплых смесях дает снижение выбросов до 10%. При этом обеспечиваются физико-механические свойства аналогичные свойствам асфальтобетона, приготовленного из новых материалов [9].

В настоящее время для приготовления теплых асфальтобетонных смесей применяются два основных способа: использование добавок ПАВ (поверхностно-активных веществ) или специального оборудования для вспенивания битума. Использование добавок зарубежного производства не всегда экономически оправдано. Применение специального оборудования для вспенивания битума позволяет снизить расход топлива для по-

догрева каменных материалов до 20%, в зависимости от влажности материалов и уменьшить количество битума до 2 кг на одну тонну асфальтобетонных смесей.

Выводы

■ Необходимым условием внедрения заводской технологии переработки асфальтобетонного гранулята является его дробление и сортировка с последующим хранением и защитой от атмосферных осадков.

■ На данном этапе наиболее эффективный вариант заводской технологии регене-

рации – применение сушильного барабана с дополнительным кольцом рециклинга, что позволяет использовать до 30–40% асфальтобетонного гранулята при относительно небольших капитальных вложениях.

■ Широкое применение заводской технологии регенерации требует организации выпуска отечественного оборудования для дробления гранулята, дополнительных узлов для его введения, а также сушильных барабанов с дополнительным кольцом рециклинга.

■ Расширение производства теплых асфальтобетонных смесей

позволяет широко использовать асфальтобетонный гранулят при снижении выбросов вредных веществ в атмосферу.

А.П. Лупанов,
д-р техн. наук,
профессор МАДИ,
В.В. Силкин,
канд. техн. наук,
профессор МАДИ,
В.В. Рудакова,
канд. техн. наук, доцент МАДИ,
Е.Е. Шалдыбин,
аспирант МАДИ,
А.В. Силкин,
инженер ООО «АБЗ Капотня»

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 59118.1–2020 Дороги автомобильные общего пользования. Переработанный асфальтобетон (RAP). Технические условия. М.: «Стандартинформ», 2020.
2. ГОСТ Р 58406.1–2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смесей щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. М.: «Стандартинформ», 2020.
3. ГОСТ Р 58406.2–2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смесей горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. М.: «Стандартинформ», 2020.
4. ГОСТ Р 54401–2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смесей литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Технические условия. М.: «Стандартинформ», 2020.
5. ГОСТ Р 70396–2022. Дороги автомобильные общего пользования. Смесей теплые асфальтобетонные и асфальтобетон. Общие технические условия. М.: «Стандартинформ», 2022.
6. Лупанов А.П. Повторное использование асфальтобетона на АБЗ. Монография / А.П. Лупанов, В.В. Силкин. М.: «Экон-Информ», 2019.
7. Лупанов, А.П. Совершенствование, научное обоснование и промышленное освоение технологического процесса производства асфальтобетонных смесей с использованием «старого» асфальтобетона: дис. докт. техн. наук: 05.17.08 / А.П. Лупанов. Ярославль, 2010.
8. Крупин, Н.В. Опыт повторного применения дорожного асфальтобетона в США / В.Н. Крупин // Дороги России. 2018. №5 (107). С. 12–19.
9. Лупанов А.П., Силкин В.В. Теплые смеси с добавлением асфальтового гранулята // Дороги и мосты. 2018. №1. С. 291–307.



**Акустические
Конструкции 21**

ООО «Акустические Конструкции 21» основано
в июле 2021 года. В 2023 году вошло в состав
Национальной Транспортной Ассоциации

Основным видом деятельности организации является изготовление шумозащитных экранов с повышенными эксплуатационными характеристиками для нужд Росавтодора и РЖД. Организация имеет в своем распоряжении производственный цех площадью 2100 м² с линией профилирования, мощность которой составляет 40 000 м² шумозащитных экранов в месяц.

тел. +7 (812) 921-00-15 | ak21.ru | mail@ak21.ru



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫМ ВЯЖУЩИМ, ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ДОБАВОК

В представленной статье сопоставляется дисперсия результатов испытаний укрепленных минеральным вяжущим грунтов с интервалами значений, разделяющих марки укрепленных грунтов по прочности. Рассматривается зависимость вывода об эффективности действия добавок при укреплении грунтов минеральным вяжущим от надежности определения марки по прочности.

В настоящее время в Российской Федерации действует ряд нормативно-технических документов, устанавливающих требования к грунтам, стабилизированным или укрепленным неорганическими вяжущими:

■ ГОСТ Р 70452-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты стабилизированные и укрепленные неорганическими вяжущими. Общие технические условия»;

■ ГОСТ Р 70196-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Комплексные минеральные вяжущие для стабилизации и укрепления грунтов. Технические условия».

Согласно перечисленным национальным стандартам, для улучшения свойств и повышения несущей способности грунтов рабочего слоя основания автомобильных дорог наряду с введением в грунты вяжущих материалов допускается применение специализированных материалов и добавок. Соответственно, возникает вопрос оценки эффективности и целесообразности применения специализированных добавок при укреплении грунтов минеральным вяжущим.

Существующая в настоящее время классификация грунтов по их гранулометрическому составу и классификация цементов по прочности не учитывает особенностей их химических составов. Эффективность и целесообразность действия специализированных добавок при

укреплении грунтов минеральным вяжущим зависит именно от особенностей химических составов как укрепляемых грунтов, так и применяемых при этом цементов. Поэтому эффективность и целесообразность действия специализированных добавок, применяемых при укреплении грунтов минеральным вяжущим, должна оцениваться индивидуально для каждой пары грунт-цемент.

В соответствии с ГОСТ Р 70452-2022, грунты, укрепленные неорганическими вяжущими, в зависимости от прочности на сжатие и прочности на растяжение при

Табл. 1

Марка	Прочность на сжатие, МПа, не менее	Прочность на растяжение при раскалывании, МПа, не менее
M10 А	1,0	0,15
M10 Б		0,10
M20 А	2,0	0,30
M20 Б		0,20
M40 А	4,0	0,60
M40 Б		0,40
M60 А	6,0	0,9
M60 Б		0,6
M70 А	7,0	1,0
M70 Б		0,7
M80 А	8,0	1,2
M80 Б		0,8
M100 А	10,0	1,5
M100 Б		1,0

Примечание: А и Б – индексы, характеризующие значением прочности на растяжение при раскалывании

раскалывании в проектный срок набора прочности подразделяют на марки в соответствии с требованиями, представленными в табл. 1. При проведении стандартных испытаний по определению прочности на сжатие и раскалывание испытывают три образца, за результат принимают среднее значение. Соответственно, при оценке эффективности действия специализированных добавок выводы делаются на основе среднеарифметических значений результатов параллельных испытаний трех образцов. При этом шаг значения прочности, разделяющий марку по прочности, находится в диапазоне 1,0–2,0 МПа, а шаг значений прочности на растяжение при раскалывании, разделяющий индексы прочности на растяжение при раскалывании, находится в диапазоне 0,05–0,50 МПа и составляет в среднем 0,13 МПа.

Табл. 2

№ п/п	Укрепленный грунт (портландцемент – 7% сверх массы смеси)	Прочность на сжатие		Прочность на растяжение при раскалывании	
		среднее значение, МПа	среднеквадратичное отклонение, МПа	среднее значение, МПа	среднеквадратичное отклонение, МПа
1	без применения добавок	5,36	0,82	0,51	0,038
2	с применением добавки № 1	3,77	0,50	0,55	0,103
3	с применением добавки № 2	4,59	0,93	0,60	0,039
4	с применением добавки № 3	6,04	0,51	0,61	0,056
В среднем		4,94	0,69	0,57	0,059

Дисперсия результатов лабораторного определения параметров всегда имеет величину более 0 и представляет собой сумму дисперсий следующих независимых факторов:

- неоднородности свойств исходных материалов;
- неоднородности технологических процессов приготовления или подготовки образцов;
- погрешности (точности) используемых методов измерения или определения параметра.

В табл. 2 приведены результаты практических испытаний грунта, укрепленного цементом, без добавок и с тремя различными добавками.

Анализ показывает, что среднее значение среднеквадратичного отклонения прочности на сжатие для всех проведенных испытаний укрепленных грунтов составляет 0,69 МПа, а для прочности на растяжение при раскалывании – 0,059 МПа. Результаты конкретных экспериментальных работ показывают, что шаг значений нормативов, используемых при определении марки укрепленного грунта, сопоставим со среднеквадратичными отклонениями результатов

испытаний как прочности на сжатие, так и прочности на растяжение при раскалывании.

Вышеприведенный факт делает малоубедительным доказательство эффективности применения каких-либо добавок по средним результатам испытаний.

Результаты определения для укрепленных грунтов марок, в соответствии с ГОСТ Р 70452-2022, в зависимости от надежности определения параметров приведен в табл. 3.

Анализ результатов испытаний укрепления грунтов, в зависимости от надежности определения параметров, позволяет по устойчивости результатов определения марки, согласно ГОСТ Р 70452-2022, сделать вывод об эффективности действий специализированных добавок.

В том случае, если анализировать марку укрепленного грунта по средним значениям результатов испытаний (надежность 50%), цепочка выводов будет следующей:

- добавка № 1 ухудшает свойства укрепленного грунта;

- добавка № 2 не меняет свойства укрепленного грунта;
- добавка № 3 улучшает свойства укрепленного грунта.

В том случае, если анализировать марку укрепленного грунта при надежности 90 или 95%, цепочка выводов окажется следующей:

- добавка № 1 и № 2 ухудшает свойства укрепленного грунта;
- добавка № 3 не меняет свойства укрепленного грунта.

Полученные результаты оценки эффективности действия специализированных добавок при укреплении грунта минеральным вяжущим противоположны информации изготовителей и распространителей добавок.

Представленные результаты исследований приводят к нижеперечисленным выводам:

- проверка эффективности и целесообразности применения при укреплении грунтов минеральными вяжущими специализированных добавок должна проводиться для каждой пары грунт-цемент;
- анализировать последствия применения специализированных добавок целесообразно при надежности определения параметров прочности 90–95%, а не 50%;
- количество параллельных испытаний должно быть достаточно для определения дисперсии результатов (как правило, это 6–9 параллельных испытаний).

М.А. Славущий,
канд. техн. наук, заведующий
испытательно-исследовательской
лабораторией
ФАУ «РОСДОРНИИ»

Табл. 3

Укрепленный грунт (портландцемент – 7% сверх массы смеси)	Марка по прочности по ГОСТ Р 70452-2022 при надежности определения параметров		
	50%	90%	95%
без применения добавок	M40Б	M40Б	M40Б
с применением добавки № 1	M20А	M20А	M20А
с применением добавки № 2	M40А	M20А	M20А
с применением добавки № 3	M60Б	M40Б	M40Б

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В КРЕДО И ПРОХОЖДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ

Почему проектно-строительные компании выбирают КРЕДО? С какими сложностями сталкиваются они при переходе к ТИМ? Как оцениваются выполненные проекты экспертизой? С этими и другими вопросами мы обратились к Марии Либрехт, главному архитектору проекта ПСК «Толмачево», и она поделилась опытом своей организации по проектированию уличного освещения при помощи продуктов КРЕДО.

Наша организация занимается проектированием и строительством сетей электроснабжения с 2006 года. Наиболее привычной для разработки и обмена проектными решениями для нас была «автокадовая» среда. В процессе проектирования для наружных и внутриплощадочных сетей мы работаем с разными исходными данными: новосибирский «Геофонд» выдает растровые планшеты, а изыскатели – CAD-чертежи.

Для нас, как и для многих компаний, своеобразным вызовом стал момент перехода на ТИМ. Так, начиная с 1 января 2022 года для

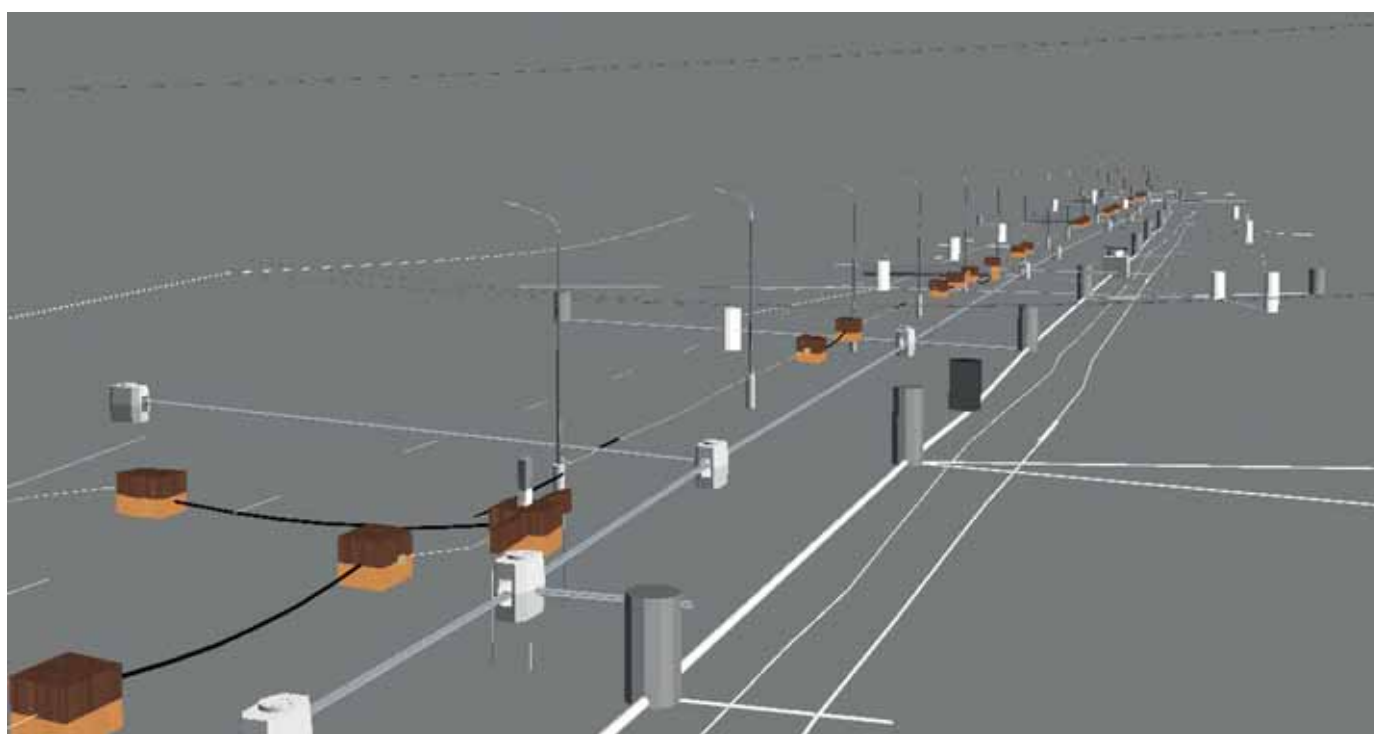
всех объектов капитального строительства с государственным участием использование технологий информационного моделирования стало обязательным. Чтобы подготовиться к этому моменту, мы начали искать такое программное решение, которое бы обеспечило максимально беспшовную работу: от изысканий и проектирования до строительства. Изучив существовавшие на тот момент предложения, которых не так и много, мы остановились на линейке КРЕДО. И справедливо считаем, что не прогадали!

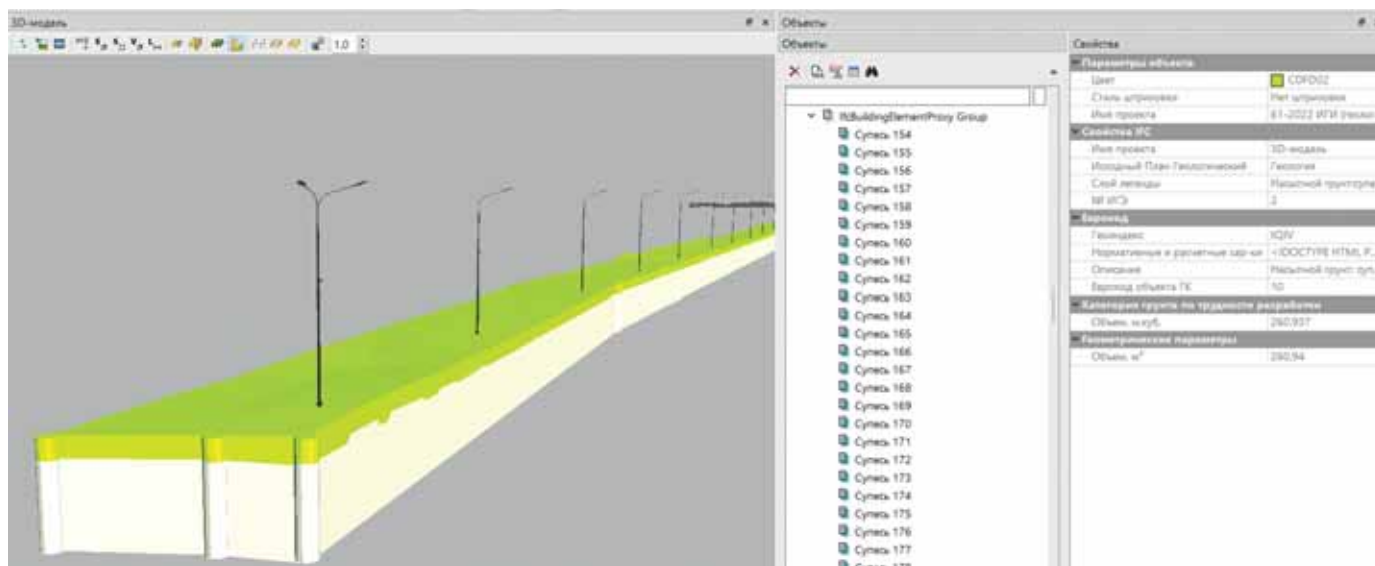
Решения КРЕДО включают в себя все, что нам необходимо: от

изысканий до проектирования объекта. Большим преимуществом являются обширные библиотеки объектов, материалов, конструкций, сечений, символов, текстур, шаблонов, поставляемые с программными продуктами. Более того, есть возможность их дополнять и создавать собственные.

Однако самым важным для нас является служба технической поддержки, деятельность которой мы оценили на «5 звезд». Она действительно есть – и работает не «завтра», а здесь и сейчас! А это крайне важно при переходе на новое ПО и отстройке процессов.

В качестве пилотного проекта мы выбрали для проектирования уличного освещения небольшой (протяженностью 1,5 км) участок, проходящий по территории сложившейся жилой застройки. Построить изыскательскую модель территории для нас оказалось не-





просто, поскольку она включала сложный рельеф, множество коммуникаций, а также соответствующую дорожную ситуацию.

Для качественного построения модели потребовалось больше съемочных точек (по сравнению с тем количеством, к которому привыкли геодезисты), а также больше данных по коммуникациям, дорожным знакам и так далее.

Изыскательская и проектная модели были построены в проектной линейке КРЕДО, а геологическая модель – с помощью геологических программ КРЕДО.



Недостающие модели (комплектующие для СИП, автономные опоры на солнечных батареях и пр.) мы создавали в КОМПАС-3D и других сторонних приложениях. А затем без проблем передали их в КРЕДО – благодаря большому количеству поддерживаемых форматов импорта.

Модель в составе проектной документации прошла государственную экспертизу в Новосибирске и вскоре получила положительное заключение.

По итогам реализации проекта мы сделали для себя несколько полезных выводов. Во-первых, при работе над проектированием сетей в сложившейся городской среде стоимость изысканий должна быть в несколько раз больше, чем при обычном проектировании.

Во-вторых, необходимо составлять специальное задание для построения изыскательской модели, прописывая при этом, какие данные следует собрать, сколько точек нужно снимать на автомобильной дороге или на другом объекте или рельефе. Что касается дополнительных данных, то их необходимо своевременно запрашивать у владельцев сетей.

Кроме того, в процессе работы выяснилось, что профессионального взаимодействия между производителями элементной базы и разработчиками ПО для создания каталогов 3D-моделей недостаточно.

В КРЕДО, в отличие от других отечественных комплексов, в одном модуле можно построить

и изыскательскую, и проектную модель (со всеми коммуникациями, дорогами и генеральными планами). Значительным преимуществом при этом является и доступная цена, что очень важно для небольших компаний, которые хотят внедрить BIM-технологии.



КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»
 тел.: +7 499 961-61-02
 e-mail: market@credo-dialogue.com
www.credo-dialogue.ru
https://t.me/credo_dialog

9–11
АПРЕЛЯ
2025

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«МОСТЫ И ДОРОГИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ»

МОСКВА
ОТЕЛЬ СУЩЕВСКИЙ САФМАР

Организатор конференции



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор



Спонсоры конференции



Официальная поддержка



НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО
научно-исследовательский центр



АО ЦНИИТС



ЦНИИПСК
им. Мельникова
с 1880 года

stako

Генеральные информационные партнеры



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

12+



МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ С ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРОЙ

ОПЫТ СССР И СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Оценке возможности и перспективам использования полимерной композитной арматуры в мостовых сооружениях посвящено много работ как в нашей стране, так и за рубежом. Стоит отметить, что в развитых странах композитная арматура давно «легализована» на уровне национальных и региональных норм и стандартов [1-3]. Например, в США и Канаде существует значительное количество мостовых сооружений, построенных со стеклокомпозитной полимерной арматурой более 20 лет назад и эксплуатируемых до сих пор [4].

Отдельные исследования показывают состояние арматуры после примерно 20 лет эксплуатации [5]. Исследователями были извлечены образцы стеклокомпозитной арматуры из конструкции и испытаны на такие параметры, как прочность при растяжении, модуль упругости, прочность сцепления, потеря прочности после сцепления и прочие.

Примечательно, что результаты исследований показали практически полное отсутствие деградации композитного материала после нахождения в щелочной среде бетона, что является вполне обнадеживающим фактором и создает определенную уверенность в долговечности рассматриваемого материала.

Однако эти исследования содержат некоторые недостатки. Так образцы отбирались из ненагруженных участков конструкций (например, парапетных стенок), в которых напряжения при эксплуатации малы, что не позволили установить реальную деградацию стержней в нагруженном состоянии. Между тем особый интерес представляют исследования, где образцы отбирались из нагруженных стержней, подвергнутых предварительному напряжению конструкций в процессе строительства и эксплуатации на протяжении более 40 лет по настоящее время.

Некоторыми исследованиями доказана возможность применения полимерной композитной армату-

ры и в сжатых бетонных элементах, причем даже в высокоагрессивных средах [6].

В последние годы наблюдается значительный рост публикаций на тему исследований, связанных с полимерной композитной арматурой [7-11]. Тем не менее, применение композитной арматуры в нашей стране остается на невысоком уровне. Фактически можно говорить об отсутствии применения композитной полимерной арматуры на объектах капитального строительства нормального и повышенного уровней ответственности.

Стоит отметить, что наша страна в период СССР являлась пионером использования стеклопластиковой арматуры в конструкциях промышленного и гражданского строительства, а также в мостостроении. Первые объекты были возведены еще в 1960-е годы – ванны электролиза, фундаменты опор ЛЭП и др. В 1980-х годах (впервые в мире) были возведены три пилотных моста с применением предварительно напрягаемой стеклопластиковой арматуры диаметром 6 мм. Более подробный разбор этих сооружений приведен ниже.

Применение композитной арматуры в мостовых сооружениях

Советский период

Первые проекты с армированием стеклопластиком были реализова-

ны в СССР. В 1970-х годах неметаллическая арматура использовалась в строительстве из легкого бетона (ячеистый бетон и др.), а также в фундаментах, сваях, электролитических ваннах, балках и прогонах площадок, несущих конструкциях конденсаторных батарей, монтажных плитах, откосах, неизолирующих траверсах и других конструкциях.

Первые три моста с композитной арматурой, которые эксплуатируются по настоящее время, возведены под руководством доктора технических наук, профессора В.И. Кулиша, с участием сотрудников кафедры «Мосты, основания и фундаменты» ТОГУ (Тихоокеанского государственного университета). Пролетные строения этих мостов были предварительно напряжены арматурными элементами из специальных высокопрочных и коррозионностойких стеклопластиковых стержней.

В этих опытных мостах была применена стеклопластиковая арматура диаметром 6 мм, выпущенная на технологической линии ТЛ-СПА-3 в Институте строительства и архитектуры Госстроя Белорусской ССР. Временное сопротивление разрыву арматуры составляло 1600 МПа, плотность – 2,02 т/м³, относительное удлинение – 2,7%, содержание эпоксифенольного связующего – 17-20%.

Прочность и деформативность арматуры определялись свойствами стекловолокна, в поперечном сечении стержня диаметром 6 мм были расположены 5,2×10⁵ стекловолокон Ø10 мкм алюмосиликатного состава, причем связующего 20% по массе было достаточно для равномерного его распределения между стеклянными волокнами.

В 2006 году сотрудниками кафедры «Мосты, основания и фундаменты» ТОГУ было проведено визуальное освидетельствование этих трех мостов. В целом результаты визуальных обследований можно признать достаточно обнадеживающими.

Еще в начале 60-х годов прошлого столетия при исследовании свойств стеклопластиковой арматуры был отмечен факт разрыва стержней через 2–4 ч при уровнях натяжения $(0,72-0,95)\sigma_b$. Данное обстоятельство послужило основанием для того, чтобы расчетные сопротивления арматуры в стадии эксплуатации и в стадии предварительного напряжения определять с учетом коэффициента длительной прочности $m_t = 0,65$. Это отражено в действовавших тогда рекомендациях (на тот период – первых в мире) по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой (Р-16–78).

В современных нормах проектирования конструкций со стеклокомпозитной арматурой (СП 295) этот коэффициент равен 0,3, а предварительные напряжения арматуры σ_{pr} следует принимать не более 0,45 от нормативного сопротивления этой арматуры.

Коэффициент длительной прочности был принят во внимание при назначении контролируемых усилий в процессе создания предварительного напряжения стеклопластиковой арматуры во всех трех опытных мостовых сооружениях. При их обследовании в 2006 году особое внимание обращалось на возможное проскальзывание стержней арматуры относительно материала несущих конструкций, проявление податливости стеклопластиковой арматуры в анкерных зонах и, как следствие, потерю (или уменьшение) эффекта преднатяжения.

Визуальные обследования проводили на следующих конструкциях опытных мостовых сооружений:

- деревожелезобетонное пролетное строение моста с главными балками из клееной древесины,

предварительно напряженными стеклопластиковой арматурой;

- стеклопластбетонное пролетное строение длиной 15 м;

- сталежелезобетонное пролетное строение моста с металлическими балками, предварительно напряженными затяжками из стеклопластиковой арматуры.

Деревожелезобетонное пролетное строение с балками из клееной древесины, предварительно напряженными стеклопластиковой арматурой

Первое в СССР (и в мире) деревожелезобетонное пролетное строение моста с преднапряженными балками из клееной древесины пролетом 9 м по проекту кафедры «Мосты и тоннели» Хабаровского политехнического института построено и введено в эксплуатацию в 1975 году Управлением «Амурводдор» через суходол на Южной улице в селе Екатеринославка Амурской области.

Каждая из шести балок сечением 20×61 см из древесины ели была преднапряжена четырьмя пучками стеклопластиковой арматуры по четыре стержня диаметром 6 мм. Балки объединены с железобетонной плитой проезжей части марки 300 (см. рис. 1а).

Для уменьшения скалывающих и других напряжений в балках опытного моста пучки стеклопластиковой арматуры были рассредоточены и размещены в криволинейных пазах на опорных участках балок. Это позволило снизить концентрацию усилий от передачи усилий предварительного напряжения, снизить вероятность появления трещин, повысить несущую способность балок по поперечной силе на участках наклонного расположения пучков.

Кроме того, удалось снизить воздействие на состояние стержней арматуры локальных деформаций в опорных узлах, имеющих существенное развитие в древесине при малых значениях прочностных и жесткостных показателей в направлении поперек волокон.

Для усиления зон передачи реактивных усилий с арматуры на основу балки в зоне анкеровки арматуры концевые участки пластей досок были выполнены из плотной, прочной древесины ясеня. Для обеспечения надежной совместной работы стержней стеклопластиковой арматуры с древесиной в пазах по всей длине балок использовали синтетический клей на основе эпоксидных компаундов.

После размещения стержней арматуры в предварительно устроенных пазах концы ее были помещены в специальное захватное место, натяжение осуществляли винтовыми домкратами с фиксацией контролируемых усилий посредством динамометра системы Н.Г. Токаря и дублировали замером полных перемещений концов арматурных стержней и взаимных смещений арматуры относительно балки, фиксируемых по рискам на арматуре и балке.

При достижении контролируемых напряжений 7000 кгс/см^2 арматурные стержни выдерживали в натянутом состоянии 0,5–1 ч в целях выявления и исключения случайных проскальзываний арматуры относительно анкера как слагаемых потерь преднапряжения и, предположительно, для начальной релаксации стеклопластиковой арматуры.

При предварительном напряжении балок длиной 9 м применялся способ натяжения арматуры непосредственно на балку. Захватные устройства на специальных кондукторах упирались в торец балки через плиту с отверстиями под арматурные стержни. Для закрепления арматуры использовали захватное устройство по а.с. №435337 с одновременным натяжением четырех стержней арматуры диаметром 6 мм.

Завершающий этап изготовления балки включал: работы по заполнению пазов с пучком стеклопластиковой арматуры клеевым составом; технологический перерыв для полимеризации клеевой композиции и набора

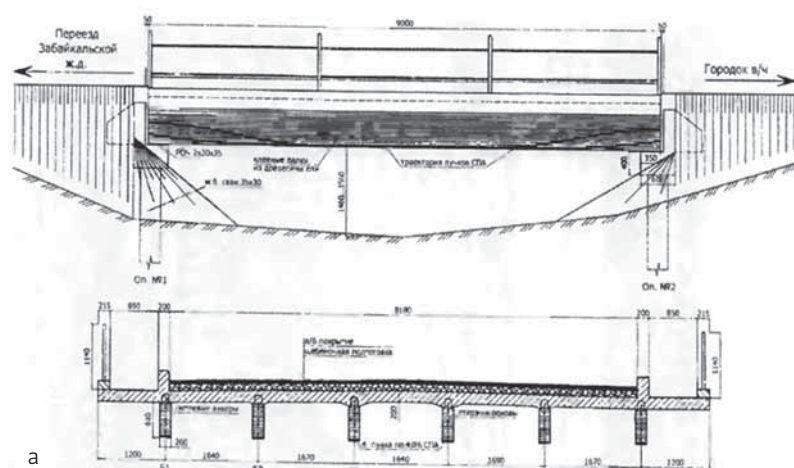


Рис. 1. Конструкция деревожелезобетонного пролетного строения с балками из клееной древесины, предварительно напряженной стеклопластиковой арматурой:

а) конструктивные решения; б) испытания построенного сооружения

ею прочности; передачу усилия преднапряжения с упорного устройства на балки; устройство связующих элементов по верхней грани балок для их объединения на месте строительства моста с монолитной железобетонной плитой проезжей части.

Испытания введенного в эксплуатацию моста статической нагрузкой (рис. 1б) показали, что на момент их проведения работа конструкций пролетного строения под нагрузкой соответствовала предпосылкам, принятым при проектном расчете.

Данные, полученные по результатам визуального обследования, позволяли отметить:

- сохранившиеся признаки совместной работы основы балок, железобетонной плиты проезда и арматурных элементов дают основание предполагать, что эффект предварительного напряжения стеклопластиковой арматуры в конструкциях моста сохранился (в определенной мере);

- полученные результаты визуального обследования также подтверждают правомерность изложенных в монографии В.И. Кулиша принципиальных положений расчета предварительного напряжения стеклопластиковой арматурой клееных деревянных балок, объединенных в совместную работу с железобетонной плитой проезда.

«Стеклопластбетонное»

пролетное строение длиной 15 м

Мост с применением напрягаемой стеклопластиковой арматуры в железобетонных балках был построен в 1989 году через реку Хинган в городе Обручье (ЕАО). Мост имеет схему 5×15 м (опытное пролетное строение № 1 примыкает к левому берегу). В поперечном сечении «стеклопластбетонного» (как тогда называли) пролетного строения установлены пять ребристых предварительно напряженных, без уширения в нижней зоне балок (рис. 2).

Балки пролетного строения изготовлены на Хабаровском заводе МЖБК республиканского треста «Автомост» в 1987 году. Строительство моста осуществлялось силами МСУ-12 республиканского треста «Автомост» в 1989 году. Опытные балки изготавливали в опалубочных формах, предназначенных для выпуска ребристых балок из

предварительно напряженного железобетона по ТП серии 3.503-14, вып. 6, 7, 8, имеющих в качестве напрягаемой арматуры пять пучков из 24 стальных проволок диаметром 5 мм класса Вр-II (Вр1400). Пролеты № 2-5 моста через реку Хинган с опытным пролетным строением № 1 были произведены именно из таких балок.

Изготовление мостовых железобетонных балок (в соответствии с традиционной технологией) предполагало закрепление концов пучков в клиновых анкерах на одной стороне стелла и закрепление концов пучков в домкратах двойного действия – на другом. На Хабаровском заводе МЖБК производство ребристых балок длиной 15 м из предварительно напряженного железобетона осуществлялось по стендовой технологии с использованием двухпетлевых пучков из стальной высокопрочной арматуры.

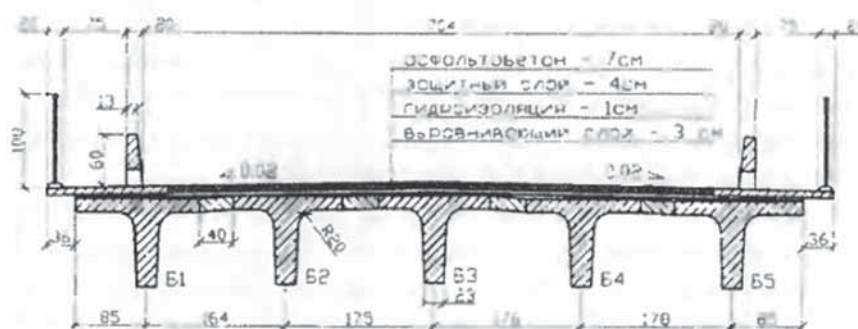


Рис. 2. Поперечное сечение пролетного строения со стеклопластбетонными балками [12]

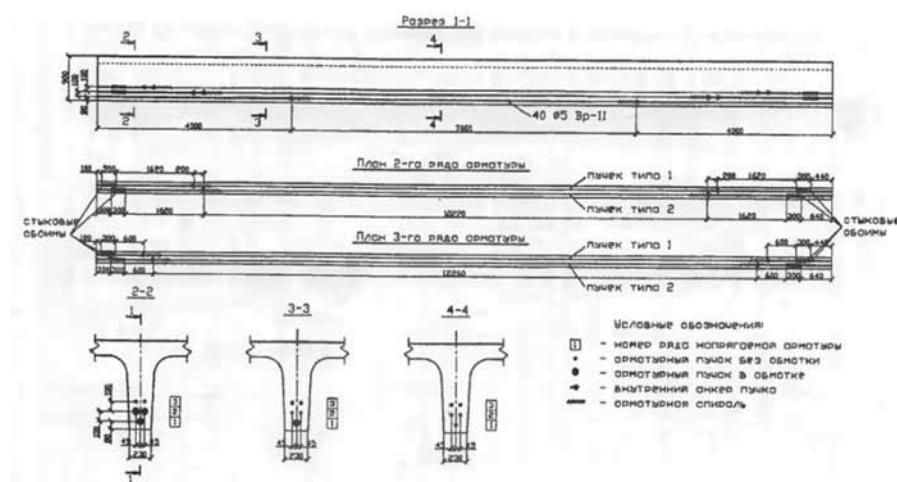


Рис. 3. Схема армирования напрягаемой арматурой балок длиной 15 м [12]

Пучки на одном конце станда крепились пальцами-фиксаторами, на другом – тягами к гидравлическим домкратам. После бетонирования и твердения бетона балок осуществлялась передача усилия натяжения арматуры со станда на балки путем нагревания горелкой с последующим удалением концевых участков петлевых пучков. Эта технология, наряду с реализацией ряда других интересных технических решений, была освоена и отработана на Хабаровском заводе МЖБК при инициативе и непосредственном участии профессора кафедры «Строительные материалы и изделия» ТОГУ В.И. Супакова.

Изготовление экспериментальных балок шло с ориентацией на максимальное использование имеющегося оборудования и отработанные технологии в отношении преднапряженных железобетонных балок. Поэтому армирование «стеклопластбетонных» балок было принято комбинированным (рис. 3 и 4): создание начальных напряжений в них осуществлялось четырьмя пучками стеклопластиковой арматуры по 24 стержня диаметром 6 мм в каждом ($A_s = 6,78 \text{ см}^2$) и одним пучком из 40 стальных высокопрочных проволок диаметром 5 мм ($A_s = 7,85 \text{ см}^2$). Армирование балок ненапрягаемой арматурой классов А-I (А240) и А-II (А300) было оставлено без изменений.

Пучки типа 1 имели общую длину 16,79 м, пучки типа 2 – 16,39 м,

длину концевых петель на неподвижном конце из СВА 26 ϕ 5Вр-II – 1,21 м, длину концевых петель на конце, соединяемом с домкратом из СВА 26 ϕ 5Вр-II, – 1,12 м.

Для анкеровки пучков в бетоне балок использовались стыковые обоймы и внутренние анкеры в виде стальных пластинок размером 1 $\times$ 2 $\times$ 7 см с обточенными гранями, которые устанавливались в пучки, с разделением пучка на две части с равным количеством стержней. Расстояние между пластинками составляло 15 см.

На каждом конце пучка устанавливали по пять пластинок, на все пучки моста – 200 мм. Каждую последующую пластинку устанавливали с поворотом по отношению к предыдущей на 45 $^\circ$. Зона установки пластинок, равная 90 см, отстояла от торцов стыковых обойм на расстоянии 162 см в пучках среднего (второго) ряда, в пучках третьего ряда – на расстоянии 60 см. Зона установки пластинок внутреннего анкера снабжалась скрутками из углеродистой проволоки диаметром 3 мм с обеих сторон зоны на протяжении 5 см.

На пучке в зоне установки пластинок располагалась арматурная спираль (как аналог армирования в зоне постановки внутренних анкеров железобетонных преднапряженных балок).

Контролируемое усилие натяжения пучков – 480 кН, усилие в

пучке при перетяжке в течение 5 мин – 528 кН. В период изготовления опытных балок в стержнях стеклопластиковой арматуры контролируемое напряжение составило 708 МПа (0,44 σ_b), суммарная величина потерь предварительного напряжения пучков – 63,7 МПа, в то время как стальная арматура имела бы суммарные потери 190 МПа.

Для ускорения твердения бетона балки была проведена его тепловая обработка с подъемом температуры до 80 $^\circ$ С. Передаточная прочность бетона была установлена в 90% прочности проектного класса бетона В45.

Соединение стеклопластиковых и стальных концевых петлевых частей пучков осуществлялось заливкой эпоксидно-цементным компаундом стыковых узлов (анкеров), представляющих собой отрезки стальных труб, в которые были запасованы вперехлест концы стержней стеклопластиковой и стальной арматуры.

Перед изготовлением опытных балок в производственных условиях были проведены испытания на разрыв трех типов анкеров, отличающихся длиной и диаметром отрезков труб. Состав полимерного компаунда не варьировался. Наилучшие результаты (проскальзывание стальных проволок в компаунде начиналось при усилии натяжения пучков 650 кН) были достигнуты в анкерах, имеющих длину труб 30 см, диаметр – 86 мм и толщину стенки в 4 мм (рис. 4).

При изготовлении стыков стеклопластиковых и стальных частей выполняли следующие технологические операции:

- обезжиривание стальных проволок на участке стыка ацетоном;
- выравнивание длины стальных проволок петли путем постановки сжима из двух металлических пластин, стягиваемых винтами на месте перегиба стальных проволок;
- попарное объединение стальных и стеклопластиковых стержней

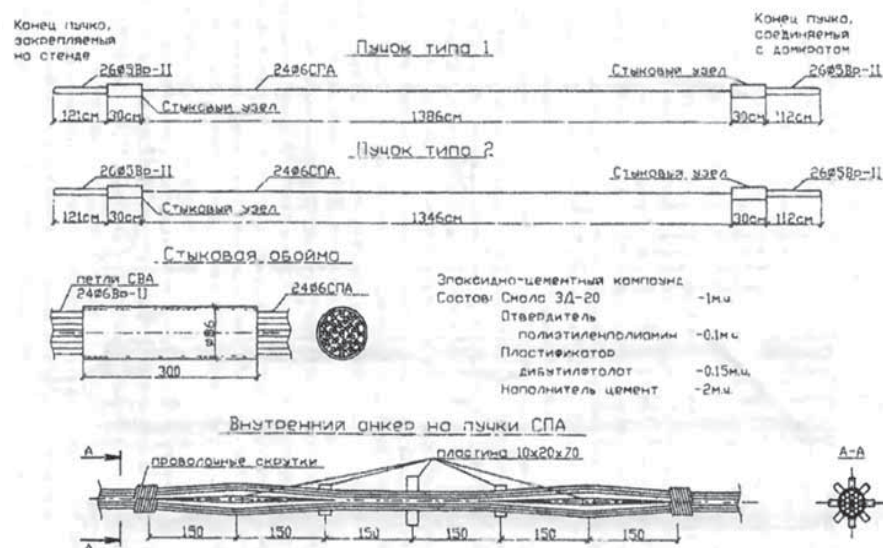


Рис. 4. Конструкция пучков из напрягаемой арматуры для опытных балок длиной 15 м

ней проволочными скрутками на месте стыка;

■ приготовление эпоксидного компаунда и его заливка в обойму стыка в вертикальном положении.

Испытанию в заводских условиях подвергали стыковые узлы пучков, состоящих из концевых стальных петель, которые содержали по 26 высокопрочных проволок диаметром 5 мм класса Вр-II (Вр1400), и среднего участка из 24 стержней стеклопластиковой арматуры диаметром 6 мм. Длина стальных частей – 1,15 м, длина стеклопластиковой части – 1,8 м.

Для заливки стыковых обоев применяли эпоксидный компаунд из следующих составляющих: эпоксидная смола (ЭД-20), отвердитель (полиэтиленполиамин), пластификатор (дибутилфталат), наполнитель (цемент).

Твердение компаунда происходило в течение первых двух суток (в естественных условиях), в течение последующих двух суток осуществлялся прогрев (по 12 ч в сутки) при температуре 80°C.

Натяжение опытных пучков со стыковыми узлами производили ступенями по 15 кН с выдержкой 30 секунд на ступени.

Визуально-инструментальное обследование рассматриваемого моста было выполнено силами

НИИ ЭМ НИУ МГСУ в 2024 году. Эти работы показали, что мост, построенный в 1989 году, также по-прежнему эксплуатируется без каких-либо ограничений. На поверхности балок не было обнаружено никаких повреждений (трещин, следов проскальзывания предварительно напряженной арматуры и т. д.), свидетельствующих о снижении несущей способности моста.

Осмотр опытного пролетного строения моста позволяет сделать выводы об успешном эксперименте по применению стеклопластиковой арматуры и о необходимости

проведения дальнейших, более широких экспериментов с организацией наблюдений, инструментальной диагностикой, фиксацией не только перемещений, но и деформаций, с обеспечением доступа к армоэлементам из стеклопластиковой арматуры.

Представленный опыт создания анкерных устройств, подготовки арматурных элементов из стеклопластиковой арматуры, изготовления стеклопластобетонных балок и положительный опыт эксплуатации конструкции в течение более 35 лет – все это дает основание для более широкого внедрения и глубокого изучения вопроса поведения стеклопластиковой арматуры в преднапряженных конструкциях.

Сталежелезобетонное пролетное строение моста с металлическими балками, предварительно напряженными затяжками из стеклопластиковой арматуры

Мост со сталежелезобетонным пролетным строением, балки которого преднапряжены стеклопластиковой арматурой, был построен в СССР в 1981 году в Приморском крае через реку Тигровую на 35 км автомобильной дороги Шкотово – Партизанск. Схема моста – 2×6+2×12+2×6 м. Третье пролетное строение этого



Рис. 5. Общий вид моста через реку Тигровую в Приморском крае



Рис. 6. Текущий вид мостовых сооружений, построенных с применением стеклокомпозитной арматуры в 1980-е годы (фотографии 2024 года):

а) 12-метровое пролетное сооружение через реку Тигровую, б) 15-метровое пролетное сооружение через реку Облучье

моста опытное, полной длиной 12 м (рис. 5). В его поперечном сечении расположены шесть металлических преднапряженных балок, объединенных монолитной железобетонной плитой проезжей части. Характеристики опытного пролетного строения: Г-8,1+2×0,75. Расчетные нагрузки Н-30, НК-80.

В качестве главных балок в пролетном строении использованы прокатные двутавры № 45, для обеспечения несущей способности которых осуществлено их преднапряжение затяжками из стеклопластиковой арматуры по 12 стержней диаметром 6 мм. Необходимая величина предварительного напряжения нижних поясов балок составляла 69 МПа при эксплуатационном усилии предварительного напряжения затяжек 215 кН и напряжении в стеклопластиковой арматуре 672 МПа.

Контролируемое усилие предварительного напряжения составило 236 кН при напряжении в стеклопластиковой арматуре, равном 738 МПа. Натяжение затяжек осуществляли гидродомкратом двойного действия ДП-63-315, предназначенным для натяжения пучков из 24 стальных проволок диаметром 5 мм. Возможность натяжения пучков из 12 стержней стеклопластиковой арматуры диаметром 6 мм серийным отечественным гидравличе-

ским домкратом была обеспечена за счет использования специального захватного устройства.

Ось пучка в месте анкеровки находилась на расстоянии 8 см от нижнего пояса, в пролете это расстояние по расчетно-конструктивным требованиям и условиям защиты пучка составляло 5 см. Изменение очертания оси пучка осуществлено прижимами из отрезков уголка № 50. Для предотвращения разрушения стеклопластиковой арматуры о прижимы между отрезками уголков и арматурой были установлены прокладки из полиуретана. Анкеровка стеклопластиковой арматуры в опытном пролетном строении выполнялась в стальных круглых обоймах длиной 160 мм с помощью конических пробок и заливки пространств между стержнями эпоксидно-цементным компаундом.

Предварительное напряжение осуществляли путем вытяжки свободных концов затяжек домкратом на 117 мм, для чего концы стержней закрепляли в клиновых вкладышах, размещаемых по периметру кольца захвата. Для выполнения анкеровки свободных концов затяжек усилие предварительного напряжения с кольца захвата передавалось на упор посредством двух распорок, и в таком состоянии производили анкеровку.

Защиту затяжек из стеклопластиковой арматуры от механических воздействий выполняли прокатным металлом (швеллеры, уголки), приваренным к нижним поясам по длине затяжек. В трех балках доступ к стеклопластиковой арматуре осуществлялся за счет съемных отрезков уголков длиной 30 см.

Все работы по изготовлению преднапряженных балок производились в лаборатории кафедры «Мосты и тоннели» Хабаровского политехнического института в 1980 году. При обследовании опытного пролетного строения в 2006 году было отмечено удовлетворительное состояние покрытия, одежды дорожного полотна, плиты проезда, металлических балок.

Фрагменты моста, представленные на рис. 7, заостряют внимание на состоянии зон анкеровки стержней стеклопластиковой арматуры в круглых обоймах, на состоянии контакта монолита эпоксидно-цементного компаунда со стержнями пучка стеклопластиковой арматуры и ребрами жесткости упора. Тщательный осмотр при обследовании анкеров и пространств между ребрами упоров, заполненных эпоксидно-цементным компаундом, не выявил проскальзывания стержней стеклопластиковой арматуры относительно несущих конструкций.



Рис. 7. Общий вид торца анкерного устройства (а) и пучка предварительно напряженных стержней стеклопластиковой арматуры (б). Снимки сделаны во время обследования в 2022–2023 годах

Результаты визуального обследования объекта в 2006 году дают основание предполагать сохранение эффекта предварительного напряжения в конструкциях пролетного строения моста. Предложенные конструкции и реализованные технологии по захвату, закреплению стержней в анкерных устройствах на балках, принятые меры по обеспечению выносливости сопряжения пучка с упором получили положительную оценку в 2006 году (после 25-летней эксплуатации).

Тщательный осмотр анкеров и промежутков между ребрами стопоров, заполненных эпоксидно-цементным составом, не выявил проскальзывания арматуры по основной V-образной несущей конструкции.

Специалисты Научно-исследовательского института экспериментальной механики МГСУ в 2021–2024 годах провели обследование технического состояния указанных мостовых сооружений (рис. 6). На момент проверки на двух последних мостах, которые находились в эксплуатации, некоторые стержни в затяжках все еще сохраняли усилие предварительного натяжения [13].

Вместе с тем во время осмотра в 2021 году было обнаружено, что некоторые стержни оказались разрушены/разорваны. Можно предположить, что это произошло в период между 2006 и 2021 годами. Часть стержней находилась в предварительно напряженном состоянии даже более чем через 40 лет эксплуатации. Наиболее вероятной причиной разрыва стеклопластиковых стержней является высокий начальный уровень предварительного напряжения (около 700 МПа или $0,5 \sigma_b$), что в условиях высокой ползучести стеклянных волокон предопределило их преждевременное разрушение.

Стоит отметить, что в настоящий момент нормами проектирования РФ установлен предельный уровень для предварительного напряжения в $0,4 R_{t,n}$. В зарубежных нормах этот уровень еще ниже – 0,2–0,3. Из этого следует, что сейчас уровень предварительного напряжения меньше, чем раньше (из-за накопления данных о ползучести стеклянных волокон).

В рамках сопутствующих обследованию работ [13] были извлечены стержни стеклопластиковой арматуры из затяжек для лабо-

раторных испытаний. Результаты исследований показали, что за более чем 40 лет физико-механические характеристики стержней снизились незначительно. В основном снижение произошло по параметру прочности на изгиб вследствие охрупчивания полимерной матрицы за время эксплуатации более 40 лет [13]. Следов проскальзывания предварительно напряженной стеклопластиковой арматуры также не было выявлено. О сохранившемся эффекте предварительного напряжения может свидетельствовать меньший прогиб балок опытного пролета с предварительно напряженными затяжками, по сравнению с аналогичным пролетом, усиленным традиционным методом из стальных прокатных элементов [13].

Российская Федерация

В 2015 году были начаты работы по обоснованию применения полимерной композитной арматуры на новом этапе развития методов расчета, технических и технологических возможностей. По инициативе «Мостотреста» («ДиМ») и при поддержке Государственной компании «Автодор» был выбран опытный объект на 6-м этапе стро-

ительства платной дороги Москва – Санкт-Петербург (СПАД-6).

Изначально на этом объекте, который задумывался как комплексно-инновационное сооружение и благодаря своему расположению (на лесохозяйственной дороге) полностью подходил в качестве опытного, предполагалось применить большое количество новых материалов и технологий.

Однако при реализации проекта, в условиях сжатых сроков сдачи участка дороги в эксплуатацию, оказалось, что основные новые технологии связаны с полимерной композитной арматурой (ПКА).

По применению ПКА имелись значительные расчетно-теоретические и аналитические заделы, соответствующие современным требованиям [14, 15]. На данном сооружении эта арматура (согласно современным представлениям о работе арматурных элементов из различных видов ПКА) использовалась как напрягаемая (углепластиковая) и ненапрягаемая (стеклопластиковая).

Применение ПКА в последние полтора-два десятилетия является одним из основных мировых трендов для несущих конструкций, в том числе мостовых. Полимерные композитные материалы для арматурных элементов, как правило, относятся к высокопрочным и хорошо сочетаются с другими высокопрочными материалами, образующими массивную (армируемую) часть конструкции, например, сверхпрочными фибробетонами.

Пролетное строение путепровода – температурно-неразрезное и имеет четыре пролета (из балок длиной по 18 м) и четыре балки в поперечном сечении. Два центральных пролета, расположенные над скоростной дорогой, имеют стандартную стальную напрягаемую арматуру из канатов K7, а два боковых пролета – углепластиковые канаты CFCC производства Японии.



Рис. 8. Опытная балка на стенде после разрушения

Для обеспечения применения ПКА ООО «Сервис-МОСТ» была выполнена объемная и комплексная НИОКР, включавшая как развитие расчетно-теоретических исследований и разработок (в том числе верификацию основного инструмента расчета фактической работы под нагрузкой [15]), так и объемные экспериментальные исследования (испытания).

Исследовательские работы включали:

- расчеты при разработке конструкции образцов и программы их испытаний;
- лабораторные испытания полимерной композитной арматуры (углепластиковой Tokyo Rope – канаты CFCC; и стеклопластиковой – Бийский завод стеклопластиков);
- стендовые испытания до разрушения малоразмерных и среднеразмерных образцов (предварительно рассчитанных по исследовательской методике):
 - с напрягаемой углепластиковой арматурой;
 - с ненапрягаемой стеклопластиковой арматурой (фактически полноразмерные образцы соединительного элемента температурной неразрезности и переходной плиты).

В результате совместно с ИЦМиТ (ГИП Ф.В. Винокур) были разработаны рекомендации по проектированию опытной балки (предназначенной для испытаний), а затем и СТУ (Специальные технические условия), дополняющие действующие нормативные документы на проектирование для условий конкретного объекта.

Для разработки регламентов по натяжению углепластиковой арматуры совместно с МОКОН и СТС были выполнены технологические проработки. «Технологический» этап НИОКР включал:

- отработку технологии натяжения на опытной полноразмерной балке (при участии МОКОН, СТС и ИЦМиТ);
- измерения в процессе натяжения составных пучков в процессе изготовления образцов и балок (усилия, вытяжки, затяжка цанг (при участии МОКОН и СТС);
- разработку технологии установки канатов, натяжения и передачи усилия на бетон с составлением Технологического регламента (при участии СТС);
- разработку технологии изготовления балок, армированных канатами CFCC: подбор состава СУБ, формирование арматурного каркаса, укладка СУБ, уход за



Рис. 9. Общий вид строящегося путепровода (2017 год)

бетоном с составлением Технологического регламента (МОКОН при участии ЦЛИТ);

■ адаптацию имеющегося оборудования российского производства для натяжения канатов CFCC (СТС).

Опытная балка пролетного строения с углепластиковыми канатами была испытана до разрушения по методике ГОСТ 8829-2018 (рис. 8).

Для всех восьми балок с углепластиковыми канатами, предназначенных для установки на объекте, были выполнены контрольные работы на всех этапах их изготов-

ления. На завершающем этапе они включали обследование балок, тестовое нагружение до существенного уровня от нормативной нагрузки и измерение их выгибов при хранении на заводе МОКОН.

Таким образом, все основные результаты НИОКР по полимерной композитной арматуре нашли отражение в несущих конструкциях путепровода: в пролетном строении (балки и соединительные элементы температурной неразрезности), в переходных плитах.

Испытания сооружения перед вводом в эксплуатацию, а также

осмотр сооружения после двух лет после строительства не выявили каких-либо отклонений от номинальной / нормальной работы пролетного строения (не было выявлено различий в балках со стальной и углепластиковой напрягаемой арматурой), рис. 8–10.

В заключение следует отметить, что полимерная композитная арматура является перспективным решением для исключения коррозии арматуры в конструкциях, находящихся в условиях агрессивных сред [14]. Обладая более высокой прочностью на растяжение, чем стальная арматура, ПКА может успешно применяться в сочетании с более прочными бетонами и сверхпрочными фибробетонами. К ее преимуществам также следует отнести и существенное уменьшение эксплуатационных расходов на содержание.

На текущий момент все формальные препятствия устранены: есть государственные стандарты (ГОСТы), Своды правил по проектированию (СП), стандарты организаций (СТО), примеры успешного опытного применения. В свою очередь, программные комплексы позволяют рассчитывать и проектировать конструкции с композитной арматурой.



Рис. 10. Общий вид эксплуатируемого путепровода (2019 год)

К сожалению, уровень использования ПКА в строительстве РФ по-прежнему остается очень низким. Основная проблема носит системный характер и лежит в нормативно-правовом поле внедрения инноваций – в финансовом, юридическом и научно-техническом аспектах. Необходимо создание законодательной и нормативной поддержки инновационного развития по этим трем направлениям.

Для широкого применения композитной арматуры в несущих конструкциях мостовых сооружений существует и несколько частных препятствий.

Первое – это отсутствие оценки инвестиционных проектов с точки зрения жизненного цикла. Получить экономию затрат при строительстве с применением ПКА зачастую просто невозможно – из-за более низкого модуля упругости. При модуле, например, стеклокомпозитной арматуры

в 50 ГПа в пролетных конструкциях ширина раскрытия трещин будет заведомо больше, чем у конструкций со стальной арматурой, что может быть небезопасно для работы всего сечения с трещиной (с точки зрения его прочности). Здесь уместно заметить, что и предельная ширина раскрытия трещин, регламентированная нормами проектирования (для конструкций ПГС) с композитной арматурой, будет больше (0,7 мм вместо 0,4 мм для стальной арматуры).

Прогибы также будут больше – за счет пониженной жесткости сечения с низко модульным армирующим материалом. Выгода же достигается от уменьшения стоимости эксплуатации при продлении жизненного цикла за счет увеличения межремонтных интервалов. Опыт западных стран показывает, что именно модель оценки жизненного цикла позволяет получить существенную экономию при эксплуатации со-

оружений посредством применения коррозионностойкой композитной арматуры.

Второе (и главное) – это консерватизм заказчиков, проектировщиков и строителей, опасющихся применять «ненадежный и недолговечный пластик».

Авторы надеются, что настоящая статья послужит преодолению этого предубеждения. Результаты исследований в нашей стране и за рубежом показывают достаточно высокую долговечность стеклокомпозитных материалов как в сечении железобетонных конструкций, так и на открытом воздухе, при эксплуатации даже в суровых условиях.

А.Е. Лапшинов,
НИУ МГСУ,
А.А. Конных,
АО «ДиМ»,
И.М. Сапронов,
«Сервис-МОСТ»

Литература

- [1] ACI Code-440.11-22 (2022) Building code requirements for structural concrete reinforced with GFRP bars and commentary. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- [2] CSA S 806 (2021) Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers. Canadian Standards Association (operating as «CSA Group»), Toronto, ON Canada.
- [3] AASHTO LRFD Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete Bridges. 2018.
- [4] GFRP Reinforced Concrete Bridge. 2000.
- [5] MUFTI et. al. Field Study on Durability. 1/17.
- [6] Tamrazyan, A. G. Strength Model for Calculating Centrally Compressed Concrete Elements With Composite Reinforcement, Taking Into Account the Spacing of Stirrups / A.G. Tamrazyan, A.E. Lapshinov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2022. Vol. 18, № 2. P. 163–174. DOI 10.22337/2587-9618-2022-18-2-163-174. EDN SMDQJC.
- [7] Лапшинов, А. Е. Безопасность применения изгибаемых бетонных конструкций, армированных стеклокомпозитной арматурой / А. Е. Лапшинов, А. В. Борисов // Композиты и наноструктуры. 2020. Т. 12, № 1(45). С. 25–30. EDNFIYPDI.
- [8] Manalo A., Mutsuyoshi H., Nagamoto N., Murata M., Lapshinov A., Litvinov E. FRP Reinforced Concrete Around the World, Part 2 Initiatives for acceptance and safe implementation: Australia, Japan, and Russian Federation // International Journal of Lightweight Concrete. 2022. Vol. 6. Pp. 47–53.
- [9] Белущий И.Ю., Сим А.Д. Ретроспектива использования напрягаемой стеклопластиковой арматуры в балках пролетных строений мостов // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения: междунар. сб. науч. трудов. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. №15. С. 113–119.
- [10] Типтев, Д.Н. Применение полимерной композитной арматуры при строительстве транспортных сооружений / Д.Н. Типтев, И.И. Овчинников // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13, № 2. EDN GOCCMJ.
- [11] Стрельников, С. А. Обоснование возможности применения композитной арматуры в балках пролетного строения на примере реконструкции моста через реку Питерка в Тамбовской области / С.А. Стрельников, К.А. Андрианов, А.М. Макаров // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 15–16 июня 2017 года. Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. С. 352–356. EDN ZJUYUL.
- [12] Степанова В.Ф., Степанов А.Ю., Жирков Е.П. Арматура композитная полимерная. М., 2013.
- [13] Kornev, O., Kakusha, V., Zhidkov, Y., Lapshinov, A., & Mikhaldykin, E. DURABILITY AND STRUCTURAL EVALUATION OF BRIDGE GIRDERS PRESTRESSED WITH GFRP TIES AFTER 41 YEARS OF MAINTENANCE. 11th International Conference on Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites in Civil Engineering (CICE 24-26 July 2023). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8161100>.
- [14] Анисимов А.В., Сапронов И.М. Полимерная композитная арматура в транспортном строительстве // Дорожная держава. 2015. № 64. С. 69–71.
- [15] Сапронов И.М., Агеев А.В. Расчетно-теоретический анализ прочности конструкций из бетона с полимерной композитной арматурой // Наука и техника в дорожной отрасли. 2015. № 4. С. 23–27.

28–29
2025 МАЯ

ХII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

МОСКВА

МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ОТЕЛЬ «АКВАРИУМ»

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ СТТ ЭКСПО 2025

Организатор конференции



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Официальная поддержка



Генеральный спонсор



Генеральные информационные партнеры



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

12+



АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ МОСТОВ

При проектировании большепролетных мостов особое внимание уделяется исследованию их аэродинамической устойчивости под действием ветра. Хорошо известно, что мосты с длиной пролета более 100 м могут быть подвержены аэроупругим колебаниям с большой амплитудой и даже разрушению. Примером недопустимо больших колебаний может служить вихревой резонанс Волгоградского моста, а примером разрушения – Такоумский мост в США.

На сегодняшний день практически все большепролетные мосты проходят аэродинамические испытания, в результате которых находят и устраняются негативные аэродинамические эффекты, поэтому случаи разрушения мостов под действием ветра не повторяются. Данные исследования уникальных мостов проводят в специализированных аэродинамических трубах, которые, в отличие от самолетных аэродинамических труб, имеют закрытую рабочую часть и способны моделировать столь важный приземный слой атмосферы. В Крыловском центре для этих исследований построена Ландшафтная аэродинамическая труба.

1. Аэроупругая устойчивость сооружения в ветровом потоке

Главные причины аэроупругих колебаний мостовых сооружений и их элементов в ветровом потоке следующие:

- порывы ветра;
- периодическая аэродинамическая сила, вызванная периодическим срывом вихрей Кармана;
- отрицательное аэродинамическое демпфирование, приводящее к автоколебаниям;
- аэродинамическая связь между изгибной и крутильной формами деформаций.

Аэроупругие колебания характеризуются двумя главными параметрами: критическая скорость возникновения колебаний и значение максимальной амплитуды колебаний. Существуют следующие виды аэроупругих колебаний, у каждого из которых своя причина возникновения.

Вихревое возбуждение – это колебания, возникшие вследствие совпадения собственной частоты конструкции с частотой срыва вихрей Кармана. Как правило, значение критической скорости ветра возникновения вихревого возбуждения по первой собственной частоте находится в диапазоне 10÷20 м/с, что является часто повторяющейся скоростью для периода эксплуатации моста. Циклическая нагрузка от вихревого возбуждения и связанное с ней количество циклов нагружения могут стать важными для расчета конструкции.

Изгибно-крутильный флаттер – это нарастающие во времени изгибно-крутильные колебания, вызванные несовпадением аэродинамического центра конструкции (точки приложения аэродинамических сил) с его центром тяжести.

Для того чтобы конструкция была восприимчива к этому виду аэроупругой неустойчивости, должны быть выполнены следующие условия:

- конструкция или ее существенная часть должна иметь удлиненное поперечное сечение (подобное плоской пластине) с соотношением размеров $B/H > 4$;
- собственная частота крутильных колебаний должна быть меньше двойного значения первой изгибной собственной частоты – $n_{кр} < 2n_{изг}$;
- ось кручения должна быть параллельна плоскости пластины и перпендикулярна направлению потока, а центр вращения должен располагаться не ближе, чем на

расстоянии $B/4$ от наветренного края пластины.

Если одно из условий не выполняется, то сооружение не подвержено аэроупругой неустойчивости типа **дивергенция** или **флаттер**.

В некоторых случаях конструкция может быть подвержена аэроупругой неустойчивости типа **срывной флаттер** – крутильные колебания, возникающие вследствие периодического срыва вихрей.

Срывной флаттер характерен:

- ограниченной амплитудой, зависящей от скорости потока, собственной крутильной частоты и демпфирующих свойств конструкции при крутильных деформациях;
- частотой колебаний, близкой к одной из собственных крутильных частот конструкции;
- критической скоростью возникновения, как правило, ниже критической скорости изгибно-крутильного флаттера.

Галопирование – автоколебания поперек потока, вызванные отрицательным аэродинамическим демпфированием. Этот вид аэроупругих колебаний характерен для тел с некруглыми поперечными сечениями, а также для вант, покрытых наледью. Для галопирования характерно увеличение нарастания амплитуды колебаний конструкции при увеличении критической скорости.

Бафтинг – аэроупругая неустойчивость, возникающая у конструкции, находящейся в турбулентном потоке или следе за другой конструкцией. Колебания по типу **бафтинг** наблюдаются для мостовых сооружений, расположенных вблизи друг друга.

Дивергенция – статическая аэроупругая неустойчивость,

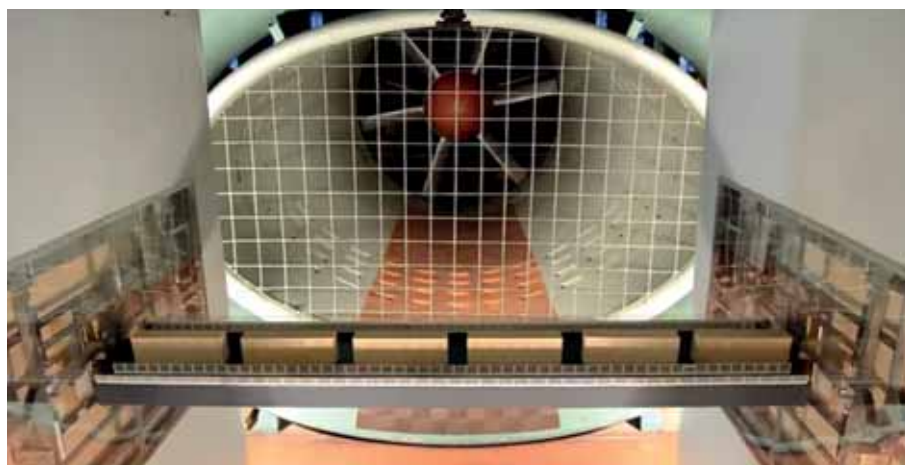


Рис. 1. Секционная динамически подобная модель пролетного строения в рабочей части аэродинамической трубы

возникающая под действием аэродинамического момента, скручивающего конструкцию.

2. Способы исследований аэроупругих колебаний мостов

На сегодняшний день главным способом исследований колебаний сооружений под действием ветра является физический эксперимент в специализированной аэродинамической трубе. В общем случае амплитуда колебаний упругого сооружения в ветровом потоке зависит от многочисленных параметров, которые характеризуют само сооружение (характерные размеры, погонная масса, жесткость и пр.), так и параметры набегающего потока (скорость ветра, характеристики турбулентности и пр.). С использованием теории подобия все основные параметры можно объединить в несколько безразмерных критериев (критерий Рейнольдса – Re , Струхала – Sg , Коши – Ca , Ньютона – Nw и Скрутона – Sc), при соблюдении которых можно провести экс-

периментальные исследования и получить корректный результат. Соблюдение этих критериев накладывает очень жесткие требования и ограничения на масштаб физической модели и размеры рабочей части аэродинамической трубы. Корректные исследования возможно провести только на достаточно крупных моделях в специализированной аэродинамической трубе.

Экспериментальные исследования мостов проводятся в два этапа. На первом этапе изготавливается и испытывается секционная динамически подобная модель пролетного строения моста, на втором этапе – полная динамически подобная модель всего моста.

Секционная динамически подобная модель пролетного строения балочного моста приведена на рис. 1. При ее изготовлении моделируются:

- внешняя геометрия,
- погонная масса,

- момент инерции,
- декремент затухания колебаний,
- вертикальная и крутильная собственная частота моста.

При выполнении исследования секционная модель помещается в аэродинамической трубе на специальном испытательном стенде. Скорость потока плавно изменяется от нулевых значений до максимально возможных для места строительства данного моста. При проведении исследований измеряются амплитуды колебаний модели в зависимости от скорости набегающего потока (рис. 2). В данном случае обнаружены вертикальные колебания пролетного строения по первой собственной частоте с амплитудой порядка 650 мм из-за вихревого возбуждения, критическая скорость возникновения колебаний составляет порядка 12,5 м/с.

На втором этапе исследований для арочных и вантовых мостов изготавливается полная динамически подобная модель всего моста (рис. 3). С ее помощью исследуется не только устойчивость пролетного строения, но и устойчивость арки и пилонов. Исследования проводятся не только для разных скоростей потока, но и для разных направлений потока. Результатом являются зависимости амплитуд колебаний от скорости ветра для контрольных точек моста (рис. 4). В данном случае обнаружены колебания пилона из-за такого явления, как галопирование, которое принципиально недопустимо, поскольку амплитуды колебаний стремительно нарастают при увеличении скорости ветра.

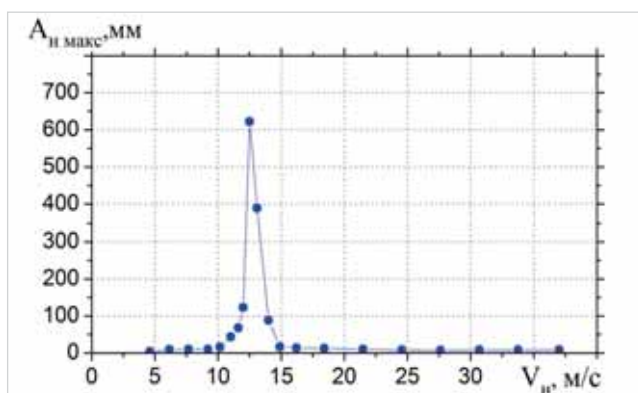


Рис. 2. Значения амплитуд колебаний пролетного строения в зависимости от скорости набегающего потока



Рис. 3. Полная динамическая модель моста в рабочей части Ландшафтной аэродинамической трубы

3. Способы уменьшения аэроупругих колебаний мостов

К настоящему моменту в Крыловском центре исследовано 62 модели большепролетных мостов. Для 21 модели из 62 обнаружены недопустимые колебания (предельные значения амплитуд определены в руководящем документе ГОСТ Р 59625-2022 «Мостовые сооружения. Правила расчета и подтверждения аэроупругой устойчивости»).

Для уменьшения колебаний проектировщик может либо повысить жесткость конструкции, либо применить разработанные специалистами Крыловского центра пассивные аэродинамические гасители в виде разного рода обтекателей, дефлекторов или интерцепторов. В отличие от массовых демпферов, аэродинамические гасители принципиально изменяют структуру обтекания моста и устраняют саму причину возникновения колебаний. На рис. 5 приведена визуализация обтекания потоком ветра поперечного сечения пролетного строения. При обтекании исходного пролета образуются периодические вихри Кармана, которые, в свою очередь, вызывают переменную подъемную силу, при совпадении частоты срыва вихрей с первой собственной частотой возникают колебания из-за вихревого возбуждения. При наличии на пролетном строении аэродинамических гасителей вихревой периодической дорожки Кармана не образуется, что позволяет принципиально избежать появления вихревого возбуждения.

Указанные гасители подбираются индивидуально под каждый мост. Они не только устраняют опасные колебания, но и отвечают следующим требованиям:

- минимальная масса
- простота в изготовлении и монтаже
- отсутствие необходимости обслуживания
- сохранение либо улучшение архитектурного облика моста.

По мере появления новых конструкционных материалов и развития технологий строительства

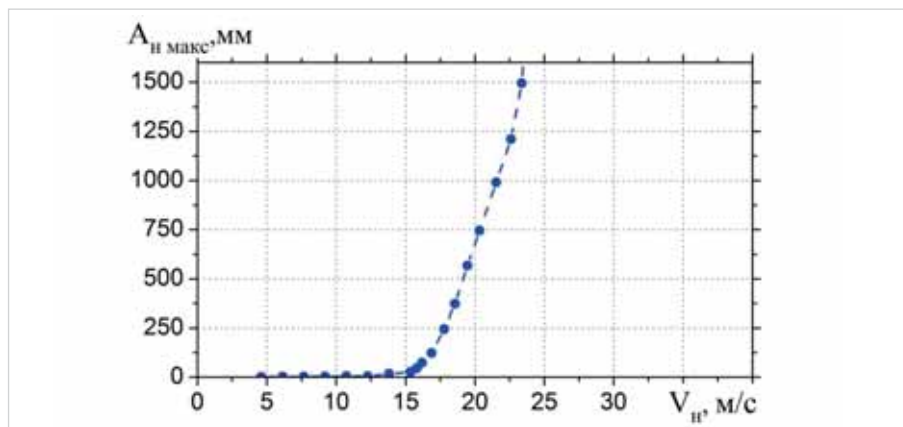


Рис. 4. Пример неограниченного роста амплитуд колебаний пилон из-за явления аэроупругой неустойчивости (галоупирование)

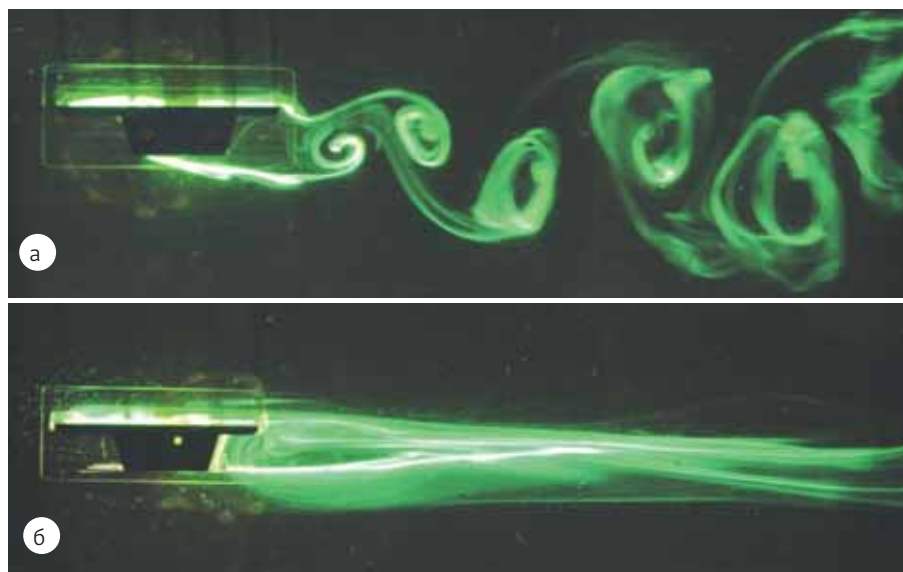


Рис. 5. Визуализация структуры обтекания потоком поперечного сечения пролета моста: а) исходный вариант сечения; б) вариант с установленным аэродинамическим гасителем колебаний

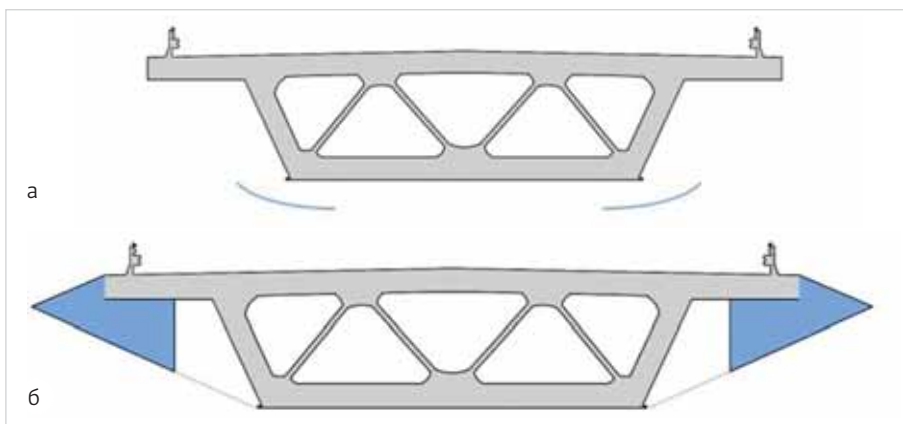


Рис. 6. Примеры аэродинамических гасителей колебаний: а) дефлектор; б) обтекатель

в мире появляются все более масштабные и уникальные мосты. Для их успешного проектирования и строительства требуется моделирование и учет внешних ветровых нагрузок на совершенно новом уровне. Подобные исследования требуют проведения физического эксперимента в спе-

циализированных аэродинамических трубах.

С.Ю. Соловьев, канд. физ.-мат. наук,
заместитель начальника
отделения гидроаэродинамики
ФГУП «Крыловский государственный
научный центр»
aerodynamics.spb@gmail.com

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

За период с 2017 по 2024 год в России было введено в эксплуатацию 31 мостовое сооружение с пролетными строениями из алюминиевых сплавов, включая один автодорожный мост через реку Линду (Нижегородская область). Очевидно, что устойчивый рост спроса на данные технические решения был вызван рядом преимуществ алюминиевых конструкций по сравнению с традиционными материалами: экологичность, долговечность, снижение затрат на транспортировку и монтаж.

«Создание инновационных сплавов и технологий, развитие компетенций, актуализация нормативной базы, импортозамещение, а также взаимодействие профессионального сообщества позволили в области транспортной инфраструктуры за последние годы совершить существенный прорыв, – отмечает Евгений Васильев, директор по развитию рынков ОК «РУСАЛ», возглавлявший на протяжении нескольких лет направление транспортной инфраструктуры Алюминиевой Ассоциации. – Мосты из алюминиевых сплавов отвечают всем ключевым требованиям современной экономики. Они прочны, имеют меньший, по сравнению с аналогами, вес, что позволяет применять на объектах строительства краны малой грузоподъемности и задействовать меньшее количество специалистов на монтаже. Неприхотливые в эксплуатации, эти мосты не подвержены коррозии, что позволяет экономить бюджет регионов на жизненном цикле объектов».

Однако при всех имеющихся преимуществах мостов из алюми-

ниевых сплавов и динамичном росте числа проектов с применением алюминиевых пролетных строений наблюдается определенная осторожность со стороны проектных организаций. Это, в свою очередь, приводит к усложнению технических решений и, соответственно, к потере оптимизационного подхода при оценке ожидаемых результатов.

К основным техническим решениям, применяемым в ходе проектирования пролетных строений из алюминиевых сплавов, следует отнести используемые материалы и полуфабрикаты, виды соединений и особенности их конструирования.

Нормативная документация

Как известно, проектирование мостовых сооружений выполняется согласно СП 35.13330.2011, и здесь важно обратить внимание на раздел 1 данного свода правил, «Область применения», где указано, что пешеходные мосты из алюминиевых сплавов следует проектировать согласно

СП 443.1325800.2019. При этом в вопросах общих указаний, нагрузок и воздействий, габаритов и деформаций конструкции данный документ во многом ссылается на СП 35.13330, что, в свою очередь, предполагает одинаковый подход к назначению генеральных параметров сооружения как из алюминия, так и из традиционных материалов. В процессе выполнения проверочных расчетов специалисты также должны руководствоваться СП 443.1325800, и при этом ряд расчетов выполняется со ссылками на СП 128.13330 «Алюминиевые конструкции».

Материалы

Применяемые материалы, их нормативные и расчетные характеристики приведены в разделах 8.2 и 8.3 СП 443.1325800. Алюминиевые сплавы отличаются друг от друга своим химическим составом, величинами расчетных сопротивлений, а если ссылаться на ГОСТы по полуфабрикатам (листы и плиты), то и плотностью. При этом с инженерной и конструкторской точек зрения основное отличие между сплавами заключается в их свариваемости. Вопреки устоявшемуся мнению, алюминиевые сплавы можно сваривать без потери их свойств по завершении сварочных работ. Такие сплавы относятся к категории термически неупрочняемых. Однако у ряда сплавов после сварки понижается расчетное со-

Табл. 1

Алюминиевый сплав		Плотность, кг/м ³	Модуль упругости E, МПа при $-40 \leq t \leq +50$	Модуль сдвига G, МПа при $-40 \leq t \leq +50$	Расчетное сопротивление на растяжение, R, МПа
Тип	Марка	2700	7×10^4	$2,65 \times 10^4$	
Термически упрочняемый	АД35Т1				180
	6082Т6				180
	1915Т				180
	19151				205
Термически неупрочняемый	1565чМ				145

противление в зоне термического влияния сварного соединения – речь идет о термически упрочняемых сплавах. Изготовленные из них сварные сборочные единицы нуждаются в дополнительной закалке, производимой в заводских условиях.

Физические характеристики алюминиевых сплавов приведены в Приложении А СП 443.1325800. Примеры наиболее распространенных в мостостроении алюминиевых сплавов и их характеристик приведены в табл. 1.

Одной из физических характеристик любого материала, применяемого в строительных конструкциях, является коэффициент линейного расширения. Так, у алюминиевых сплавов он составляет $2,4 \times 10^{-5}$, что в два раза больше, чем у стали, и в 2,4 раза больше, чем у железобетонных конструкций. Таким образом, в алюминиевых пролетных строениях при подборе подвижных опорных частей важно обращать внимание на продольные и поперечные перемещения в зонах опирания. Это же касается деформационных швов, которым требуется компенсировать сравнительно большие перемещения, чем в случаях со стальными или железобетонными конструкциями.

Затрагивая тему расчетов по второй группе предельных состояний, следует отметить допуск по предельным вертикальным прогибам, который для пешеходных мостов составляет $L/400$ (L – расчетная длина пролетного строения) от действия нормативной пешеходной нагрузки. Как показывает практика, в стремлении к оптимизации расхода алюминия инженеры могут на этапе эскизного проектирования упустить этот момент. Важно помнить, что модуль упругости алюминия практически в 3 раза ниже, чем у стали, поэтому проверки по второй группе предельных состояний входят в число приоритетных на этапе определения основных параметров сооружения. При этом в качестве конструктивного преимущества стоит упомянуть срав-

нительно низкий строительный подъем пролетного строения, назначаемый в зависимости от величины постоянных нагрузок, основной составляющей которых является собственный вес.

Полуфабрикаты

Применяемые в алюминиевом мостостроении полуфабрикаты имеют сравнимый со стальным принцип классификации: прокатные профили и листовой «прокат». Однако несмотря на сходства, алюминий имеет ряд отличий:

- листовой «прокат» делится на листовой по ГОСТ 17232-2023 (толщина листа от 6 мм до 10 мм) и плитный по ГОСТ 21631-2023 (толщина плиты от 12 мм до 42 мм);
- «прокат» профилей, в отличие от стального, создается путем экструзии по ГОСТ 8617-2018. Форма экструдированных профилей может быть самой разнообразной, однако на практике применяются «классические» сечения: прямоугольные и квадратные трубы, двутавры и тавры, уголки.

Экструзия профилей – процесс, при котором заготовка (в основном в виде круглого цилиндра) выдавливается прессом под высоким давлением через формообразующий инструмент (матрицу). На выходе получается изделие соответствующего матрице поперечного сечения и необходимой длины.

Схема процесса экструзии алюминиевого профиля приведена на рис. 1.

Среди применяемых профилей отдельное место отводится алюминиевым настилам.

Настилы прогожей части нашли широкое применение не только на алюминиевых, но и на стальных мостах, поскольку имеют такие преимущества, как:

- высокая прочность и низкая деформативность: при предельной высоте алюминиевого настила (40 мм) им можно перекрыть пролет (при укладке по разрезной схеме) до 3 м.

- низкий вес: вес настила высотой 30 мм составляет 16 кг/м^2 , 40 мм – 26 кг/м^2 .

Что касается мостового полотна, то по настилу прогожей части можно устраивать асфальтобетонное покрытие, покрытие из резиновой крошки и полимерное покрытие. Секция настила высотой 30 мм показана на рис. 2.

Соединения

Как упомянуто выше, в алюминиевых мостах применяются сварные соединения – полуавтоматическая и ручная аргонодуговая сварка по ГОСТ 14806-80. Следует добавить, что данная сварка осуществляется в среде защитных газов, поэтому

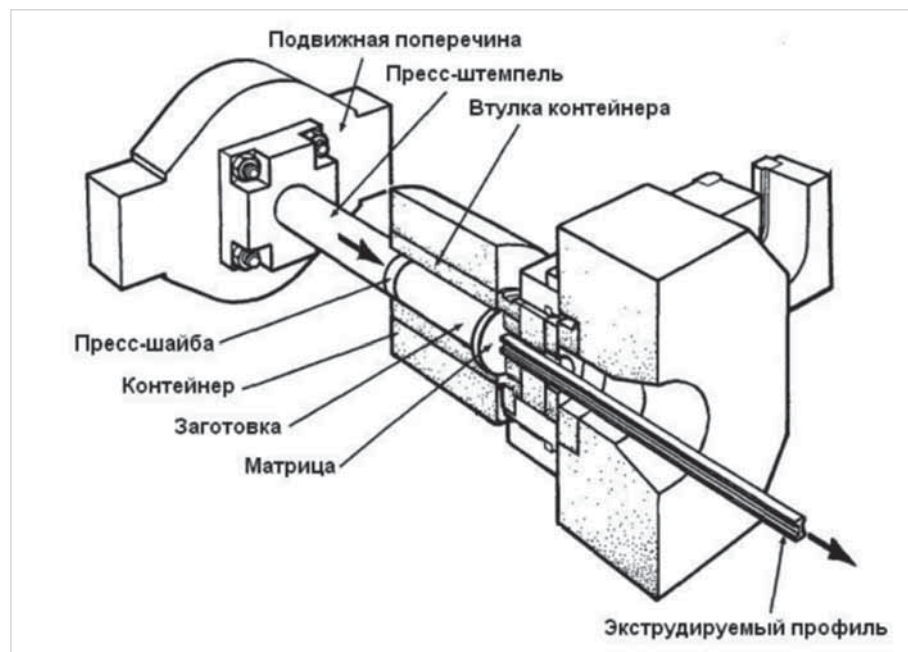


Рис. 1. Экструзия алюминиевого профиля



Рис. 2. Секция настила высотой 30 мм

выполнение монтажных сварных соединений представляет собой довольно трудоемкий процесс. На практике в проектах закладываются заводские сварные соединения. Отдельно следует отметить особый вид сварки алюминия – сварка трением с перемешиванием (сокращенно СТП) по ГОСТ ISO25239. Данный способ сварки представляет собой процесс, происходящий в металлах в твердом состоянии, при котором механическое соединение происходит посредством погружения специального вращающегося инструмента в поверхность стыка двух жестко закрепленных пластин на глубину, примерно равную его толщине. Инструмент, который обычно изготавливают из теплостойкой стали, перево-

дит свариваемый металл в пластифицированное состояние за счет фрикционного тепла и перемешивает его в этом состоянии без образования жидкой фазы. Схема процесса СТП показана на рис. 3.

Самым распространенным видом соединения алюминиевых сборочных единиц является болтовой, в том числе и на высокопрочных болтах, путем устройства фрикционного соединения. Для исключения контактной коррозии между алюминием и сталью применяются болты с защитными цинковым, цинк-ламельным или термодиффузионным покрытием. Также в срезных болтовых соединениях допускаются к применению болты из нержавеющей стали А2

и А4. Отдельно следует отметить, что, по сравнению со стальными конструкциями, в алюминиевых увеличены болтовые расстояния (рис. 4).

Антикоррозионные мероприятия
Алюминиевые сплавы, применяемые в мостостроении, не подвержены коррозии: к моменту начала эксплуатации на внешних поверхностях конструкции появляется оксидная пленка, являющаяся естественной защитой от коррозионных процессов. Но, как известно, искусственные сооружения могут эксплуатироваться в различных условиях, которые могут оказывать негативное влияние на целостность оксидной пленки. Для предотвращения данных про-

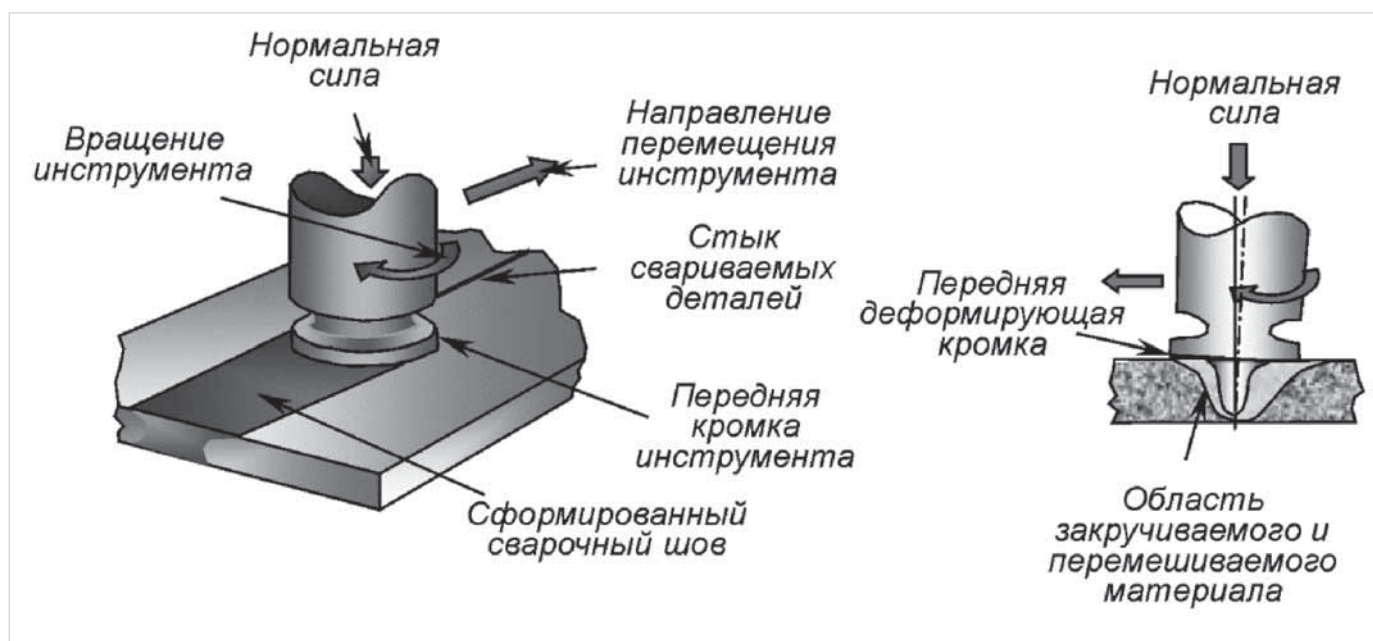


Рис. 3. Схема процесса СТП

Рис. 4. Расстояния при размещении болтов согласно СП 443.1325800

Характеристика расстояния при размещении болтов	Расстояние
Между центрами заклепок и болтов и любом направлении:	
– минимальное для заклепок	3d
– минимальное для болтов	3,5d
– максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющие уголков при растяжении и сжатии	5d или 10t
– максимальное в средних и крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:	
– при растяжении	12d или 20t
– при сжатии	10d или 14t
От центра заклепки или болта до края элемента	
– минимальное вдоль усилия и по диагонали	2,5d
– минимальное поперек усилия при обрезных кромках	2,5d
– то же, при прокатных или прессованных кромках	2d
– максимальное	6d

Примечание:

В настоящей таблице применены следующие обозначения: d – диаметр отверстия для болта, t – толщина наиболее тонкого наружного элемента пакета

цессов на алюминиевых элементах в заводских условиях устраивается анодированное покрытие, которое защищает конструкцию от химических и физических повреждений. Дополнительно данный вид покрытия придает архитектурную привлекательность пролетному строению за счет разнообразия цветовых решений. Схема устройства анодированного покрытия показана на рис. 5.

Важно отметить, что алюминий, проявляющий стойкость к агрессивному воздействию внешних

сред, подвержен электрохимической (контактной) коррозии. Такой тип коррозии возникает при контакте алюминия со сталью, из-за чего образуется электрохимическая контактная пара, или с бетоном, цемент которого является щелочной средой. Самый эффективный способ борьбы с контактной коррозией – разграничить материалы. Например, при сборке пролетного строения на железобетонном или стальном стапеле между алюминием и стапелем устраиваются текстолитовые прокладки. Как было отмечено выше,

стальные болты должны быть покрыты защитным покрытием, а между сталью опорных частей и алюминиевым пролетным строением устраиваются прокладки из нержавеющей стали.

В качестве вывода важно отметить, что проектирование алюминиевых пролетных строений не отличается от привычных принципов проектирования. Отдельные особенности конструктивных решений приведены в нормативных документах (СП 443.1325800, СП 128.13330), а также в ГОСТах на полуфабрикаты. То же можно сказать и про расчетные положения: за исключением отдельных коэффициентов и физических свойств материала, проверочные формулы имеют корреляцию со стальными конструкциями.

Грамотное использование нормативной документации, а также обращение к профильной литературе и опыту коллег в обозримом будущем позволят автоматизировать процесс проектирования алюминиевых пролетных строений на уровне с традиционными материалами.

Д.С. Бартенев,
главный конструктор отдела
транспортной инфраструктуры
Алюминиевой Ассоциации

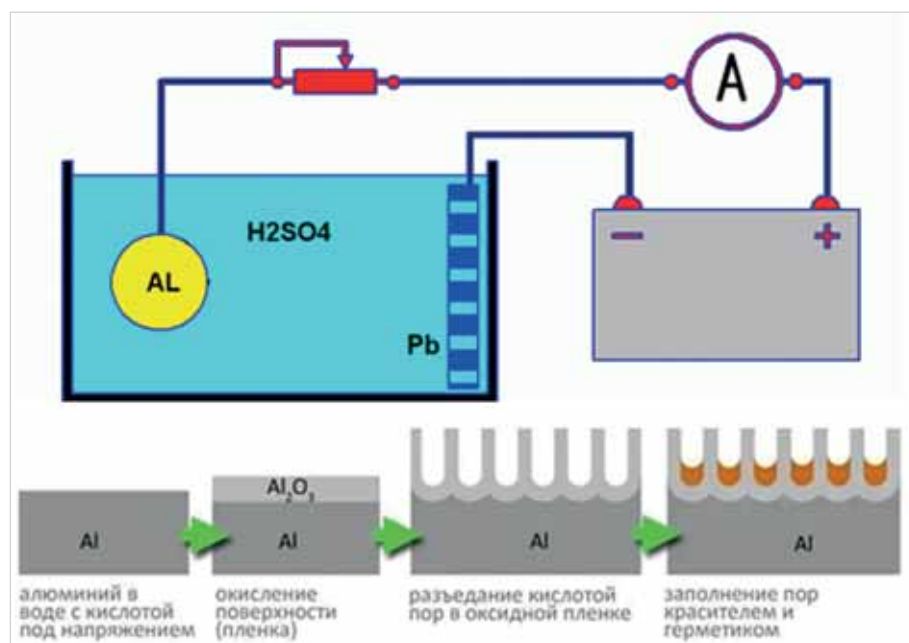


Рис. 5. Схема устройства анодированного покрытия

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ «МАККАФЕРРИ» – ОСНОВА ДОЛГОВЕЧНЫХ РЕШЕНИЙ

Современное производство нельзя представить без эффективной системы управления качеством. Этот аспект не только определяет конкурентоспособность компании – он напрямую сказывается и на доверии потребителей. Компания «Маккаферри» разрабатывает инновационные инженерные решения и производит продукцию для армирования грунтов, защиты инфраструктурных объектов от негативно влияющих геологических и природных явлений.



В основе технических решений – габионные конструкции, георешетки, геотекстиль и геокомпозитные материалы.

Экономически эффективная, прочная, экологически безопасная, отвечающая современным требованиям по качеству продукция и технологии «Маккаферри» широко применяются в дорожном строительстве и геоинженерии.

О подходах к управлению качеством при производстве геосинтетических материалов и габионной продукции рассказывает директор по качеству «Маккаферри СНГ» **Татьяна Васильева**.

– Татьяна, что, на ваш взгляд, должна представлять собой гра-

мотно выстроенная система управления качеством?

– Контроль качества должен охватывать все этапы производства. Каждый процесс связан с другими, и важно, чтобы сотрудники, отвечающие за их выполнение, понимали, какие показатели необходимо контролировать.

Основная роль службы качества – следить за тем, соответствует ли продукция установленным требованиям, вести документацию и проводить контрольные проверки без постоянного вмешательства в технологические и производственные процессы. Когда производственные операции выполняются по четко определенным стандартам и каждый участник знает, какие показатели должны быть достигнуты, такое вмешательство не нужно. Крайне важно, чтобы все этапы работы были прозрачны: от закупки сырья до отгрузки готовой продукции.

– **Как построена система управления качеством в компании «Маккаферри СНГ»?**

– Система управления качеством на производстве «Маккаферри» охватывает весь жизненный цикл продукции:

■ Контроль начинается с выбора поставщиков – их у нас немного, но каждому предъявляются строгие требования.

■ Входной контроль сырья определяется четкими стандартами.

■ Приемо-сдаточная проверка готовой продукции также основана на стандартах.

■ На этапе производства контроль обеспечивают операторы, бригады и сотрудники ОТК.

■ Лабораторные испытания позволяют гарантировать соответствие продукции установленным стандартам.

Благодаря всему этому мы практически не сталкиваемся с негативными отзывами.

– **Какие именно параметры контролируются на этапе производства? Как потребитель может определить, что перед ним качественная продукция «Маккаферри СНГ»?**

– Мы проверяем прочность проволочки, плотность покрытия, его устойчивость к истиранию, геометрические размеры готовых изделий. Для геосинтетической продукции оценивается плотность, прочность, толщина и фильтрационные характеристики. Что касается проверки качества потребителями, то достаточно использовать оригинальную продукцию «Маккаферри» – это и будет лучшей гарантией. Мы строго соблюдаем не только государственные нормативы, но и наши внутренние, которые зачастую превосходят заложенные в ГОСТах требования.

– **Татьяна, существуют нормативы и допустимая погрешность $\pm 2-5\%$ на геометрические допуски. Как вы считаете, при создании нового изделия лучше четко следовать установленным требованиям или можно выходить за рамки стандартов? Насколько это оправданно с точки зрения качества?**

– Выпускаемые производителем типовые изделия, например габионные конструкции, имеют габариты $2 \times 1 \times 1$. Увеличивать размеры никто не будет, поскольку на это нужны дополнительные

траты. Теоретически можно уйти в минус: скажем, с 2 м до 1 м 90 см. Для небольшой подпорной стены такое отклонение особой роли не сыграет, но для высоких укреплений это будет иметь весьма серьезные экономические последствия. Подрядчику придется закупать дополнительные материалы, а если речь идет о поставке в удаленный район, то увеличатся расходы и на логистику.

С нашей точки зрения, даже допустимое уменьшение размера изделия в пределах допуска неоправданно, поскольку объект в конечном итоге может не выйти на проектную отметку. Компания «Маккаферри» стремится к наиболее точному выполнению требований по номинальным значениям. Это удобно, поскольку подрядчикам не придется ставить дополнительные ярусы и докупать материалы.

Чем старательнее, четче мы выполняем свои обязательства, тем меньше затрат несет подрядная организация. К тому же соответствие сооружения проектным отметкам сейчас очень строго контролирует Ростехнадзор.

– Имелись ли в практике компании случаи, когда продукция не устраивала клиентов?

– Ситуаций с негативными отзывами не было давно. Однажды нам поступила жалоба, что размеры крышек и баз матрацев Рено не сходятся. Отличия были в рамках допустимых отклонений, но при этом крышка закрывалась с усилием. Мы провели анализ проблемы и для ее устранения изменили технологический процесс.

– Татьяна, качество продукции во многом зависит от специалистов, которые этот контроль обеспечивают. Расскажите, как в компании организован контроль качества с точки зрения кадровой политики?

– Процесс управления качеством на всех этапах жизненного цикла продукции «Маккаферри» обеспечивают сотрудники лаборатории и отдела технического контроля.

На этапе производства продукции за работой персонала выполняется трехступенчатый контроль: операторов, бригадиров и сотрудников ОТК. Мы следим за всей технологической цепочкой, чтобы

минимизировать число ошибок при изготовлении изделий. К счастью, у нас получается: негативных отзывов на продукцию в компанию не поступало уже очень давно.

Мы, однако, этим не ограничиваемся и регулярно обучаем сотрудников производства. На лекциях наши специалисты пользуются не только сухим техническим языком, но и интересно, подробно рассказывают о конструкциях и сооружениях, построенных с использованием материалов «Маккаферри». Мы стремимся к тому, чтобы сотрудники четко понимали важность сохранения всех параметров выпускаемых нашей компанией изделий. Ведь на конечное качество и срок службы продукции влияет как строгое соблюдение технологии, так и понимание процесса. От того, насколько внимательно каждый сотрудник будет относиться к своей работе, зависит конечный результат.

– Одним из маркеров качества продукта считается сертификация. Сегодня это необходимость или, скорее, дополнительный





инструмент формирования доверия клиента?

– При проектировании любого объекта соблюдается несколько этапов контроля правильности технического решения. Первый этап – подтверждение надежности сооружения в программах, в которых проходят первичные расчеты устойчивости. Второй этап – прохождение проектом государственной экспертизы (подтверждение технического решения) и обоснование применения материалов, их соответствия требованиям проекта и нормативным документам. Здесь как раз можно задуматься о сер-

тификации. Особо подчеркну, что применительно к продукции «Макаферри» это не обязательная процедура.

До 2019 года мы сертифицировали продукцию в системе добровольной сертификации ГОСТ Р. После ее упразднения остались только ведомственные стандарты, из которых мы выбрали СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ» от ПАО «Газпром», так как давно работаем с газовой отраслью. Но в дальнейшем СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ» убрала из перечня продукции, подлежащей сертификации

в рамках их системы продукцию из сетки двойного кручения. Еще раньше габионную продукцию из перечня продукции, подлежащей согласованию, убрала «Транснефть». Все это свидетельствует о том, что наличие добровольного сертификата совершенно не гарантирует наличие качества.

Важно понимать, что сертификация основана на проверке нескольких образцов и не гарантирует стабильного качества всей продукции. Гораздо надежнее оценивать систему управления качеством в целом – это и есть показатель того, что производство контролируется на каждом этапе.

– Как бы вы оценили состояние системы качества в «Макаферри СНГ» в 2025 году?

– Мы ежегодно проходим аудиты не только в российской системе сертификации, но и по международным стандартам. Количество нареканий от потребителей минимально. Однако совершенствование системы – это постоянный процесс.

– Повлияла ли политика ускоренного импортозамещения на уровень качества продукции?

– Мы на 90% работали на российском сырье еще с 2014 года, а в 2023 году заменили несколько компонентов, среди которых





добавка для полимерного покрытия. Оказалось, что отечественные аналоги по ряду характеристик даже превосходят зарубежные добавки. Например, наш материал стал более морозостойким, что особенно важно для российского рынка.

– Высокое качество продукции гарантирует долговечность конструкций?

– Высокое качество продукции – это только один из факторов, обеспечивающих долговечность объектов, наряду с соблюдением технологий укладки, условий экс-

плуатации, правильности и качественного монтажа.

Например, «Маккаферри» как производитель предоставляет клиентам свои рекомендации по применению изделий. Мы разработали четкие инструкции по установке, есть и видеоролики с наглядной демонстрацией процесса. Для закрепления информации наши специалисты периодически проводят обучение для инженеров и технологов. По запросу или необходимости сотрудники компании выезжают на строящиеся объекты и уже на

месте консультируют по различным вопросам.

В «Маккаферри» вырабатывается эффективная форма взаимоотношений с подрядчиками, используется целый комплекс разнообразных приемов для фиксации положительного результата или выявления проблемных мест. Демонстрируя системный подход к управлению качеством, обеспечивая высокий уровень продукции даже в условиях новых вызовов, наши специалисты нацелены на улучшение и адаптацию к внешним изменениям. Все это позволяет поддерживать конкурентоспособность и удовлетворять запросы потребителей.

Использование современных материалов и технологий открывает новые возможности в дорожном строительстве, даже с учетом импортозамещения. Компания «Маккаферри» готова поделиться опытом и поддержать своих заказчиков профессиональным сопровождением на всех этапах строительства, начиная от разработки проекта и заканчивая шеф-монтажом.

«Маккаферри» предлагает комплексное сопровождение:

- техническая поддержка (консультации, подбор материалов, выполнение расчетов);
- разработка проектно-сметной документации;
- производство материалов и логистика;
- шеф-монтаж.

Для подрядчиков, которые стремятся строить качественно и эффективно, сотрудничество с профессионалами – это инвестиция.



MACCAFERRI

ООО «Габиионы Маккаферри СНГ»

Москва

ул. Ленинская Слобода, д. 26

тел. +7 (495) 108-58-84

info@maccaferri.ru

www.maccaferri.ru

24-26 АПРЕЛЯ

ТРАНСПОРТ И ДОРОГИ СИБИРИ. СПЕЦТЕХНИКА

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

12+



SIBEXPO
CENTRE
ИРКУТСК 2025



Грейдер

IRK.RU



Сделано в Саратове

ТЕХНИКА ДЛЯ ЛЕТНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ПЕРЕДНИЙ
СДВИЖНОЙ
МАНИПУЛЯТОР
«СТРИЖ-3»

БОКОВОЙ
ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЙ
МАНИПУЛЯТОР
«СТРИЖ-2»

ЗАДНИЙ
ПОВОРОТНЫЙ
МАНИПУЛЯТОР
«СТРИЖ-1»

НАВЕСНЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ «СТРИЖ»

СО СМЕННЫМИ
РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ



GROUP-SDT



ЩЕТКА
для очистки
БОРДЮРОВ



КОСИЛКА-
МУЛЬЧЕР



КОСИЛКА-
СПИННЕР



СТРИГУНОК
для ОБРЕЗКИ
ДЕКОРАТИВНЫХ
КУСТОВ



ЩЕТКА
для очистки
ПОКРЫТИЙ



РОТОРНАЯ
КОСИЛКА



ВИНТОВАЯ
ФРЕЗА



КУСТОРЕЗ



ЩЕТКА
для очистки
БАРЬЕРНЫХ
ОГРАЖДЕНИЙ

ПРИНЦИПЫ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

ЧАСТЬ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Продолжение (часть 1 – № 127 «ДД», стр. 76–80; часть 2 – № 129 «ДД», стр. 82–87)

Ниже сформулированы принципы – руководящие правила действия [1] – применительно к строительству автомагистралей, опираясь на ранее опубликованные материалы и предложенную ранее методологию проектирования автомобильных дорог [2].

1. Строительство транспортных коммуникаций в Российской Федерации должно вестись системно, поскольку только единая, рационально объединяющая разные виды транспорта сеть транспортных коммуникаций способна обеспечить достижение общей заданной цели – максимальное повышение экономической мощи России и благосостояния ее народа.

2. Строительство автомагистралей проводится по решению государственных административных органов (правительства РФ, правительств регионов) и выполняется в соответствии с техническим заданием.

3. Задание на проектирование составляется по аналогии с техническими заданиями в транспортном машиностроении: формулируется назначение изделия, область его использования, требуемые технические качества (показатели), финансовые ограничения. Для автомагистрали дополнительно указываются: социальные, экономические, оборонные цели и задачи; начальный, конечный, а также промежуточные пункты.

4. Автомагистраль проектируется по потребительским качествам (техническим показателям) для характерных природных и транспортных условий, прева-

лирующих на рассматриваемой территории. С целью природных условий РФ выбирается расчетный сезон года, по которому определяются основные технические показатели с оценкой их достаточности для всех остальных сезонов.

5. Основные технические показатели, определяющие геометрию дорожных сооружений и движение транспортного потока:

- пропускная способность (Р) при заданном режиме (Z) и скорости (V) движения;
- уровень дорожной безопасности;
- допустимая нагрузка от транспорта на дорожные сооружения и конструкции;
- непрерывность движения;
- стабильность основных технических показателей по длине магистрали и по сезонам года.

Основные показатели должны быть одинаковыми по всей автомагистрали (в соответствии с сезонами года).

6. Магистраль прокладывается мимо городов – в целях исключения появления на ней городских транспортных потоков и исключения (сведения к минимуму) случайных заездов в города автомобилей транзитной части.

7. Транспортный поток на автомагистрали включает две компоненты: транзитную и местного назначения. Главным (обязательным) условием является обеспечение непрерывного, безопасного и скоростного движения транзитной части транспортного потока при обеспечении беспрепятственного движения потоков местного назначения. Обязателен учет динамики

движения автомобилей в транспортном потоке (уровня турбулентности транспортного потока).

8. Количество транспортных узлов на магистрали назначается из условия обеспечения экономических и социальных потребностей территорий ее прохождения и исходя из уровня развития автотранспортной сети данной территории. Желательно минимизировать число съездов местного значения. Все пересечения с другими транспортными коммуникациями только в разных уровнях.

9. Проезжая часть автомагистрали проектируется, исходя из уровня турбулентности транспортного потока:

а) на участках между транспортными узлами (за пределами зон влияния транспортных узлов на турбулентность транспортного потока) определяется по принципу организации ламинарного (параллельно-струйного) движения;

б) определяются длины зон влияния мест съезда и въезда автомобилей на турбулентность транспортного потока;

в) в пределах транспортных узлов на проезжей части отдельно выделяются полосы движения для транзитной (движущейся насквозь) части транспортного потока и полосы движения для потока местного назначения, съезжающего и въезжающего на автомагистраль. Для стабилизации траекторий движения автомобилей проезжая часть проектируется совместно с мерами по организации движения ав-

томобилей (продольной разметкой, дорожными знаками и указателями, регламентирующими скоростной режим движения – наибольшую и наименьшую допускаемые скорости).

10. При строительстве автомагистрали обязателен учет предшествующего опыта строительства и практики эксплуатации автомобильных дорог по направлению ее прокладки.

11. Возможно строительство автомагистрали стадийным методом (обычно на вновь осваиваемых или малоосвоенных территориях). В этом случае определяется и резервируется на будущее необходимая ширина полосы, занимаемой земляным полотном и транспортными узлами на расчетный срок (до достижения расчетной интенсивности движения). Земляное полотно на транзитных участках также строится на расчетный срок, земляное полотно на территории транспортных узлов – на первую очередь строительства, как и проезжая часть (ширина). Оставшиеся участки пока не используются на территории благоустраиваются.

12. Основные технические показатели автомагистрали:

12.1. Пропускная способность (Р) при заданных режиме и скорости движения (V).

Режим движения, уровень загрузки полос движения и скорость автомобилей сквозного (транзитного) и местного направлений (в пределах транспортных узлов) назначаются в соответствии с действующими нормативными документами и по заданию Заказчика; в период эксплуатации – определяются фактически сложившимися и планируемыми условиями (планируемым режимом) движения. Ширина проезжей части может быть разной по участкам (в зависимости от интенсивности движения) при сохранении общего уровня движения – режима, уровня загрузки и скорости.

12.2. Уровень дорожной безопасности оценивается группой показателей безопасности:

■ **коэффициентом дорожно-транспортных происшествий (1 млн авт.-км)**

$$И = 10^6 A / 365 L N n, \quad (1)$$

где А – число происшествий в год; L – длина участка, км; n – число расчетных лет.

По величине коэффициента дорожно-транспортных происшествий оценивается опасность дорожных участков для движения автомобилей [3] (см. табл.1):

■ **итоговым коэффициентом аварийности**

$$K_a = K_1 K_2 \dots K_{18}, \quad (2)$$

где $K_1, K_2, \dots, K_{18}$ – частные коэффициенты, учитывающие влияние отдельных элементов плана, профиля, характеристик покрытия, интенсивности движения и т.д. [3, 4, 5].

Оценка степени опасности движения в равнинной и холмистой местности (для каждого сезона) дается по величине итогового коэффициента аварийности и соотношению значений сезонного и итогового K_a на смежных участках [3] (см. табл. 2):

■ **коэффициентом безопасности K_b , определяемым как**

Табл. 1

И	< 0,4	0,41–0,60	0,81–1,2	>1,2
Характеристика участка	Не опасно	Малоопасно	Опасно	Очень опасно

Табл. 2

по итоговому K_a	0–10	10–20	20–40	>40
разница между значениями сезонного K_a на смежных участках	До 20	20–40	40–100	>100
характеристика участка	Не опасно	Малоопасно	Опасно	Очень опасно

Табл. 3

K_b	0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	>0,8
Характеристика участка	Очень опасно	Опасно	Малоопасно	Не опасно

соотношение максимально допустимых скоростей движения на двух дорожных участках в зоне их контакта.

$$K_b = V_{\text{ф макс на въезде на участок}} / V_{\text{ф макс. на въезде}} \quad (3)$$

где: $V_{\text{ф макс на въезде на участок}}$ – максимальная скорость на последующем участке,

$V_{\text{ф макс на въезде}}$ – максимальная скорость на предшествующем участке.

Оценка опасности по K_b [3] (см. табл. 3):

12.3. Допустимая нагрузка на дорожные сооружения и конструкции определяется массой автомобилей, интенсивностью и скоростью их движения и оценивается показателем запаса прочности $K_{з.пр}$:

■ для дорожной одежды:

$$K_{з.пр} = E_{\text{ф}} / E_{\text{треб}}, \quad \text{где} \quad (4)$$

$E_{\text{ф}}, E_{\text{треб}}$ – фактический и требуемый показатель (модуль) прочности при сжатии.

■ для искусственных сооружений:

$$K_{з.пр} = Q_{\text{тр}} / Q_{\text{соор}}, \quad \text{где} \quad (5)$$

$Q_{\text{тр}}$ – нагрузка от транспорта, $Q_{\text{соор}}$ – прочность сооружения.

12.4. Непрерывность движения обеспечивается:

- во времени – продолжительными межремонтными сроками службы дорожных сооружений и конструкций;
- в пространстве – разделением транзитной части транспортного потока от местной на транспортных узлах, организацией ремонтных работ с отсутствием сжатия транспортного потока.

12.5. Стабильность условий движения транспортного потока (режим, скорость) достигается:

- правильным назначением (выбором) уровня загрузки магистрали движением (Z);
- соответствующей организацией движения:

а) на транспортных узлах – разделением транзитной и местной частей транспортного потока посредством планировочных решений участков съезда и въезда, оборудованием, дорожной разметкой, дорожными знаками и указателями;

б) на транзитных участках – выделением в пределах общей ширины проезжей части полос движения отдельно для транзитной части потока (двигающейся с максимально возможной скоростью, или близкой к ней) и местного движения, двигающегося с меньшими скоростями;

в) регламентацией максимально и минимально допустимых скоростей движения на полосах движения транзитной и местной частей транспортного потока.

12.5.1. Уровень безопасности дорожного движения, определяемый геометрией автомагистрали (соответствующие частные коэффициенты в формуле 3), постоянный – до изменения геометрических параметров (что возможно только при реконструкции). Стабильность (постоянство) уровня безопасности, определяемого погодными усло-



виями и психофизиологией водителей (соответствующие частные коэффициенты в формуле 4) обеспечивается инженерным оборудованием автомагистрали (техническим содержанием проезжей части, объектами технического обеспечения, отдыха и питания).

12.5.2. Унификацией планировочных и организационных решений на всей магистрали.

13. Отдельные общие рекомендации по организации движения автомобилей:

- в начале каждого участка дороги дорожными знаками и средствами информации выделяются полосы для главного (сквозного, транзитного) и местного движения;
- на всем протяжении дороги на полосах сквозного (транзитного) движения ограничивается не только максимальная (по сезонам года) скорость движения, но и минимальная;
- на транзитных участках дорог, на полосах для местного движения максимальная допустимая скорость одинакова с главным направлением, но допускается движение со сниженной скоростью, в

соответствии с потребностями водителя;

- проблема пересечения транспортных потоков решается строительством транспортных узлов, организация движения на которых определяется интенсивностью движения пересекающихся потоков и объемами их изменения (при высоких интенсивностях – в виде многоуровневых транспортных развязок, при невысоких – в одном уровне (регулируемые и не регулируемые, с направляющими островками и без них, различной планировки);

■ перед началом зон съезда с дороги и въезда на нее устанавливаются информационные схемы движения автомобилей, с обязательным выделением сквозных (транзитных) полос движения и указанием запрета движения на них местного транспорта;

- зоны съезда с дороги и въезда на нее выделяются горизонтальной разметкой, в случае необходимости – постоянными барьерными ограждениями.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Настольный энциклопедический словарь-справочник. М.: «Прометей», 1927. С. 324.
2. Немчинов М.В. Методология проектирования автомобильных дорог // Дорожная Держава. № 122, 2024. С. 42–47.
3. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация движения. М.: «Транспорт», 1990.
4. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М.: «Транспорт», 1976.
5. Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. М.: «Транспорт», 1986.



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ



**СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО**



**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**



**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Год назад дорожная отрасль перешла на ресурсно-индексный метод определения сметной стоимости объектов дорожного хозяйства (РИМ). Этот год был посвящен аналитической работе и сравнению БИМ (базисно-индексного метода определения сметной стоимости) и РИМ.

Предполагаемые отрицательные и положительные стороны РИМ в значительной степени подтвердились на практике.

В качестве плюсов можно отметить:

- повышение точности и достоверности определения сметной стоимости объектов дорожного хозяйства;

- возможность органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации объективно оказывать влияние на ценовую политику в строительной отрасли;

- возможность достоверного определения стоимости конструктивных решений в смете контракта.

К минусам относятся:

- недостаточная наполняемость Федеральной государственной информационной системы ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС);
- увеличение трудоемкости составления сметной документации;
- недостаточная номенклатура ресурсов ФГИС ЦС.

Для понимания практической значимости перехода на РИМ для дорожной отрасли специалистами ФАУ «РОСДОРНИИ» совместно с коллегами из Федерального дорожного агентства проведена работа по анализу объектов ремонта и капремонта автомобильных дорог и искусственных сооружений, сметная стоимость которых была определена БИМ и РИМ.

В результате анализа 21 объекта отмечено, что сметная стоимость ремонта, определенная посредством РИМ, выше сметной стоимости, рассчитанной БИМ, в среднем на 2,81%. Затраты на материальные ресурсы в РИМ ниже в среднем на

6%, затраты на машины и механизмы упали в среднем на 49,5%. При этом заработная плата рабочих и машинистов с накладными расходами и сметной прибылью относительно аналогичных затрат в БИМ выросла на 69%.

В процессе анализа 15 объектов капитального ремонта автомобильных дорог II категории с двумя полосами движения и расширением с двух до четырех полос определено, что сметная стоимость и затраты на строительно-монтажные работы (СМР) в РИМ превышают сметную стоимость в БИМ на 10%.

В целом затраты на материалы упали в РИМ на 1% относительно БИМ. Затраты на отраслевую заработную плату в РИМ превышают БИМ на 66,9%. По результатам анализа наблюдается снижение затрат в РИМ относительно аналогичных в БИМ на машины и механизмы – на 15%, на перевозку – на 6,1%.

Динамика изменения сметной стоимости капитального ремонта искусственных сооружений значительно отличается от динамики изменения стоимости капитального ремонта автомобильных дорог. В целом сметная стоимость капитального ремонта искусственных сооружений (на основе анализа шести мостов и путепроводов) в РИМ меньше сметной стоимости в БИМ на 7,6%, затраты на СМР снижаются на 8,3%.

Затраты в РИМ на материальные ресурсы падают относительно аналогичных в БИМ на 25,2%, затраты на машины и механизмы падают на 66,3%. Заработная плата растет в РИМ на 58,4%. Затраты на перевозку растут на 15,5%.

Помимо капитального ремонта был проанализирован объект строительства моста через реку Кама на участке обхода городов Нижнекамска и Набережных Челнов в Республике Татарстан.

Падение сметной стоимости в РИМ относительно БИМ составляет 18,6%, затраты на СМР снижаются на 19,6%. Затраты в РИМ на материальные ресурсы падают относительно аналогичных в БИМ, как и в капитальном ремонте искусственных сооружений, на 25,4%, затраты на машины и механизмы падают уже на 73,3%.

Затраты на зарплату растут относительно БИМ на 44,2%, на перевозку снижаются на 19,6%.

Чтобы понять причинно-следственные связи такой динамики, был проведен выборочно-сопоставительный анализ стоимости строительных ресурсов по пяти субъектам из сборника сметных цен и ФГИС ЦС.

По результатам этого анализа наблюдается следующая динамика:

- снижение стоимости бетонной смеси на величину от 16 до 45%;
- рост стоимости песчано-гравийной смеси на величину от 14 до 150%;
- снижение стоимости пролетных строений от 13% в Московской области и рост стоимости до 15% в Республике Татарстан.

Кроме того, сравнение стоимости машино-часа крана на гусеничном ходу грузоподъемностью 220 тонн показало снижение порядка 70% по всем выбранным субъектам.

Исходя из вышеизложенного, невозможно не заметить, как стоимость ресурсов влияет на динамику сметной стоимости объектов в целом. Недостаточное внимание к данному вопросу со стороны дорожного сообщества

уже обернулось весомой разницей стоимости материалов в разрезе сопредельных субъектов.

Так, например, в Свердловской области стоимость тонны асфальтобетона А 16 ВТ на БНД составляет 5618 рублей, в Челябинской области – на 1% меньше, в Курганской – на 30% больше, а в Пермском крае – на 63% больше. В Тюменской области в первом квартале 2025 года тонна этой же смеси стоит 7228 рублей, хотя в четвертом квартале 2024 года стоимость во ФГИС ЦС была на 19,7% больше – 9005 рублей.

Тонна асфальтобетонной смеси ЦМА-16 в Свердловской области на 16% дороже, чем в Челябинской, на 68% меньше, чем в Тюменской, и на 82% меньше, чем в Пермском крае.

В результате такой динамики основных дорожно-строительных материалов на дорогах со схожими техническими характеристиками одинаковые виды работ стоят по-разному даже в сопредельных субъектах и, как следствие, возникает высокая вероятность срыва закупок по ряду областей.

Также невозможно не обратить внимание на тот факт, что 49 субъектов не предоставляют абсолютно никаких сведений по мониторингу

стоимости строительных ресурсов в рамках Постановления Правительства от 23.12.2016 № 1452 «О мониторинге цен строительных ресурсов».

Производители ресурсов на стадии мониторинга цен тоже не заинтересованы предоставлять информацию о стоимости: кого-то беспокоит публичное раскрытие цен, кого-то не интересует мониторинг ради мониторинга, если запрашивающее учреждение не является потенциальным покупателем.

В результате такого подхода все чаще в адрес Росавтодора, Минстроя России, а также в адрес ФАУ «РОСДОРНИИ» поступают вопросы: что делать, если стоимость ресурса во ФГИС ЦС значительно отличается от рыночной?

Есть ли выход из сложившейся ситуации? Да, есть. Так, в первую очередь, производителям и поставщикам следует предоставлять свои данные в систему. Кроме этого, перманентное внимательное отношение органов исполнительной власти субъекта и служб федерального заказчика к мониторингу стоимости ресурсов создадут предпосылки формирования объективной стоимости работ и отсутствия срывов закупок дорожно-строительных работ.

Одним из ключевых направлений в системе ценообразования

строительства является сметное нормирование, основой которого в настоящее время является федеральная сметно-нормативная база – ФСНБ-2022.

ФАУ «РОСДОРНИИ» принимает активное участие в разработке новых сметных норм для дорожного строительства начиная с 2021 года. Инициаторами разработки данных норм являются Минтранс России и Росавтодор.

По состоянию на март 2025 года разработаны, согласованы с ФАУ «Главгосэкспертиза России» и включены в соответствующие сборники ФСНБ-2022:

- 70 сметных норм по 27 технологиям в сборники по строительным и монтажным работам;
- 29 материальных ресурсов, 3 вида оборудования и 2 вида машин.

Планирование, рассмотрение и утверждение сметных норм – это трудоемкий и продолжительный во времени процесс, который производится в соответствии с правилами Порядка утверждения сметных нормативов, установленного приказом Минстроя России от 13.01.2020 г. №2/пр (Порядок № 2/пр).

Формирование перечня необходимых к разработке сметных норм происходит по следую-



Динамика изменения стоимости строительных ресурсов

щим направлениям: проводится анализ технологий, предусмотренных существующими сметными нормами и технологиями, которые применяются на объектах капитального строительства дорожного хозяйства, где в первую очередь отводится внимание новым современным технологиям.

Окончательный выбор подлежащих разработке сметных норм производится на основе общественного обсуждения и последующего голосования представителей дорожного сообщества, которое осуществляется на сайте ФАУ «РОСДОРНИИ».

Необходимо отметить участие в работе ФАУ «Главгосэкспертиза России» по синхронизации сборников сметных норм со сборниками федеральных сметных цен на материалы, изделия, конструкции и оборудование (ФСБЦ) и с классификатором строительных ресурсов (КСР).

В соответствии с существующими положениями нормативных документов строительные ресурсы, включенные в КСР и ФСБЦ, должны быть привязаны к сметным нормам, включенным в федеральный реестр сметных нормативов (ФРСН). Сейчас значительное количество ресурсов, применяемых на отраслевых объектах, не привязаны к сметным нормам, предусматривающим их использование, что в ближайшей перспективе приведет к исключению ресурсов из сборников сметных цен на материалы. К таким ресурсам относятся металлические барьерные ограждения разной удерживающей способности, цельновитые металлические трубы диаметром от 3,5 м и другие.

Таким образом, институт «применимости» сметных норм в скором времени будет закрыт. Чтобы не «потерять» эти отраслевые ресурсы, мы создаем перечень технологий для разработки сметных норм. Он будет направлен в Минстрой России для включения в План утверждения

(актуализации) сметных нормативов.

Не менее актуальным направлением деятельности ФАУ «РОСДОРНИИ» является внесение строительных ресурсов в сборник сметных цен. Особенностью данного процесса являются строгие и скрупулезные требования по наличию и качеству исходных данных.

В настоящее время мы проводим работу по внесению в ФСБЦ смесей щебеночно-песчаных (ЩПС), в соответствии с ГОСТ Р 70458-2022 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные. Общие технические требования» (ГОСТ Р 70458), которые используются на автомобильных дорогах.

В ФСБЦ представлены смеси по ГОСТ 25607-2009 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия», требования которого не распространяются на автомобильные дороги. Это обстоятельство не позволяет достоверно определять сметную стоимость дорожных работ с использованием ЩПС. Работа по внесению ресурсов в базу основывается на данных производителей и поставщиков ЩПС.

Номенклатура в соответствии с ГОСТ 70458 представляет 48 наименований, а дифференциация по виду горной породы, марки по прочности и обязательность наличия не менее трех коммерческих предложений приводит к необходимости единовременного предоставления 2592 коммерческих предложений. Для решения данной задачи запросы направлены более чем в 160 организаций, в то время как ответы мы получаем лишь от 20% предприятий, большая часть из них не содержит полных показателей информации. Срок действия прайс-листов составляет всего шесть месяцев, по прошествии которых приходится формировать новые запросы.

Таким образом, в настоящее время решается объемная задача определения исчерпывающей номенкла-

туры ЩПС, где количество видов смесей формируется на основе фактически выпущенной всеми производителями и поставщиками продукции в стране.

Не менее важным вопросом остаются проектно-изыскательские работы, с которых начинается любой объект капитального строительства. В настоящее время ФАУ «РОСДОРНИИ» занимается разработкой нормативов затрат, по которым формируется стоимость проектно-изыскательских работ, а именно:

- по подготовке проектной документации для проектирования интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах и сооружениях на них;
- по подготовке проектной документации для проектирования систем транспортной безопасности на автомобильных дорогах и сооружениях на них;
- по обследованию автомобильных дорог и сооружений на них в целях подготовки проектной документации;
- по экономическим изысканиям для автомобильных дорог;
- по планировке территории автомобильных дорог.

Кроме того, в настоящее время осуществляется работа по актуализации нормативных затрат на работы по подготовке проектной документации для создания инженерной защиты территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов, утвержденных приказом Минстроя России от 13.12.2023 № 912/пр, в части включения затрат, возникающих при выполнении дорожных работ.

Особо следует отметить, что мы совместно с представителями проектного дорожного сообщества взамен действующего Справочника базовых цен на проектные работы для строительства «Автомобильные дороги общего пользования» разработали нормативные затраты на работы по подготовке проектной документации для строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог,



Сравнительный анализ ресурсов

их конструктивных элементов и сооружений на них (НЗ). НЗ утверждены приказом Минстроя России от 03.02.2025 № 51/пр, сведения о них включены в ФРСН 05.02.2025 под регистрационным номером 13.

Применение НЗ является обязательным на территории Российской Федерации при определении сметной стоимости работ по разработке проектной и рабочей документации для автомобильных дорог общего пользования, финансируемых с привлечением бюджетных средств.

Не менее актуальным вопросом остается вопрос отраслевой заработной платы.

В целях отражения фактических затрат подрядных организаций дорожного хозяйства ФАУ «РОСДОРНИИ» ежегодно осуществляет работу по расчету среднемесячного размера оплаты труда рабочего первого разряда, занятого на строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов дорожной инфраструктуры (ОЗП).

В 2025 году расчет проводился на основании данных 422 подрядных организаций, выполняющих дорожно-строительные работы на территории всех субъектов Российской Федерации. Результаты расчетов были направлены в Росавтодор и в настоящее время находятся на проверке в ФАУ «Главгосэкспертиза России».

В случае принятия решения об утверждении ОЗП результаты расчета будут применяться при определении сметной стоимости дорожных объектов.

Кроме того, актуальным вопросом является отраслевая сметно-нормативная база по ремонту и содержанию автомобильных дорог, а также искусственных сооружений (ОСНБ).

В настоящее время ОСНБ по содержанию дорог общего пользования федерального значения представлена методическими рекомендациями, утвержденными распоряжением Минтранса России от 28.03.2014 № МС-25-р.

Для объектов ремонта пока отсутствует установленный на законодательном уровне документ, определяющий порядок и метод формирования сметной стоимости работ по ремонту. Вместе с тем, действующими документами для определения сметной стоимости являются утвержденные приказами Минтранса России (ЭСНиЕР) отраслевые сметные нормативы, применяемые при проведении работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог федерального значения и дорожных сооружений, являющихся технологической частью этих дорог.

Указанные нормативы, разработанные в разрезе субъектов страны для федеральных автодорог, включают в себя элементные сметные

нормы и единичные расценки. При использовании ЭСНиЕР стоимость ремонта и содержания федеральных дорог определяется базисно-индексным методом.

ФАУ «РОСДОРНИИ» разработаны сметные нормативы, применяемые при проведении работ по содержанию федеральных автодорог и дорожных сооружений. Эти документы были направлены в Росавтодор и Минтранс России и в настоящий момент проходят процедуру межведомственного согласования. В проект сборника отраслевых сметных норм включены нормы актуализированного сборника ЭСНиЕРс, новые нормы по содержанию, диагностике и рекомендации по определению сметной стоимости работ по содержанию федеральных дорог и дорожных сооружений.

После утверждения Минтрансом России данного сборника сметная стоимость работ по содержанию будет определяться ресурсно-индексным методом с применением отраслевых сметных нормативов и сметных цен, включенных во ФГИС ЦС. Мониторинг отсутствующих в ФГИС ЦС отраслевых ресурсов мы планируем осуществлять своими силами на ежеквартальной основе.

Также частично разработаны, а частично находятся в процессе разработки проекты отраслевых методических документов, регламентирующих порядок определения сметной стоимости работ по ремонту федеральных автомобильных дорог, включая методику, которая учитывает оборачиваемость ресурсов неоднократного применения.

В целом за период с 2019 по 2024 гг. ФАУ «РОСДОРНИИ» разработано и актуализировано 840 норм по ремонту и содержанию автомобильных дорог и искусственных сооружений.

И.В. Ковтун,
канд. экон. наук,
и.о. директора
Департамента ценообразования,
ФАУ «РОСДОРНИИ»

ПОСТАВКА, ЗАПУСК, АТТЕСТАЦИЯ



EuroTest
оснащение лабораторий



matest.ru
+7 (812) 327-84-51

euro-test.ru
Санкт-Петербург



111

ГИРАТОРОВ



114

**ВАЛЬЦОВЫХ
УПЛОТНИТЕЛЕЙ**



70

**DSR
РЕОМЕТРОВ**



129

**СМАР-
ТРЕКЕРОВ**



17

**PAV+VDO
КОМПЛЕКТОВ**



16

**DTS
СИСТЕМ**



КОМПАНИЯ «СПК РЕСУРС»

Производитель нового **Пластификатора PG** для производства модифицированных битумных вяжущих

Благодаря оптимальному составу **Пластификатор PG** сохраняет следующие характеристики:

 **изменение массы после прогрева**

 **стабильность при хранении**

ТАБЛИЦА ТЕМПЕРАТУР

		Высокая температура				
		52	58	64	70	76
Низкая температура	-16	52-16	58-16	64-16	70-16	76-16
	-22	52-22	58-22	64-22	70-22	76-22
	-28	52-28	58-28	64-28	70-28	76-28
	-34	52-34	58-34	64-34	70-34	76-34
	-40	52-40	58-40	64-40	70-40	76-40

● битумные вяжущие без модификации
 ● битумные вяжущие с добавлением Пластификатора PG
 ● битумные вяжущие с добавлением полимеров и Пластификатора PG

Рекомендуемая рецептура для марки PG 70-28 (по ГОСТ Р 58400.1-2019) на основе БНД 70/100: Пластификатор PG-3,5%, СБС-полимер-3,2%

Рекомендуемая рецептура для марки PG 64-34 (по ГОСТ Р 58400.1-2019) на основе БНД 70/100: Пластификатор PG-6,5%, СБС-полимер-2,5%

ГЕОГРАФИЯ ПОСТАВОК



КОНТАКТЫ

123112, г. Москва,
 Пресненская набережная, д. 6, стр. 2
 +7-495-2114333
 +7-925-1416092
 info@spk-resource.ru
 spk-binders.ru



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
 НА НАШ TELEGRAM-КАНАЛ