

Дорожная сервисная

www.dorvest.ru

Merko®

SANY®

- с 2017 года на рынке
- более 120 АБЗ и БСУ установили
- 12 специалистов сервисной службы и высококвалифицированных инженеров-монтажников
- на 6 га находится офис, складские и производственные помещения в Калужской области

Мы можем :

- поставить, установить и обслужить асфальтобетонный завод и бетоносмесительные установки
- поставить дорожно-строительную технику
- обеспечить сервисное обслуживание на протяжении всего срока службы оборудования

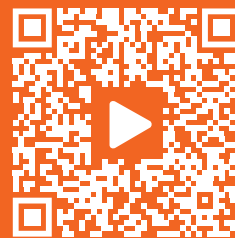
Тел. 8 800 222 79 36
merko-russland.com





Пласткор

Производство полимерных модификаторов
для дорожного строительства PROpolymer



Фильм о компании

«Мы привнесли знания из области химии в дорожную отрасль»

Елена Козлова

управляющий партнер
ООО «Пласткор»



Компания «Пласткор» с 2015 года занимается исследованиями, разработкой и производством отечественных добавок для асфальтобетонных покрытий под маркой PROpolymer. Глубокий опыт в области химии и понимание потребностей дорожной отрасли позволяют создавать современные российские материалы, удобные и экономичные в применении.

СЕКРЕТ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА →



ПОЛИМЕРНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Простая и эффективная технология
модификации асфальтобетона – прямой
ввод в асфальтосмесительную установку

PROpolymer MA123

Модификатор для горячих
асфальтобетонных смесей

PROpolymer MA-CK

Комплексный модификатор для
горячих щебеночно-мастичных
асфальтобетонных смесей

PROpolymer MONOLIT

Модификатор для литых
асфальтобетонных смесей

КИНГИСЕПП



Универсальные модификаторы с основой из полимеров предотвращают появление пластической колеи и колеи износа, повышают удобоукладываемость, водостойкость и придают асфальту яркий насыщенный цвет и однородную структуру. В линейке модификаторов представлены добавки для горячих смесей, для щебеночно-мастичного (с целлюлозным волокном) и литого асфальтобетона.

Качественное улучшение
эксплуатационных свойств
дорожного покрытия

Прямая альтернатива
СБС-модификации битума

Простота хранения
и применения добавки

Многолетний опыт на
стыке дорожной отрасли
и химии полимеров

- Средняя глубина колеи – от 0,9 до 2 мм
- Коэф. водостойкости от 0,89 до 1
- Прямая альтернатива применению ПБВ
- Повышается трещиностойкость, устойчивость к пластическим деформациям
- Эффективность как в верхних, так и в нижних слоях покрытий
- Экономичный расход – от 2 до 6 кг на тонну асфальтобетонной смеси
- «Сухой» способ ввода в АСУ
- Без увеличения цикла производства смеси на АБЗ





«ПОЛИДОРМ»

«Полидорм» – модификатор для всех типов асфальтобетонных смесей по ГОСТ Р 58406.1 и ГОСТ Р 58406.2

«Полидорм-НТ» – полимерный модификатор для асфальтобетонных смесей по ГОСТ Р 58406.2-2020

«Полидорм-СТ» – модификатор для всех типов асфальтобетонных смесей по ГОСТ 58406.1 по ГОСТ 58406.2 состоящий из синтетических волокон, обработанных по специальной технологии битумом и полимерами

«Полидорм-ЛА» – современный и технологичный полимерный модификатор для литых асфальтобетонных смесей по ГОСТ 54401-2020

СТО на модификатор полимерный «Полидорм» согласован:

- ▶ Федеральным дорожным агентством (Росавтодор)
- ▶ ФАУ «РосдорНИИ»
- ▶ ГК «Автодор»

Внесен в Реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения (РННТ)



**ПОВЫШАЕТ
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ**



**СНИЖАЕТ
СТОИМОСТЬ**



**ДЛЯ ВСЕХ
ТИПОВ СМЕСЕЙ**



**УДОБНЫЙ В
ПРИМЕНЕНИИ**



**НЕ ТРЕБУЕТ
МОДЕРНИЗАЦИИ**

Контакты:

 **+7 (4722) 424 777**
+7 (985) 555 55 31



БУДУЩЕЕ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ



info@полидорм.рф

ООО «Мелекесс-Авто»



БИТУМПАК



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.

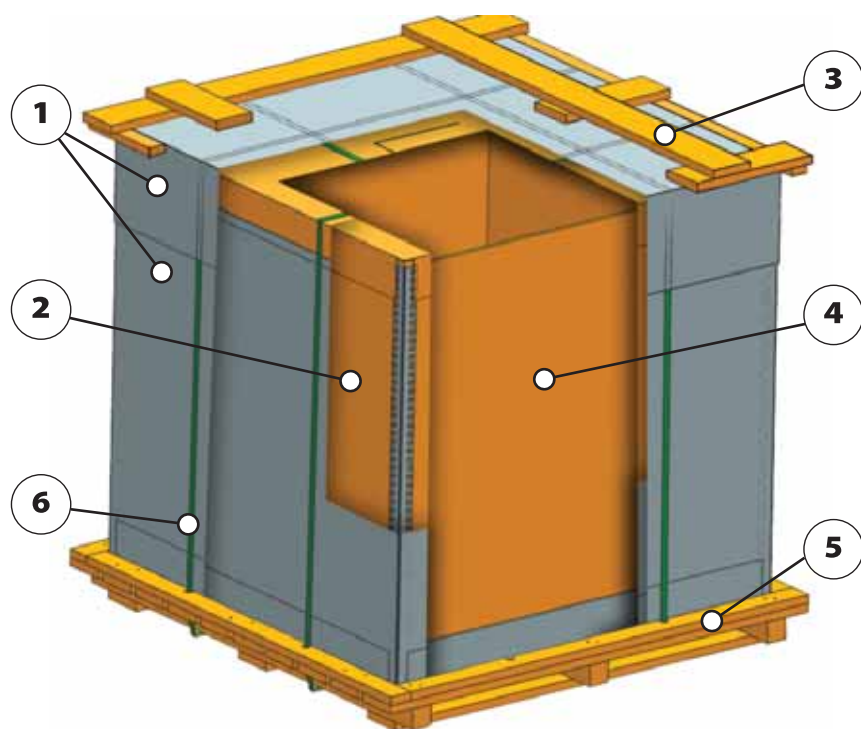
Разработанный нами контейнер «БИТУМПАК» (КСК-У1000) уже более 15 лет поставляется на крупнейшие НПЗ России и ближнего зарубежья, а также получил признание в странах Средней Азии, Африки, Латинской Америки.

Ключевые особенности контейнера:

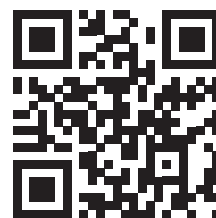
- Жесткий каркас для сохранности груза, имеющий складную конструкцию, позволяет сократить логистические затраты и складское пространство (экономия 80%).
- Непромокаемый полипропиленовый ламинированный чехол позволяет хранить заполненные контейнеры на открытой площадке.
- Продуманные технические характеристики 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



Состояние мира – это как здоровье для человека: его не то чтобы не ценишь, но ощущаешь и воспринимаешь как должное, со всей полнотой и красотой жизни, с ее маленькими и большими радостями. А в лихие годы даже прозаичное, житейское, представляется огромным счастьем.

Над полем – пламенем закат,
А перед боем – тишина...
И верил каждый из солдат,
Что скоро кончится война!

В бою, под пулями, в огне
Среди встревоженных болот
Они мечтали о весне,
Той, что с победой придет.

И представляли, как войдут
В свой дом желанною порой,
Туда, где любят их и ждут,
Молясь всем сердцем и душой.

У той весны не будет края,
И будет стол накрыт... А мать,
Украдкой слезы вытирая,
Не перестанет хлопотать.

«Шинель – в сундук! А вот медали
Повесить можно на стене», –
О мирном будущем мечтали
Те, кто... остался на войне.

Возможность жить в мире – это великое достояние, одно из самых главных благ. И это важно понимать всем – от мала до велика. А еще помнить (!) и беречь память о героях, не давая ее на растерзание тем, кто не желает мириться с нашей исторической правдой, бесстыдно искажая факты и преуменьшая великий подвиг советского народа...

С Днем Победы! С юбилеем великого события!

Светлана Пичкур, главный редактор



БАСТИОН

ПРОИЗВОДСТВО ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

ООО «НПФ Бастион» является производителем оборудования и техники для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог более 20 лет. Собственное производство позволяет выполнять заказы согласно техническим требованиям заказчиков, по конкурентоспособным ценам, в сочетании с высоким уровнем качества. Специалисты компании помогут запустить оборудование и проведут обучение по эксплуатации оборудования.

Техника и оборудование для:

- Ямочного ремонта
- Строительства
- Асфальтобетонных заводов
- Модификации битума
- Производства жидких ПГР



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



Единственные в России, кто производит кохер 10 м³



Асфальтобетонные заводы под ключ

25 ЛЕТ
СТТ-ЭКСПО
ОСНОВА ВАШЕГО УСПЕХА

27-30 мая 2025

Крокус Экспо, Москва

Главная выставка строительной техники и технологий в России

Получите бесплатный билет по промокоду:

EXSTTLD

Наш стенд: D1.1



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

РЕДАКЦИЯ:

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ю.А. Агафонов, генеральный директор Ассоциации «АСДОР», Санкт-Петербург; **В.Н. Бойков**, МАДИ (ГТУ), профессор, Москва; **Н.В. Быстров**, канд. техн. наук, председатель ТК 418 «Дорожное хозяйство», Москва; **А.И. Васильев**, проф. кафедры мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ), 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 12.05.2025
Дата выхода 19.05.2025
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

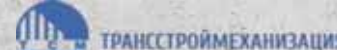
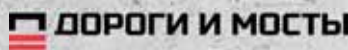
Продажа

- 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





РОСДОРТЕХ



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

INFO@ROSDORTEH.RU



8 (8452) 62-07-50



WWW.ROSDORTEH.RU

Содержание

СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ

Г.Р. Гончаров

Научно-техническая политика Росавтодора.....10

К.А. Кузин, К.А. Селезнев

Межлабораторные сравнительные испытания.....12

НАУКА И ПРАКТИКА

А.М. Кулижников

Проектирование дорожной одежды автомобильных дорог
с низкой интенсивностью движения.....16

Н.В. Коберник, Л.И. Эфрон, С.А. Королев, А.Г. Кравченко

Исследования и анализ экспериментальных данных 20

ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

В развитие отечественного мостостроения 24

А.А. Сергеев, В.С. Мыщик, С.А. Лок

Как избежать ошибок при проектировании свайных фундаментов опор
мостов и труб (ООО НИЦ «Мосты») 29

В.С. Смоленкин, Ш.Н. Валиев, С.А. Черный

Деформационные швы автодорожных мостов с резиновым компенсатором 34

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Новые типы герметиков САЗИ – гарантия безупречного качества (Компания «САЗИ») 38

«Геофлакс»: экономическая эффективность, экологичность и долговечность
(Компания «ГеоСМ») 42

С.С. Сухов

Применение извести в дорожном строительстве (ООО «Калькон Калуга»)..... 45

А.А. Афанасенко

Оптимизация составов горячих мелкозернистых плотных
асфальтобетонных смесей по критерию плотности..... 48

Высокотехнологичный способ модифицирования асфальтобетонных смесей
(ООО «Пласткор») 59

Алексей Плеханов

Эксплуатационные характеристики асфальтобетонов на битумном вяжущем с учетом
транспортной нагрузки (ООО «БИТУМИКС»)..... 62

ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

Технические возможности систем внутреннего нагрева битумов
(Компания «Энергоэффективные Битумные Технологии») 66

Асфальтоукладчик Vögele Super 1800-5: новый технологический этап
в дорожном строительстве (Компания СПК «Ресурс») 69

Д.Н. Кудрявцев

Состояние рынка производства специализированной техники в РФ 72

«Мерко Руссланд»: будущее за технологиями..... 77



14 мая 2025 года ушел из жизни **Александр Сергеевич Малов**, президент Союза работодателей в дорожном хозяйстве «АСПОР». В ноябре ему бы исполнилось 75 лет...

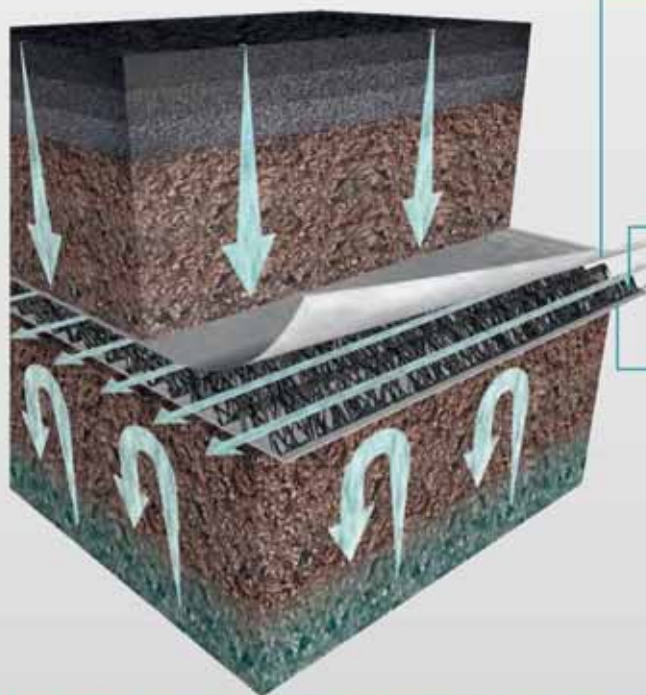
С 1994 года он возглавлял Российскую ассоциацию подрядных организаций в дорожном хозяйстве, объединившую дорожников из разных регионов страны. Александр Сергеевич, почетный строитель и почетный дорожник России, был неравнодушным и жизнерадостным человеком, глубоко переживал за свое дело, которому отдавал максимум сил и энергии.

Коллектив журнала «Дорожная держава» выражает искренние соболезнования близким и друзьям А.С. Малова. Светлая ему память...

MACCAFERRI

MacDrain® ARCTIC BLANKET

**ДРЕНАЖНЫЙ КОМПОЗИТ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАПИЛЛЯРНОГО ПОДНЯТИЯ
И МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ**



Нетканый геотекстиль

Соответствует высочайшим стандартам по сопротивлению нагрузкам и фазам сжатия в вышележащих структурах. Верхний слой служит фильтром, позволяя воде из верхних слоев проникать в дренажную сердцевину, усиливая водоотведение по слою геосинтетики, стабилизируя основание

Геомат W-формы

Обеспечивает эффективный дренаж, с высоким сопротивлением сжимающим нагрузкам и превосходной водопрopusкной способностью, уменьшает ползучесть при сжатии

Нетканый геотекстиль

с гидрофобизирующими добавками

Предотвращает капиллярное поднятие в грунтах, при этом позволяет воде проникать в обратном направлении

- **ЭКОНОМИЯ.** Уменьшение толщины слоя на величину до 80%
- **БЫСТРАЯ УСТАНОВКА** без применения специального оборудования и дополнительных операций
- **ПОВЕДЕНИЕ.** Нет необходимости в периодическом обслуживании
- **СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ** по сравнению с технологией устройства слоя несвязного грунта



Тест на морозное пучение

MacDrain® Arctic Blanket, размещенный в слое грунта, обеспечил в 30 раз меньшую величину деформации грунта в дорожной одежде.

maccaferri.ru

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА РОСАВТОДОРА

Научно-техническая политика Росавтодора, государственного ведомства, ответственного за развитие дорожной инфраструктуры России, направлена на обеспечение безопасности, качества и эффективности дорожного хозяйства. В последние годы особое внимание Федеральное дорожное агентство уделяет внедрению ключевых инновационных технологий и материалов, включая битумные вяжущие и асфальтобетонные смеси.

Техническое регулирование в дорожном хозяйстве

Согласно техническому регламенту ТР ТС 014/2011, Федеральное дорожное агентство осуществляет строгий контроль над качеством дорожных материалов и изделий. Документ устанавливает требования к обеспечению безопасности и качеству дорожной продукции, что является основой для повышения надежности и долговечности дорожного покрытия.

В период с 2011 по 2024 год наблюдалась динамика роста количества нормативно-технических документов (НТД), регулирующих деятельность в области дорожного хозяйства. Если в 2011 году действовало 426 НТД, то к 2024 году их количество составляет более чем 490. Таким образом, более 40% документов на сегодняшний день соответствуют актуальным требованиям.

Инновационная стратегия Росавтодора на 2021–2025 годы

Стратегия развития инновационной деятельности Росавтодора на период 2021–2025 годов включает 27 инициативных направлений, пять из которых являются приоритетными: безопасность дорожного движения, дорожные материалы и изделия, технологии дорожной деятельности, цифровизация, экология и ресурсосбережение. К концу 2024 года было реализовано 71 мероприятие, что составило 85% от общего плана.

В рамках инновационной стратегии особое внимание уделяется исследованию новых составов битумных вяжущих и асфальтобетонных смесей.

Современные технологии позволяют разрабатывать композиции с улучшенными характеристиками прочности, устойчивости к климатическим воздействиям и с повышенной долговечностью.

Актуализация положения о Научно-техническом совете Росавтодора позволила более эффективно организовать планирование и выполнение научно-исследовательских работ (НИР) в этой области. С привлечением экспертов было проанализировано 143 предложенных тем НИР.

Согласно отчетам за 2022–2024 годы, утверждено 145 НТД: из них 95 стандартов ГОСТ Р, а также ряд новых документов по стандартизации на уровне ПНСТ и ОДМ. Эти документы охватывают такие критически важные аспекты, как безопасность дорожного движения, технологии дорожной деятельности и цифровизация отрасли.

Также начаты исследования по 84 темам, большинство которых посвящено новым технологиям применения дорожных материалов. Это позволит не только улучшить качество покрытий, но и оптимизировать затраты на содержание и эксплуатацию дорог.

Реализация научно-технической политики Росавтодора, одним из направлений которой является использование битумных вяжущих и асфальтобетонных смесей, ставит своей задачей достижение высокой степени прогресса в сфере технического регулирования.

Исследования, направленные на обеспечение долговечности и увеличение межремонтных сроков дорожных одежд

В рамках исследований состояния дорожных одежд, особенно в условиях изменяющегося климата, проводятся оценки напряженно-деформированного состояния, а также мониторинг водно-теплого режима дорожных покрытий в различные сезоны.

Задачи исследований

Основной задачей исследований является оценка напряженно-деформированного состояния дорожных одежд, позволяющая выявлять возможные дефекты и улучшать эксплуатационные характеристики.

В период с 2022 по 2023 годы были установлены три станции мониторинга в различных дорожно-климатических зонах (ДКЗ):

- II ДКЗ: Автомобильная дорога М-9 «Балтия», км 214 – км 220 (Тверская область),
- III ДКЗ: Автомобильная дорога М-5 «Урал», км 286 – км 297 (Рязанская область),
- IV ДКЗ: Автомобильная дорога А-135, км 0 – км 6 (Ростовская область).

Мониторинг автомобильных дорог в криолитозоне

Особое внимание уделяется участкам автомобильных дорог, проходящим по территории криолитозоны.

В 2023 году для мониторинга состояния этих участков были установлены следующие станции:

- Автомобильная дорога А-360 «Лена», км 1049,
- Автомобильная дорога Р-504 «Колыма», км 1959,
- Автомобильная дорога А-331 «Вилуй», км 145,
- Автомобильная дорога Р-504 «Колыма», км 727+750.

В предшествующем 2022 году на ключевых участках также были установлены станции:

- Автомобильная дорога А-331 «Вилуй», км 75,
- Автомобильная дорога Р-504 «Колыма», км 147,
- Автомобильная дорога Р-297 «Амур», км 288.

Планы на будущее

Следующий этап предусматривает научные разработки и исследования (НИР), включающие:

- проектирование в I ДКЗ (по ГОСТ Р),
- НИР по теплотехническому расчету (по ОДМ),
- оценку геокриологических процессов в придорожной полосе автомобильных дорог на основе материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) (по ОДМ).

Исследования направлены не только на повышение долговечности дорожных покрытий, но и на улучшение безопасности эксплуатации автомобильных дорог в сложных климатических условиях.

На современном этапе важность тщательного мониторинга состояния дорожных одежд сложно переоценить. Предстоящие исследования помогут создать более надежные и безопасные дорожные покрытия, что особенно актуально для регионов с экстремальными климатическими условиями.

Испытания дорожных одежд с использованием СКН «Циклос» Программа испытаний на трех- летний период

Целью данной программы является получение новых исследовательских данных о дорожных покрытиях, включая характери-

стики материалов, информацию о напряженно-деформированном состоянии в конструктивных слоях дорожных одежд, а также мониторинг изменений несущей способности в процессе ускоренных испытаний с использованием системы контроля нагрузок (СКН) «Циклос».

I этап – начальный (2024 год)

На первом этапе программы было проведено согласование всех мероприятий в рамках научно-технических советов Федерального автономного учреждения «РОСДОРНИИ» и Федерального дорожного агентства. В ходе начального этапа осуществлена отработка метода ускоренных испытаний. В частности, были выполнены следующие ключевые задачи:

- Разработан комплекс стандартов организации, регулирующих методологическое обеспечение отдельных технологических мероприятий при проведении ускоренных испытаний (включает 4 СТО).

- Подготовлен проект ПНСТ «Метод ускоренных испытаний дорожных одежд. Общие требования».

- Проведены работы по устройству конструктивных слоев контрольной дорожной одежды с заложением измерительных датчиков.

- Осуществлены мероприятия по оценке напряженно-деформированного состояния дорожных одежд с использованием статических и динамических методов на полигоне.

II этап (2025–2026 годы)

На втором этапе планируется проведение анализа эксплуатационных свойств исследуемых дорожных одежд, которые будут включать различные каменные и шлаковые материалы в слоях основания. Также в текущем году запланировано сравнение с контрольной конструкцией в ходе серии ускоренных испытаний в рамках годовых циклов.

Особое внимание будет уделено детальной оценке работоспо-

собности разнопрочных равно-толщинных дорожных одежд посредством ускоренных испытаний. Это решение имеет особую значимость для региональных автомобильных дорог III и IV категорий, так как позволит получить ценную информацию о практическом применении новых технологий и материалов.

Выпуск асфальтобетонных смесей за 2022–2024 годы

В 2022 году наблюдалось значительное использование новых ГОСТов, что подтверждает ориентацию отрасли на внедрение современных стандартов. Так, 59,3% выпущенных асфальтобетонных смесей соответствовали новым ГОСТам, тогда как старым ГОСТам – 38,5%, а прочим НТД – лишь 2,2%.

В 2023 году ситуация продолжила улучшаться: доля новых ГОСТов возросла до 71,3%, в то время как старые ГОСТы сократились до 27,5%. Доля прочих НТД составила 1,2%.

На 2024 год доля новых ГОСТов составила уже 82,7%, что свидетельствует о позитивной динамике перехода на современные стандарты. Старые ГОСТы составляют лишь 16,8%, прочие НТД – 0,5%.

Таким образом, реализация научно-технической политики Росавтодора демонстрирует явную тенденцию к увеличению доли новых стандартов в области асфальтобетонных смесей.

Применение современных битумных вяжущих и асфальтобетонных смесей позволяет создать надежную основу для эффективной работы транспортной инфраструктуры России в будущем.

Г.Р. Гончаров,
заместитель начальника
Управления научно-технических
исследований
и информационных технологий
Федерального
дорожного агентства

МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Межлабораторные сравнительные испытания (далее – МСИ) в дорожном строительстве не находили широкого применения вплоть до 2018 года. Впервые МСИ битумных вяжущих и асфальтобетонных смесей были проведены в начале XXI века, затем случился почти 15-летний перерыв. В 2018 году, переняв инициативу Росавтодора, связанную с программой битумных вяжущих, Государственная компания «Автодор» в 2019–2020 годах провела МСИ асфальтобетонных смесей, битумных вяжущих, бетонов и геосинтетических материалов. С тех пор такие испытания различных дорожно-строительных материалов осуществляются на регулярной основе.

К необходимости МСИ привело активное развитие нормативной базы дорожной отрасли, вследствие чего большая часть лабораторий столкнулась с необходимостью внедрения нового оборудования и новых методик проведения испытаний. Анализ полученных в рамках сличения результатов показал, что лаборатории, регулярно участвующие в испытаниях, стали совершать все меньше ошибок. Очевиден весомый вклад МСИ в повышение достоверности предоставляемых данных.

Ежегодно представители Федерального дорожного агентства и Госкомпании «Автодор» на различных профильных мероприятиях знакомят коллег с результатами испытаний, стараясь донести до них главную мысль: участие в МСИ больше необходимо самим лабораториям, нежели заказчикам.

По итогам XII Межотраслевой конференции «PRO Битум и ПБВ», состоявшейся в 2024 году, была сформирована резолюция, содержащая поручение относительно разработки совместной программы по проведению МСИ дорожно-строительных материалов. Организаторами проведения испытаний, охвативших недоступные ранее масштабы, от Госкомпании «Автодор» выступила компания ООО «Автодор-Инжиниринг», от Федерального дорожного агентства – ФГБУ «Росдортехнология».

Организационные моменты

Разработка совместной программы межлабораторных сравнительных испытаний стартовала в июле 2024 года, когда состоялось установочное совещание ФДА «Росавтодор», ФГБУ «Росдортехнология», ФКУ «Центр-автотрасса», ООО «Автодор-Инжиниринг», АНО «НИИ ТСК», Ассоциации «Р.О.С.АСФАЛТ».

На совещании было принято решение о проведении программы «Асфальтобетонные смеси».

Основанием для этого стал следующий факт: лаборатории, которые выполняют работы в основном на объектах, подведомственных Федеральному дорожному агентству, практически не участвовали в МСИ, организованных Госкомпанией «Автодор». Представители ФДА, ранее проводившие МСИ битумных вяжущих, выразили заинтересованность в проведении МСИ асфальтобетонных смесей.

Корректировка и согласование программы заняли три месяца, а 30 октября 2024 года была утверждена финальная версия. В качестве асфальтобетонной смеси принята смесь SMA-16 по ГОСТ Р 58401.2-2019.

Показатели в программе были разделены на физико-механические и эксплуатационные, а также добавлены показатели, предусмотренные системой объемного проектирования (серия ГОСТ Р 58406.X).

Масштабы мероприятия

Стоит заметить, что отклик со стороны участников превзошел ожидания организаторов. Так, предполагалось, что на подготови-

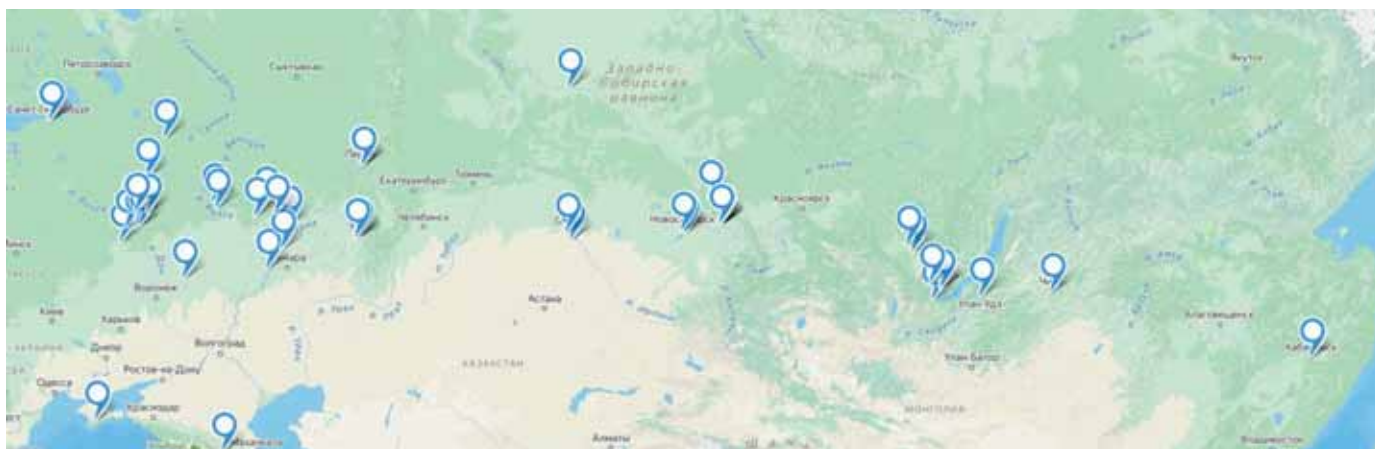


Рис. 1. География участников

Федеральный округ	Категория участника				Всего
	Научный институт	Заказчик	Подрядчик	НИЦ	
Центральный	3	2	5	3	13
Приволжский	–	4	9	2	15
Северо-Западный	–	1	2	–	3
Южный	–	–	1	–	1
Сибирский	–	1	12	3	16
Дальневосточный	–	3	–	–	3
Уральский	–	–	1	–	1
Северо-Кавказский	–	–	1	–	1
Всего	3	11	31	8	53

тельном этапе (сбор и регистрация заявок) в мероприятие будет вовлечено максимум 50 участников, однако к завершению сбора заявок их количество превысило 70. География участников представлена на рис. 1.

Цифры:

- подано более 70 заявок;
- выдано 56 проб;
- предоставлено и принято в обработку 53 результата.

Участие в МСИ приняли лаборатории из разных регионов России: от Санкт-Петербурга до Северной Осетии, от Республики Крым до Хабаровска... (Полное распределение участников показано в таблице).

Для того чтобы охватить максимальное количество участников, было выпущено не менее 7,5 т асфальтобетонной смеси. (Рецепт смеси был отработан на асфальтобетонном заводе, что обеспечило «стабильность» материала). Для отбора 7,5 т смеси (250 коробок массой не менее 30 кг) потребовалось восемь человек на полный рабочий день. Взятая смесь выпускалась для действовавшего на тот момент объекта ремонта автомобильной дороги.

Учитывая большое количество поданных заявок, перед выдачей проб организаторы были вынуждены связаться с каждым участни-

ком – для уточнения планируемых к определению параметров и распределения проб с максимальным охватом.

Возникшие при этом сложности заключались, например, в невозможности своевременно организовать доставку проб. Фактической причиной в этом случае чаще всего являлось отсутствие финансовой возможности.

О результатах МСИ

Программа МСИ асфальтобетонных смесей включила в себя 17 показателей. В адрес провайдера (по

итогу проведения испытаний) в совокупности было направлено 486 результатов испытаний.

Относительно масштаба мероприятия процент удовлетворительных результатов оказался весьма высоким и составил 88–100% (в зависимости от параметра).

Для комплексной оценки результатов участника был введен показатель Z_k . Исходя из результатов оценки, процент удовлетворительных результатов составил 91%.

При этом всего 1% (6 испытаний из 486) признан некорректным и не был принят к обработке, а 7% (36 результатов из 486) признаны сомнительными или неудовлетворительными.

Лишь четыре лаборатории по отдельным показателям предоставили результаты, не отвечающие внутренним требованиям методики, что говорит о достаточно высокой точности методов испытаний.

Стоит обратить внимание и на результаты по определению зернового состава смеси. На графике (рис. 2) видно, что имеются единичные выпадения, однако общая картина довольно стабильна. Это подтверж-

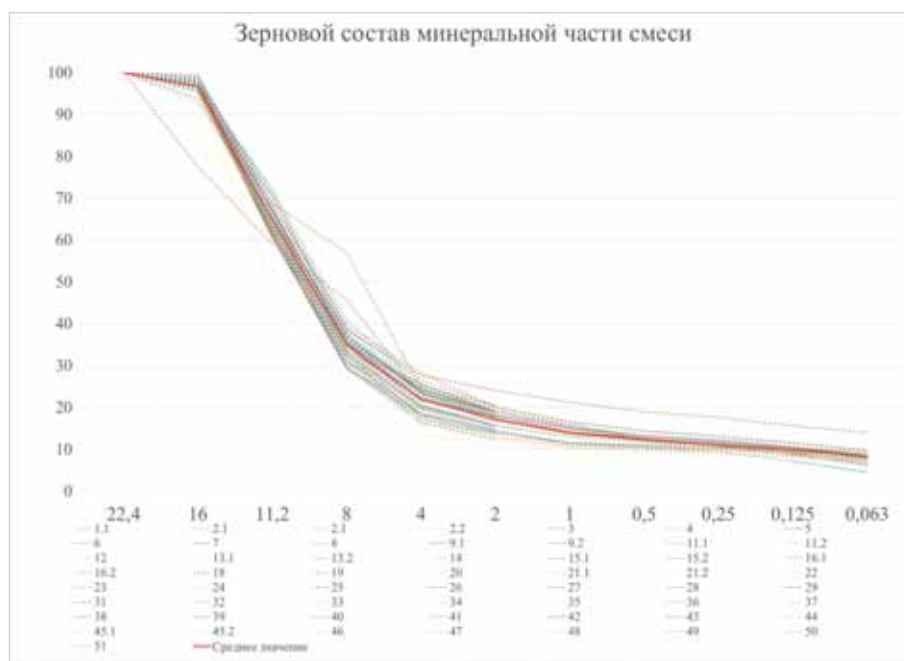


Рис. 2. График зернового состава асфальтобетонной смеси в рамках МСИ



дает предположение о том, что пробы для МСИ необходимо брать непосредственно с производства. Также МСИ доказывают и тот факт, что текущая нормативная база положительно влияет на стабильность и качество производимой продукции, обеспечивает высокую культуру производства.

По результатам обработки данных важно отметить, что основные выявленные ошибки связаны с человеческим фактором. Так, например, некоторыми участниками были предоставлены результаты в тех единицах измерений, которые не были предусмотрены программой, и/или часть из присланных результатов содержала конечные (средние) результаты. Сюда же следует отнести некорректное определение коэффициента водостойкости. Ряд участников показали значение «более 1», что технически некорректно. При этом некоторые из

них уже сталкивались с таким фактом, особенно тогда, когда это касалось смесей с модифицированным вяжущим.

В завершение следует отметить, что сегодня в межлабораторных сравнительных испытаниях, которые выходят на новый уровень, наблюдается все больше участников. Ежегодно увеличивается и количество обратной связи.

С учетом положительного эффекта, полученного от проведения совместной программы МСИ асфальтобетонной смеси, на XIII Межотраслевой конференции «ПРОБитум и ПБВ», прошедшей 3–4 апреля 2025 года, были достигнуты предварительные договоренности о продолжении совместной работы Федерального дорожного агентства и Государственной компании «Автодор» в части организации совместных МСИ и

распространения этой практики на другие материалы.

В Канаде, Бразилии и других странах достаточно долгое время участие в МСИ битумных вяжущих является добровольным. Однако у зарубежных коллег существует рейтинговая система, которая дает различные предпочтения лабораториям-участникам. В качестве эксперимента внедрение данной практики допустимо и в нашей стране, поскольку все заказчики заинтересованы в качественном оказании услуг и предоставлении достоверных результатов.

К.А. Кузин,
начальник управления
лабораторного контроля
ООО «Автодор-Инжиниринг»,
К.А. Селезнев,
руководитель аналитической
группы управления
лабораторного контроля
ООО «Автодор-Инжиниринг»



МОДИФИКАТОР АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
НА ОСНОВЕ ДЕВУЛКАНИЗИРОВАННОЙ РЕЗИНЫ

МОДИФЛЕКС

НОВИНКА

**Полимерасфальто-
бетон без ПБВ
и модификации
битума**

**Не требует
модернизации
оборудования
на АБЗ**

**Себестоимость
асфальтобетона
лучше чем с ПБВ**

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">— уменьшает колееобразование дорожного полотна, в том числе в условиях экстремально высоких температур в летний период;— повышает водостойкость и сдвигоустойчивость асфальтобетонных смесей;— повышает трещиностойкость за счет улучшения деформационных свойств покрытия при отрицательных температурах; | <ul style="list-style-type: none">— повышает морозостойкость и термостойкость;— повышает стойкость асфальтобетонной смеси к химическим реагентам— снижает уровень шума на проезжей части за счет повышения демпфирующей способности;— сокращает тормозной путь за счет повышения коэффициента сцепления колеса с поверхностью дороги. |
|--|--|



ПОДРОБНЕЕ О ПРОДУКТЕ
НА САЙТЕ
npfselena.ru

info@npfselena.ru
npfselena.ru
+7 (472) 482-34-63

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ

Рассматриваемые ниже основные положения нормативно-технических документов по проектированию дорожной одежды автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения были представлены автором статьи на Международной научно-технической конференции «Новые технологические решения для дорог и мостов в транспортной инфраструктуре», проходившей 27–28 марта 2025 года в Минске. В статье приведены результаты исследований ФАУ «РОСДОРНИИ» по разработке нормативно-технической документации за последние 10–15 лет.

Актуальность разработки нормативов для дорог с низкой интенсивностью движения (НИД), протяженность которых составляет более 70% от общей сети дорог РФ, сомнений не вызывает. В соответствии с Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года предусматривается ликвидация разрывов и узких мест транспортной сети, обеспечение доступности транспортных услуг по перевозке грузов в районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и удаленных регионах России, что может быть также достигнуто расширением сети дорог с НИД.

Для таких дорог требуется отдельный подход к проектированию, строительству и эксплуатации [1, 2] (рис. 1).

По своему назначению автомобильные дороги с НИД, среднегодовая суточная интенсивность движения которых – не более 400 авт./сут., подразделяют на распределительные дороги и подъезды. Они отличаются функциональным назначением и среднегодовой суточной интенсивностью движения (см. ГОСТ Р 58818-2020, табл. 1 [3]). По количеству полос их подразделяют на автомобильные дороги с одной и двумя полосами движения. Всего выделено шесть категорий дорог с НИД.

Дороги с одной полосой проектируют при среднегодовой суточной интенсивности движения менее 100 авт./сут. (кроме распределительных дорог). В зависимости от функцио-

нального назначения, состав движения по дорогам с НИД существенно отличается. Поэтому основным параметром при их проектировании является расчетное транспортное средство, имеющее максимальную нагрузку на ось (не менее 10% от всего транспортного потока).

Проектные решения в документе разработаны для трех возможных типов местности: равнинная, пересеченная и горная. Значения расчетных скоростей движения принимают в зависимости от функционального назначения, категории проектируемой автомобильной дороги и рельефа местности (см. ГОСТ Р 58818-2020, табл. 2 [3]) и от изменения скорости от 20 до 80 км/час.

Под расчетной скоростью понимают максимально возможную скорость движения одиночного автомобиля на отдельных наиболее неблагоприятных участках трассы, запроектированных с предельно допустимыми значениями геоме-

трических элементов дороги. Такая расчетная скорость может быть установлена на 15–20% протяженности дороги, то есть на участках с предельно допустимыми нормативами (на остальных участках она может быть повышена).

Минимально допустимые значения основных геометрических элементов плана и продольного профиля назначают с учетом расчетной скорости и обеспечения видимости (см. ГОСТ Р 58818-2020, табл. 4–15 [3]). При проектировании поперечного профиля автомобильных дорог с НИД размеры основных элементов дороги принимают в зависимости от их функционального назначения и расчетного транспортного средства.

В сравнении с автомобильными дорогами общего пользования соответствующих категорий (СП 34.13330.2021 [4]), на дорогах с НИД ширина проезжей части снижена до 0,5 м, ширина земляного полотна уменьшена на 1,0–1,5 м, ширина обочин сокращена на 0,5–0,75 м, радиусы горизонтальных кривых снижены на 10–35 м, а радиусы выпуклых вертикальных кривых – на 200–700 м.

Конструкцию дорожной одежды и тип покрытия для дорог с НИД принимают исходя из транспортно-эксплуатационных требо-



Рис. 1. Дорога с низкой интенсивностью движения

ваний, функционального назначения, с учетом интенсивности и состава движения, климатических особенностей, а также обеспеченности района строительства дороги местными строительными материалами.

Предусматривается максимальное использование местных материалов, побочных продуктов и отходов промышленности. В целях обеспечения работоспособности дорожной одежды выполняется укрепление (стабилизация) имеющихся на трассе грунтов. Повышение сдвигоустойчивости грунтов земляного полотна и оснований дорожных одежд методом укрепления позволяет существенно уменьшить толщину дорожной одежды и сократить стоимость дорогостоящих материалов покрытия.

Типы дорожных одежд, основные виды покрытия и требования к материалам дорожной одежды приведены в табл. 1–3 ГОСТ Р 71244–2024[5], где отражены основные положения ПНСТ 371–2019 [6].

На сегодняшний день дорожные одежды автомобильных дорог с НИД рассчитываются по действующим документам. Расчет дорожных одежд капитального и облегченного типа выполняется по методике ГОСТ Р 71404–2024 [7].

Упрощенные методики расчета позволили бы получить менее материалоемкие, но при этом надежные конструкции дорожных одежд, с учетом функционального назначения дорог с НИД.

Так, дорожные одежды переходного типа (рис. 2) следует проектировать с учетом допускаемых остаточных деформаций, в зависимости от функционального назначения и принимаемых требований к ровности покрытия.

Анализ зарубежных методов расчета дорожных одежд автомобильных дорог с НИД [8] показал следующее:

- методики расчета нежестких дорожных одежд в разных странах различны. Так, в Германии расчет



Рис. 2. Автомобильная дорога с НИД с переходным типом покрытия

дорожных одежд не производится, а конструкции дорожной одежды принимаются типовые. В США для дорожных одежд используется полуэмпирический метод расчета, с учетом количества приложений расчетной нагрузки, климатических условий, уровней прочности грунтов земляного полотна, проектной и эксплуатационной надежности;

- выбор типа покрытия дорожной одежды определяется среднесуточной интенсивностью движения и количеством проходов расчетных нагрузок за ее срок службы;

- жесткие дорожные одежды представляют собой преимущественно колеиные конструкции, причем в ряде стран (Финляндия, Румыния) жесткие дорожные одежды вообще не применяются;

- конструкции дорожной одежды являются результатом экономического обоснования, с учетом жизненного цикла автомобильных дорог и требований к их состоянию в период эксплуатации;

- отличительной особенностью зарубежных методов расчета является учет эксплуатационной надежности дорожных одежд с расчетами на колееобразование и износ покрытия.

В Российской Федерации расчет дорожных одежд с покрытиями переходного типа автомобильных дорог с НИД выполняется по допускаемому модулю деформации [5, 6], поскольку конструктивные слои дорожной одежды не содержат монолитных материалов, а дисперсные материалы работа-

ют в расчетный весенний период в стадии остаточных деформаций.

Толщина отдельных конструктивных слоев дорожной одежды определяется расчетом, при котором должно быть достигнуто равенство между общим модулем деформации проектируемой конструкции и требуемым модулем деформации дорожной одежды, установленным с учетом интенсивности и перспективного состава транспортного потока, в соответствии с условием:

$$E_{д. общ} \geq E_{д. тр} \times K_{тр},$$

где $E_{д. общ}$ – общий модуль деформации, МПа; $E_{д. тр}$ – требуемый модуль деформации, МПа; $K_{тр}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды, назначаемый в зависимости от категории автомобильной дороги, предельного коэффициента разрушения и заданного коэффициента надежности.

Требуемый модуль деформации одежды устанавливают исходя из того, чтобы накапливаемая под действием повторных нагрузок деформация одежды не достигала критической величины, при которой покрытие разрушается либо образуются недопустимые по условиям движения по дороге неровности.

Расчетную нагрузку на одиночную, наиболее нагруженную ось двухосного автомобиля для определения прочности дорожной

одежды принимают для категорий IVA-p, IVB-p, IVA-п, IVB-п – 100 кН и категорий VA, VB – 60 кН.

Если для дорог категории VA и VB в качестве расчетной единицы фиксируют тяжелый грузовой автомобиль, то при количестве более 10% таких машин в составе движения расчет выполняют исходя из расчетной нагрузки на ось, равной 100 кН.

Расчет по сдвиговым деформациям в малосвязных и несвязных грунтах и материалах дорожной одежды не выполняется. При расчете по модулю деформации конструкции дорожной одежды переходного типа получают менее материалоемкими. Если выполнять расчет на сдвиг в слабосвязных материалах дорожной одежды и грунтах земляного полотна, то мощность конструкций существенно увеличивается за счет дорогостоящих вышележащих слоев, но при этом сдвиговых деформаций избежать не удастся.

Между тем следует помнить, что при низкой интенсивности движения интервалы между проездами автомобилей нередко достигают 5–10 минут. В то же время при эксплуатации продольную ровность можно обеспечивать периодическими работами по содержанию, простейшим грейдерованием и уплотнением. В процессе проектирования дорог с переходными и низшими типами покрытий следует предусматривать мероприятия по их обеспыливанию.

За рубежом на дорогах с НИД применяют разные уровни обслуживания. Показатели стандартного уровня содержания для дорог

с НИД определяются как баланс между оптимальными суммарными расходами на строительство и эксплуатацию дороги, издержками пользователей дорог и требованиями, обеспечивающими безопасность дорожного движения.

Такой подход был реализован сначала в одноименном ПНСТ 371–2019 [6], а затем в ГОСТ Р 71244 [5], когда заказчику было предложено самому принимать решение: проектировать конструкции дорожных одежд с некоторым запасом и экономить на содержании либо проектировать несколько ослабленную дорожную одежду, но без ущерба для безопасности движения, увеличивая при этом затраты на содержание. Оптимальный вариант предусматривал минимальные суммарные дисконтированные затраты за жизненный цикл автомобильной дороги, с балансом единовременных и разновременных затрат [9].

В Финляндии, например, принимают четыре основных уровня обслуживания для автомобильных дорог с усовершенствованным типом покрытия и гравийных дорог по следующим показателям:

1. Уровень низкого приоритета: низкая доступность, невысокое качество, отсутствие комфортности проезда.
2. Уровень стандартного приоритета (территории со средним уровнем развития и средними показателями жизненных потребностей пользователей).
3. Уровень повышенного приоритета (перспективное развитие территории имеет огромное значение, невысокое, но стабильное качество жизни).

4. Уровень наивысшего приоритета (высокие потребности пользователей дорог, важное значение для бизнеса). Дорога должна иметь высокую доступность и комфортные условия для движения.

В Российской Федерации на автомобильных дорогах с НИД [5, 6] дорожная одежда, рассчитанная на прочность (по остаточным деформациям), проходит дополнительную проверку эксплуатационную надежность по колееобразованию, износу материала покрытия, морозному пучению и осушению дорожной одежды [10].

Если конструкция дорожной одежды переходного типа, рассчитанная по допускаемым остаточным деформациям, не удовлетворяет результатам проверки на эксплуатационную надежность, то конструкция усиливается и вновь подвергается проверке на соответствие предъявляемым требованиям.

В этом направлении для дорожных одежд переходного типа сделан только первый шаг. Далее представляется целесообразным:

- установление показателей стандартного уровня содержания для дорог с НИД;
- создание методики выбора оптимального проектного решения с учетом баланса затрат владельцев на строительство и эксплуатацию дорог с НИД, а также исходя из запросов пользователей.

А.М. Кулижников,
д-р техн. наук, профессор
начальник управления методов
проектирования
автомобильных дорог
ФАУ «РОСДОРНИИ»

Литература

1. Скворцов О.В. Удар по бездорожью. Особенности нормативного регулирования дорог с низкой интенсивностью движения // Автомобильные дороги. 2011. № 8. С. 52–59.
2. Кулижников А.М., Кулижникова Т.С. Особенности проектирования и строительства автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения // Автомобильные дороги. 2011. № 8. С. 60–65.
3. ГОСТ Р 58818–2020 Дороги автомобильные с низкой интенсивностью движения. Проектирование, конструирование и расчет.
4. СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02–85 Автомобильные дороги».
5. ГОСТ Р 71244–2024 Дороги автомобильные с низкой интенсивностью движения. Дорожная одежда. Конструирование и расчет.
6. ПНСТ 371–2019 Дороги автомобильные общего пользования с низкой интенсивностью движения. Дорожная одежда. Конструирование и расчет (заменен на ГОСТ Р 71244–2024).
7. ГОСТ Р 71404–2024 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.
8. Кулижников А.М., Каптур С.А. Зарубежные методы расчета дорожных одежд с НИД // Автомобильные дороги. 2016. № 12. С. 32–35.
9. Скворцов О.В., Кулижников А.М. Для увеличения объемов строительства // Автомобильные дороги. 2016. № 8. С. 50–56.
10. Кулижников А.М. Учет эксплуатационной надежности при проектировании дорожных одежд автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения // Дороги и мосты, сб. ст. ФАУ «РОСДОРНИИ». Вып. 38/2. 2018. С. 80–95.

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ САНАЦИИ ШВОВ И ТРЕЩИН ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

ЗАЛИВЩИКИ ШВОВ ОТ ANYCAN TEK LIMITED

- Заливщики швов с объемом бака от 50 до 500 литров
- Возможно оснащение самоходным приводом
- Оснащение компрессором для продувки швов и трещин*
- Электрический обогрев шланга без дополнительных соединений с функцией реверса мастики обратно в бак

* для моделей с баком до 500 литров

МОДЕЛЬ SP-500YC ЭТО:

- Быстрый косвенный нагрев материала
- Самоходный гидравлический привод с дистанционным управлением
- Система продувки швов и трещин сжатым воздухом
- Функция ночного электроподогрева материала

СТАНКИ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ ТРЕЩИН ОТ ANYCAN TEK LIMITED

- Применение метода «разделявания» трещин перед их заполнением позволяет продлить долговечность герметизации на 50%
- Ширина фрезерования: 10 - 40 мм
- Глубина фрезерования: 0 - 30 мм
- Оснащён системой пылеподавления



ООО «КОМПАНИЯ БИ ЭЙ ВИ» – ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ANYCAN TEK LIMITED В РОССИИ

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

 **bavcorp** bavcompany.ru +7 (495) 221-04-33

 **БЭВ**
мы вместе строим будущее

 **AnyCan**

ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

В представленной статье рассматривается влияние состояния поставки листового проката стали марки 10ХСНД (ГОСТ 6713-2021) для мостостроения на остаточные послесварочные напряжения и деформации.

Специалистами ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» и АО «Объединенная металлургическая компания» (Москва) был проведен комплекс лабораторных исследований, целью которых стало изучение влияния состояния поставки (технологии производства) толстолистового проката из стали марки 10ХСНД по ГОСТ 6713-2021 на уровень остаточных напряжений и деформаций в зависимости от погонной энергии и способа сварки.

Объектом исследования стал толстолистовой прокат толщиной 25 мм из стали вышеуказанной марки, произведенный по двум технологиям: после термомеханической обработки в виде контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением (КП+УО) и после термической обработки в виде нормализации (Н). В результате определения остаточных напряжений в сварных соединениях, произведенных механизированной сваркой в среде защитного газа с погонной энергией 0,8 кДж/мм и автоматической сваркой под флюсом с погонными энергиями 3,5 кДж/мм и 5,0 кДж/мм, установлены зависимости ширины области с растягивающими растяжениями от погонной энергии сварки.

Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии влияния указанных состояний поставки проката (при постоянном химическом составе основного

металла) на величину и характер распределения послесварочных напряжений и деформаций.

Комплексная оценка свариваемости включает в себя определение ряда специальных свойств, оказывающих влияние на технологические и эксплуатационные характеристики сварных конструкций, надежность и безопасность при ее работе. К таким специальным свойствам относится уровень остаточных послесварочных напряжений и деформаций.

Согласно современным теоретическим представлениям, на остаточные послесварочные напряжения и деформации существенное влияние оказывает химический состав металла шва сварного соединения. Также данные показатели свариваемости в большой степени зависят от способа сварки и погонной энергии [1]. Влияние состояния поставки (технологии производства) проката на приведенные выше показатели при фиксированном химическом составе является менее изученным вопросом. Величина растягивающих напряжений в сварном шве, согласно известным теоретическим данным [2, 3], приблизительно равна пределу текучести.

Материал для проведения исследования

Для исследования использовался толстолистовой прокат толщиной

25 мм из стали марки 10ХСНД по ГОСТ 6713-2021, произведенный по двум технологиям (после термомеханической обработки в виде контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением и после термической обработки в виде нормализации). Для его производства применялась непрерывнолитая заготовка от одной плавки с химическим составом, указанным в табл. 1.

Комплекс механических и технологических свойств листового проката представлен в табл. 2.

Из листового проката были вырезаны заготовки для производства сварных соединений и оценки послесварочных напряжений и деформаций.

Методика проведения исследований

В настоящее время существует множество методов определения остаточных напряжений и деформаций, основанных на различных физических явлениях: магнитные, ультразвуковые, рентгеновские, нейтронное облучение, измерение твердости и т. д. Часть этих методов допускает их применение на цельных конструкциях без повреждения. Но при этом наиболее достоверные результаты могут быть получены только для однородного основного металла, вдали от сварного шва. Это связано с тем, что измеряемые при этих методах величины (магнитная проницаемость, скорость прохождения ультразвука и пр.) зависят не только от уровня остаточных напряжений, но и от размеров зерна, структуры и т. д.

Табл. 1. Химический состав исследуемого листового проката

Марка стали	Содержание элементов, % (масс.)										
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	As	N	S	P
10ХСНД	0,10	0,88	0,72	0,66	0,62	0,42	0,03	0,0004	0,005	0,001	0,006

Табл. 2. Механические свойства листового проката толщиной 25 мм из стали марки 10ХСНД

Состояние поставки	Ориентация образца по направлению прокатки	$\sigma_{\text{в}}$, Н/мм ²	$\sigma_{\text{т}}$, Н/мм ²	δ_5 , %	KCV ⁻⁴⁰ , Дж/см ²	KCU ⁻⁷⁰ , Дж/см ²	Доля вязкой составляющей в статическом изломе, %
КП+УО	поперечно	560	445	28	381 / 329	346 / 323	98
	продольно	570	430	33	–	–	–
Н	поперечно	519	389	29	251 / 243	270 / 254	86
	продольно	524	395	35	–	–	–

Примечание. Производство листового проката в термически обработанном состоянии после нормализации (Н) осуществлялось исключительно в экспериментальных целях (без цели обеспечения класса прочности 390) с химическим составом, идентичным с прокатом в состоянии после термомеханической обработки в виде контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением (КП+УО), с целью исключения влияния химического состава на исследуемые характеристики

Для определения остаточных напряжений применительно к сварным соединениям наиболее часто применяемым и более наглядным является метод, при котором напряжения рассчитываются на основе результатов измерений перемещений. Результаты измерения перемещений при этом можно напрямую использовать для расчета остаточных деформаций.

Работы выполнялись в следующей последовательности:

- сборка свариваемых для исследования заготовок под сварку;
- получение баз для проведения измерений;
- измерение расстояний между полученными базами после сборки (до сварки);
- сварка заготовок;
- измерение расстояний между базами после сварки;
- разрезание конструкции для устранения напряжений;
- измерение расстояний между базами после разрезания конструкции;
- расчетное определение остаточных напряжений и деформаций.

План проведения экспериментальных работ включал производство сварных соединений для каждого состояния поставки механизированной сваркой в среде защитного газа с погонной энергией 0,8 кДж/мм и автоматической сваркой под флюсом с погонными энергиями 3,5 кДж/мм и 5,0 кДж/мм:

- 0,8 ± 0,2 кДж/мм – сварка проволокой Ø 1,2 мм ESAB OK AristoRod 12.50 в среде защитного газа – сва-

рочная смесь 80...85% Ar + 20...15% CO₂;

- 3,5 ± 0,2 кДж/мм – автоматическая сварка проволокой Ø 4 мм Св-10НМА под слоем флюса АН-47;
- 5,0 ± 0,2 кДж/мм – автоматическая сварка проволокой Ø 4 мм Св-10НМА под слоем флюса АН-47.

Выбор погонных энергий основывался на нормативных документах, применяемых в мостостроении и производстве офшорных конструкций [4, 5, 6].

В качестве баз для измерения использовались лунки диаметром 3 мм, глубиной 4 мм (рис. 1). Базы выполнялись в центральной части пластин. Номинальное расстояние между базами до сварки в продольном (относительно сварки) направлении составляло 100 мм. В поперечном (относительно сварки) направлении базы располагались с номинальным шагом 10 мм. Фактические начальные расстояния между базами, а также расстояния между ними после сварки и разрезки пластин определялись измерениями. Все измерения расстояний между базами выполнялись при помощи штангенциркуля ШЦЦСЦ-2 20-300-0,01.

С целью исключения влияния различных факторов работы осуществлялись с соблюдением единых условий для сварки всех образцов. Все образцы собирались с одинаковым номинальным зазором в 3 мм. Сборка выполнялась при помощи четырех равномерно расположенных по длине сварного стыка прихваток длиной 50–80 мм. После



Рис 1. Разметка баз для измерений сварного соединения

постановки прихватки очищались и подвергались внешнему осмотру. Наличие трещин, наплывов, подрезов и пор не допускалось.

Сварка производилась в закрытом помещении при комнатной температуре. Для работ использовался сварочный трактор КЕДР AlphaTRAC-1. Механизированная сварка в среде защитного газа выполнялась за 10–11 проходов. Автоматическая сварка под флюсом выполнялась за четыре прохода как на номинальной погонной энергии (3,5 кДж/мм), так и на погонной энергии (5,0 кДж/мм). При сварке всех образцов выполнялись

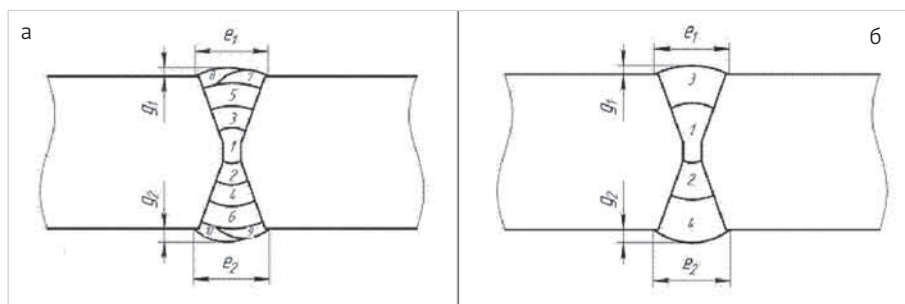


Рис. 2. Схема раскладки валиков при механизированной сварке в среде защитного газа (а) и при автоматической сварке под флюсом (б)

одинаковые условия закрепления. После каждого прохода образец охлаждался до температуры не более 50°C. Схемы раскладки валиков, также отражающие последовательность сварки, приведены на рис. 2.

Измерения между базами проводились на следующих этапах:

- после сборки под сварку;
- после сварки;
- после разрезки.

Остаточные поперечные деформации (поперечная усадка) определялись как разница между значениями расстояний между соответствующими базами (поперек сварного шва), полученными в результате измерений после сборки под сварку и после сварки.

Остаточные напряжения определялись расчетным путем на основе изменений расстояний (Δ , мм) между соответствующими базами (вдоль сварного шва), полученными в результате измерений после сварки и после разрезки. Полученные изменения расстояний пересчитывались в деформации (ϵ) на базе 100 мм ($\epsilon = \Delta/100$). По значениям деформаций на основе закона Гука ($\sigma = E\epsilon$) проводился расчет напряжений. При расчете значение модуля упругости принималось равным $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Анализ результатов исследования

Обобщенное усредненное распределение остаточных деформаций (поперечной усадки) для случаев сварки пластин в разном

состоянии поставки (КП+УО и Н), разными способами сварки (МП и АДСФ) с различными значениями погонной энергии (0,8 кДж/мм для МП; 3,5 и 5,0 кДж/мм для АДСФ) приведено в табл. 3 и на рис. 3. Обобщенное усредненное распределение остаточных напряжений для случаев сварки пластин в разном состоянии поставки (КП+УО и Н), разными способами сварки (МП и АДСФ) с различными значениями погонной энергии (0,8 кДж/мм для МП; 3,5 и 5,0 кДж/мм для АДСФ) дано в табл. 4 и на рис. 4.

Отличие величины поперечной усадки для пластин толщиной 25 мм в разном состоянии поставки составляет:

- 6,5% – для механизированной сварки в среде защитных газов на погонной энергии $0,8 \pm 0,2$ кДж/мм (большее значение поперечной усадки установлено для состояния поставки «КП+УО»);
- 2,4% – для автоматической сварки под флюсом на погонной энергии $3,5 \pm 0,2$ кДж/мм (большее значение поперечной усадки установлено для состояния поставки «Н»);
- 1,2% – для автоматической сварки под флюсом на погонной энергии $5,0 \pm 0,2$ кДж/мм (большее значение поперечной усадки установлено для состояния поставки «КП+УО»).

Отличие величины остаточных напряжений в сварном шве для пластин толщиной 25 мм в разном состоянии поставки составляет:

- 3,6% – для механизированной сварки в среде защитных газов на погонной энергии $0,8 \pm 0,2$ кДж/мм (большее значение величины остаточных напряжений в шве установлено для состояния поставки «Н»);
- 3,5% – для автоматической сварки под флюсом на погонной энергии $3,5 \pm 0,2$ кДж/мм (большее значение величины остаточных напряжений в шве установлено для состояния поставки «Н»);
- 6,5% – для автоматической сварки под флюсом на погонной энергии $5,0 \pm 0,2$ кДж/мм (большее значение величины остаточных напряжений в шве установлено для состояния поставки «КП+УО»).

Табл. 3. Усредненные значения послесварочных деформаций (поперечная усадка)

Состояние проката (технология производства)	Способ сварки	Погонная энергия, кДж/мм	Остаточная деформация (поперечная усадка), мм
Контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением (КП+УО)	МП	$0,8 \pm 0,2$	-0,82
	АДСФ	$3,5 \pm 0,2$	-1,44
		$5,0 \pm 0,2$	-2,04
Нормализация (Н)	МП	$0,8 \pm 0,2$	-0,77
	АДСФ	$3,5 \pm 0,2$	-1,48
		$5,0 \pm 0,2$	-2,01

Табл. 4. Усредненные значения послесварочных напряжений в шве

Состояние проката (технология производства)	Способ сварки	Погонная энергия, кДж/мм	Остаточные напряжения в шве, МПа
Контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением (КП+УО)	МП	$0,8 \pm 0,2$	460
	АДСФ	$3,5 \pm 0,2$	453
		$5,0 \pm 0,2$	460
Нормализация (Н)	МП	$0,8 \pm 0,2$	477
	АДСФ	$3,5 \pm 0,2$	470
		$5,0 \pm 0,2$	430

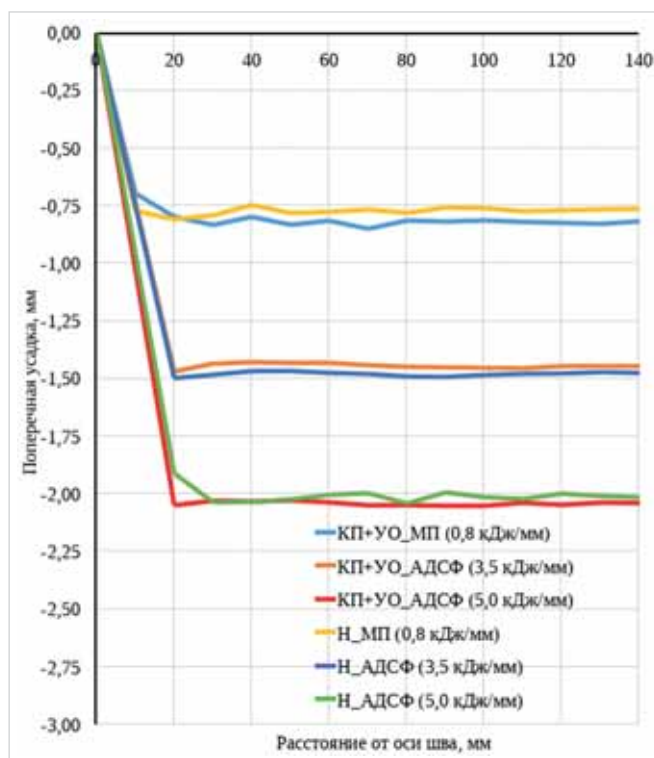


Рис. 3. Распределение послесварочных деформаций (поперечной усадки) поперек направления сварки (вдоль оси Y)

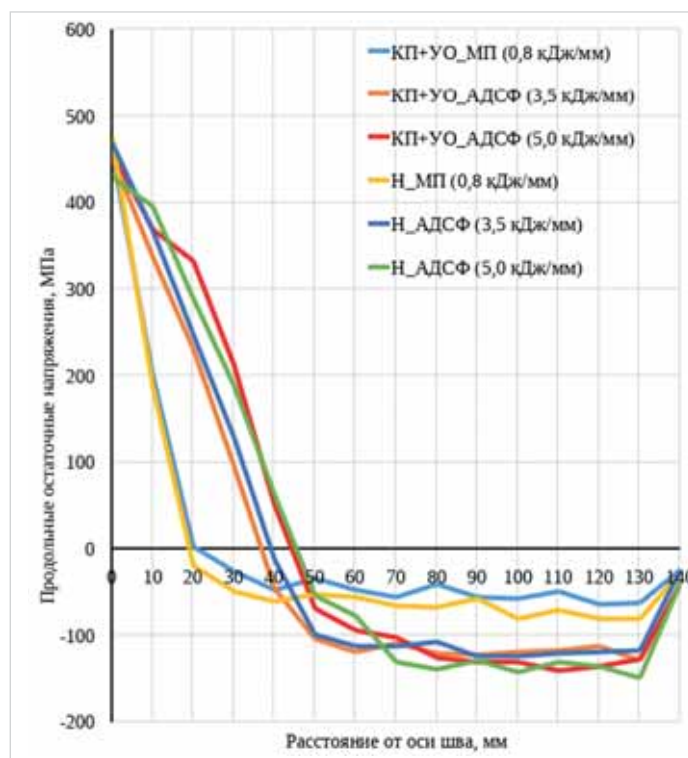


Рис. 4. Распределение послесварочных напряжений вдоль направления сварки (вдоль оси X)

Максимальное отличие по показателям, характеризующим послесварочные напряжения и деформации для исследуемых случаев сварки пластин толщиной 25 мм в состояниях поставки «Н» и «КП+УО» на погонных энергиях от 0,8 до 5,0 кДж/мм, составило не более 6,5%.

Выводы

1. Проведена работа по получению экспериментальных данных для анализа влияния состояния поставки (технологии производства) толстолистового проката из стали марки 10ХСНД по ГОСТ 6713-2021 фиксированного химического состава в термомеханически обработанном состоянии после контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением (КП+УО) и термически обработанном состоянии после нормализации (Н) на остаточные послесварочные напряжения и деформации. Исследования

проведены применительно к двум способам сварки (механизированная в среде защитных газов и автоматическая под слоем флюса) и разным погонным энергиям ($0,8 \pm 0,2$ кДж/мм для механизированной в среде защитных газов, а также $3,5 \pm 0,2$ и $5,0 \pm 0,2$ кДж/мм для автоматической сварки под флюсом).

2. Экспериментальные исследования, проведенные для толстолистового проката из стали марки 10ХСНД по ГОСТ 6713-2021 после термомеханической обработки в виде контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением (КП+УО) и после термической обработки в виде нормализации (Н), свидетельствуют об отсутствии влияния указанных состояний поставки (при постоянном химическом составе основного металла) на величину и характер распределения послесвароч-

ных напряжений и деформаций. С практической точки значимости, послесварочные напряжения и деформации в сварном соединении, изготовленном из основного металла, в указанных состояниях поставки «КП + УО» и «Н» идентичны.

3. Значения показателей, характеризующих послесварочные напряжения и деформации в сварном соединении, зависят от механических свойств наплавленного металла шва, которые определяются маркой сварочной проволоки и флюса, а также погонной энергией процесса сварки.

Н.В. Коберник,
д-р техн. наук,
Л.И. Эфрон,
д-р техн. наук,
С.А. Королев,
канд. техн. наук,
А.Г. Кравченко

Список литературы

1. Неровный В.М., Коновалов А.В., Якушин Б.Ф., Макаров Э.Л., Куркин А.С. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / [Неровный В.М. и др.]; под ред. Неровного В.М. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, с. 702.
2. Куркин А.С., Лукьянов В.Ф. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: учебник для вузов / Куркин А. С., Лукьянов В. Ф. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021, с. 264.
3. Гатовский К.М., Кархин В.А. Теория сварочных деформаций и напряжений. Л.: ЛКИ, 1980, с. 331.
4. СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018. Конструкции стальные мостов. Технология монтажной сварки. Технические условия.
5. СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018. Конструкции стальные мостов. Заводское изготовление. Технические условия.
6. BS EN 10225-1-2019. Weldable structural steels for fixed offshore structures. Technical delivery conditions. Plates.

В РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МОСТОСТРОЕНИЯ

В Москве 9–11 апреля 2025 года состоялась VI конференция «Мосты и дороги: современные технологии проектирования, строительства и реконструкции». Участниками делового мероприятия стали около 200 специалистов, среди которых строители и проектировщики, представители научных институтов, производители специализированного оборудования, техники, материалов, руководители региональных строительных и транспортных комитетов.

Мероприятие традиционно получило официальную поддержку ведущих научно-исследовательских институтов страны: АО ЦНИИТС, АО «НИЦ «Строительство» и ЗАО «ЦНИИПСК» имени Мельникова. Генеральным спонсором конференции выступила компания «Цинкер» – российский производитель антикоррозионных материалов. Спонсорскую поддержку также оказали компания «СФРР», производящая композитные материалы, и НТП «Горизонт».

Важной частью деловой программы стала выставка «Материалы и технологии для строительства мостов и дорог», посетители которой ознакомились с новейшими разработками и инновационными продуктами, производимыми для объектов транспортной инфраструктуры.

На стендах были представлены разработки компаний «Престорусь», МАПЕИ, ТПК «РТИ-М», НПП «СК МОСТ», АО «Химтраст», «Татнефть-Пресскомпозит», НТП «Горизонт», «Цинкер», «Специальный Фонд Ремонтных Решений», Завод «КТ Трон», «ТС Стандарт-парк», а также ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России.

На пленарной сессии, посвященной основным трендам мостостроения и дорожного строительства, участников приветствовали Екатерина Дубровская, генеральный директор Международной Ассоциации Фундаментостроителей, а также Юрий Новак, почетный транспортный строитель РФ, канд. техн. наук, доцент, заместитель генерального директора по научной работе АО «ЦНИИТС».

На пленарном заседании выступили эксперты ФАУ «РОСДОРНИИ», АО «ЦНИИТС», НИЦ «Мосты», «Автодор-Инжиниринг», НИУ МГСУ, НПП «СК МОСТ», НИИОСП имени Н.М. Герсеевича, АО «НИЦ «Строительство» и др.

В ходе своего выступления Владимир Мыщик, заместитель директора НИЦ «Мосты», на примере конкретных объектов показал пространственные дефекты проектирования мостовых опор. Основное внимание он уделил смещению опорных частей, размыву конусов насыпей, деформации грунтовых массивов и аварийным ситуациям, отметив, что причиной здесь часто становятся недочеты проектных решений.

Мария Гагарина, руководитель проектного отдела компании Zinker, в своей презентации указала на особенности инновационной российской технологии цинкирования, позволяющей одновременно обеспечивать активную (катодную) и пассивную (барьерную) защиту металла от коррозии.

Заместитель генерального директора ФАУ «РОСДОРНИИ» Владимир Мартинсон сообщил о техническом нормировании и методах контроля качества полимерных сопряжений деформационных швов.

Его коллега Игорь Болячевец, заместитель начальника управления перспективных технологий и стандартизации РОСДОРНИИ, остановился на совершенствовании методов нормирования и контроля качества для повышения деформационной устойчивости земляного полотна и конусов на подходах к мостовым сооружениям на автомобильных дорогах.





Интерес участников пленарной сессии вызвал доклад **Олега Озмидова**, академика РАЕН, президента, научного руководителя лаборатории «Мостдоргеотрест». Эксперт рассказал о восстановлении несущей способности опор аварийных мостов методами струйной цементации.

Юрий Новак, модератор пленарной сессии, подробно остановился на преимуществах использования трубобетона в мостовом строительстве, в числе которых: повышенная несущая способность конструкций, устойчивость к агрессивным средам и сейсмическим воздействиям, а также существенное сокращение сроков строительства.

Главный инженер ООО «Специальный Фонд Ремонтных Решений» **Роман Хорошевский** сообщил об опыте использования композитных материалов и перечислил их основные характеристики и преимущества. **Михаил Назаров**, руководитель направления инженерного сопровождения ООО «Икапласт» поделился решениями для устойчивого водоотведения и водоснабжения с помощью полимерных трубных систем.

Александр Гурчев, заместитель начальника отдела диагности-

ки искусственных сооружений ООО «Автодор-Инжиниринг», дал оценку возможности пропуска сдвоенных автопоездов по мостовым сооружениям на автомобильных дорогах ГК «Автодор». **Александр Анисимов**, канд. техн. наук, руководитель учебного центра компании «Автодор-Инжиниринг», рассказал об образовательных проектах ГК «Автодор» и актуальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, подготовленных на базе организации.

На следующий день работы конференции состоялись две тематические секции. На секции «Современные материалы, оборудование и спецтехника в дорожном строительстве», модератором которой выступила **Екатерина Дубровская**, обсуждались темы использования в сфере транспортного строительства бетонных и бетонно-композитных материалов.

Семен Каприелов, д-р техн. наук, заведующий лабораторией НИИЖБ имени А.А. Гвоздева и академик РААСН, рассказывая о высокопрочных легких бетонах классов B60 – B70, подчеркнул, что такие материалы обладают управляемыми прочностными и деформационными характеристиками.

Это делает их перспективными для использования в пролетных конструкциях мостов.

Опытом применения инновационного рулонного бетонного полотна в строительстве мостов и дорог поделился **Евгений Котков**, эксперт технической поддержки компании «Инно Бетон 21». По словам спикера, этот материал сочетает высокую прочность с удобством монтажа, что ускоряет процесс строительства.

Ведущий инженер-проектировщик «Роснефть – НТЦ» **Софья Ноздриухина**, говоря об эффективности грунтозасыпных арочных мостов из композитно-бетонных материалов, подчеркнула, что такие сооружения обладают устойчивостью к агрессивным средам и экономичны в эксплуатации.

Алексей Волков, представитель Нанотехнологического центра композитов (НЦК), рассказал о комплексе инновационных решений для транспортного строительства, среди которых эффективная система для усиления мостовых конструкций и революционные мобильные дорожные покрытия из резиновых гранул, выдерживающие нагрузки до 350 т/м² и работающие в диапазоне от -60°C до +60°C.

Презентация заместителя начальника отдела «Татнефть-Пресскомпозит» **Даниила Илькина** была посвящена композитным решениям для транспортной и городской инфраструктуры (легкие и коррозионностойкие перильные ограждения, кабеленесущие системы, пешеходные настилы, шумозащитные экраны и композитные опоры освещения). Эксперт подробно остановился на реализованных проектах, среди которых Крымский мост, куда было поставлено 100 км кабельных систем, а также рассказал о внедрении замкнутого цикла переработки стеклопластика.

Модераторами второй тематической секции «Мониторинг и инженерная защита мостовых сооружений. Применение ТИМ-

технологий в строительстве» стали **Юрий Новак и Александр Васильев**, доктор технических наук, профессор, директор по науке в ООО «НИИ МИГС».

Руководитель направления «Измерения и мониторинг» ООО «НИИ МИГС» **Александр Лысенков** обратил внимание на ключевые аспекты проектирования, внедрения и эксплуатации систем мониторинга мостовых сооружений.

Алина Парафейник, ведущий инженер-проектировщик отдела проектирования температурной стабилизации грунтов и геотехнического мониторинга ООО «НК «Роснефть» – НТЦ», в своем докладе отметила наиболее эффективные методы мостовых переходов в удаленной местности (полевые измерения, дистанционные технологии с использованием БПЛА, стационарные датчики).

В выступлении **Геннадия Нигметова**, канд. техн. наук, ведущего научного сотрудника ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, говорилось о методах динамико-геофизических испытаний для оценки технического состояния инфраструктурных объектов, включая дорожное полотно, мосты и плотины.

Главный конструктор ГК «Геоизол» **Павел Александров** представил комплексный опыт укрепления опор, подходов и конусов мостовых сооружений с использованием современных геотехнических решений. Акцент был сделан на таких инновационных методах, как струйная цементация, устройство легких насыпей из экструдированного полистирола, анкерное крепление с прижимными плитами.

Об опыте внедрения BIM-технологий в дорожном строительстве на примере экосистемы «Клевер» рассказал **Андрей**

Шатров, управляющий партнер и коммерческий директор компании «Интелкон», который подчеркнул, что на объектах ФКУ «Волговытскуправтодор» трассы Казань – Екатеринбург применение цифровых решений предприятия обеспечило оптимизацию сроков строительства, контроль качества и снижение затрат.

В завершающий день работы конференции состоялась техническая экскурсия на объект строительства моста через Москву-реку в створе берегового проезда. Экскурсия была проведена организаторами конференции в партнерстве с лидером российского рынка строительства транспортной инфраструктуры АО «Дороги и Мосты». Новый мост значительно улучшит транспортную ситуацию в западной части Москвы, обеспечит удобную связь между важными городскими районами.

Уважаемые господа!

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

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

(812) 320-04-08 или (812) 320-04-09



Правильно – это Цинкировать!

**Цинкирование – технология,
позволяющая зарабатывать Больше!
Это реальная замена горячего цинкования!**

Заключения

ISO-12944:2018 C4veryhigh 121-130 мкм (более 25 лет)

ISO-12944:2018 C5high 121-130 мкм (15-25 лет)

ГОСТ 9.401 УХЛ1-120 мкм (более 25 лет)

Одобрение Российского Морского Регистра Судоходства

Технология Цинкирования внесена в СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85

Защита строительных конструкций от коррозии»

(Цинкирование ($t = 80-120$ мкм) в слабоагрессивных средах)



Отличительные особенности Цинкирующего состава

- 1) Образует стабильную субдисперсионную Zn-Fe зону на поверхности металла.
- 2) Обладает свойством межслойной диффузии.
- 3) Сохраняет функцию поверхностной самоконсервации и самовосстановления в течение всего срока службы.
- 4) Отличается достаточной стойкостью к абразивному воздействию.
- 5) Межатомное расстояние в цинкерном слое аналогично межатомному расстоянию в слое цинка, нанесённого с помощью процесса погружения в ванну.
- 6) Наносится даже зимой при температуре от -30°C .
- 7) UV-стабильно, имеет благородный серый цвет.

ВНЕСЕНО В СТО-01393674-007

**ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ
ОТ КОРРОЗИИ МЕТОДОМ ОКРАШИВАНИЯ**

**Закажите
бесплатный
образец**



01. Подготовка



02. Нанесение



реклама



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+



КАК ИЗБЕЖАТЬ ОШИБОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ОПОР МОСТОВ И ТРУБ

В последнее время специалистам ООО «Нормативно-Испытательный Центр «Мосты» все чаще приходится сталкиваться с проблемами обеспечения несущей способности свайных фундаментов опор мостовых сооружений и водопропускных труб. Такие проблемы проявляются либо на стадии строительства, либо в первые месяцы эксплуатации и являются, как правило, следствием ошибок проектирования. Нередко их исправление обходится дороже, чем строительство всей опоры.

Безусловно, ошибки могут возникнуть на любой стадии процесса строительства: при изысканиях, проектировании либо при производстве строительно-монтажных работ (СМР). Человеческий фактор никто не отменял, и от ошибок никто не застрахован. Однако именно проектировщик в первую очередь несет за них ответственность, так как прямо или косвенно присутствует на всех этих этапах и именно от него зависит конечный результат строительства сооружения.

Ошибки при производстве СМР можно своевременно выявить и устранить. Для этого на участке организован многоступенчатый пооперационный контроль качества (входной контроль материалов и изделий, авторский надзор, строительный контроль), задача которого – обеспечить соблюдение подрядчиком требований проекта и строительных норм. Любое отступление от проекта может и должно быть своевременно выявлено и устранено или согласовано без негативных последствий для сооружения и его потребительских свойств. Авторский надзор проектной организации играет в этом процессе далеко не последнюю роль.

Ошибки при проведении изысканий тоже поправимы, и здесь все опять зависит от опыта и внимательности проектировщика. ГИП получает данные геологических

изысканий и передает их в работу, но кто даст гарантию, что в них нет ошибок? Грунт – это многослойный анизотропный массив со свойствами, варьирующимися в широких пределах как по толщине, так и в плане. Свойства грунтов будут отличаться не только при смещении разведочной скважины на несколько метров, но даже при исследовании проб грунта из одной и той же скважины в разных лабораториях.

На практике также бывают случаи, когда имеет место перетрассировка, то есть ось трассы, а значит, и все конструкции в составе будущего сооружения переносятся в плане, причем иногда на десятки метров. При этом геологические изыскания уже выполнены, а на их повтор уже нет ни времени, ни денег. В этом случае реальные геологические слои и их свойства в створе проектируемой опоры могут заметно отличаться от результатов изысканий. Что же делать? Есть хорошая русская пословица: «Доверяй, но проверяй», – и для того, чтобы подтвердить свойства грунтов и исключить критическую ошибку, в распоряжении проектировщика есть все необходимые инструменты, нужно только уметь ими грамотно воспользоваться.

По результатам инженерно-геологических изысканий назначается тип, конструкция и глубина

заложения фундамента будущей опоры, выполняются расчеты несущей способности. Весь процесс проектирования свайного фундамента подробно расписан в СП 24.13330.2021 и СП 35.13330.2012, которые, в свою очередь, являются актуализацией советских СНиПов. По этим нормативным документам выполняется проектирование фундаментов опор уже более 70 лет. Естественно, что за это время был накоплен колоссальный опыт, а современные расчетные программные комплексы, казалось бы, должны практически полностью исключать ошибки при проектировании.

Однако сегодня мы наблюдаем обратную ситуацию: отнюдь не единичными стали случаи, когда мостовое сооружение еще на стадии строительства или практически сразу после ввода в эксплуатацию приходится закрывать и проводить срочное усиление фундаментов опор.

Приведем несколько примеров аварийных и предаварийных объектов, с которыми специалисты ООО НИЦ «Мосты» столкнулись за последние десять лет, и проанализируем причины, которые привели к сложившейся ситуации.

Железнодорожный путепровод в Ростовской области (рис. 1)

В 2017 году после монтажа пролетных строений была начата отсыпка насыпей подходов. В этот момент геодезистами подрядной организации было зафиксировано продольное перемещение крайних опор (устоев) в сторону пролетов на величину до 20 мм. Авторский надзор и строительный контроль не уделили должного внимания результатам исполни-



Рис. 1. Общий вид железнодорожного путепровода

тельных съемок. При открытии по сооружению рабочего движения нарастание деформаций продолжилось, и на момент обследования продольные деформации достигли уже 49 мм. Вследствие совместного действия температурных перемещений пролетных строений и деформации устоев смещение верхних балансиров опорных частей на устоях достигло критической величины, защитные кожухи опорных частей уперлись в шкафную стенку (рис. 2). Зазоры между торцами балок и шкафными стенками также значительно уменьшились.

Анализ исполнительной документации показал, что причиной деформаций устоев стало несоблюдение Подрядчиком проектного порядка отсыпки и не-

достаточное уплотнение грунта конусов насыпей подходов. Для стабилизации положения устоев и прекращения их дальнейших деформаций было рекомендовано и осуществлено устройство преднапрягаемых буроинъекционных грунтовых анкеров. К счастью, работы по усилению выполнялись без остановки движения железнодорожных составов.

Автодорожный мост в Москве

В ходе строительства в сентябре 2014 года при монтаже балок пролетных строений автодорожного моста были зафиксированы осадка, крен и перемещения в плане промежуточной опоры № 3. Строительно-монтажные работы были приостановлены до выяснения причин (рис. 3). На момент обследования смещение опоры соста-

вило 22 мм вдоль и 9 мм поперек оси моста. Вертикальная осадка достигла 13 мм.

При проведении обследования сразу была выдвинута версия о недостоверности результатов инженерно-геологических изысканий. По данным изысканий, в основании буровых свай должны были быть пески средней крупности, средней плотности и плотные. Однако, согласно результатам контрольного бурения, в уровне низа буровых свай были выявлены слабые грунты – пластичные и текучие супеси, физико-механические свойства которых очень сильно отличались от свойств грунтов, принятых к расчету проектной организацией. Штамповые испытания грунта в основании буровых скважин на данной опоре были выполнены не квалифицированно, а статические испытания грунтов сваями не проводились. В результате фактическая несущая способность свай и всего фундамента оказалась существенно ниже проектной.

По нашему предложению было выполнено усиление фундамента опоры № 3 путем устройства у торцов существующего ростверка шести дополнительных буровых столбов Ø 1,5 м и длиной по 24 м (рис. 4). При этом по первоначальному проекту фундамент был выполнен из 16 буровых свай Ø 80 см



Рис. 2. Перемещение верхнего балансира опорной части на устой в крайнее положение (+76 мм)



Рис. 3. Общий вид автодорожного моста (г. Москва) на момент приостановки СМР

и длиной 11 м. Таким образом, объем буровых и бетонных работ только на усиление фундамента опоры № 3 в 2,5 раза превысил исходный. Излишне говорить, что стоимость работ также выросла пропорционально.

Какие же ошибки лежат в основе этих и многих других аварийных ситуаций? По нашему мнению, это, прежде всего, недостаточный опыт в сочетании с самоуверенностью молодых ГИПов и поверхностное знание ими основных нормативных документов по мостам, ГОСТов и Сводов Правил. Еще одна причина – сжатые сроки проектирования и большой объем работ. ГИПы делегируют расчет второстепенных, как им кажется, конструкций молодым специалистам, часто вчерашним студентам.

У молодых специалистов-расчетчиков (не у всех, но у многих) есть один существенный недостаток – огромная «слепая» вера в компьютерную расчетную программу (ведь в нее уже заложены положения нормативных документов; программа же лучше знает, как выполнить расчет сложной конечно-элементной модели, какие применить коэффициенты надежности, какие нужно выполнить проверки). Расчет выполняется нажатием одной клавиши!

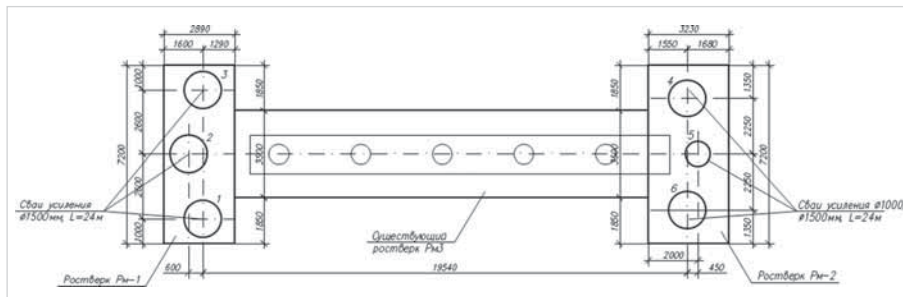


Рис. 4. План усиления свайного ростверка опоры № 3 автодорожного моста

Это, конечно, практически исключает вероятность ошибки, но при одном важном условии: если правильно введены исходные данные. А их задает человек. Например, бывает так, что при расчете устоя проектировщик «забывает» учесть и ввести в расчет вес насыпи подхода. Как результат – значительные продольные деформации и вертикальные просадки опор появляются еще до ввода сооружения в эксплуатацию.

Необходимо отметить, что еще 40–50 лет назад ни о каких расчетных программах при проектировании фундаментов не было и речи, что уж говорить, например, о проектировании и строительстве в 1870–1920 годах больших железнодорожных мостов через широкие реки Европейской части России и Сибири. Тогда и механика грунтов, и строительная механика только зарождались как науки, большого опыта не было.

Выдающиеся инженеры-проектировщики того времени руководствовались, пожалуй, самым важным своим качеством – инженерной интуицией, поэтому построенные 100–150 лет назад опоры мостов стоят и успешно используются до сих пор, переживая второе, а то и третье пролетное строение.

Инженерная интуиция – это еще одно важное качество, которого из-за недостатка опыта лишены молодые проектировщики. А в таком серьезном деле, как проектирование мостов, очень важно уметь чуть ли не на уровне подсознания оценить результат расчета, чтобы заподозрить ошибку и перепроверить себя.

Кроме того, современные проектировщики очень неохотно выезжают на объект строительства – на бурение первых скважин или на забивку первых свай, а ведь прак-

тический опыт невозможно получить, не вставая из кресла.

В СП 46.13330.2012 «Мосты и трубы» предусмотрен ряд обязательных испытаний, направленных на подтверждение надежности фундамента и проверки несущей способности грунта. К ним относятся:

- контроль качества (сплошность) бетона свай;
- штамповые испытания грунтов в основании буровых скважин;
- статические испытания грунтов сваями.

Данные испытания – это первейшие помощники инженеру-проектировщику в принятии правильного решения.

Со сплошностью бетона все понятно, поскольку ее необходимо проверять для контроля качества бетонирования свай. Если качество бетона свай недостаточное, ГИП может вовремя запроектировать дублирующую сваю.

Штамповые испытания грунта выполняются для определения фактической несущей способности грунта на забое скважины. Это помогает проектировщику вовремя принять решение о понижении отметки забоя или увеличении количества свай в ростверке. Однако в последнее время штамповые испытания грунтов проектировщикам стали неинтересны, особенно в свете последнего Изменения № 5 СП 46.13330.2012. В Таблице 5 этого документа ГОСТ 5686-2020 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями» заменили на ГОСТ 20276.1-2020 «Грунты. Метод испытания штампом».

Формально все верно: раз испытания штамповые, то и ГОСТ должен применяться на штамповые испытания. Однако область применения ГОСТ 20276.1 – это изыскания, а не строительство. По методике ГОСТ 5686 определяется фактическая несущая способность грунта, которая нам и нужна. А по методике испытаний, изложенной в ГОСТ 20276.1, определяется модуль деформации



Рис. 5. Входной оголовок водопропускной трубы. Высота отверстия трубы над уровнем льда – 1,35 м

грунта, который еще на стадии изысканий уже был определен в лабораторных условиях.

Многие ГИПы, ссылаясь на СП 46.13330.2012, считают, что результаты штамповых испытаний грунта теперь не нужны, поскольку предстоят еще статические испытания грунта сваями, чего будет достаточно. При этом ГИПы забывают, что если будут получены неудовлетворительные результаты статических испытаний, то в стесненных условиях, например, в русле реки или плотной городской застройке, развить уже готовое свайное поле и добавить дополнительные сваи будет практически невозможно.

Практика показывает, что по результатам порядка 50% штамповых испытаний выполняется понижение отметок забоя свай. Таким образом, грамотно выполненные штамповые испытания – это практически 95–99% гарантии того, что увеличения количества свай после статических испытаний не потребуются.

Статические испытания грунтов сваями – это, безусловно, самый надежный способ для проектировщика понять, будет ли будущий фундамент нести проектную нагрузку или нет. Однако со статическими испытаниями тоже не

всегда все гладко. Ниже – еще один свежий пример.

Водопропускная труба на автодороге

Водопропускная труба была введена в эксплуатацию в 2024 году. Труба состоит из железобетонных секций прямоугольного сечения 2×2 м (рис. 5). Из-за слабых грунтов труба устроена на свайном фундаменте из забивных свай 35×35 см длиной 16 м. Однако уже через два месяца после открытия участка автодороги были выявлены существенные вертикальные просадки. На момент обследования, в марте 2025 года, максимальные вертикальные просадки секций трубы по оси автодороги достигали 87 см и продолжали увеличиваться (рис. 6). Суммарное раскрытие стыков между секциями привело к увеличению длины трубы на величину порядка 50 см.

Анализируя рабочую и исполнительную документацию, мы увидели следующую картину. Расчетная проектная несущая способность свай составляет 86 тс при максимальной расчетной нагрузке на голову сваи 85 тс, то есть фундамент был запроектирован фактически без запаса.

При строительстве по результатам динамических испытаний трех пробных свай фактическая



Рис. 6. Габарит трубы по оси автодороги не превышает 0,5 м

несущая способность составила порядка 59–60 тс. Дефицит несущей способности свай составляет порядка 30%.

Получив отрицательные результаты динамических испытаний, проектировщик не стал требовать проведения статических испытаний грунта сваями, а заменил их испытаниями по методу волновой теории удара. Был получен положительный результат, причем с большим запасом (несущая способность – 120 тс), и проектировщик разрешил проведение дальнейших работ по устройству фундамента трубы. Казалось бы, что же могло пойти не так?

Проектировщик, видимо, невнимательно читал п. 8.4 ГОСТ 5686 и пропустил, что ударно-волновой метод испытаний – это метод, позволяющий лишь «ориентировочно» оценить несущую способность, и его результаты должны подтверждаться результатами статических испытаний. В результате... потребуется полное переустройство водопропускной трубы.

Проблемы, с которыми сталкиваются наши специалисты, не ограничиваются вышеперечисленными случаями и касаются не только фундаментов опор, но и всех остальных конструкций.

Отечественная система высшего образования, безусловно, одна из лучших в мире. Большая тройка транспортных вузов (РУТ (МИИТ), ПГУПС и СГУПС), а также другие институты и университеты ежегодно выпускают из своих стен несколько сотен инженеров по специальности «Мосты и тоннели». Кто-то из них остается на кафедрах и продолжает научную и преподавательскую деятельность, кто-то идет работать в строительство, а не менее половины становятся проектировщиками...

Чтобы обладать соответствующей компетентностью, проектировщик должен не только иметь высшее профильное образование, но и набраться соответствующего опыта. Как известно «опыт – сын ошибок трудных». А чтобы эти ошибки не стали фатальными, всем проек-

тировщикам, особенно молодым, необходимо внимательнее относиться к результатам изысканий и расчетов, не бояться и не лениться их перепроверять – как самостоятельно, так и с помощью натурных полевых испытаний.

Немаловажным фактором здесь является «наставничество» – когда более опытный специалист в процессе работы делится знаниями, навыками и практическими умениями с молодыми коллегами, вчерашними студентами. Со временем этот процесс приобретает двусторонний характер. Молодые специалисты сами начинают накапливать и передавать опыт своим наставникам.

Только комплексный подход может помочь избежать ошибок при проектировании и обеспечить надежность фундаментов опор мостовых сооружений. В свою очередь, специалисты ООО «Нормативно-Испытательный Центр «Мосты» всегда готовы помочь проектным организациям в принятии правильных решений.

А.А. Сергеев,
канд. техн. наук,
генеральный директор,
В.С. Мыщик,
канд. техн. наук, заместитель
генерального директора,
С.А. Лок,
заведующий лабораторией
железобетонных пролетных
строений и опор мостов,
ООО НИЦ «Мосты»



Москва, ул. Полярная
д. 33, стр. 3, пом. 6
тел./факс: +7 (499) 476-79-72
nic-mosty@mail.ru
nic-mosty.ru

ЛИТЕРАТУРА

- СП 24.1333.2021 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты».
- СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*».
- СП 46.13330.2012 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91».
- СП 79.1333.2012 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07-86».
- ГОСТ 5686-2020 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями».
- ГОСТ 20276.1-2020 «Грунты. Метод испытания штампом».

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ С РЕЗИНОВЫМ КОМПЕНСАТОРОМ

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Деформационные швы автодорожных мостов остаются одними из самых значимых конструктивных элементов мостового сооружения в течение всего срока его эксплуатации [1-4]. Между тем их реальный срок службы в большинстве случаев оказывается меньше срока, заявленного заводом-производителем [5-7].

От технического состояния деформационных швов напрямую зависит долговечность всего мостового сооружения. Недооценка этого приводит к увеличению интенсивности случайных факторов и параметров различной природы, накоплению повреждений, отказам, авариям и критическим ситуациям в виде обрушения мостового сооружения (рис. 1).

Анализ состояния сети мостовых сооружений Российской Федерации показал, что в настоящий момент получили широкое распространение деформационные швы с резиновым компенсатором, в том числе многопрофильные (модульные).

Постановка прикладной задачи

В процессе эксплуатации такого типа деформационных швов лабораторией «Мосты» МАДИ были выявлены характерные повреждения стальных окаймлений и околошовных зон (рис. 2).

Было установлено, что доминирующей причиной критических повреждений стало разрушение металла окаймлений швов. В этом случае конструкция становится неремонтопригодной и подлежит полному переустройству. Из-за недостатка финансирования балансодержатели и эксплуатирующие организации были вынуждены принимать радикальные меры по ремонту такого рода повреждений – путем удаления поврежденных остатков окаймлений и перекрытия зазора асфальтобетонным покрытием (рис. 3). Однако такой ремонт,

являясь контраварийной мерой, требует дальнейшего поспешного решения по переустройству шва, поскольку промедление будет негативно сказываться на долговечности мостового сооружения.

Результаты наблюдений [8-10] показывают, что причинами преждевременного разрушения конструкций деформационных швов с резиновым компенсатором могут быть: качество применяемых материалов, нарушение технологии строительства, отсутствие должного уровня содержания.

В условиях рыночной экономики проблемы, связанные с низким качеством материалов при изготовлении деформационных швов, становятся наиболее распространенными, так как итоговая стоимость конструкции является ключевым критерием

выбора деформационного шва. Проектировщик при подборе конструкции шва руководствуется максимальной расчетной величиной раскрытия профилей в направлении продольного перемещения. Однако многопрофильные деформационные швы, несмотря на расчетное обеспечение продольного перемещения, могут отличаться по своему конструктивному исполнению.

Классифицировать многопрофильные деформационные швы можно по системе управления раскрытием зазоров (рис. 4). При этом наибольшую надежность по результатам наблюдений показывают деформационные швы с системой раскрытия зазоров с применением поворотных траверс. Но швы такого типа считаются одними из самых дорогостоящих, поэтому в процессе строительства их могут заменить на аналогичные по величине продольных перемещений. Но это будут конструкции уже с другой – менее надежной – системой раскрытия зазоров, что в дальнейшем скажется на долговечности всего сооружения.



Рис. 1. Обрушение пролетного строения автодорожного моста в Московской области вследствие разгерметизации деформационного шва с последующим обводнением и разрушением конструкции ригеля промежуточной опоры

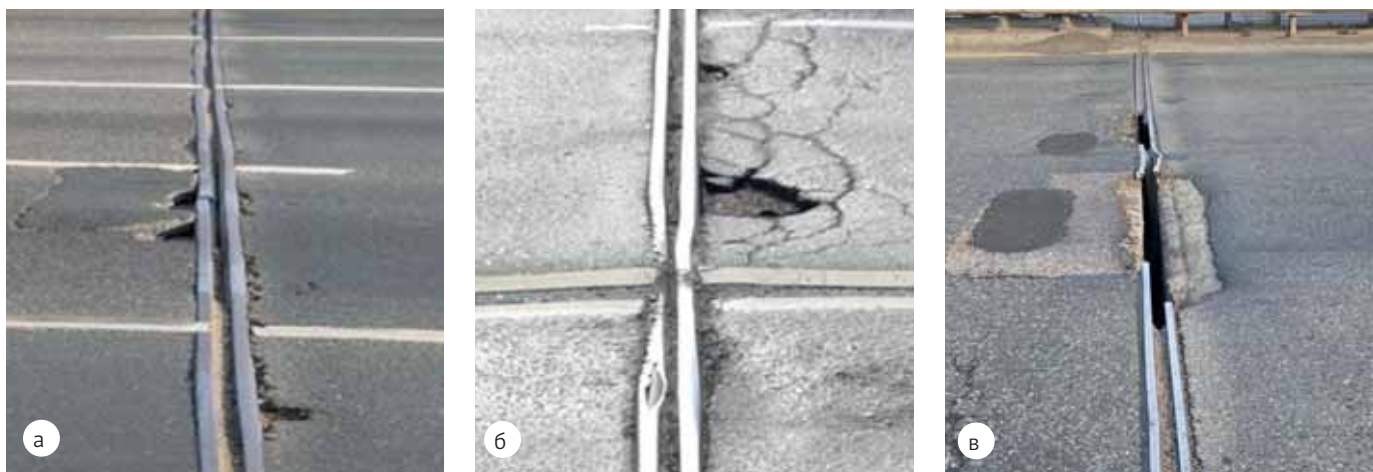


Рис. 2. Характерные повреждения конструкций деформационных швов с резиновым компенсатором.

а) Разрушение покрытия проезжей части в околошовной зоне, металла окаймления по сварному стыку, б) Разрушение металла окаймления дефшва, в) Механическое повреждение (искривление) металла окаймления дефшва



Рис. 3. Перекрытие поврежденного участка деформационного шва с резиновым компенсатором асфальтобетонным покрытием

Анализ научных статей [3, 4, 5] показал, что одной из основных причин преждевременного разрушения металлоконструкций окаймлений и промежуточных балок деформационных швов является применение «кустарной» конструкции фасонного проката и отсутствие результатов квалификационных испытаний деформационных швов у производителей.

Согласно ГОСТ Р 71330-2024 [11], при постановке деформационного шва на производство, изменении конструкции или применяемых материалов, при смене поставщиков компенсатора, опорных частей, балок окаймления и промежуточных балок, а также при оценке пригодности продукции для рынка Российской Федерации необходимо проведение квалификационных испытаний деформационных швов. Надежность изготавливаемой конструкции

шва подтверждают периодически испытываемыми на механическую прочность и выносливость один раз в пять лет.

В соответствии с ОДМ 218.2.025-2012 [7], испытываемый фрагмент деформационного шва следует принимать длиной 4 м и нагружать усилием, воспроизводящим воздействие от колеса нагрузки А 14.

Количество циклов нагружения составляет 2×10^6 . Результатом положительных испытаний конструкции на выносливость является то, что в стальных элементах деформационного шва и в сварных швах нет трещин.

Хотя деформационные швы подвергаются широкому спектру расчетов, в том числе включающих

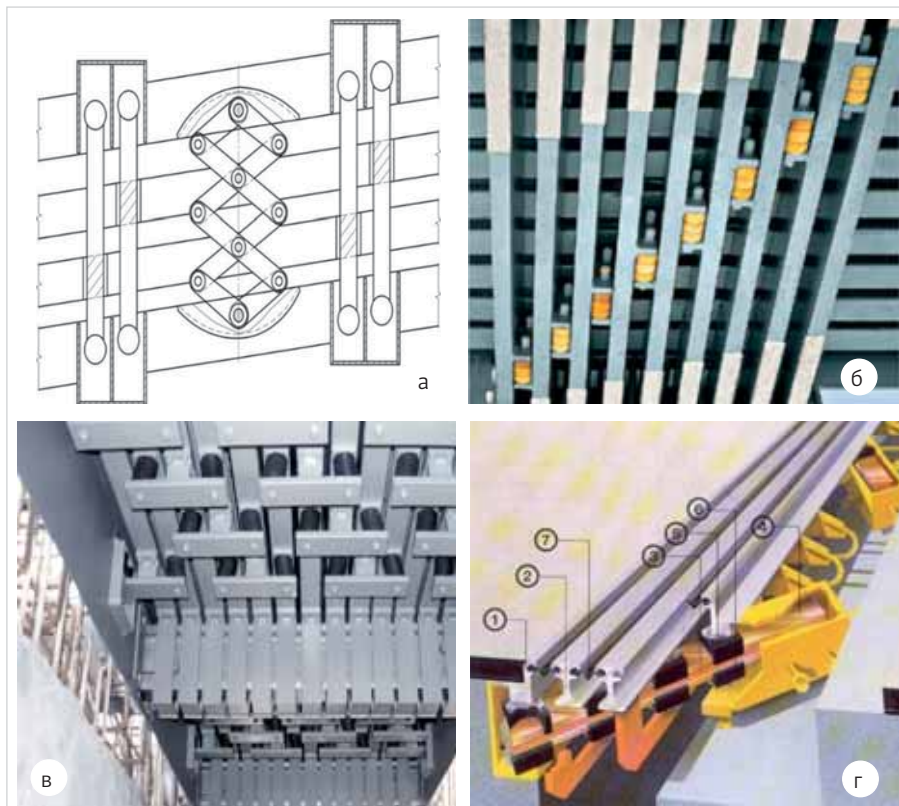


Рис. 4. Классификация многопрофильных деформационных швов по системе управления раскрытия зазоров.

а) Система раскрытия зазоров типа «ножницы», б) Система управления раскрытия зазоров, состоящая из полиуретановых пружин, в) Система раскрытия зазоров, состоящая из вертикальных резиновых цилиндров, работающих на срез и имеющих шарнирное крепление к профилю, г) Система раскрытия зазоров с применением поворотных траверс (основана на теореме Фалеса)



Рис. 5. Общий вид испытываемого деформационного шва на стенде

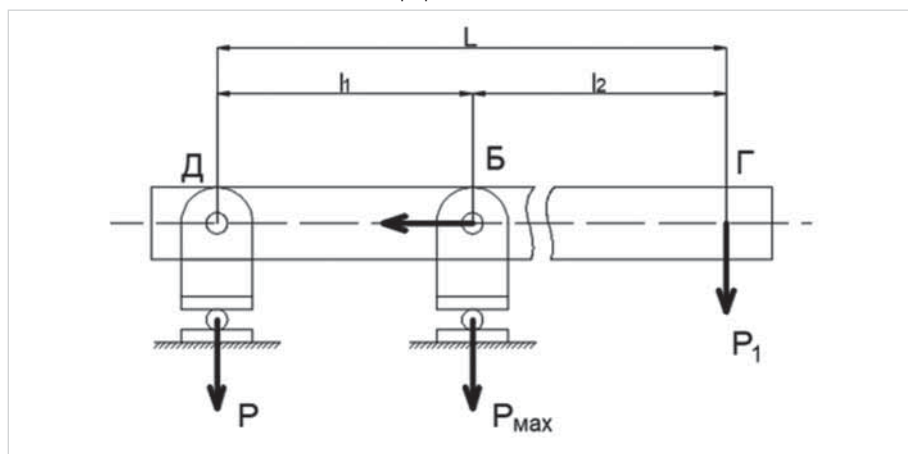


Рис. 6. Принципиальная схема работы испытательного стенда

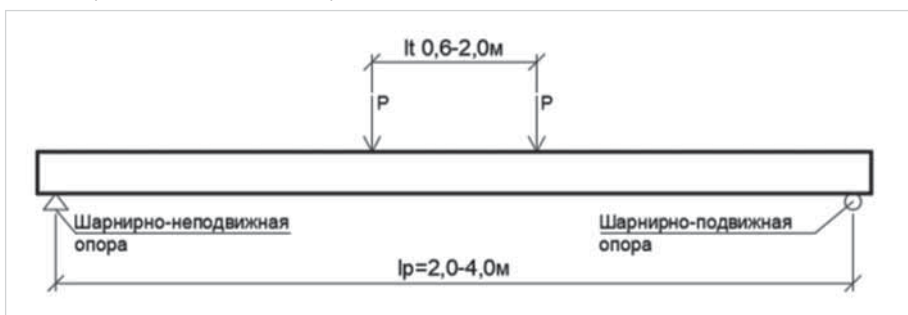


Рис. 7. Схема нагружения натурного образца (трехточечный изгиб)

в себя расчеты на выносливость, а также повышенный динамический коэффициент при расчете по первой группе предельных состояний (согласно ГОСТ 33390-2015, динамический коэффициент к нагрузке $A_k - 1 + \mu = 2,00$), в отечественной практике нет апробированных и стандартизированных методик оценки напряженно-деформированного состояния, что и стало темой настоящего научного исследования.

Метод решения

Сотрудниками кафедры «Мосты, тоннели и строительные конструкции» (МАДИ) В.С. Смоленкиным, И.С. Суховым, М.С. Наумовым под руководством профессора Ш.Н. Валиева на полигоне МАДИ разработана методика и стенд для проведения динамических испытаний деформационных швов с резиновым компенсатором.

Первые испытания проводились на натурном образце деформацион-

ного шва марки ДШ-50 (рис. 5) длиной 4 м, схема нагружения которого была рассчитана для условий, приближенных к реальной пространственной работе деформационного шва.

Динамическое воздействие включает в себя нагрузку в виде заданных перемещений консольного свеса распределительной балки стенда (рис. 6).

Контроль усилий, передаваемый на образец, осуществляется путем снятия напряжений в расчетных сечениях испытываемого образца (дополнительной мерой контроля может служить перемещение образца от воздействия статической и динамической составляющей нагрузки).

Нагружение натурного образца деформационного шва производилось по схеме трехточечного изгиба (рис. 7).

При этом в контрольной области создавались напряжения, определенные на основе предварительного расчета с использованием программного комплекса ANSYS (рис. 8).

В качестве нагрузки моделировалось циклическое воздействие задней тележки самосвала типа КАМАЗ, так как предложенная ОДМ 218.2.025-2012 [7] нормативная нагрузка от колеса А14 является недостаточной и дает заниженный результат по напряжениям. Для измерения напряжений использовались тензодатчики, устанавливаемые на наиболее напряженных элементах деформационного шва – оголовках профилей (рис. 9).

Контрольная проверка образца производилась каждые 100 000 циклов. Проводился контроль остаточных деформаций, наличия трещин, а также статическая калибровка датчиков.

Обсуждение результатов.

Выводы

По результатам проведенных экспериментальных исследований была выявлена сходимость изменения теоретических значений

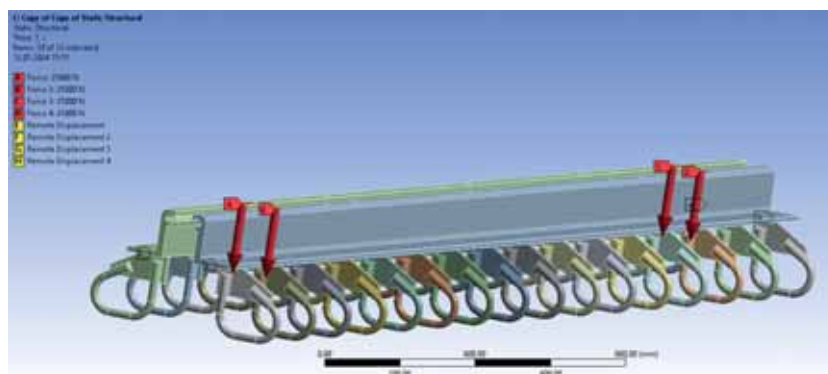


Рис. 8. Схема расчетной модели деформационного шва ДШ-50 в ПК ANSYS

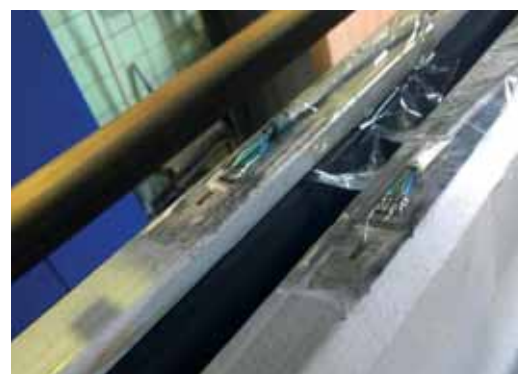


Рис. 9. Установка тензодатчиков на элементах деформационного шва

Табл. 1. Результаты математического моделирования

Стадия	σ , правый, МПа	σ , левый, МПа	Перемещения максимальные, мм
Размах напряжений $\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$, МПа	101,0	101,0	-14,1

Табл. 2. Результаты фактических измерений в диапазоне циклов $N = 1\,300\,000 \dots 2\,000\,000$

Стадия	σ , правый, МПа	σ , левый, МПа	Перемещения максимальные, мм
Размах напряжений $\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$, МПа	100,8	100,4	-14,4

напряжений и изменения (приращения) относительных перемещений с фактическими полученными данными.

Таким образом, установлено, что предлагаемая существующими нормами испытательная нагрузка в виде отпечатка колеса А14 дает весьма заниженный результат по напряжениям и прогибам, а количество циклов, принятое

2×10^6 , не отражает объективную оценку выносливости для металлоконструкции деформационного шва.

Последующие исследования будут направлены на выбор индикативных показателей испытательной нагрузки с учетом минимально допустимых требований по безопасности (допустимому риску), а также моделирование изменения

теоретических значений напряжений, в зависимости от изменения (приращения) относительных перемещений по фактически полученным данным.

В.С. Смоленкин,
старший преподаватель
ФГБУ ВО «Московский
автомобильно-дорожный
государственный технический
университет (МАДИ)»,
Ш.Н. Валиев,
профессор
ФГБУ ВО «Московский
автомобильно-дорожный
государственный технический
университет (МАДИ)»,
С.А. Черный,
начальник отдела капитального
ремонта и ремонта искусственных
сооружений департамента
эксплуатации и безопасности
дорожного движения
ГК «Автодор»

Список литературы

- Овчинников И.Г., Раткин В.В., Дядькин С.Н., Дорохин С.Е. Современные конструкции деформационных швов автодорожных мостов. Саратов: СГТУ, 2002.
- Овчинников И.Г., Раткин В.В., Макаров В.Н., Пискунов А.А. Деформационные швы автодорожных мостов. Казань: Изд-во КазГАСА, 2003.
- Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: учебное пособие. Саратов: СГТУ, 2005.
- Ефанов А.В., Овчинников И.Г. Деформационные швы мостов: современное состояние проблемы // Вестник Саратовского государственного технического университета. Саратов: СГТУ, 2006. № 4(16). Вып. 1. С. 81–86.
- Козлачков С.В., Овчинников И.И., Валиев Ш.Н., Овчинников И.Г. Отечественные деформационные швы мостовых сооружений // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 3. [Электронный ресурс] <http://naukovedenie.ru/ik12/12-41.pdf>. С. 1–17.
- Козлачков С.В., Овчинников И.И., Валиев Ш.Н., Овчинников И.Г. Рекомендуемые конструкции деформационных швов мостовых сооружений и рациональная область их применения // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 3. [Электронный ресурс] <http://naukovedenie.ru/ik12/12-42.pdf>. С. 1–7.
- ОДМ 218.2.025-2012. Деформационные швы мостовых сооружений на автомобильных дорогах. М., 2013.
- Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н. Анализ причин повреждения деформационных швов типа МММ Д-50 и МММ Д-100 на мостовых сооружениях Автомобильной дороги М-4 «Дон» // Интернет-журнал «Науковедение». № 5, 2013. С. 1–13.
- Валиев Ш.Н., Смоленкин В.С. Особенности работы покрытия проезжей части в зоне деформационных швов мостовых сооружений // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. № 3. <http://naukovedenie.ru/PDF/04TVN314.pdf>. С. 1–17.
- Валиев Ш.Н., Смоленкин В.С., Рыбникова Е.Б. Деформационные швы мостовых сооружений: зарубежный опыт физического моделирования // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2016. Т. 3. № 2. [Электронный ресурс] <http://t-s.today/PDF/06TS216.pdf>. С. 1–17.
- ГОСТ Р 71330-2024. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные общего пользования. Швы деформационные с резиновым компенсатором пролетных строений автодорожных мостов. Общие технические условия (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 09.04.2024 № 430-ст).

НОВЫЕ ТИПЫ ГЕРМЕТИКОВ САЗИ – ГАРАНТИЯ БЕЗУПРЕЧНОГО КАЧЕСТВА

Известно, что деформационные швы являются самым уязвимым местом аэродромных и дорожных покрытий. Более того, есть мнение, что надежность и качество покрытий определяется именно состоянием данных швов. В чем же причина? Есть ли возможность, устранив упомянутую «уязвимость», изменить ситуацию? На эти вопросы и другие вопросы в рамках доклада, сделанного на конференции «Мир мостов» (Санкт-Петербург, 2025), ответил С.А. Гладков, генеральный директор компании «САЗИ».

Сергей Гладков привел несколько примеров из деятельности компании, которая уже более 30 лет разрабатывает технологии герметизации и производит герметики для промышленности и строительства. Первой крупной разработкой компании «САЗИ» стали герметики для межпанельных швов крупнопанельных зданий – те самые «полоски», которые мы можем наблюдать на фасадах панель-

ных зданий. Сейчас трудно представить, что когда-то, а именно порядка 30 лет назад, разрушение этих швов носило перманентный характер, а продувание и промерзание швов в осенне-зимний период считалось обычным явлением (фото 1).

Этот пример неслучаен: к настоящему времени более 70% швов при строительстве и ремонте

зданий КПД заделывают герметиками производства Группы компаний «САЗИ». А та картина, когда промышленные альпинисты были заняты чуть ли не массовым ремонтом аварийных швов, ушла в историю, поскольку с новыми герметиками САЗИ подобных проблем практически не возникает (фото 2).

Еще один пример из разработок компании – это «Система монтажа САЗИ», включающая комплекс материалов для защиты теплоизолятора в монтажном зазоре между оконным блоком и стеновым проемом (фото 4). Продувание и промерзание окон – основная причина (по некоторым оценкам, до 70%) претензий жильцов к строителям или управляющей компании (фото 3). Исследования и учет особенностей оконных швов позволили ученым и инженерам САЗИ разработать специальные материалы – СМС. Доля СМС на рынке составляет в настоящее время около 30%, при этом наблюдается уверенный ее рост, поскольку швы, изготовленные с применением СМС, успели показать на практике свою надежность и долговечность.

Третьим стал пример из области промышленного строительства. Речь шла о производстве герметиков для предприятий, занимающихся авиастроением. В этой отрасли САЗИ на протяжении 25 лет (по настоящее время) является базовым (около 100%) поставщиком.

В отличие от приведенных выше примеров, швы самолетов никогда не несли в себе аварийные риски. Однако прежние технологии герметизации перестали поддаваться современной механизации производственных процессов, из-за чего качество работ стало неустойчивым. Неслучайно предъявление



Фото 1



Фото 2



Фото 3

узлов и конструкций в ОТК часто оборачивалось их возвратом – на разборку, повторную герметизацию и сборку. А ведь это очень трудоемкий, долговременный и затратный процесс.

Специалисты компании «САЗИ», модернизировав и усовершенствовав свое производство, создали новый для нашей страны тип герметиков, которые в настоящее время массово применяются авиастроителями. Благодаря использованию новых герметиков, способствующих повышению качества сборки, произошло заметное снижение затрат на соответствующие производственные операции.



Фото 4

Указанные выше примеры являются лишь малой долей всей деятельности САЗИ. Тем не менее многолетний опыт работы именно в этих направлениях привел специалистов компании к пониманию того, что шов является одним из самых уязвимых мест в конструкциях или узлах изделий.

Одной из главных причин «уязвимости» швов является их выполнение не в условиях заводского цеха, а на стройплощадке, где очень высока доля ручного труда. Это, в свою очередь, влияет на повышение количества технологических ошибок, а следовательно, на повышение вероятности образования дефектов шва и последующих рисков.

Но здесь есть и другая, по мнению специалистов САЗИ, более важная причина, – недостаток внимания со стороны руководства к имеющейся проблеме. Между тем С.А. Гладков признает такое невнимание вполне естественным, поскольку работы по герметизации занимают в составе смет на строительство или ремонт ничтожно малую долю, поэтому у руководителя, отвечающего за все вверенные ему ресурсы, на такие детали, как герметизация швов, зачастую просто не находится времени.

Но мелочи бывают разные... В вопросах здоровья, например, самые незначительные сбои в организме могут непоправимо сказаться на общем состоянии человека! Что касается состояния дорожно-строительной отрасли, то такая «малость», как некачественно выполненный шов дорожного полотна (элементов моста), может впоследствии привести к несоизмеримо более высоким затратам на устранение дефектов (сколы углов плит, коррозия бетонных конструкций и пр.), а также на предотвращение более серьезных рисков.

Но выход найден! И это современные технологии герметизации, которые успешно зарекомендовали себя во многих российских отраслях, а также в сфере дорожного и мостового строительства многих стран мира. А предложенные САЗИ для дорожной отрасли России новые технологические решения, которые не являются ни трудновыполнимыми, ни дорогостоящими, окажут самое положительное влияние на нормативное состояние эксплуатируемых объектов, на их долговечность и помогут в дальнейшем сэкономить значительные средства.



г. Люберцы
ул. Комсомольская, д. 15А
тел. +7 (495) 221-87-60
sazi@sazi-group.ru
SAZI-GROUP.RU



21-я Международная межотраслевая выставка технического текстиля, композитных материалов, полимеров и оборудования для их производства и обработки

16–18 сентября 2025 | Москва, МВЦ «Крокус Экспо», павильон 3



tech**textile**



tech**composite**



tech**polymer**



Забронировать
стенд

Организатор:
ООО «Гефера Медиа»
+7 495 649-87-75
info@gefera.ru | gefera.ru

tech-textile.ru

12+

 GEFERA MEDIA



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

«ГЕОФЛАКС»: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

В представленной статье на примере реконструкции трассы М-29 «Кавказ» рассматриваются вопросы достижения экономических, экологических и технических преимуществ комбинированного использования геосинтетических материалов марки «Геофлакс».

Современные подходы к дорожному строительству требуют применения инновационных инженерных решений на всех этапах производства работ.

К повышенным требованиям, связанным с достижением экономической эффективности и включающим разработку и использование технологий укрепления грунтов, а также строгое соблюдение экологических норм, специалисты компании «ГеоСМ» подошли с максимальной готовностью. В проектировании устойчивых дорожных одежд геосинтетические материалы (георешетки, геомембраны, геосетки и геотекстиль) марки «Геофлакс» становятся ключевым инструментом.

Функционал и инженерные принципы

Геосинтетики «Геофлакс» – полимерные структуры, выполняющие функции армирования, сепарации, дренажа и фильтрации, разработанные с учетом международных стандартов.

Принцип их работы в дорожной конструкции основан на перераспределении напряжений. Например, георешетка, интегрированная в зернистый слой, повышает его модуль деформации на 40–60% за счет интерлокинга частиц, позволяя сократить толщину щебеночного основания на 25–30% без потери несущей способности.

Экономический эффект: от сокращения CAPEX до снижения LCC

При реконструкции трассы М-29 «Кавказ» в зоне слабых водонасыщенных грунтов (суглинки с коэффициентом фильтрации 10^{-6} м/с) традиционная технология требовала замены почвы на глубину 1,2 м и укладки щебня фракции 40–70 мм

слоем 0,8 м. Альтернативным решением стало применение геосинтетики. Так, выполнены работы по стабилизации основания георешеткой с ячейкой 40×40 мм, сепарации слоев геотекстилем плотностью 400 г/м², а также по организации дренажа геокомпозитными матами.

Результаты:

- сокращение объема щебня на 18 тыс. куб. м (экономия – 52 млн рублей);
- уменьшение сроков работ на 22% и снижение LCC (Life Cycle Cost) на 35% благодаря увеличению межремонтного периода с 3 до 10 лет;
- повышение модуля упругости дорожной одежды с 120 МПа до 220 МПа (подтверждено расчетами в ПО Ever Stress), что позволило выдержать расчетную интенсивность движения 12 тыс. авт./сут при осевой нагрузке 115 кН.

Экологичность: от ресайклинга до снижения карбонного следа
Производство «Геофлакс» отвечает принципам циркулярной экономики. Например, 30% состава геотекстиля – переработанные PET-волокна, а 1 т геосинтетики заменяет 8 т щебня, сокращая выбросы CO₂ на 2,3 т.

Долговечность: от сопротивления усталости до биостойкости

Главное преимущество использования геосинтетики – сохранение функциональности в агрессивных средах. На трассе М-29 материалы «Геофлакс» подвергались циклическим нагрузкам (до 10⁶ циклов), воздействию гидролиза (рН 3–10) и биокоррозии (тесты по EN 12225). Через 5 лет эксплуатации георешетка сохранила 95% прочности, геотекстиль – фильтрационную способность (заиливание <10%), а дренажные геокомпозиты предотвратили трещины от морозного пучения.

Подтвержден заявленный срок службы – 50 лет.

Трасса М-29: инженерный кейс
Проблема: участок км 1243–1289 с пучинистыми грунтами (коэффициент пучинистости – 12%) и УТВ 0,7 м.

Решение включало три этапа:

1. Стабилизация земляного полотна с помощью объемной георешетки. Послойное уплотнение с контролем модуля деформации ($E_{v2} \geq 45$ МПа).
2. Монтаж дренажной системы с геокомпозитными матами.
3. Армирование асфальтобетона геосеткой для подавления трещин.

По результатам послеремонтного мониторинга:

- колея ≤ 3 мм (при норме 15 мм);
- индекс ровности (IRI) – 1,8 м/км (категория «А»);
- снижение затрат на содержание: 2,3 млн руб./км против 4,1 млн руб./км.

Заключение: геосинтетика как драйвер ESG-трансформации

Проект М-29 доказал, что применение геосинтетики обеспечивает системный переход к ресурсоэффективной инфраструктуре. Внедрение геосинтетики в национальные проекты, такие как «Безопасные качественные дороги» и по некоторым прогнозам «Инфраструктура для жизни», позволит сократить капитальные расходы на 15–20% и снизить карбоновый выброс на 30%, что поможет достичь углеродной нейтральности к 2030 году.

Однако успех всего проекта зависит от точного расчета следующих параметров:

- выбора георешетки по критерию ползучести ($J < 0,5\%/decade$ – менее 0,5% деформации за 10 лет);
- учета CBR грунта и контроля адгезии битума к геосеткам ($\geq 0,15$ МПа).

С этими задачами помогут справиться специалисты компании «ГеоСМ».



GEO-SM

г е о с и н т е т и к а

ГЕОСИНТЕТИКА «ГЕОФЛАКС»

НАДЁЖНЫЙ ФУНДАМЕНТ
ВАШИХ ДОРОГ



реклама

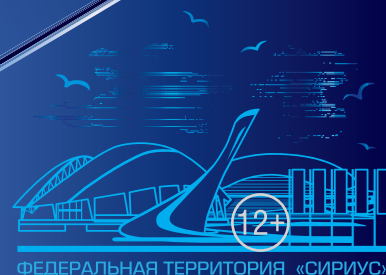
GEO-SM.RU

28-30 МАЯ
2025

**ФОРУМ
ДОРОЖНЫХ
ИНИЦИАТИВ**

«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

IRCFORUM.RU



ФЕДЕРАЛЬНАЯ ТЕРРИТОРИЯ «СИРИУС»

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

«Не зря говорят, что все новое – это хорошо забытое старое. Но почему простота уже готовых решений и их давно доказанная эффективность у нас всегда приживаются с трудом?»
(Вопрос из зала на конференции РУЦЕМ)

Известь, наряду с другими природными материалами, такими как глина и гипс, является одним из древнейших строительных материалов. В Римской империи известь применяли в составе широко распространенного в те времена романце-мента, и здесь одним из показательных примеров является Аппиева дорога, построенная в 312 году до нашей эры.

В СССР начиная с середины XX века специалисты стали ориентироваться на включение извести в производство строительных материалов, в том числе и для дорожного хозяйства. К сожалению, в настоящее время технологии использования таких неорганических вяжущих, как гидравлическая известь и романцемент, не находят своего применения.

Между тем в СССР и США с 1930 по 1960 годы проводились научно-исследовательские работы, связанные с изучением характеристик извести, необходимых для освоения этого материала в дорожном строительстве. Но в силу ряда причин, включая отсутствие в СССР ресайклеров, позволяющих эффективно перемешивать грунт с неорганическими вяжущими, известь не получила широкого практического применения.

В этом отношении опыт зарубежных стран, в частности США и Европы, где в дорожном строительстве с начала 70-х годов XX века стали активно использовать известь, заслуживает отдельного внимания.

По данным бельгийской компании «Луаст» (Lhoist), одного из международных лидеров по производству и продаже товарной извести, при строительстве 1 км автомагистрали может быть задействовано до 3100 тонн этого материала. В сегменте дорожного строительства США ежегодно используется от 1,5 до 2,0 млн т извести, в Европе – от 1,0 до 1,1 млн т.

Целевое использование извести
Применение извести в чистом виде или в смеси с другими неорганическими вяжущими, в частности с цементом, используется на сле-

дующих этапах дорожного строительства:

- негашеная известь (оксид кальция, CaO) в технологии стабилизации и укрепления грунта, в рамках подготовки дорожного основания. Это основное применение извести, составляющее ~ 90% от общего использования в дорожном строительстве в США и Европе.
- гашеная/гидратная известь (кальция гидроксид, Ca(OH)_2) в технологии производства асфальтобетона. Данное направление составляет ~ 10% от общего использования дорожном строительстве в США и Европе.

Как показывает мировая практика, негашеная известь используется в основном в технологии стабилизации и укрепления глинистых грунтов, где, в сравнении с цементом, известь имеет неоспоримые преимущества, позволяющие:

- высушить грунт и добиться его оптимальной влажности, благодаря взаимодействию негашеной извести с водой;
- при проведении работ в холодное время года поддерживать





Глинистый грунт до обработки негашеной известью (а) и после (б)

положительную температуру обрабатываемого грунта за счет тепла, выделяемого в процессе химической реакции (взаимодействия негашеной извести с водой);
■ необратимо изменять свойства глинистого грунта, уменьшая его пластичность, набухание и влагоемкость за счет взаимодействия извести и глины, что приводит к изменению минералогического состава, появлению пуццоланов, обеспечивающих, наряду с карбонатным твердением, дальнейший набор прочности обработанного грунта.

Таким образом, негашеная известь в стабилизации и укреплении глинистых грунтов является эффективным реагентом для оптимизации влажности (сушки) грунта, поддержания рабочей температуры грунта в холодное время года, для уменьшения пластичности обработанного грунта и его дальнейшего непрерывного набора прочности за счет пуццолановых реакций и карбонатного твердения извести.

Смешивая негашеную известь с глинистым грунтом, мы фактически воспроизводим древние рецептуры вяжущих материалов

(типа романцемента), надежность которых доказана временем.

Вторым значимым направлением использования извести (точнее, гидратной извести) является производство асфальтобетона. Первые научные исследования в этом направлении начали проводиться в США с начала 70-х годов прошлого века, а с середины 80-х годов в США, Бельгии, Франции и Голландии был дан старт практическому использованию в дорожном строительстве асфальтобетона, модифицированного гидратной известью.

Использование гидратной извести в производстве асфальтобетона позволяет улучшить его механические свойства, влагостойкость, морозостойкость, устойчивость к старению битума, что в конечном счете позволяет продлить срок службы асфальтобетонного покрытия.

Такие положительные изменения происходят благодаря тому, что гидратная известь в составе асфальтобетона улучшает сцепление кислых горных пород щебня с битумом, а также выступает как активный вяжущий компонент.

Гидратная известь добавляется при производстве асфальтобетона как отдельно, так и в смеси с минеральным порошком или используется в виде известкового молока, которым обрабатывают щебень из кислых горных пород (граниты) перед производством асфальтобетона.

Согласно данным Европейской ассоциации производителей извести (EuLA), использование гидратной извести на уровне 1,5% в составе асфальтобетонной смеси позволяет продлить срок службы слоя износа из такого асфальтобетона на 25%. Это определяет устойчивую положительную динамику применения гидратной извести в США и Европе.

Ежегодное использование извести в российском дорожном строительстве на сегодняшний день не превышает порядка 50–70 тыс. тонн в год, что существенно ниже, чем в Европе и США.

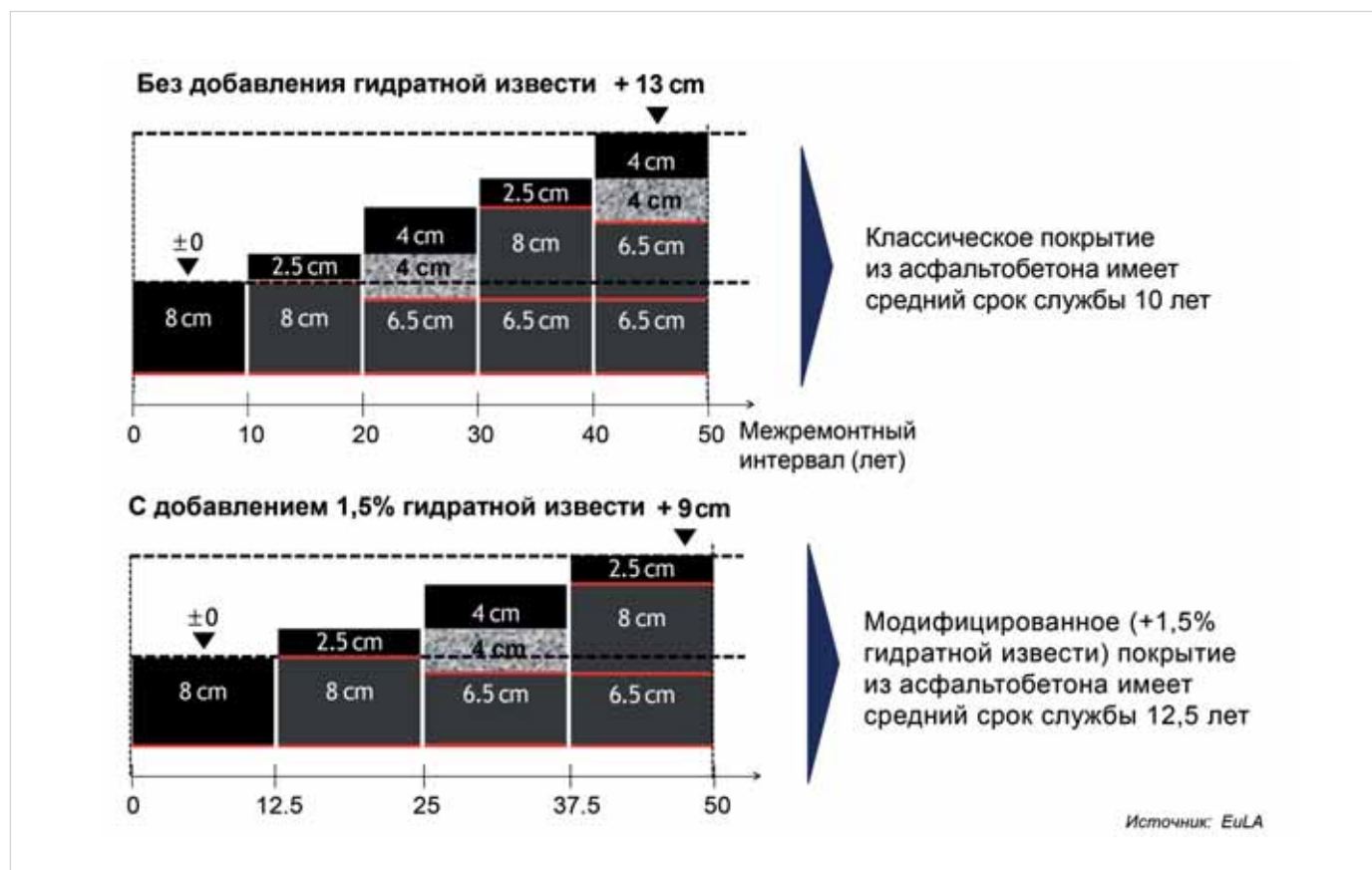
Российский опыт

В нашей стране известь в основном используется для стабилизации и укрепления грунтов на коммерческих объектах, таких как складские и промышленные комплексы, аэропорты, платные участки дорог.

До недавнего времени основными факторами, сдерживающими практическое использование извести в дорожном строительстве, были:

- устаревшая нормативная база по стабилизации и укреплению грунтов неорганическими вяжущими;
- исключительно региональный опыт успешного применения метода стабилизации и укрепления грунтов;
- сезонный дефицит извести молотой негашеной (от 2 сорта и выше, в соответствии с ГОСТ).

За последние два года в России вступили в силу новый ГОСТ Р 70196-2022 на комплексные минеральные вяжущие, ГОСТ Р 70452-2022 на грунты, стабилизированные и укрепленные неорганическими



Использование гидратной извести (~1,5%) в составе асфальтобетонной смеси позволяет продлить срок службы слоя износа из такого асфальтобетона на 25%

вяжущими; введены новые мощности по производству извести. Такие положительные изменения, наряду с успешным зарубежным опытом, позволяют рассчитывать на дальнейшее более масштабное использование извести в дорожном строительстве нашей страны.

С.С. Сухов,
канд. хим. наук,
коммерческий директор
ООО «Калькон Калуга»

От редакции:

Отдельное внимание вопросам использования в дорожном строительстве неорганических вяжущих уделяется на специализированных мероприятиях, организованных интернет-журналом RUCEM.RU. В Москве на прошедшей в марте 2025 года конференции, где рассматривались технологические методы стабилизации и укрепления грунтов, особый интерес вызвал доклад коммерческого директора компании «Калькон Калуга» Сергея Сухова. Заинтересовала представленная экспертом тема и нас.

Компания «Калькон Калуга» (ранее ООО «Фельс Известь») – одно из ведущих российских предприятий по производству и реализации извести. Деятельность компании, базирующейся в поселке Товарково (Дзержинский район Калужской области), началась в 2009 году. На сегодняшний день производственные мощности этого динамично развивающегося предприятия позволяют выпускать до 230 тыс. тонн продукции в год.

Основными заказчиками продукции компании являются предприятия промышленной и строительной отраслей. При этом специалисты ООО «Калькон Калуга» особое значение придают дорожно-строительному рынку, учитывая стратегическую важность этого сегмента и ощущая свою причастность и ответственность за качество конечного продукта – автомобильной дороги.

За время работы в дорожной отрасли компания приобрела репутацию надежного произво-

дителя и поставщика, заслужив доверие у своих партнеров, в числе которых крупнейшие подрядные организации.

Специалисты компании «Калькон Калуга» всегда внимательно относятся к требованиям своих заказчиков и готовы помочь им в решении любых вопросов, связанных с использованием извести в технологиях стабилизации и укрепления грунта или при производстве асфальтобетона – конечно же, с предоставлением необходимых образцов для проведения лабораторных испытаний.



ООО «Калькон Калуга»
249855, Калужская обл.
Дзержинский р-н
пос. Товарково
Промышленный мкр., 90
тел. +7 (4842) 41-07-70
e-mail: info@kalkon.ru
www.kalkon.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ГОРЯЧИХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЛОТНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ПЛОТНОСТИ

В представленной статье предложены решения, сочетающие научную обоснованность и технологическую применимость. В работе делается акцент на достижение максимальной плотности зернового каркаса, рассматриваются теоретические основы формирования структуры смеси, анализируется влияние формы и соотношения минеральных фракций на плотность материала, затрагиваются вопросы стабилизации смесей при повышенном содержании вяжущего.

Вопрос получения ровного, прочного и, самое главное, долговечного покрытия занимает умы исследователей во всем мире. На решение этой задачи направляются огромные материальные ресурсы, не говоря уже о временных затратах. Каждый специалист старается подойти к вопросу по-своему, применяя уникальные решения. Некоторые подходят с точки зрения материаловедения, всеми возможными способами стараясь улучшить свойства дорожно-строительных материалов, что является наиболее распространенным подходом.

Уже предложено, внедрено и используется множество современных материалов на основе как органического, так и неорганического вяжущего. Современная наука и химическая промышленность постоянно создают и синтезируют все новые модификаторы, добавки, компоненты и комплексные составы, способные кардинально изменить свойства материала.

Существуют и иные подходы. Ряд специалистов рассматривает дорожную конструкцию как единый инженерный объект, акцентируя внимание на оптимизации ее геометрических параметров. Основная цель таких исследований – найти оптимальное соотношение между толщиной слоев дорожной одежды и характеристиками применяемых материалов, с обязательным учетом качества основания и параметров грунтов земляного полотна. Все чаще встречаются

комплексные подходы, сочетающие в себе как материаловедческие, так и конструктивные решения.

Отдельное направление исследований связано с оптимизацией технологического процесса строительства. Особое внимание уделяется разработке высокопроизводительного и, что особенно важно, высокоточного оборудования и строительной техники, способных обеспечить как сокращение сроков строительства, так и точность выполнения технологических операций.

Современные технологии касаются и продления жизненного цикла верхнего слоя покрытия. Широко применяются различные защитные слои и поверхностные обработки, основанные на использовании фракционированного щебня, модифицированных битумных эмульсий, синтетических и минеральных волокон и т. д.

Все усилия направлены на достижение максимальной работоспособности дорожной одежды в заданный расчетный период. Инженеры пытаются учитывать все (как внешние, так и внутренние) факторы, влияющие на состояние дороги. Неоспоримо негативное влияние погодноклиматических воздействий, транспортной нагрузки, в особенности при превышении расчетных значений.

Стремление снизить влияние негативных воздействий логично,

так как существует их неоспоримая прямая зависимость со сроком службы. Поместите кусочек дороги в вакуум без влияния транспорта и климата – и дорога будет служить вечно. Негативное влияние указанных воздействий есть, но каждый ученый, инженер, проектировщик, несмотря на особенности нормирования, связанные с региональным расположением и методами расчета, пытается учитывать все воздействия, точнее, снизить их влияние. Разработано множество методов и методик оценки как каждого параметра, так и их комплекса.

При исследовании свойств и прогнозировании их развития во времени используется дорогостоящее оборудование. Ярким примером такого комплексного учета является система Superpave. Однако при использовании подобных трудозатратных систем возникают вопросы: как применение многоступенчатых методов коррелирует с качеством устроенных покрытий и зачем нужны сложные системы испытаний в простых производственных условиях? Фактически, внедрение дорогостоящего испытательного (а в данном конкретном примере – исследовательского) оборудования требует от нас не просто инженера в дорожном строительстве, а как минимум доктора технических наук.

Таким образом, с каждым днем дорожная наука и отрасль в целом не стоят на месте: все неизменно движется вперед, развивается. Так почему же ни в одной стране мира нет действительно долговечных дорожных покрытий? Что не учитывают современные ученые, инженеры, строители, работники эксплуатирующих организаций, а также дорогостоящие системы учета влияния воздействующих

факторов? Это сложные, а возможно, и риторические вопросы.

Может быть, что-то не учтено при расчетах, может, где-то ошибка в конструкции, а может, неправильно запроектирован состав материала основания либо покрытия или применены не те технические или технологические решения. Возможно, допущен брак при выпуске материала или при производстве работ, либо при эксплуатации не проведены своевременные профилактические мероприятия, а может быть, изменился сам режим эксплуатации, транспортная нагрузка и/или температурные воздействия... Что это – следствие недостатка квалификации, использования излишне сложных систем или случайный погодно-климатический фактор? Учесть все переменные и построить долговечную, с точки зрения эксплуатационных параметров, дорогу – основная задача, которая решается и, видимо, останется нерешенной.

Теоретические предпосылки

Перейдем к разработке простых, понятных методов и требований к материалу, основанных на научных исследованиях и, самое важное, – опыте. Пойдем по первому материаловедческому пути – улучшению свойств материала с целью обеспечения его требуемых характеристик. Рассмотрим самый известный и наиболее часто используемый материал для устройства верхних слоев дорожного покрытия – асфальтобетон.

Имея несложный состав из мелкого заполнителя (песок, отсев), круп-

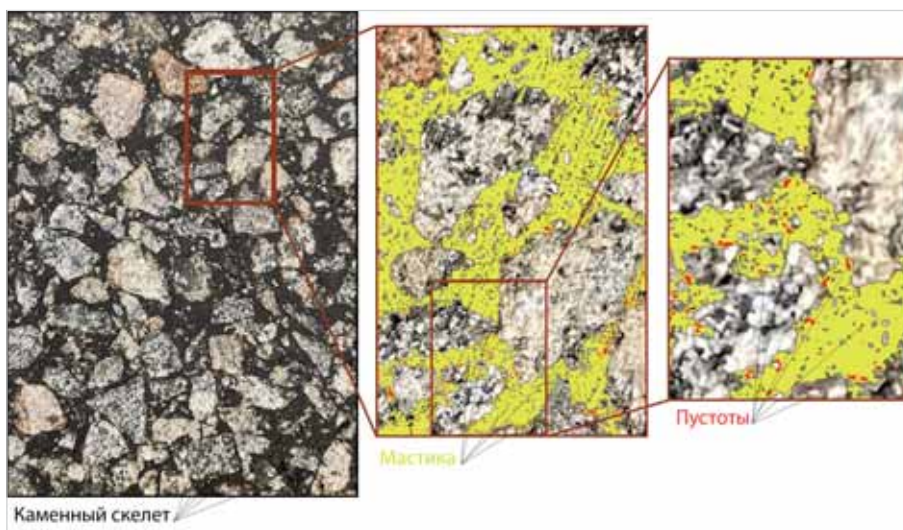


Рис. 1. Структура асфальтобетона

ного заполнителя (гравий, щебень) и наполнителя (минеральный порошок), связанных органическим вяжущим (битум), асфальтобетон обладает хорошими физико-механическими свойствами, высокой надежностью и, самое главное, ремонтпригодностью, что и обусловило его повсеместное распространение. В соответствии с современными теориями [1, 2, 3], в структуре асфальтобетона выделяют скелет из крупного заполнителя, мастику (связующее и мелкие компоненты) и воздушные включения (рис. 1).

Формирование каменного каркаса асфальтобетона является ключевым фактором, определяющим его плотность, механическую прочность и устойчивость к эксплуатационным нагрузкам. В зависимости от гранулометрического состава минеральный скелет может быть песчаным, песчано-каменным, каменно-песчаным или полностью каменным [2, 3] (рис. 2). Опти-

мальное распределение фракций заполнителя предполагает формирование несущего каркаса из крупного каменного материала, который обеспечивает пространственную жесткую структуру, при этом мастика, состоящая из минерального порошка, мелкого заполнителя и вяжущего, выполняет связующую функцию, заполняя пустоты между зернами без нарушения их целостности [4].

Гранулометрический состав напрямую влияет на содержание воздушных пустот в асфальтобетоне. Исследования показывают, что при увеличении доли крупного заполнителя возрастает плотность смеси, так как зерна образуют плотный пространственный каркас, при котором минимизируется объем незаполненных пустот.

Однако увеличение содержания крупной фракции сверх оптимального значения приводит к нарушению баланса компонентов,

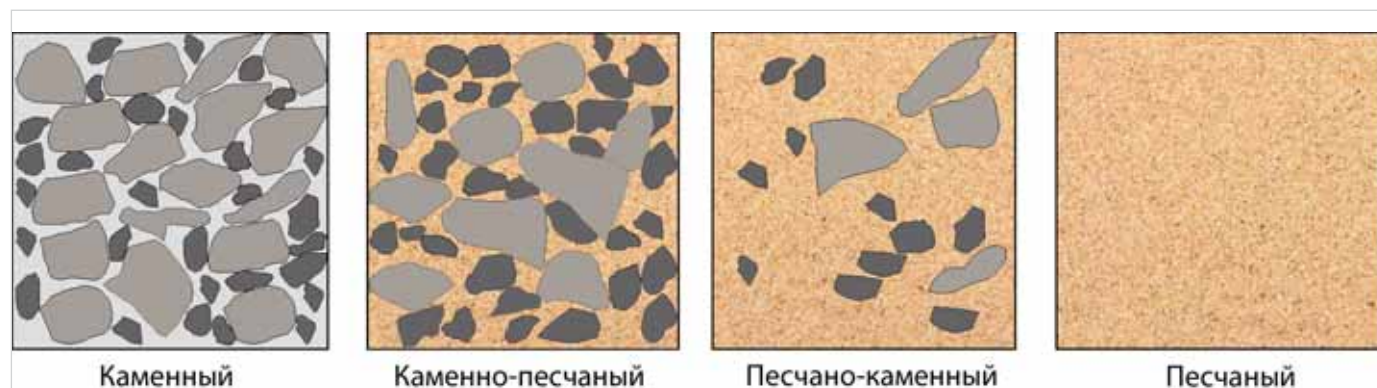


Рис. 2. Типы смесей в зависимости от зернового состава

недостаток мелкого заполнителя препятствует эффективному заполнению пор, что увеличивает остаточную пористость смеси [2, 5–8]. Таким образом, грамотный подбор соотношения крупных и мелких фракций позволяет достичь оптимальной плотности зернового состава асфальтобетона, а подбор состава смеси является ключевым этапом при создании качественного дорожно-строительного материала.

Проектирование состава плотных асфальтобетонных смесей в странах постсоветского пространства осуществляется по методике, основанной на подборе кривой гранулометрического состава, входящей в предельные кривые плотных смесей. Основным принципом этого метода, разработанного в СоюздорНИИ [9], заключается в учете зависимости прочности и других эксплуатационных характеристик асфальтобетона от плотности минеральной части смеси при оптимальном содержании битума. Оптимальное количество битума обычно определяется на основе результатов испытаний на прочность стандартных образцов и определении других показателей их качества, соответствующих требованиям стандарта.

Метод основан на теоретических и экспериментальных исследованиях профессора В.В. Охотина [10] и профессора Н.Н. Иванова [11, 12]. Считается, что плотные минеральные смеси должны включать в себя фракции с размером частиц, уменьшающихся в два раза – по мере перехода от одной фракции к следующей. При этом отношение количества каждой последующей фракции к предыдущей (коэффициент сбега k) должно составлять 0,8–0,81. Однако, учитывая сложности, возникающие при точном подборе состава в столь узком интервале, было предложено расширить допустимый диапазон значений коэффициента сбега от 0,65 до 0,90. Принятый диапазон предоставил инженерам и проектировщикам гибкие возможности для адаптации состава асфальтобе-

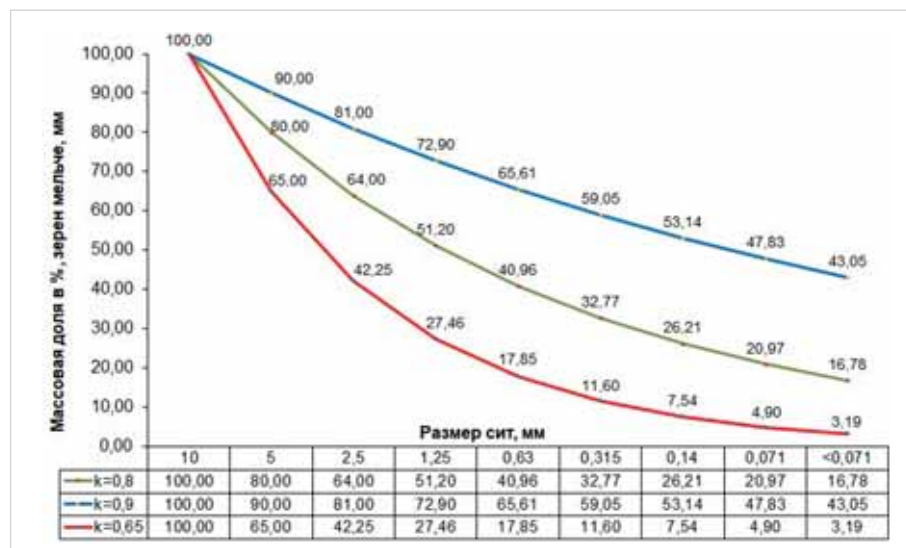


Рис. 3. Аналитические кривые зернового состава мелкозернистой асфальтобетонной смеси, с различными значениями коэффициента сбега

тонной смеси с учетом конкретных производственных условий и требований, предъявляемых к качеству дорожного покрытия. Кривые с коэффициентом сбега менее 0,7 соответствуют смесям с пониженным содержанием минерального порошка, и, напротив, коэффициенты сбега выше 0,85 характерны для составов с повышенным содержанием минерального порошка.

Таким образом, исходя из теоретических предпосылок, любая мелкозернистая асфальтобетонная смесь с максимальным размером зерен не более 10 мм, соответствующая действующим стандартам, должна вписываться в пределы построенных граничных аналитических кривых (рис. 3). При этом с целью достижения максимальной плотности минеральной части смеси и, как следствие, минимизации необходимого количества вяжущего рекомендуется стремиться к приближению гранулометрической кривой к аналитической кривой с коэффициентом сбега 0,8–0,81.

В мировой практике оптимизация состава плотных асфальтобетонных смесей чаще всего осуществляется путем корректировки зерновой составляющей с целью приближения к идеальным математическим кривым. В большинстве случаев эти кривые описываются степенными зависимостями между требуемым содержанием зерен и их размером. Так,

например, гранулометрическая кривая по Фуллеру задается следующим выражением:

$$P = 100 \cdot \left(\frac{d}{D} \right)^{0,5} \quad (1)$$

где P – масса материала, проходящего через сито, %;
 d – диаметр отверстий сита, мм;
 D – максимальный диаметр отверстий сита, мм.

В практике проектирования асфальтобетонных смесей по методу Superpave [13, 14] основное внимание уделяется регулированию зернового состава с целью оптимизации плотности. В этом контексте также применяется гранулометрическая кривая плотной смеси по Фуллеру, соответствующая степенной зависимости с показателем степени 0,45. Такой подход позволяет точно настраивать структуру зернового состава смеси с учетом размеров и распределения минеральных фракций, что, в свою очередь, способствует достижению требуемых плотностных характеристик асфальтобетона.

Построим аналитические кривые зернового состава плотных асфальтобетонных смесей по уравнению Фуллера (1) с учетом поправок, применяемых в методике проектирования состава смеси по методу Superpave, а также по критерию плотности, предложенному Н.Н. Ивановым, для случая мелко-

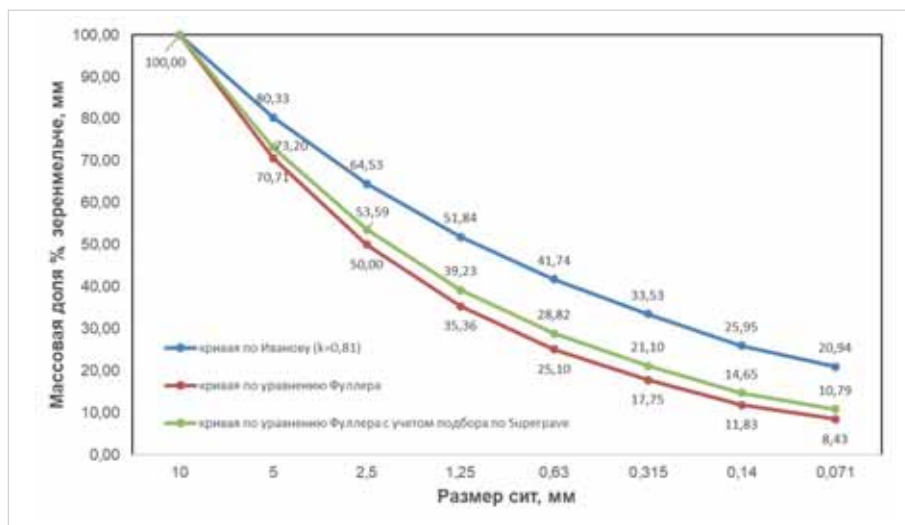


Рис. 4. Аналитические кривые зернового состава асфальтобетонной горячей мелкозернистой смеси

зернистой смеси с максимальной крупностью зерен до 10 мм (рис. 4).

Визуально заметно, что представленные кривые обладают схожим характером наклона, а также близкими точками перегиба, что свидетельствует о наличии устойчивой взаимосвязи между подходами к формированию оптимального зернового состава.

Проведя несложные расчеты методами математической статистики, проанализировали зависимости между кривыми с целью выявления и количественного описания связи между переменными. Таким образом, зависимость между данными, полученными по формуле Фуллера (1), и данными, рассчитанными с учетом критерия плотности по Н.Н. Иванову, может быть описана линейной регрессией:

$$y = 0.8374 \cdot x + 20.1877 \quad (2)$$

где y – данные, учитывающие критерий плотности по Н.Н. Иванову с коэффициентом сбега (k) 0,81; x – данные, полученные по формулам (1) по критерию идеальной математической кривой плотной смеси Фуллера.

Коэффициент корреляции $r = 0,9933$, что указывает на наличие сильной положительной линейной связи между переменными (значение r , близкое к 1, свидетельствует о высокой степени согла-

сованности между изменениями переменных x и y).

Таким образом, и в системе Superpave, и в существующих в настоящее время в постсоветском пространстве методиках подбора состава асфальтобетонных горячих плотных смесей используются те же принципы. Различия заключаются, в основном, в метрологических и технологических особенностях, применяемых в различных странах. В частности, в США используется дюймовая система сит, отличающаяся от метрической системы, принятой в странах постсоветского пространства, что приводит к разной интерпретации гранулометрических данных.

Кроме того, типы применяемых минеральных заполнителей отличаются по своей морфологии и физико-механическим свойствам. В России преимущественно используются щебень и гравий с высоким коэффициентом формы, тогда как в США возможна широкая вариативность: от речных гравиев до дробленого известняка. Эти особенности требуют различного подхода к формированию зерновой структуры, обеспечивающей оптимальную плотность.

Следует также отметить, что метод Н.Н. Иванова ориентирован на теоретически выверенную, математически обоснованную модель с равномерным изменением фрак-

ционного состава, в то время как методика Superpave акцентирует внимание на экспериментальных критериях плотности в жестко заданных контрольных точках.

Таким образом, наблюдаемые расхождения обусловлены не принципиальными различиями в физической сущности процессов формирования плотной асфальтобетонной структуры, а, скорее, региональными отличиями в классификации и стандартизации. Так, требуется ли переход на подбор состава по системе Superpave с изменением критериев и материальной базы при подборе составов горячих плотных асфальтобетонных смесей? Вопрос остается открытым.

На основании установленной зависимости (2) и проведенных сравнительных расчетов было определено, что оптимальная кривая плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси, с максимальным размером зерен 10 мм, по критерию профессора Н.Н. Иванова может быть описана уравнением Фуллера со степенью 0,3:

$$P = 100 \cdot \left(\frac{d}{D} \right)^{0,3} \quad (3)$$

Полученное выражение (3) описывает идеализированную математическую модель плотной мелкозернистой смеси. При проектировании таких асфальтобетонных смесей для достижения максимальной плотности рекомендуется стремиться к приближению фактической гранулометрической кривой к данной зависимости как по форме, так и по значению.

Для проверки степени соответствия (подобия) производственных кривых зернового состава асфальтобетонных смесей с идеальной математической кривой, описанной уравнением (3), целесообразно использовать методы математической статистики. На практике одним из наиболее наглядных, точных и простых инструментов является метод наименьших квадратов (Least Squares Method), позволяющий количественно

оценить отклонение между двумя зависимостями.

Процедуру анализа целесообразно проводить в следующей последовательности:

1. Определить контрольные точки на идеальной математической кривой для нескольких значений d (можно принять: 10; 5; 2,5; 1,25 мм и т. д.);

2. Для каждого значения d_i вычислить P_i по уравнению (3);

3. Определить контрольные точки на производственной кривой d_i , соответствующие точкам d_i для каждой выбранной точки d_i на производственной кривой найти соответствующее значение P'_i .

3. Вычислить отклонения для каждой пары точек (P_i и P'_i), по формуле:

$$\Delta P_i = P'_i - P_i \quad (4)$$

4. Найти сумму квадратов этих отклонений (S) по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n (\Delta P_i)^2 = \sum_{i=1}^n (P'_i - P_i)^2 \quad (5)$$

Чем меньше значение суммы квадратов отклонений S , тем ближе производственная кривая к идеальной и тем выше вероятность того, что подобный состав смеси обеспечит требуемую плотность и эксплуатационные характеристики. Следовательно, при проектировании и подборе состава асфальтобетонных смесей к лабораторным испытаниям следует принимать тот вариант, у которого значение S минимально, что свидетельствует о его наилучшем приближении к теоретически оптимальной зерновой структуре.

Следует особо подчеркнуть, что ключевым критерием оптимизации асфальтобетонной смеси является достижение максимальной плотности зернового состава, что, в свою очередь, обеспечивает минимизацию расхода органического вяжущего и, как следствие, снижение общей стоимости асфальтобе-

тонной смеси. Подобный подход представляется наиболее рациональным при устройстве покрытий из горячих плотных асфальтобетонных смесей, предназначенных для эксплуатации в условиях средней и низкой интенсивности движения, а также при строительстве тротуаров, велосипедных и пешеходных дорожек. Вместе с тем, в условиях высокой транспортной нагрузки, при проектировании покрытий автомобильных дорог с интенсивным движением, приоритетным критерием следует считать показатель сдвигоустойчивости асфальтобетона. Это требует применения более структурированных, каркасных составов, в первую очередь – щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей (ЩМА), обеспечивающих повышенную устойчивость к деформациям.

В случае использования традиционных асфальтобетонных смесей на таких участках необходимо переходить к оптимизации зернового состава по критерию каркасности, обеспечивающему повышение внутреннего трения и сопротивления сдвигу за счет создания прочного минерального каркаса с одновременным возможным применением полимерного битума и стабилизирующих добавок. В данном случае наиболее применимыми будут горячие плотные асфальтобетонные смеси типа А с содержанием крупного заполнителя до 65%.

Практический подход

Рассмотрим некоторые практические подходы, применимые для оптимизации зернового каркаса плотных асфальтобетонных смесей. С целью оценки возможности достижения максимальной плотности при оптимизации зернового состава в условиях, приближенных к реальным, была выполнена последовательная модельная генерация расположения частиц минерального заполнителя в структуре асфальтобетона. В ходе моделирования стремились к максимально плотной упаковке зерен, что соответствует основному критерию оптимизации по плотности. Для реализации модели

применялся стохастический подход с учетом вероятностной природы размещения зерен, где за основу был взят метод Монте-Карло [15, 16], широко используемый при имитационном моделировании случайных процессов.

Моделирование структуры щебеночного каркаса осуществлялось с использованием специализированного программного обеспечения, разработанного кандидатом технических наук А.А. Макаревичем, под рабочим наименованием Stone-Box. Программа позволяла генерировать случайное размещение зерен щебня, случайно выбранного из заданных фракций, в пределах, ограниченных рабочим пространством с заранее заданными геометрическими параметрами.

Такой подход обеспечил наглядное представление о процессе формирования минерального каркаса и позволил количественно оценить степень его уплотнения при различных фракционных сочетаниях. Общая схема моделирования представлена на рис. 5, где наглядно показано распределение частиц в пределах заданной площади и их взаимное расположение в условиях уплотненной структуры.

Таким образом, с использованием случайного размещения реально оцифрованных контуров частиц щебня было проведено более 1000 итераций моделирования различных вариантов пространственного расположения частиц заданных фракций, направленных на достижение максимальной плотности упаковки в пределах ограниченного рабочего пространства. В качестве параметра этого пространства, имитирующего дорожную конструкцию, использовались толщина асфальтобетонного слоя 3, 4 и 5 см, что соответствует типовым значениям для верхнего слоя дорожного покрытия. При этом рассчитывались: общая рабочая площадь контейнера $S_{общ}$, площадь, занимаемая всеми частицами $S_{ц}$, площадь частиц каждой фракции в отдельности $S_{ф}$ и площадь частиц каждой фракции

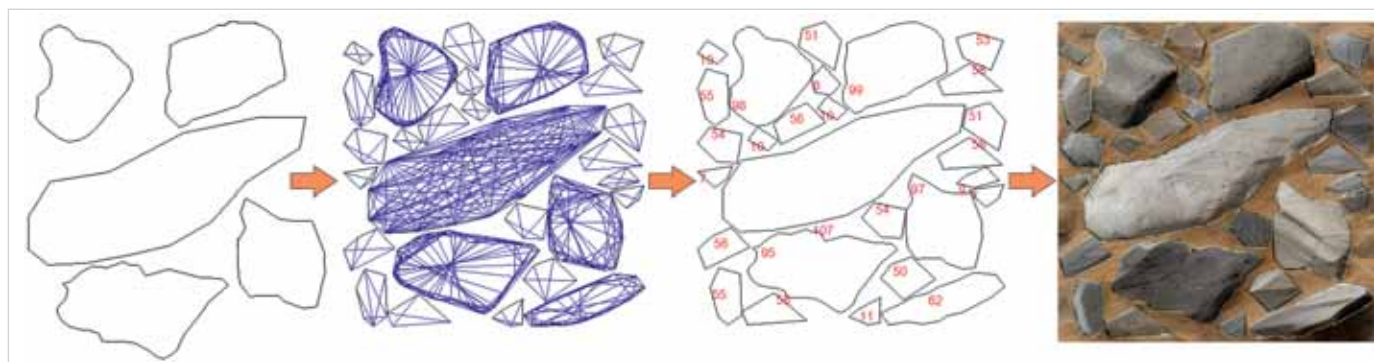


Рис 5. Общая схема моделирования состава асфальтобетонных смесей

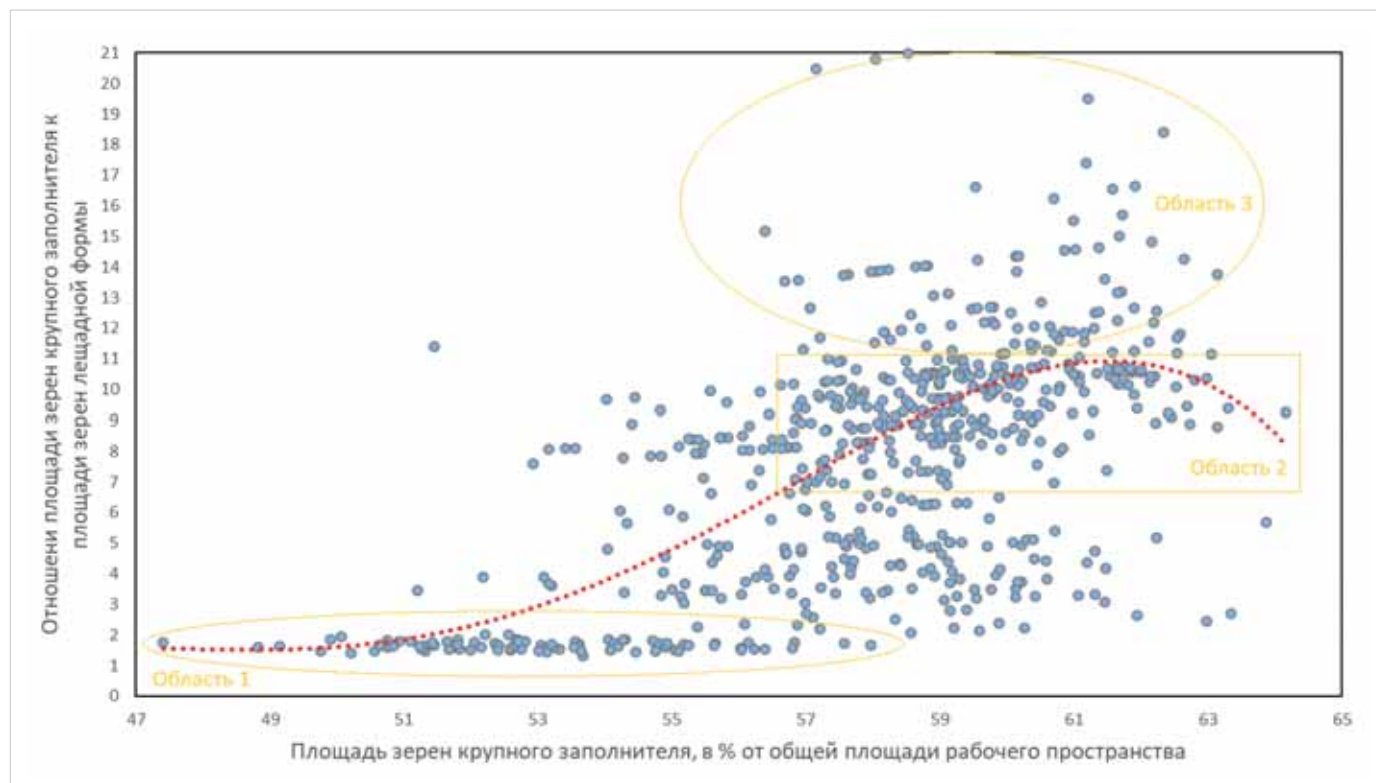


Рис. 6. Результаты, полученные в ходе моделирования зернового состава

лещадной (пластинчатой) формы S_d . Полученные в ходе моделирования данные подвергались статистической обработке, результаты расчетов представлены на рис. 6.

Как видно из рисунка, при заданных условиях и параметрах моделирования максимально достигнутая плотность зернового скелета составила 64,17%. При этом увеличение содержания в смеси частиц лещадной (пластинчатой) формы оказывает явно выраженное негативное влияние на пространственную организацию каркаса, что приводит к нарушению компактности укладки и снижению общей плотности асфальтобетонной смеси. Зависимость изменения плотности

от количества зерен лещадной формы носит нелинейный характер и при приближенном математическом описании может быть выражена полиномиальной функцией пятого порядка.

При высоком содержании частиц лещадной формы, приближающемся к 100% от общего количества крупных зерен в составе смеси (область 1), наблюдается минимальное значение плотности зернового каркаса. С этой точки зрения становится очевидной необходимость ограничения содержания зерен лещадной формы в составе, и особенно важным представляется полное исключение смесей, в которых их доля превышает 31%.

Наибольший практический интерес представляет закономерность, выявленная в результате обработки экспериментальных данных и отраженная на графике в виде линии тренда. Максимальная плотность зернового скелета достигается при содержании лещадных частиц в пределах от 9 до 16% (область 3), а максимальное значение, полученное в ходе моделирования, зафиксировано на уровне 12,5%. Таким образом, в отличие от распространенного подхода полного исключения щебня лещадных форм, полученные данные позволяют рекомендовать использование таких частиц в асфальтобетонных плотных смесях в диапазоне от 9 до 16% для целенаправленного повышения плотности.

С практической точки зрения особый интерес представляет зависимость плотности зернового скелета от отношения содержания зерен соседних фракций [17]. Анализ результатов моделирования показал, что минимальная плотность формируется при отношении, близком к 1:1, то есть когда содержание соседних по крупности фракций примерно одинаково, и прежде всего это связано с раздвижкой зерен, что подтверждается ранними исследованиями в данном направлении [9]. По мере увеличения этого соотношения наблюдается рост плотности, что объясняется более рациональным распределением частиц и снижением межзерновой пустотности.

Оптимальная плотность, с практической точки зрения, достигается при соотношении, превышающем 1:4,44, что свидетельствует о формировании плотного зернового каркаса и соответствует критерию Р. Бейли (0,22), используемому в подборе асфальтобетонов каркасной структуры в системе Superpave [18]. В то же время для инженерной практики важно не только достижение предельных значений плотности, но и устойчивость результатов, выражающаяся в стабильности и воспроизводимости полученных значений.

В этой связи наибольший интерес представляет диапазон, в котором рост плотности замедляется и наблюдается минимальный уклон линии тренда, а также допустимый разброс экспериментальных данных. Такой устойчивый уровень достигается при отношении 1:3,33, которое и следует считать минимально допустимым с точки зрения проектирования зернового состава. При более низких значениях добиться необходимой плотности становится затруднительно, что делает такие составы нецелесообразными для применения в конструкциях, где требуется обеспечивать надежный и плотный зерновой каркас. Таким образом, при оптимизации горячих плотных асфальтобетонных смесей и особенно типа А по критерию максимальной плотно-

сти зернового состава необходимо стремиться к такому распределению минеральных фракций, при котором соотношение соседних по крупности зерен будет находиться в пределах от 1:3,33 до 1:4,44.

Оптимизация состава плотных асфальтобетонных смесей по критерию максимальной плотности представляет собой достаточно эффективный способ регулирования их свойств. Однако, исходя из практического опыта эксплуатации, основным дефектом асфальтобетонных покрытий из плотных смесей типа А является их низкая коррозионная устойчивость, связанная, прежде всего, с высокой остаточной пористостью и недостаточным содержанием вяжущего компонента.

При использовании подобных смесей на высоконагруженных дорогах и улицах населенных пунктов следует, в соответствии с рис. 1, помимо оптимизации минерального состава, оптимизировать количество битумной мастики. Это приведет к снижению остаточной пористости и увеличению коррозионной устойчивости покрытия. Однако при высоком содержании органического вяжущего возникает проблема, аналогичная той, что наблюдается у щебеночно-мастичного асфальтобетона, – проблема стабилизации смеси. В этом случае необходимо предотвратить стекание битума при рабочих температурах с поверхности зерен каменного заполнителя, что требует применения специальных технологических решений.

Рассматривая мировой опыт в области стабилизации асфальтобетонных смесей, можно утверждать, что на сегодняшний день отсутствует универсально признанная теоретическая методика, позволяющая обоснованно выбирать тип стабилизатора и определять его количественное содержание в смеси. Все имеющиеся подходы, как правило, базируются на эмпирических данных, накопленных в процессе практического применения, транспортировки и укладки смесей, и не имеют под

собой строгой физико-механической основы.

В этом контексте идея, предложенная кандидатом технических наук В.В. Занковичем [19], представляет собой уникальную попытку теоретически описать механизм взаимодействия вяжущего материала, содержащего стабилизирующие добавки, с минеральной частью смеси. Согласно данной гипотезе, устойчивость органического вяжущего на поверхности зерен минерального материала определяется в первую очередь толщиной пленки и вязкостью системы. В качестве основного критерия технологической устойчивости при воздействии высоких температур, влияющих на перераспределение и стекание битума, предлагается использовать такой реологический параметр, как предел текучести (τ_0).

Для проверки данной гипотезы были проведены совместные лабораторные исследования, подробности которых изложены в работах [20, 21]. Эксперименты проводились в рамках реологической модели Шведова – Бингама, позволяющей рассматривать асфальтовяжущие как вязкопластическое тело, что дало возможность оценить их поведение под воздействием температур, приближенных к реальным производственным условиям.

Исследования реологических свойств асфальтовяжущих производились посредством определения предела текучести (τ_0). Испытания выполнялись на ротационном соосно-цилиндрическом вискозиметре в Институте тепло- и массообмена Национальной Академии наук Республики Беларусь. Температура испытаний составляла $160 \pm 2^\circ\text{C}$. Соотношение радиусов камеры вискозиметра (R) и измерительного цилиндра (r) составляло 1,06 и 1,24. По результатам исследований была получена зависимость предела текучести асфальтовяжущих от содержания стабилизирующих компонентов (рис. 7). В качестве исследуемых компонентов исполь-

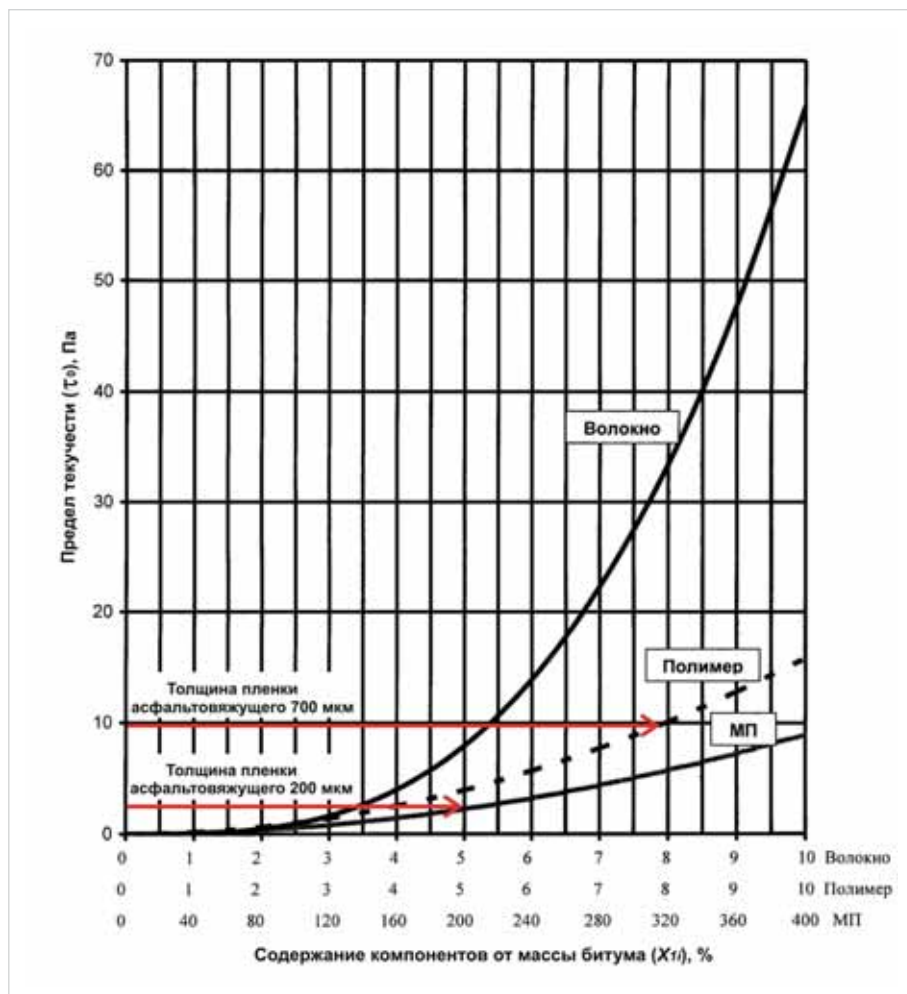


Рис. 7. Зависимость предела текучести асфальтовязующего от содержания компонентов

зовались различные соотношения целлюлозного волокна, доломитового минерального порошка и полимера (был применен бутадиен-стирольный модификатор).

В соответствии с полученной зависимостью, технологическая устойчивость традиционных горячих асфальтобетонных смесей обеспечена практически во всем диапазоне минерального состава при соотношении минерального порошка к битуму выше, чем 2:1. Средняя толщина слоя на частицах размером свыше 5 мм может быть определена по зависимости З.П. Шульмана [22], для асфальтобетона типа А она составляет 2×10^{-4} – 3×10^{-4} м, при увеличении количества битума и постепенном приближении к содержанию вяжущего, аналогичному щебеночно-мастичному асфальтобетону, толщина битумной пленки достигает значений от $5,5 \times 10^{-4}$ до $6,5 \times 10^{-4}$ м.

Достичь технологической устойчивости таких смесей посредством введения только минерального порошка практически невозможно (соотношение МП к битуму 3,2:1, что при битуме 5,6% составит 17,92% минерального порошка), кроме того, требуется введение целлюлозного волокна или использование полимерного вещества в количестве свыше 5% от массы битума. Таким образом, при использовании плотных асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием вяжущего, включая щебеночно-мастичный асфальтобетон, с применением полимер-битумных вяжущих в количестве свыше 5,5% от массы минеральной части смеси, с целью стабилизации состава необходимо введение стабилизирующей добавки в количестве не менее 0,1%.

Более подробно методология стабилизации асфальтобетонных смесей рассмотрена в работе [23],

где на основании мирового и отечественного опыта с учетом результатов лабораторных испытаний стекания вяжущего по классической методике Шелленберга, которые были проведены в нашей исследовательской лаборатории, был аналитически установлен оптимальный состав стабилизирующей добавки. Впоследствии, в 2007 году, данная разработка получила патентное свидетельство [24].

Современный этап развития технологии характеризуется значительным накоплением экспериментальных данных, и это позволило осуществить адаптацию и модификацию первоначального состава стабилизирующей добавки. Оптимальное содержание и выбор компонентов опирается на комплексные научные исследования реологических и физико-механических свойств асфальтобетонных смесей в различных температурных режимах. Итогом исследований стало определение оптимальных соотношений компонентов, что обеспечило значительное повышение однородности и термической стабильности асфальтобетонных смесей на всех технологических этапах.

Актуальный компонентный состав стабилизатора с производственным наименованием GRANOCELL (рис. 8) содержит до 90% тонкодисперсного целлюлозного волокна, минимальной длины от 200 мкм и диаметром от 10 мкм. Такие параметры волокон обеспечивают предотвращение формирования волоконных агломератов и гарантируют равномерное распределение целлюлозного материала в объеме асфальтобетонной смеси при минимальных энергозатратах. Дополнительно в состав входит от 10 до 20% мелкодисперсных структурирующих компонентов, которые обеспечивают дополнительную стабильность битумной фазы и оптимизируют технологические свойства добавки. Композиция в зависимости от производственных условий также может содержать от 5 до 30% связующих материалов.



Рис 8. Стабилизирующая добавка GRANOCCELL

Серия экспериментов, проведенных в лабораторных условиях, позволила установить корреляционные зависимости между процентным содержанием стабилизирующих добавок и показателем стекания вяжущего. В результате внедрения разработанной стабилизирующей системы зафиксировано снижение показателя стекания битума до уровня 0,07% от массы смеси при производственных температурах от 155 до 170°C, что существенно улучшило сохранение целостности асфальтобетона при его хранении в накопительных бункерах, транспортировке на значительные расстояния и укладке в дорожное покрытие. Данные преимущества особенно значимы при строительстве дорог на объектах с повышенными требованиями к качеству и долговечности асфальтобетонного покрытия.

Современная дорожная наука, несмотря на стремительное развитие и значительное накопление теоретических и эмпирических знаний, продолжает сталкиваться с, казалось бы, простым, но до конца не решенным вопросом – долговечностью дорожных покрытий.

Казалось бы, все давно известно, составы асфальтобетонных смесей

многократно исследованы, лабораторные методики разработаны, тематические модели построены. Однако при переходе от теории к практике мы по-прежнему наблюдаем преждевременные дефекты, разрушения и снижение эксплуатационных характеристик покрытия. На этом фоне очевидно, что вопрос оптимизации состава асфальтобетонных смесей не утратил своей актуальности, напротив – требует переосмысления через призму новых подходов и, прежде всего, в области зерновой структуры и критериев ее формирования.

В этой статье рассмотрены теоретические основы формирования простого, но обоснованного критерия оптимизации максимальной плотности минеральной части. Принципиальное преимущество подобного подхода заключается в его инженерной прозрачности: чем выше плотность, тем меньше остаточная пористость, тем меньше вяжущего требуется для заполнения пустот, тем выше экономический эффект. Это базовый принцип, на котором можно выстроить всю конструкцию – как в прямом, так и в научно-методологическом смысле. Имея в руках точную гранулометрическую модель (в данном случае –

уравнение Фуллера со степенным показателем 0,3), мы получаем возможность проектировать составы смесей, обладающие предсказуемыми физико-механическими характеристиками.

Отдельного внимания заслуживает выполненное моделирование процессов формирования зернового каркаса с использованием стохастических алгоритмов и специализированного программного обеспечения. Проведенный анализ явно продемонстрировал, что наличие в составе частиц лещадной формы вовсе не является недостатком, как это часто утверждается, а при правильном фракционном соотношении, напротив, может выступать фактором дополнительной плотности структуры.

Установлено, что при содержании лещадных зерен в пределах от 9 до 16% достигается наибольшая плотность, что с позиции переоценки роли формы зерен в проектировании асфальтобетонных смесей плотных составов представляется не просто уместным, а необходимым критерием. Кроме того, при анализе зависимости плотности от отношения содержания соседних фракций установлено, что наиболее плотная и технологически повторяемая структура достигается при значениях от 1:3,33 до 1:4,44. Не рекомендуется снижение ниже предельных граничных условий – это приведет к увеличению пористости, а следовательно, и к ухудшению эксплуатационных характеристик покрытия.

Однако следует помнить, что плотность – это не самоцель, а лишь инструмент. В условиях интенсивного движения и переменных погодных-климатических факторов на первое место могут выходить критерии сдвигустойчивости и коррозионной стойкости. Здесь становится очевидным, что проектирование смеси должно идти рука об руку с выбором подходящего вяжущего и соответствующих стабилизирующих и модифицирующих добавок.

Выполненные реологические исследования на основе модели Шведова – Бингама показали, что при увеличении содержания битума требуется обязательный учет стабилизации органического вяжущего. При этом необходимо введение стабилизирующих компонентов, таких как тонкодисперсные минеральные материалы (простейшим является увеличение содержание минерального порошка), модификация битума, целлюлозные волокна. Практически во всех случаях наиболее целесообразным как с эко-

номической, так и с технической точки зрения является совместное использование рассмотренных стабилизирующих материалов.

Таким образом, описанный в работе подход представляет собой пример комплексной оптимизации на основе простых критериев. Он объединяет фундаментальные знания, моделирование и инженерную реализацию в логичную, технологически воспроизводимую систему. Надеюсь, в рамках этого подхода удастся хоть на шаг стать ближе к

решению той самой «нерешенной» задачи, касающейся создания по-настоящему долговечного дорожного покрытия.

А.А. Афанасенко,
научный сотрудник,
Белорусский национальный
технический университет,
филиал БНТУ «Научно-
исследовательский
политехнический институт»,
Центр научных исследований
и испытаний
дорожно-строительных
и гидроизоляционных материалов

Литература

1. Веренько, В.А. Деформации и разрушения дорожного покрытия: причины и пути устранения / В.А. Веренько. Минск: Беларуская Энциклапедыя імя Пётруся Броўкі, 2008.
2. Blazejowski, K. Stone matrix asphalt: theory and practice / K. Blazejowski. Boca Raton, United States of America: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011.
3. Shi, L. A. New method for designing dense skeleton asphalt mixture based on meso parameter / D. Wang [et al.] // Advances in Civil Engineering. 2020. Vol. 2020, iss. 8. P. 1–13.
4. Van de Ven, M.F.C. The spatial approach of hot mix asphalt / M.F.C. van de Ven, J.L.M. Voskuilen, F. Tolman // Performance testing and evaluation of bituminous materials: PTEBM 03. 6th International RILEM Symposium, Zurich, Switzerland, 14–16 April, 2003/ RILEM Publications s.a.r.l. Bagnaux, France, 2003. P. 264–271.
5. Fordyce, D. S. E. The design of high modulus base mixtures / D. S. E. Fordyce, K. Khweir, A. Ferguson // Performance and durability of bituminous materials: proceedings of the Second European Symposium on Performance and Durability of Bituminous Materials. Leeds, United Kingdom, 01–04 April, 1997 / Aedificatio publishers; ed. by J G Cabrera. Zurich, 1997. P. 195–210.
6. Ferguson, A. Designing stone structure wearing course mixtures / A. Ferguson, D. S. E. Fordyce, K. Khweir // Proceeding of the Third European Symposium: Performance and durability of bituminous materials and hydraulic stabilised composites, Leeds, United Kingdom, 01–04 April, 1999 / Aedificatio publishers; ed. by J.G. Cabrera and S.E. Zoorob. Zurich, 1999. P. 179–193.
7. Francken, L. New developments in analytical asphalt mix design / L. Francken, A. Vanelstraete // 5th Eurobitume Congress, Stockholm, Sweden, 16–18 June, 1993 / European Bitumen Association. Stockholm, 1993. Vol. 1B. P. 502–507.
8. Lees, G. The rational design of aggregate grading for dense asphaltic compositions / G. Lees // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. 1969. Vol. 39. P. 60–97.
9. Автомобильные дороги и мосты: проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний / Г.Н. Кирюхин. М.: ФГУП «Информавтотдор», 2005. (Обзорная информация / Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации, Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационный центр по автомобильным дорогам»).
10. Охотин, В.В. Лабораторные опыты по составлению дорожных грунтовых смесей по принципу наименьшей пористости / В. В. Охотин. М.: Транспечать, 1929.
11. Иванов, Н.Н. Строительство автомобильных дорог. Постройка дорожных одежд: учеб. пособие / Н.Н. Иванов. Ч. 2. М.: Автотрансиздат, 1957.
12. Иванов, Н. Н. Подбор наиболее плотной смеси каменных агрегатов или грунтов для дорожных одежд / Н. Н. Иванов // Дорога и автомобиль. 1930. № 4–5. С. 23–28.
13. Superpave mix design: superpave series / Asphalt Institute. № 2 (SP-02) Lexington: Asphalt Institute, 2001.
14. The superpave mix design system: anatomy of a research program [Electronic resource] / National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Mode of access: <https://nap.nationalacademies.org/read/22812/chapter/1>. Date of access: 14.04.2025.
15. Binder, K. Monte Carlo simulation in statistical physics: an introduction (graduate texts in physics) / K. Binder, D.W. Heermann. 6th ed. London: Springer, 2019.
16. Соболев, И. М. Метод Монте-Карло: популярные лекции по математике / И. М. Соболев. М.: Наука, 1968.
17. Афанасенко А.А. Оптимизация зернового состава мелкозернистых асфальтобетонных смесей каркасной структуры по критерию максимальной плотности / А.А. Афанасенко // Автомобильные дороги и мосты. 2024. № 1 (33). С. 29–35.
18. Vavrik, W. R. Bailey method for gradation selection in HMA mixture design / W. R. Vavrik, G. A. Huber, W. J. Pine, S. H. Carpenter, R. Bailey // Transportation research circular E-C044. 2002. Washington, D.C.: TRB, National Research Council.
19. Занкович В.В. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий городских улиц: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. БНТУ, 2006.
20. Занкович, В.В. Технологическая устойчивость асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием вяжущего / В.В. Занкович, А.А. Афанасенко // Строительная наука и техника. 2006. № 1(4). С. 35–39.
21. Занкович, В.В. Оптимизация составов асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием вяжущего по критерию технологической устойчивости / В.В. Занкович, А.А. Афанасенко // Автомобильные дороги и мосты. 2007. № 1. С. 66–69.
22. Шульман З.П. Реофизика конгломератных материалов / З.П. Шульман [и др]; под общ. ред. З.П. Шульмана. Минск: Наука и техника, 1978.
23. Афанасенко А.А. Аналитический обзор методов стабилизации асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием вяжущего / А.А. Афанасенко, А.В. Корончик, П.П. Яцевич // Вестник гражданских инженеров. 2024. № 2 (103). С. 59–70.
24. Стабилизирующая добавка для асфальтобетонной смеси: пат. ВУ 12332 / А.А. Афанасенко, В.А. Веренько, В.В. Занкович. Оpubл. 2009.08.30.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
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

ОРГАНИЗАТОР



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ОРГАНИЗАТОР ИТ-ЧЕМПИОНАТА



СООРГАНИЗАТОР ИТ-ЧЕМПИОНАТА



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ

ОПЕРАТОР



ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ МОДИФИЦИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Битум – один из главных материалов в дорожном строительстве. Основным сырьем для его производства являются остаточные продукты нефтепереработки. С каждым годом технологии экстракции нефтепродуктов заметно совершенствуются, вследствие чего битум, будучи остаточным продуктом нефтеперегонки, становится все более обедненным и требует качественной модификации. В последнее время эта проблема особенно обострилась, так как мировая потребность в качественном топливе резко возросла и из нефти «выжимают» все возможные полезные элементы.

Модификация битумного вяжущего позволяет нивелировать недостатки сырья, достигая установленных государством стандартов качества. Битум нефтяной дорожный (БНД) без добавок в составе асфальта приводит к быстрому износу дорожного покрытия, образованию глубокой колеи, растрескиванию и выбоинам.

Существуют две основные технологии модификации битума: двухстадийная и одностадийная. Двухстадийная технология, или «мокрый» способ модификации – это приготовление полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) на битумном заводе либо непосредственно на АБЗ. Одностадийная технология, или «сухая» модификация – это ввод модификатора напрямую в асфальтосмесительную установку вместе с другими компонентами асфальта. Рассмотрим особенности каждой из технологий.

При производстве ПБВ битум модифицируют чаще всего СБС (стирол-бутадиен-стиролом) и другими добавками. Их вводят в разогретый битум, перемешивают, пропускают через коллоидную мельницу и затем отстаивают несколько часов. В результате заказчики получают готовое модифицированное вяжущее высокого качества. Однако такое вяжущее требует особых условий хранения и транспортировки, постоянно-

го подогрева и перемешивания, а также регулярного лабораторного контроля. Затраты на специальное оборудование и транспорт, энергию, квалифицированный персонал и оснащение лабораторий ведет к удорожанию как ПБВ, так и всего проекта. В некоторых регионах особенности логистики делают продукт практически недоступным.

«Сухая» модификация происходит в процессе приготовления асфальтобетонной смеси. Добавка в виде гранул или пеллет добавляется в АБС вместе с минеральными компонентами. Одна из таких добавок – полимерный модификатор PROpolymer производства ООО «Пласткор» (Санкт-Петербург). Модификатор вводится по линии подачи АЦД, не требуя дополнительного оборудования и подготовки трудового персонала. Еще одним преимуществом является длительный срок годности добавки и простота хранения: главное – укрыть мешки от дождя. В любой момент можно взять немного модификатора со склада и уложить небольшой участок дороги – без необходимости заказывать большую и дорогую партию ПБВ.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что сухая модификация имеет весомые экономические и технологические преимущества. При этом моди-

фикаторы PROpolymer позволяют получить качество дорожного полотна, не уступающее асфальту на ПБВ.

Принцип действия модификаторов

Полимерные модификаторы PROpolymer представляют собой сплав полиолефинов, модифицированных непредельными органическими кислотами, содержащий процессинговые и функциональные добавки.

Принцип действия PROpolymer можно назвать процессом «химического армирования». Он заключается в создании полярной взаимосвязи между молекулами компонентов асфальтобетонной смеси, превращая ее в полимерный сплав – так называемого «бойца», который способен сопротивляться внешним негативным факторам, таким как интенсивное движение, высокие или слишком низкие температуры, многократный переход через ноль, шипованная резина и так далее. Покрытие сохраняет свои первоначальные свойства более продолжительное время, повышается его износостойкость, увеличиваются межремонтные интервалы дорожного полотна.

Если углубиться в тонкости процесса, то он происходит следующим образом: нагретые минеральные материалы и полимерный модификатор дозируют в АСУ и перемешивают в течение 5–10 секунд для диспергирования сухих компонентов. Далее вводится битум. В этот момент минеральные материалы и полимерный модификатор создают точки кристаллизации в битуме. Следующим этапом компоненты модификатора взаимодействуют со структурообразующей фазой



Фото 1



6

ПРОТОКОЛ №108

Результаты определения физических показателей асфальтобетонной смеси АЗНБ с модификатором PROpolymer MA123

Дата отбора: 31.10.2023г.
Дата испытания: 03.11.2023г.
Подарная организация: ООО «ПЛАСТКОР»
Объект: Реконструкция д/а «Малоярославско-Березовский» Облиспол на участке с км 4+420 по д/а 4+720 (АПВК «Платина» в Малоярославском районе (устройство автоматизированного пункта (автоматизированной системы) высшего и габаритного контроля транспортных средств)
Место отбора: д/а, в Мстислав

№ п/п	Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 58406.1-2020	Фактические показатели
1	Объемная плотность, г/см³	не нормируется	2,470
2	Максимальная плотность, г/см³	не нормируется	2,618
3	Содержание воздушных пустот, % гарантированные значения - по расчету	3,7-6,7 (определение по расчету ±0,5, н.В.1.3 таб. 6) 5,2	5,7
4	Средняя глубина впадин, мм, не более	5,5	1,8
5	Коэффициент водостойкости, не менее	0,85	1,01

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Данных пробы смеси соответствуют требованиям ГОСТ Р 58406.1-2020.

Исходный материал получен из отходов производства.

ПРОТОКОЛ №108

Результаты определения физических показателей асфальтобетонной смеси ШМА-16 с модификатором PROpolymer MA-CK

Дата отбора: 27.09.2023г.
Дата испытания: 29.09.2023г.
Подарная организация: ООО «ПЛАСТКОР»
Место отбора: д/а, в Мстислав

№ п/п	Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 58406.1-2020	Фактические показатели
1	Объемная плотность, г/см³	не нормируется	2,514
2	Максимальная плотность, г/см³	не нормируется	2,584
3	Содержание воздушных пустот, % - предельный допустимый показатель - по расчету	2,4-4,8 (определение по расчету ±0,2, н.В.1.3 таб. 6) 3,6	2,7
4	Средняя глубина впадин, мм, не более	не более 6,20	0,02
5	Средняя глубина впадин, мм, не более	4,0	1,5
6	Угол выноса крошки модификатора, мм/1000 см/сек, не более	0,15	0,02
7	Коэффициент водостойкости, не менее	0,85	1,11

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Данных пробы смеси соответствуют требованиям ГОСТ Р 58406.1-2020.

Исходный материал получен из отходов производства.

- комплексный (модифицирующий и стабилизирующий) модификатор для ЦМА смесей – PROpolymer MA-CK;
- модификатор для литых асфальтобетонных смесей – PROpolymer Monolit;
- модификатор для горячих и щебеночно-мастичных асфальтобетонов с добавлением резиновой крошки, полученной в результате переработки отходов РТИ – PROpolymer ECO.

Протоколы испытаний смеси перед укладкой

сополимера битума, образуя «зародыши» пространственной сетки в вяжущем, после чего специально подготовленный мелкодисперсный алюминий создает металлическую сшивку (армирующую сетку), взаимодействуя с природными карбонатами. На конечном этапе асфальтобетонная смесь наполняется волокном раз-

личной структуры (происходит химическое связывание целлюлозы), благодаря чему повышается адгезия.

Ассортимент модификаторов компании «Пласткор»:

- модификатор для горячих асфальтобетонных смесей – PROpolymer MA123;

Функциональные преимущества полимерных модификаторов

- для горячих щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей: увеличивают срок службы дорожного покрытия; являются альтернативой ПБВ и РГ с улучшением качества полотна; эффективны как в верхних, так и в нижних слоях; сохраняют стойкость исходного битума; снижают сырьевую



Фото 2



Фото 3



Фото 4



Фото 5

себестоимость и производственные затраты; удобны в транспортировке и хранении; имеют малую дозировку; выдерживают температурный градиент от -60°C до $+80^{\circ}\text{C}$;

■ для литых асфальтобетонов: показатель глубины вдавливания штампа при температуре 40°C на 28% лучше нормы по ГОСТ Р 54401-2020; они выступают как альтернатива СБС; имеют более доступную стоимость; позволяют нагревать смесь до $+220-250^{\circ}\text{C}$; придают однородность структуре, обеспечивают выраженный насыщенный цвет дорожному покрытию; снижают шумность покрытия; повышают удобоукладываемость смеси, увеличивают сцепление колес с покрытием; снижают аварийность.

Продукты компании «Пласткор» прошли все необходимые согласования в сфере дорожного хозяйства (ГК «Автодор», ФДА «РОСАВТОДОР»), получили положительное заключение экспертизы ТК 418, были включены в реестр Министерства промышленности и торговли, а также в реестр новых и наилучших технологий ФАУ «РОСДОРНИИ».

Результаты практических наблюдений

Эффективность модификаторов PROpolymer подтверждается результатами регулярных мониторингов, проводимых в процессе эксплуатации дорожного покрытия.

В 2024 году на участке трассы близ города Андреаполь (Тверская область) был уложен асфальт с добавкой PROpolymer MA123, 0,5% от состава АБС. С момента укладки прошло четыре года. На фотографиях (фото 1 а, б), сделанных в ходе мониторинга, представлена разница между старым и новым покрытиями. Местами встречаются мелкие дефекты и следы износа, тем не менее общее состояние дороги более чем удовлетворительное; колея на всех участках укладки – минимальная.

Вторым знаковым примером является участок дороги на пункте весового контроля (г. Обнинск, Калужская область), где отмечается экстремально высокая интенсивность движения. Отдельно отмечен факт перегрузки грузовых автомобилей (рядом с участком расположен песчаный карьер). В 2023 году ремонту подвергся стык сопряжения асфальтобетонного покрытия с полимербетоном, куда вмонтированы датчики весового контроля (более нагруженная – правая полоса дороги в направлении от карьера в сторону Обнинска) (фото 2, 3). Для нижнего слоя асфальтового покрытия использовали добавку MA123, для верхнего слоя – MA-СК. В покрытие, уже после укладки, были отдельно вмонтированы дополнительные датчики весового контроля.

Мониторинг участка, проведенный в 2024 году, показал, что визуально участок выглядит хорошо,

без наличия явных дефектов (фото 4, 5). Продольные и поперечные трещины отсутствуют. Ям, выбоин – нет.

Позже, в 2025 году, была получена обратная связь: клиентом сообщалось, что несколько соседних ПВК пришли в негодность и были выведены из эксплуатации, а единственный пункт, оставшийся в нормативном рабочем состоянии, – тот, о котором речь шла выше.

Компания «Пласткор» предоставляет комплекс услуг по разработке и внедрению полимерных модификаторов, а также проводит консультации и выделяет бесплатные образцы своей продукции для испытаний и опытных укладок асфальта. Специалисты компании осуществляют выезды на АБЗ клиента, ведут технологическое сопровождение в процессе приготовления смеси с PROpolymer, проводят мониторинги качества уложенного дорожного полотна с этой добавкой.

Для сложных задач компания предлагает качественное решение!



ООО «Пласткор»
191014, Санкт-Петербург
Басков пер., д. 21 лит. А
+7 (812) 595-35-01, 8-800-300-83-11
<https://plastcor.ru/propolymer>

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ НА БИТУМНОМ ВЯЖУЩЕМ С УЧЕТОМ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ

На сегодняшний день в дорожной отрасли представлен широкий выбор нормативно-технических документов по части битумного вяжущего: ГОСТ 33133 и ГОСТ 22245 для битумов; ГОСТ Р 52056 для ПБВ, 58400.1 для PG и 58400.2 для PG с транспортной нагрузкой. В результате в дорожной отрасли часто возникают сложные вопросы, какой тип битумного вяжущего следует применять на объекте и чем конкретно этот выбор обосновать.

ООО «БИТУМИКС» – производитель высококачественных модифицированных битумных вяжущих. Со стороны «БИТУМИКС» как производителя наблюдается ярко выраженный и неравномерный спрос по модифицированному материалу. Основная доля рынка сейчас – это ПБВ и PG по 58400.1. Марки PG с транспортной нагрузкой (58400.2), видимо, являются не до конца понятным материалом для подавляющего большинства отраслевых специалистов. Исходя из этого, компания «БИТУМИКС» решила подробнее рассмотреть данную тему, изучив влияние вяжущего с разной транспортной нагрузкой на эксплуатационные характеристики асфальтобетонных смесей.

Для начала важно разобраться в существующих эксплуатационных показателях, чтобы далее на их примере прояснить, как битумное вяжущее марки PG с транспортной нагрузкой влияет на долговечность готового дорожного покрытия.

Согласно государственным стандартам на объемно-функциональное проектирование асфальтобетонных, представлены **пять эксплуатационных параметров**:

- **глубина колеи** (ГОСТ Р 58406.3-2020);
- **число текучести** (ГОСТ Р 58401.21-2019, в данном исследовании использовался метод Б, без обжимающего давления. Температура испытаний – 50°C);
- **предел прочности при непрямом растяжении и ползучесть (IDT)** (ГОСТ Р 58401.7-2019, температуры испытаний в текущей работе составляли: 0°C, -10°C, -20°C. Анализ результатов проводился в программе TSAR® от американской компании Abatech Inc.);
- **усталостные свойства** (ГОСТ Р 58401.11-2019, величина деформации – 750 мкм/м, температура испытания составляла 10°C, частота нагрузки – 5 Гц);

Битумное вяжущее с учетом транспортной нагрузки
Транспортная нагрузка отражена в ГОСТ Р 58400.2-2019 в виде четырех уровней:

- S – стандартный,
- H – высокий,
- V – очень высокий,
- E – экстремальный.

Относительная необратимая деформация обозначается как J с индексом. Индекс отвечает за величину на-

пряжения в кПа. Согласно ГОСТ Р 58400.2, параметр J при 3.2 кПа определяет, к какому уровню транспортной нагрузки относится конкретное вяжущее.

$$J_{3,2} = \frac{\text{Невосстановленная деформация}}{\text{Приложенное напряжение}} = \frac{\epsilon_{10}}{3,2 \text{ кПа}}$$

Чем больше значение J, тем больше невосстановленная деформация и тем менее «эластичным» является материал. По сути, это испытание на наличие полимера в битумном вяжущем. Можно сказать, что это аналог эластичности для ПБВ, только на современном высокоточном оборудовании. Z – условное обозначение для марки PG (X(Z)-Y), соответствующее максимально допустимому уровню транспортной нагрузки.

Табл. 1

Гост Р 58400.2-2019			
уровень нагрузки (z)		J _{3,2} , кПа ⁻¹ , не более (ГОСТ)	J _{3,2} , кПа ⁻¹ (факт)
S	стандартный	4.5	2.03
H	высокий	2.0	1.12
V	очень высокий	1.0	0.63
E	экстремально высокий	0.5	0.39

* Средняя погрешность в лабораторных условиях для параметра J_{3,2} = 1-3%.

Проектирование асфальтобетонной смеси для испытаний

В качестве исходного асфальтобетона была запроектирована смесь SP-11 по ГОСТ 58401.1. Использовались три фракции минерального материала: 0-4, 4-8, 8-11.

В качестве битумного вяжущего использовали четыре материала: PG 64(Z)-34 с уровнями транспортной нагрузки S, H, V, E.

На рис. 1 указан средний зерновой состав для четырех асфальтобетонных смесей, в процессе испытания изменяли только марку битумного вяжущего. Ввиду уплотнения материалов с различной вязкостью вя-

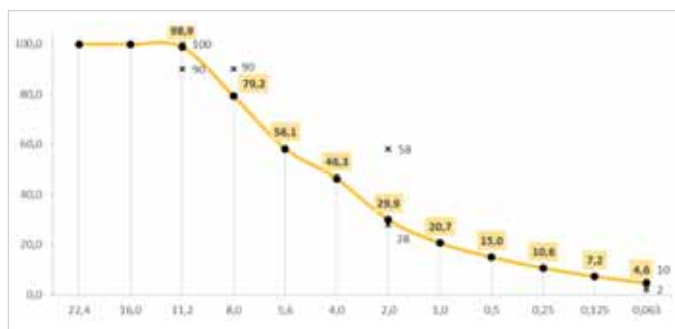


Рис. 1. Зерновой состав для четырех АБС

жущего (разный процент полимера), значения ПМЗ и воздушных пустот отличались с точностью до 0,2%.

Сравнение эксплуатационных показателей

Все значения показателей указаны после усреднения по серии испытаний.

Графики содержат погрешность измерений, вычисляемую в виде стандартного отклонения. Средняя величина погрешности составляет 10–15%.

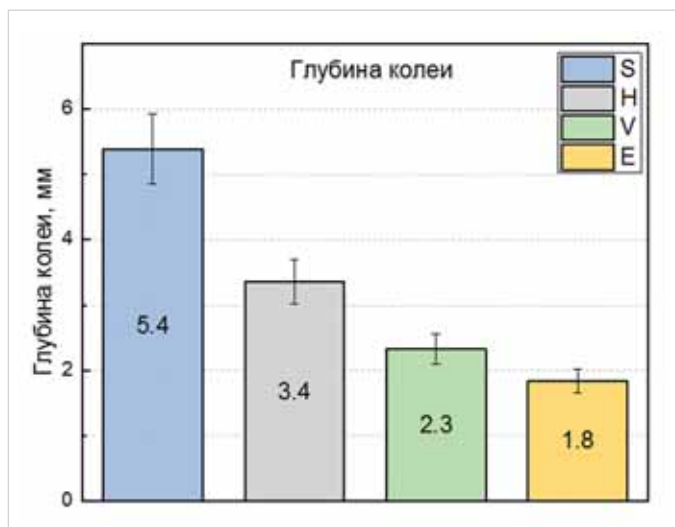


Рис. 2. Значения глубины колеи АБС при различных температурах и марках битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

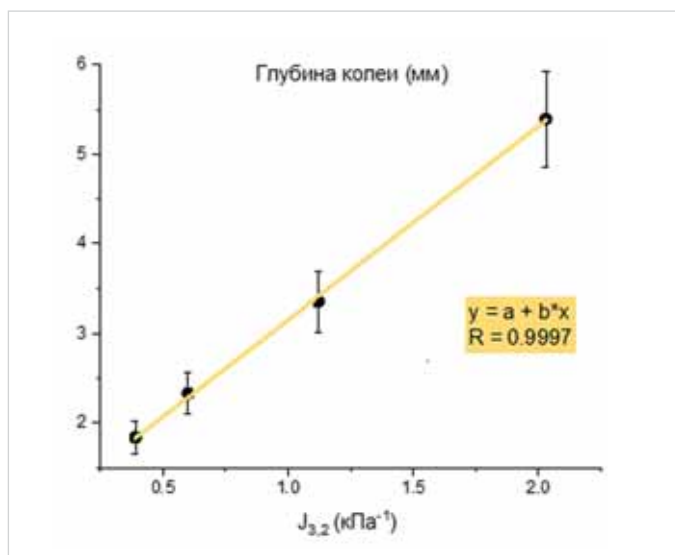


Рис. 3. Линейная зависимость глубины колеи АБС от относительной необратимой деформации битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

1. Глубина колеи

Наиболее модифицированный полимером материал (64(E)-34) показал наименьшее значение по глубине колеи, а марка 64(S)-34, которая является слабо модифицированным исходным битумом – наибольшее значение. На рис. 2 приведены значения глубины колеи. (Для марок: 64(S)-34 – 5,4 мм, H – 3,4 мм, V – 2,3 мм, E – 1,8 мм).

Получена линейная зависимость глубины колеи от параметра $J_{3,2}$ (рис. 3).

Коэффициент корреляции составил 0,99. Линейная зависимость оценивалась взвешенным методом наименьших квадратов (ВМНК) (на следующих графиках далее – аналогично).

2. Число текучести

На диаграмме (рис. 4) отражено число текучести в зависимости от марки вяжущего: 54 цикла для марки 64(S)-34, H – 143, V – 362, E – 815.

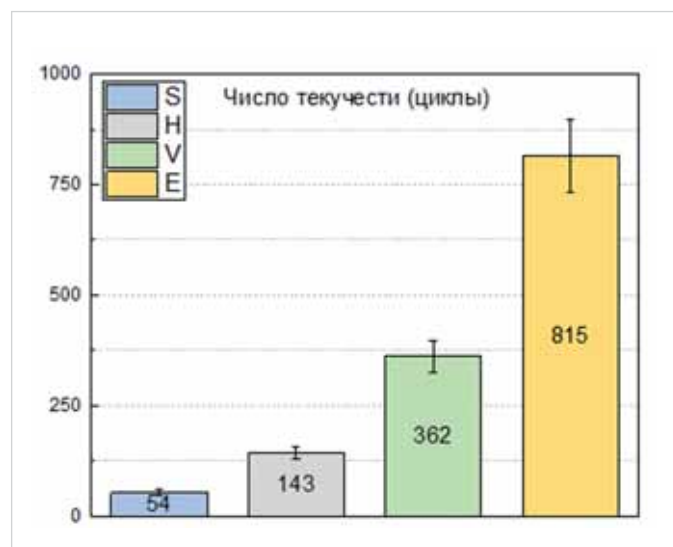


Рис. 4. Число текучести АБС при различных температурах и марках битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

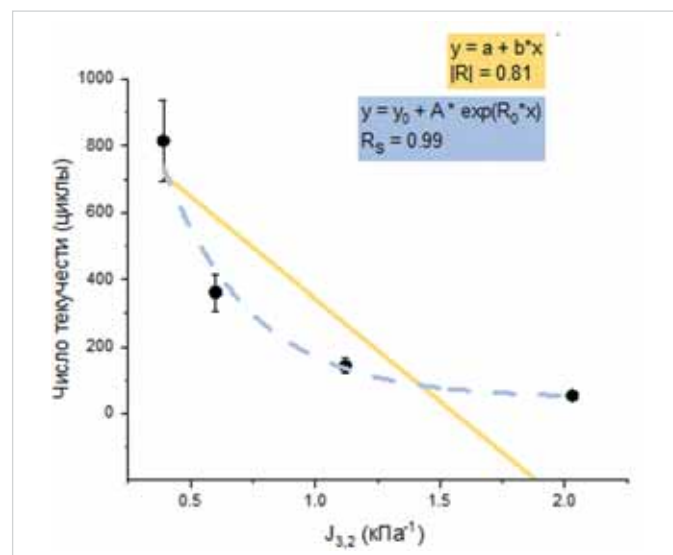


Рис. 5. Зависимость числа текучести от относительной необратимой деформации битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

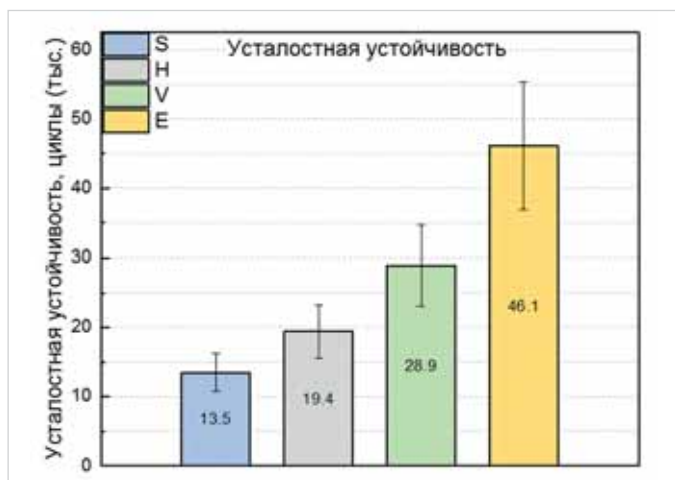


Рис. 6. Усталостная устойчивость АБС при различных температурах и марках битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

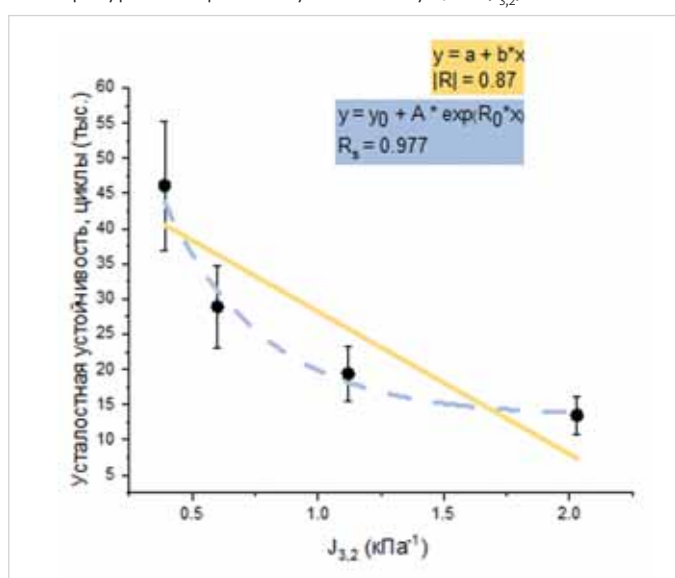


Рис. 7. Зависимость усталостной устойчивости АБС от относительной необратимой деформации битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

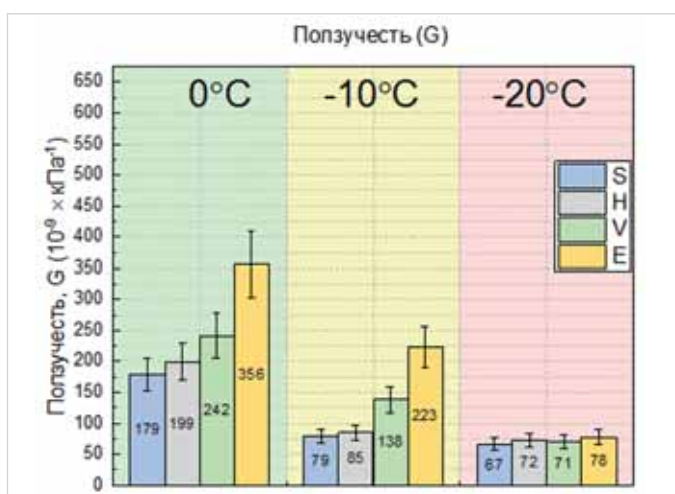


Рис. 8. Ползучесть АБС при различных температурах и марках битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

Корреляция числа текучести и параметра J оказалась нелинейной (рис. 5), что может быть как особенностью выбранного метода Б по ГОСТ 58401.21, так и самого испытания в целом. Аппроксимация экспоненциальной функцией производилась при помощи

алгоритма Левенберга-Маркварта. Коэффициент корреляции R составил 0.99, в то время как метод ВМНК показал 0.81, что подтверждает отсутствие линейной зависимости в рамках полученных данных.

3. Усталостные свойства

Значения усталостной устойчивости отображены на рис. 6, в тысячах циклов: 64(S)-34 – 13 500 циклов, H – 19 400, V – 28 900, E – 46 100.

Для данного эксплуатационного параметра также более подходящей моделью аппроксимации стала экспоненциальная. Стоит отметить, что усталостная устойчивость обладает весьма сложной пробоподготовкой, что приводит к существенным погрешностям в измерениях. На рис. 7 можно увидеть, что коэффициент линейной аппроксимации вырос по сравнению с числом текучести, а экспоненциальной – уменьшился. Необходимо более детальное изучение и поиск корректной модели аппроксимации. Исходя из этого, для данного параметра особенно важен будущий набор корректных лабораторных статистических данных в достаточном объеме.

4. Ползучесть

Показатель ползучести при 0°C и -10°C показал большую чувствительность к изменению параметра $J_{3,2}$ чем при -20°C (рис. 8).

Такие результаты предположительно могут быть связаны с наличием некой «переходной температуры», до которой эластичные свойства полимерного модификатора преобладают над эффектом от пластификатора в рамках испытания. В данном случае между -10°C и -20°C, возможно, и наступает такой качественный переход. Температура -20°C близка к температуре -24°C, под которую проектировалась рецептура 64(Z)-34 в данном исследовании. При -20°C значения ползучести слабо различаются для всех четырех материалов, с точностью до погрешности.

Ползучесть при двух температурах сопоставлялась с параметром $J_{3,2}$, зависимость обнаружена также нелинейная (рис. 9), но величина погрешности требует дальнейшего изучения и набора статистических данных.

5. Предел прочности

Предел прочности аналогично ползучести продемонстрировал различное поведение в зависимости от температуры испытания (рис. 10).

Для 0°C и -10°C присутствует корреляция с параметром $J_{3,2}$, при температуре -20°C чувствительность испытания пропадает. Для предела прочности и $J_{3,2}$ зависимость более подходит под линейную, коэффициенты корреляции: 0,98 и 0,93 (рис. 11).

Выводы по результатам испытаний.

Эксплуатационные показатели асфальтобетона обнаруживают высокую степень корреляции с марками битумного вяжущего, учитывающими транспортную нагрузку (ГОСТ Р 58400.2-2019).

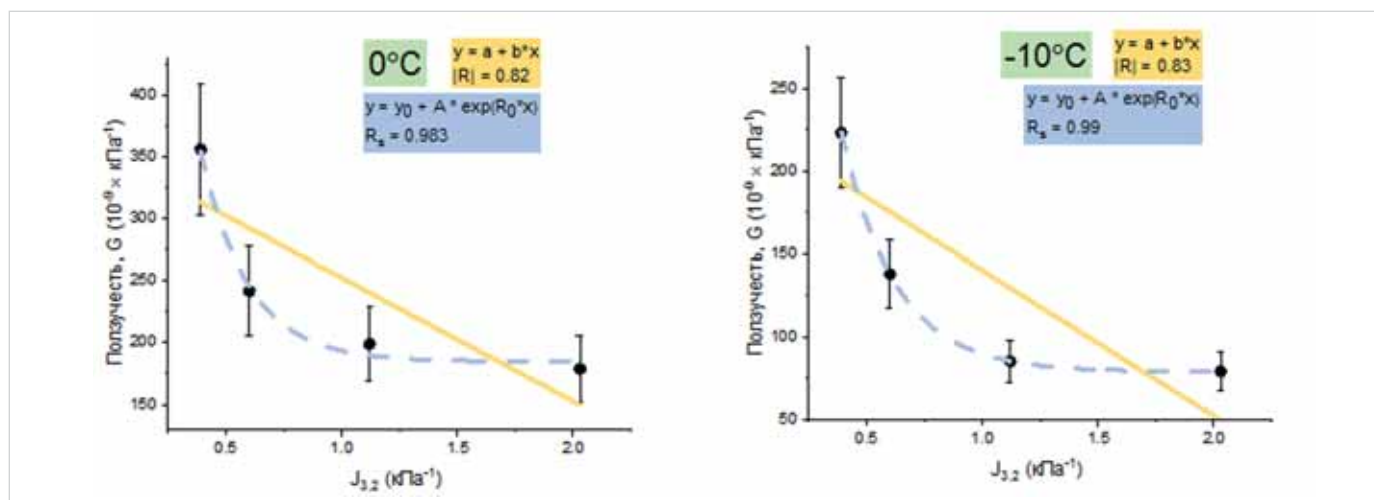


Рис. 9. Зависимость ползучести АБС от относительной необратимой деформации битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

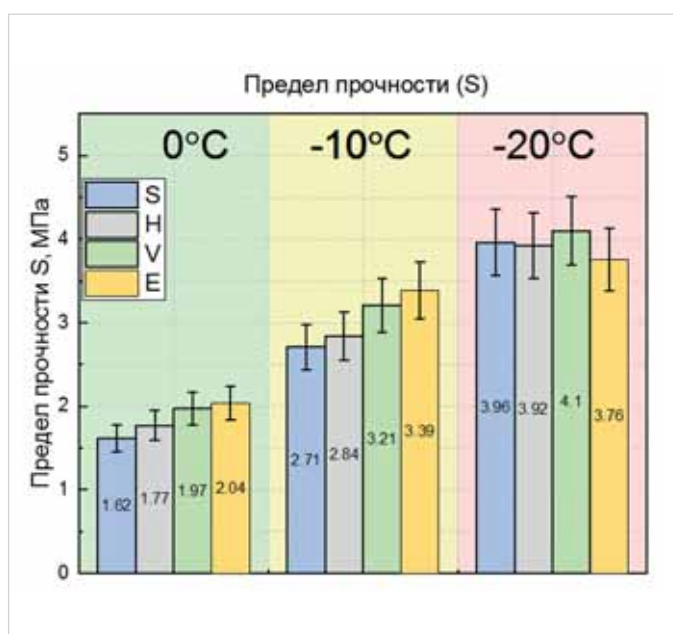


Рис. 10. Предел прочности АБС при различных температурах и марках битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

Классификация битумного вяжущего по уровням транспортной нагрузки является удобным инструментом для **прогнозирования** эксплуатационных параметров асфальтобетонной смеси и, соответственно, для оценки долговечности конечного дорожного покрытия.

ГОСТ Р 58400.2 проще применять при проектировании, ввиду отсутствия коэффициента коррекции k и прямой связи температуры эксплуатации дорожного покрытия и транспортной нагрузки с маркой битумного вяжущего.

Одинаковые марки PG по ГОСТ 58400.1 являются разными битумными вяжущими по ГОСТ 58400.2, которые, в свою очередь, различным образом влияют на срок эксплуатации дорожного покрытия.

Алексей Плеханов
a.plekhanov@bitumix.org
 тел. +7 (925) 417-73-58

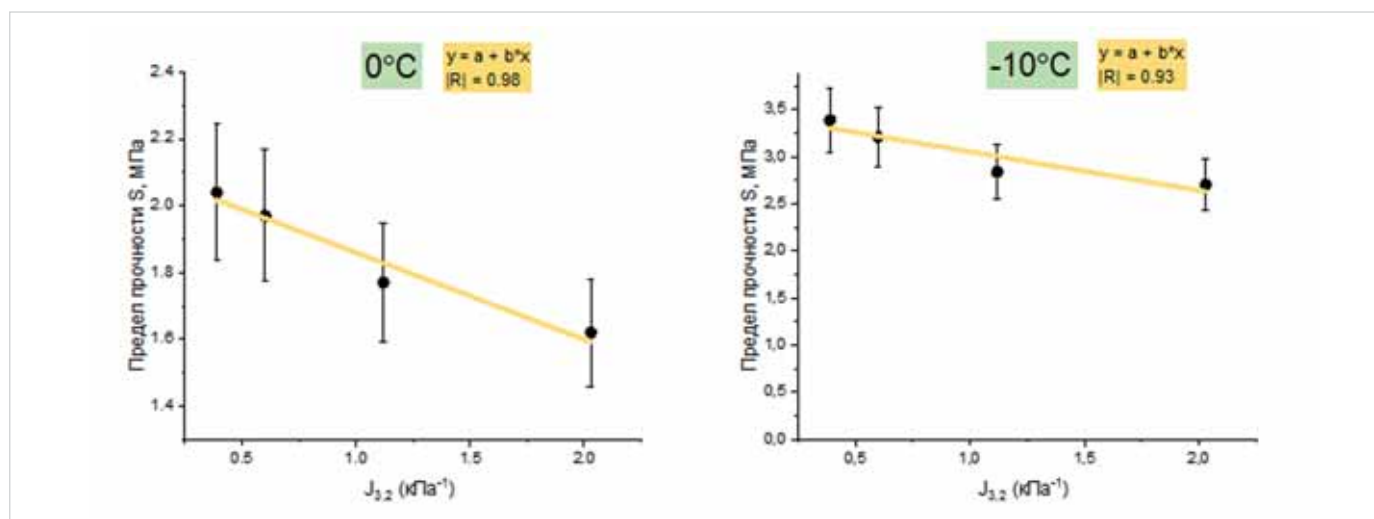
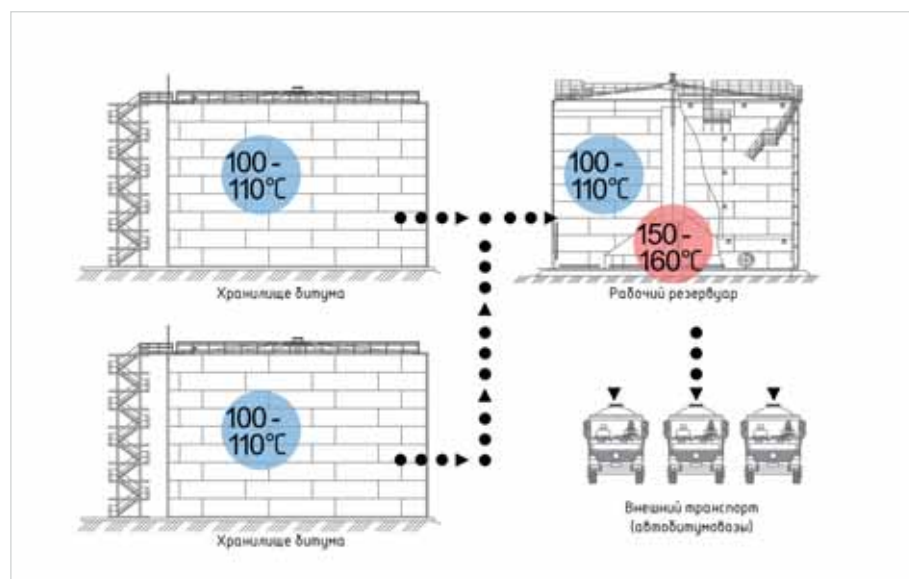


Рис. 11. Зависимость предела прочности АБС от относительной необратимой деформации битумного вяжущего ($J_{3,2}$)

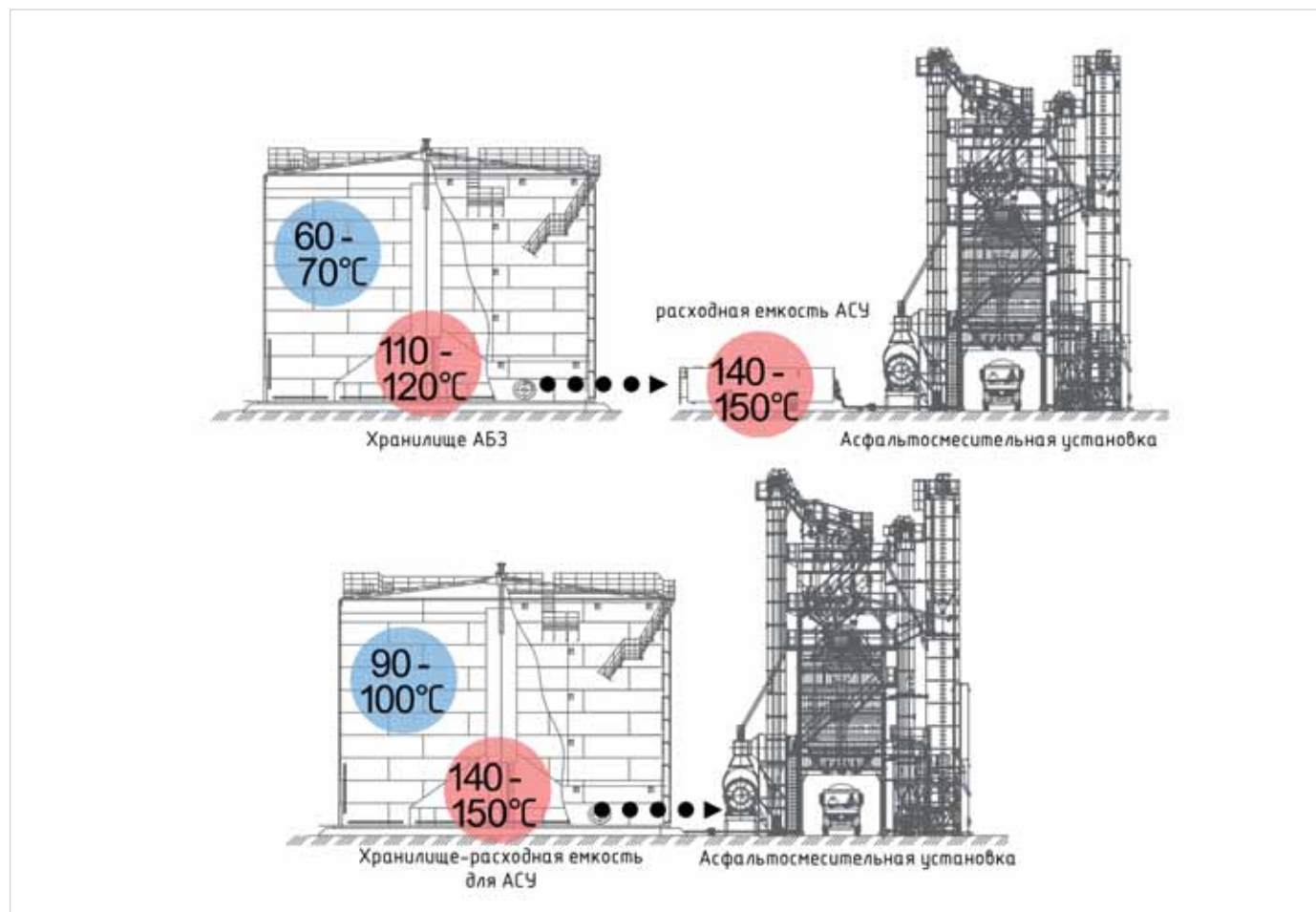
ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО НАГРЕВА БИТУМОВ

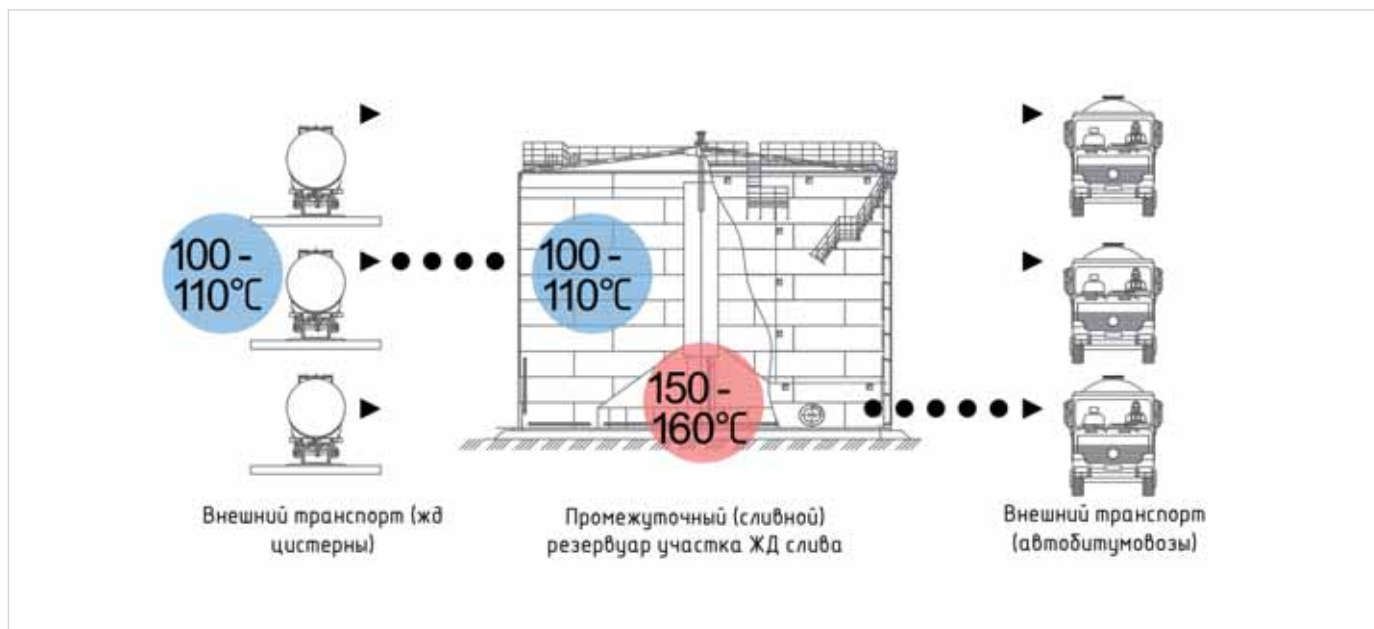
Инновационное техническое решение для вертикальных стальных резервуаров – система внутреннего нагрева Купол™ – становится все более популярным.



Разработка компании «Энергоэффективные Битумные Технологии» (www.bitumtech.ru) позволяет разделить внутреннее пространство битумного хранилища на две функциональные зоны: зону основного хранения и предварительного нагрева и зону интенсивного нагрева. Производительность стандартных систем Купол™ – от 40 до 300 тонн в сутки и более, что дает возможность исключить из технологического процесса от двух до пяти догревочных резервуаров и тем самым существенно снизить капитальные затраты на строительство парка.

Система внутреннего нагрева обеспечивает щадящее хранение основного объема (температура хранения после выхода на





рабочий режим – около 80–100°C) и эффективный нагрев с дельтой до 50–60°C в условиях предельно минимального воздействия кислорода (площадь окисления на любой объем выдачи – всего 1,7 м²).

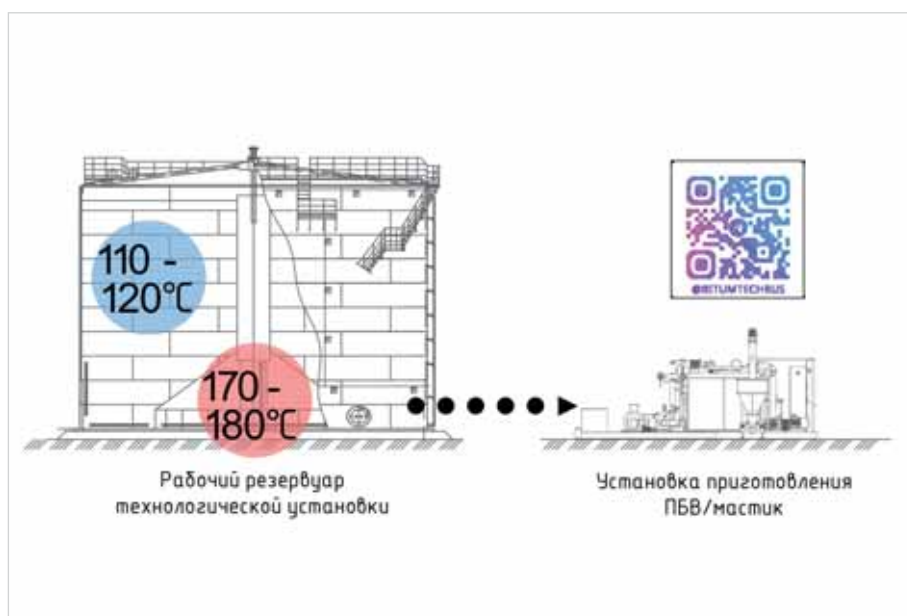
Важным свойством резервуаров с системами **Купол™** является возможность одновременного опорожнения и наполнения битумами с различными технологическими температурами. Кроме того, температура выдачи может подбираться в зависимости от требований производственного процесса. Эти функциональные преимущества позволяют применять системы **Купол™** в следующих технологических звеньях:

- в качестве рабочей емкости резервуарного парка;
- в качестве промежуточной (сливной) емкости участков приема битума из железнодорожных цистерн;
- в качестве расходной емкости асфальтосмесительной установки;
- в качестве низкотемпературного хранилища асфальтобетонного завода;
- в качестве рабочей емкости установок приготовления битумосодержащей продукции (полимерно-битумное вяжущее, битумные мастики и т. п.).

Системы внутреннего нагрева **Купол™** обладают широкими возможностями и уникальной гиб-

костью. Так, производительность выдачи может быть увеличена за счет повышения рабочей температуры термального масла или сокращения дельты нагрева продукта (за счет повышения температуры в основном объеме хранения). И, напротив, при остановке производственного процесса, сокращения потребления возможна работа в «рваном» режиме (периодическое отключение) или полное отключение энергопотребления без ущерба для технологических и качественных свойств битумов. И при этом резервуары с системами **Купол™** значительно быстрее выходят на рабочий режим выдачи (благодаря локализации нагрева).

На начало 2025 года смонтировано более 30 систем внутреннего нагрева производства ООО «ЭБТ» в Краснодарском крае, Саратовской, Ростовской, Липецкой, Рязанской, Оренбургской, Ярославской, Пензенской, Владимирской и Новосибирской областях, в Удмуртской и Кабардино-Балкарской республиках, а также в республиках Мордовия и Татарстан.



Ростов-на-Дону
ул. Социалистическая, д. 162
тел. 8 800 101 97 12
info@bitumtech.ru
https://bitumtech.ru

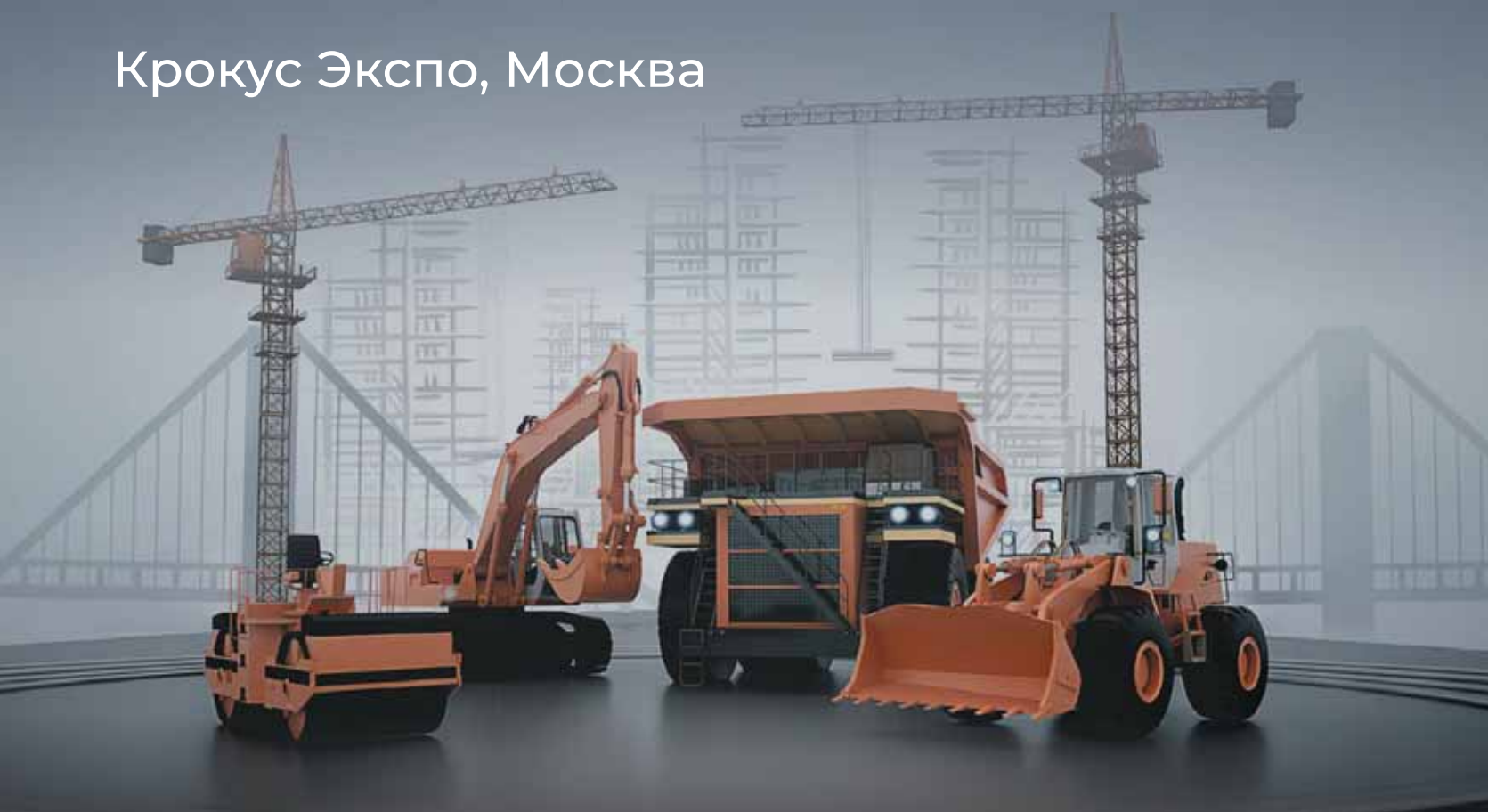
25^{ЛЕТ} СТТ ЭХРО

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



12+

ctt-expo.ru

АСФАЛЬТОУКЛАДЧИК VÖGELE SUPER 1800-5: НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На выставке Bauma 2025, крупнейшей мировой площадке, созданной для демонстрации строительной техники, оборудования и технологий, компания Vögele представила новую модель асфальтоукладчика – Super 1800-5.

Эта машина, которая относится к классу Universal Class, стала ответом на возрастающие требования к современному дорожному строительству, среди которых повышение эффективности, снижение экологической нагрузки, адаптация к сложным проектам, а также к проведению работ в непростых природно-климатических и геологических условиях.

Super 1800-5, унаследовавший лучшие характеристики своих предшественников, был дополнен целым рядом инноваций, которые в своей категории делают его эталонным. Неслучайно эта модель уже успела привлечь внимание крупных подрядчиков.

В представленной статье рассматриваются технологические особенности, возможности и преимущества асфальтоукладчика Super 1800-5, сочетающего в себе мощность, точность, устойчивость.

Основные технические характеристики

Super 1800-5 – это гусеничный асфальтоукладчик, созданный для работы с асфальтобетонными смесями различного типа. К его ключевым параметрам относятся следующие рабочие показатели:

- ширина укладки – от 2,55 м до 10 м (с использованием гидравлических расширителей)
- толщина слоя – до 30 см
- производительность – до 700 т/ч
- скорость укладки – до 25 м/мин (транспортная скорость – 4,5 км/ч)

Силовая установка

Двигатель: 4-цилиндровый дизель Cummins B4.5 мощностью 129 кВт

(соответствует стандарту Stage V/Tier 4f);

- топливный бак – 300 л
- режим ECO: снижение мощности до 127 кВт при 1700 об/мин для экономии топлива

Конструктивные особенности:

- вместимость бункера – 13 т
- гусеничный ход: резиновые башмаки для минимизации повреждения покрытия
- материал рамы – усиленная сталь с антикоррозийной обработкой

Инновационные технологии

Операторская платформа Ergo Plus 5 (интеллектуальное управление) – это новый стандарт эргономики. Ее возможности:

- обеспечение за счет сенсорного дисплея PremiumTouch интуитивного контроля над всеми системами
- модульная компоновка: функции сгруппированы по зонам (управление движением, подача смеси, работа плиты)

- возможность интеграция с автоматикой: данные с систем GradeAssist и PaveDockAssistant выводятся в режиме реального времени

Детализация

- хранение настроек: оператор может сохранять до 10 профилей укладки для разных типов проектов (аэродромы, городские дороги и пр.). Это способствует сокращению времени на перенастройку между задачами

- удаленный доступ: через приложение VögeleConnect данные о работе машины передаются в облако, что позволяет инженерам анализировать производительность и давать рекомендации

- безопасность: система автоматически блокирует движение при обнаружении препятствий в зоне работы гусениц

Grade Assist: точность в каждом сантиметре

Система автоматического нивелирования позволяет укладывать асфальт с идеальным соблюдением уклона и профиля.





Типы датчиков

- **склономер:** измеряет поперечный уклон до $\pm 10\%$
- **лазерный сенсор:** работает с отражающими маркерами для точного позиционирования
- **струнный датчик:** следит за натянутой проволокой, идеален для длинных прямых участков
- **Auto Grade Plus:** автоматически корректирует высоту плиты на основе данных сенсоров, даже при изменении скорости укладки

Важным примером успешного использования является строительство скоростной трассы М-12, где Super 1800-5 обеспечил отклоне-

Табл. 1

Параметр	Super 1800-5	Super 1800-3
Мощность двигателя	129 кВт (Stage V)	130 кВт (Stage III)
Расход топлива	До 25% меньше	Стандартный
Точность укладки	GradeAssist + AutoTrac	Niveltronic
Шум	72 дБ	82 дБ
Экологичность	SCR, HVO-совместимость	Без поддержки биотоплива
Стоимость	Сопоставима	Выше (с учетом модернизаций)

ние от заданного профиля менее 2 мм на 1 км.

Рабочие процессы

Безопасную загрузку обеспечивает система Pave Dock Assistant. Упрощено взаимодействие с самосвалами:

- **сигнальные огни** (зеленый/красный) на кабине асфальтоукладчика координируют движение грузовиков
- **амортизированные ролики** гасят вибрации при загрузке, предотвращая деформацию свежего асфальта
- **система Pave Dock Plus** автоматически регулирует скорость кон-

вейера в зависимости от объема поступающей смеси, исключая перегрузку

(Кейс: при укладке асфальта на мосту через Рейн сократились простои на 15% – за счет синхронизации с 8 самосвалами).

Vögele Eco Plus: экология и экономия

Пакет решений для снижения воздействия на окружающую среду обеспечивает снижение расхода топлива до 25% за счет:

- отключения гидравлических насосов в режиме ожидания
- оптимизации работы вентиляторов охлаждения
- поддержки биотоплива HVO (гидрированное растительное масло)
- снижение выбросов CO₂ на 90% по сравнению с дизелем
- системы SCR (селективное каталитическое восстановление), которая нейтрализует оксиды азота (NO_x) до безопасного азота и воды

Преимущества перед предыдущими моделями

Сравнение с Super 1800-3 (предыдущее поколение) представлено в табл. 1.

Ключевые улучшения

- автоматизация: 90% процессов контроля уклона и скорости теперь выполняются электроникой
- комфорт оператора: шумоизоляция кабины снижена на 30%, добавлены регулируемые сиденья и климат-контроль
- ремонтпригодность: централизованная система смазки и доступ к узлам упрощают обслуживание

Экологичность и устойчивое развитие

- соответствие Stage V: комплексная очистка выхлопа (DOC + DPF + SCR)
- электрический подогрев плиты: исключает использование дизельных нагревателей, снижая выбросы на 40%
- рециркуляция тепла: система использует тепло двигателя для подогрева гидравлического масла (экономия энергии – до 7%)

Универсальность применения

Типы проектов:

- автомагистрали: укладка широких полос (до 10 м) за один проход. (Технология PowerTunnel автоматически регулирует ширину шнека, обеспечивая равномерное распределение смеси)
- городские улицы: компактные габариты (длина – 4,4 м) позволяют работать на узких участках. Система Edge Detection следит за краями дороги, предотвращая «срезание» бордюров
- аэродромы: высокая точность для покрытий с жесткими тре-

бованиями (пример: на взлетно-посадочной полосе аэропорта Франкфурта отклонение составило менее 1,5 мм/м)

Работа со смесями

- низкотемпературный асфальт (WMA): подогрев шнека до 120°C предотвращает застывание смеси, что особенно важно при укладке в холодное время года
- пористые покрытия: система Dual Power Shift Tamper регулирует силу трамбовки, избегая разрушения структуры материала
- ресайклинг: совместимость с переработанным асфальтом (RAP) до 50% в составе смеси

Комплектация

- расширяемые плиты AB 500/600:
- AB 500: диапазон ширины – 2,55–5 м (идеальны для городских дорог и тротуаров)
- AB 600: 3–6 м – подходят для региональных трасс
- Logistic Plus: система креплений упрощает монтаж расширений, сокращая время подготовки на 20%
- фиксированные плиты SB 300 HD для укладки слоев толщиной до 30 см (например, щебеночных оснований)
- гидравлические боковые расширители (позволяют увеличить ширину укладки на 2,5 м без замены плиты)

Поддержка клиентов

Wirtgen Group предлагает комплексный сервис для владельцев Super 1800–5:

- Operations Center – телематическая платформа для мониторинга расхода топлива, планирования ТО и анализа производительности. (пример: алгоритмы ИИ предупреждают о возможных поломках за 50 часов до их возникновения)
- глобальная сеть сервисов: 120 центров в 40 странах (в России обслуживание осуществляет СПК «Ресурс»)
- обучение: курсы для операторов включают:
 - работу с Ergo Plus 5
 - настройку датчиков Grade Assist
 - особенности укладки специализированных смесей

Vögele Super 1800–5 – это революция в дорожном строительстве. Ключевые преимущества: точность, экономичность и экологичность – делают машину идеальным выбором для реализации современных проектов. При сопоставимой с предыдущими моделями стоимости, этот асфальтоукладчик – за счет автоматизации и оптимизации процессов – эффективнее на 30%. Для компаний, которые стремятся минимизировать сроки строительства и снизить углеродный след, Super 1800–5 становится незаменимым.

Компания СПК «Ресурс» (партнер Wirtgen Group в России) предлагает свои услуги, включая консультации по вопросам приобретения и обслуживания техники Wirtgen, Vögele, Hamm и других брендов.



+7 495 2114333
info@spk-resource.ru
spk-resource.ru



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА НАШ TELEGRAM-КАНАЛ

СОСТОЯНИЕ РЫНКА ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ В РФ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Прошедший 2024 год показал значительное снижение производства и продаж техники как отечественного, так и импортного производства.



Основными причинами стали:

1. Высокая ключевая ставка (стоимость договоров лизинга техники и оборудования доходит до 40–45%), ужесточение денежно-кредитной политики банковской сферы (только каждая третья заявка на заключение договора лизинга одобряется). Лизинговыми компаниями сообщается о большом количестве возвращенных получателями объектов лизинга, при этом срок эксплуатации таких объектов может не превышать нескольких месяцев. Количество возвращенных объектов лизинга (по отдельным видам техники) за первый квартал 2025 года превысило объемы возвратов за последние три года.

2. Кратное уменьшение объема государственного заказа покупки новой техники и увеличение объемов заказа запасных частей и услуг ремонта. В конце 2024-го – начале 2025 года в связи с выделе-

нием денег из резервного фонда Правительства Российской Федерации региональным бюджетам наблюдалось лишь незначительное увеличение спроса на российскую технику.

3. Большая затоваренность складов дилеров.

4. Жесткая денежно-кредитная политика и отсутствие заказов на оказание услуг все чаще становятся причиной банкротства эксплуатирующих организаций, вследствие чего на рынке появляется большой объем бывшей в эксплуатации техники.

Однако заданный еще в 2022 году темп локализации производства отдельных компонентов (элементов гидропривода, систем управления и пр.) и новых видов техники (дорожных фрез, мини-погрузчиков, тяжелых бульдозеров, фронтальных и вилочных погрузчиков и пр.) позволил предприятиям войти в Реестр российской промышленной продукции и выполнить требования постановления Правительства РФ № 719 от 2015 года по уровню локализации. Это способствовало:

- получению мер государственной поддержки;
- возможности поставлять технику в рамках госзаказа;
- возможности конкурировать в ценовом диапазоне с китайскими производителями.

Что касается китайских производителей, то значительное





увеличение размеров утилизационного сбора вынуждает их либо удешевлять технику в ущерб ее качеству, либо ввозить большие объемы до очередного повышения утилизационного сбора. Китайские дилеры выбрали второй вариант, и теперь в каждом регионе простаивает значительное количество невостребованной импортной техники, которая с течением времени лучше, увы, не становится.

На этом фоне китайские производители начинают прорабатывать вопросы локализации производства с заключением СПИК (специального инвестиционного контракта) или поиска промышленных партнеров, и главной целью здесь является получение промышленной субсидии в объеме уплаченного утилизационного сбора.

Очередным драйвером развития производства отечественной дорожно-строительной техники на самоходном шасси должна стать программа, разработанная Минпромторгом России совместно с «ДОМ.РФ» по выпуску облигаций, размещаемых в целях реализации инвестиционных проектов по приобретению на льготных условиях строительно-дорожной и коммунальной техники на основе финансовой аренды (лизинга).

Поскольку ставка по договорам лизинга по данной программе не должна превышать ключевую ставку, а денежные средства от

продажи облигаций являются частными инвестициями, лизинг становится более привлекательной формой.

Основными мерами государственной поддержки стимулирования спроса отечественной техники, реализуемыми Минпромторгом России, сегодня являются:

- выделение «промышленных субсидий» в объеме уплаченного утилизационного сбора;
- «льготный лизинг», предоставление лизингополучателю скидки по уплате авансового платежа при заключении договора лизинга коммунальной техники, изготовленной на шасси транспортного средства;
- предоставление покупателям скидок от производителей при приобретении специализированной техники или оборудования с дальнейшей компенсацией предо-

ставленной скидки за счет средств федерального бюджета.

Несмотря на все успехи отечественных производителей и получаемые меры государственной поддержки, российская техника пока не может в полной мере обойтись без импорта отдельных компонентов, а объемы производства и модельный ряд не способны полностью удовлетворить потребности заказчиков.

На данный период в нашей стране не осуществляется (или осуществляется в малом количестве) производство асфальтоукладчиков и бетоноукладчиков, тяжелых бульдозеров, погрузчиков и экскаваторов, дорожных фрез и ресайклеров. Это связано с отсутствием необходимых российских компонентов и малым объемом рынка.

Три года, прошедшие в условиях беспрецедентного санкционного давления недружественных стран, показали, что российские машиностроители способны разрабатывать и производить качественную технику. Правда, уровня мировых лидеров российские производители пока не достигли. Однако, находясь на стадии отставания, не нужно забывать, что компетенции Volvo, Caterpillar, Komatsu и других иностранных производителей накопились не одно десятилетие...

Коммерческий рынок в связи с указанными выше проблемами значительно «просел», однако





надстройщики отмечают периодический спрос на специальную технику, изготовленную на шасси китайских производителей.

С техникой для содержания и ремонта автомобильных дорог на автомобильном и прицепном шасси ситуация более оптимистичная: более 95% рынка занимает техника отечественного производства. Рынок техники для содержания автомобильных дорог (комбинированные дорожные машины и вакуумно-уборочные машины) практически полностью представлен техникой отечественного производства, основным заказчиком которой являются государственные структуры.

Вакуумно-уборочные машины для содержания тротуаров и дворовых территорий уже несколько лет выпускаются рядом производителей и включены в Реестр российской промышленной продукции.



На мой взгляд, предоставления «дешевых» денег через Фонд развития промышленности или через субсидию на обратный инжиниринг недостаточно. Необходимо внедрять комплексный подход и, в первую очередь, следует упростить процедуру получения субсидии на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

Интересный факт: компания Caterpillar в 2021 году на НИОКР тратила до \$2 млн в день, при этом часть этих денег шла в счет списания налогов, а часть – возвращалась в виде субсидий. В нашей стране такой же объем средств в том же 2021 году был выделен в виде субсидий предприятиям всего строительно-дорожного комплекса.

Головной болью для российского производителя является вопрос сертификации произведенной самоходной техники, поскольку

практически отсутствуют испытательные лаборатории, полигоны, сертификационные центры и нет возможности для проведения натурных испытаний. Зачастую испытания техники проводятся в Белоруссии.

Кроме того, отсутствие государственного контроля за соблюдением требований безопасности Технического регламента Таможенного союза (ТР ТС) 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» позволяет некоторым недобросовестным производителям или импортерам производить или ввозить некачественную и дешевую технику, эксплуатация которой должна находиться под строгим запретом. Так, ранее Росстандарт имел право штрафовать недобросовестных производителей и импортеров, приостанавливать или аннулировать регистрацию техники, приостанавливать действие сертификационных документов или аннулировать их.

Для успешной реализации программы импортозамещения, связанной с выпуском качественной техники, российским производителям (в дополнение к вышеуказанным мерам государственной поддержки) необходимы:

- восстановление государственного контроля за соблюдением требований безопасности, установленных ТР ТС 010/2011;
- льготное кредитование для пополнения оборотных средств в целях закупки материалов и комплектующих при поставках спецтехники на внутренний рынок;
- снижение налоговой нагрузки на предприятия, осуществляющие производство техники и компонентов, в целях высвобождения денежных средств на инжиниринг;
- выделение бюджетного финансирования для создания инфраструктуры (хотя бы в каждом федеральном округе) испытательных полигонов.

Д.Н. Кудрявцев,
генеральный директор
СПО Ассоциация «Спецавтопром»

A large industrial asphalt plant with multiple tall silos and complex piping, set against a blue sky with light clouds. The plant is situated in an open area with some smaller buildings in the background.

METONG

ROAD MACHINERY

АСФАЛЬТОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

В НАЛИЧИИ!

АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВСЕХ ТИПОВ АСФАЛЬТА

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





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



ЩЕТКА
для очистки
БАРЬЕРНЫХ
ОГРАЖДЕНИЙ



ВИНТОВАЯ
ФРЕЗА



КУСТОРЕЗ



«МЕРКО РУССЛАНД»: БУДУЩЕЕ ЗА ТЕХНОЛОГИЯМИ

Компания «Мерко Руссланд» является официальным дилером китайского технологического гиганта SANY HEAVY INDUSTRY в России. Деятельность компании, основанной в 2017 году, началась с тесного, плодотворного сотрудничества со специалистами основного предприятия – SANY (КНР). А уже в 2019 году силами специалистов «Мерко Руссланд» (товарный знак MERKO) была осуществлена первая поставка в Россию асфальтобетонного завода SANY.

За первые три года компания накопила огромный опыт работы с европейскими производителями. Ее сотрудниками были получены необходимые знания, в том числе в области технического сервиса и обслуживания оборудования.

А когда при переходе на новую систему производства асфальтобетонной смеси российские дорожники столкнулись с санкционными ограничениями на поставку западной специализированной техники и запасных частей, опыт, приобретенный «Мерко Руссланд», оказался как нельзя кстати. Благодаря этому удалось сбалансировать производственные процессы как внутри молодого предприятия, так и при взаимодействии с китайскими коллегами... Вскоре компания вышла на ведущие позиции в области поставок на российский

рынок асфальтосмесительного оборудования и комплектующих изделий.

В свою очередь, растущие объемы дорожного строительства в России, повышенные требования к производству работ и срокам их выполнения потребовали от отраслевых специалистов, занимающихся выпуском асфальтобетонных смесей, иных подходов, использования инновационных материалов, технического переоснащения, включающего приобретение нового лабораторного оборудования. А такие задачи в условиях жестких ограничений выполнить довольно непросто.

Способствовать оптимизации и ускорению процессов строительства и реконструкции современных автотранспортных объектов в России стало одной

из основных целей компании «Мерко Руссланд», производителя и поставщика инновационных решений для дорожно-строительной отрасли.

Например, в 2022 году на одном из участков строящейся федеральной автодороги М-12 «Восток» специалистами компании была введена в эксплуатацию асфальтосмесительная установка SANY производительностью 360 т/час. А всего за период работы компании на территорию Российской Федерации было поставлено более 60 асфальтосмесительных и бетоносмесительных установок. Смонтированные в разных производственных локациях, они успешно эксплуатируются в настоящее время.

Заказчикам своей продукции компания «Мерко Руссланд» оказывает консультативную и сервисную поддержку. И здесь принципиальной особенностью и главным конкурентным преимуществом предприятия является наличие большого склада запасных частей и расходных материалов. Площадь складских помещений с четырьмя





уровневыми стеллажами, заполненными запасными частями, составляет 1500 кв. м.

О многом говорит и тот факт, что складские, производственные помещения, а также центральный офис компании находятся на территории Российской Федерации – в Калужской области, располагаясь на площади в 6 га.

Этот показатель устойчивого развития позволяет обеспечивать бесперебойные поставки запасных частей и осуществлять своевременное обслуживание современных асфальтосмесительных установок, представляющих собой высокотехнологичное оборудование с программным устройством, контролирующим весь процесс производства работы: от монтажа до выпуска готовой продукции.

В штате предприятия – специалисты сервисной службы, обладающие большими профессиональными навыками, высококвалифицированные инженеры-монтажники, отвечающие за стабильность и эффективность функционирования заводов (оборудования) на протяжении всего жизненного цикла.

Что касается работы с потенциальным покупателем, то она начинается с определения задач, которые необходимо решить заказчику. Для этого инженерная служба компании выезжает туда, где планируется установить завод. Совместно с представителями заказчика рассматривается весь перечень узлов и механизмов, необходимых для назначенных целей. Затем инженерами «Мерко Руссланд» при участии технологов

SANY утверждается комплектация поставки, в соответствии с требованиями относительно рецептуры приготовления качественных асфальтобетонных смесей, объемов их выпуска и т. д. Не остаются без внимания вопросы цены, сроков поставки, доступности и скорости монтажа, эффективности энергопотребления, экологической безопасности...

Специалисты «Мерко Руссланд» не предлагают своим клиентам универсальных решений – они подбирают технику индивидуально, в соответствии с техническими задачами любой сложности, под любые производственные нужды. Необходимо нестандартное решение? Работа ведется в арктических условиях? Нужно подготовить спецпроект для региона с труднодоступными материалами

и необходимостью организации больших складов и силосов? Сотрудники предприятия всегда идут навстречу пожеланиям и требованиям заказчиков, добавляя в проекты технологические нюансы, совершенствуя и адаптируя оборудование, которое в результате успешно реализуется. В компании «Мерко Руссланд» заказчиков считают не просто клиентами, а называют партнерами, поскольку итогом общей деятельности становится единый конечный продукт – дорога.

Самым большим асфальтобетонным заводом на сегодняшний день является SANY SLB 4000C8 мощностью 320–360 т/ч. В ближайшее время «Мерко Руссланд» представит на отечественный рынок новые модели дорожных катков MR4500CN и MR5000N, произведенных на современном заводе в Китае. Это техника нового уровня: мощная, надежная, созданная с учетом самых современных требований и условий эксплуатации.

Что касается сервисного обслуживания, то руководство и сотрудники компании убеждены, что технический сервис сродни искусству. «Мы не просто продаем технику – мы сопровождаем каждый проект от А до Я: проектируем, доставляем, монтируем, запускаем, обслуживаем, – с гордостью за свое дело объясняют они. – Наши специалисты – не просто инженеры. Они знают оборудование досконально. А разносторонний спектр деятельности, работа с людьми, требующая творческого подхода и, наконец, интуиция – важнейшие составляющие любого вида искусства.

Гарантия? Разумеется. Постгарантийный сервис? Обязательно. Поддержка по удаленному подключению? Да! При этом дистанционная поддержка оказывается бесплатно на протяжении всего жизненного цикла работы нашего оборудования. Ведь наша цель – это ваша бесперебойная работа. А наш девиз – «Будущее за технологиями!», и это не высокопарные слова и даже не рекламный слоган.



Это внутренняя философия. Ведь мы не просто внедряем передовые решения – мы участвуем в формировании рынка, в создании инфраструктурных точек роста, где инновации становятся нормой. Наши заводы и установки работают там, где строятся трассы, мосты, аэродромы и города. Мы – часть больших перемен, обновления страны. И, пожалуй, нет лучшей награды, чем видеть, как техника, поставленная компанией «Мерко Руссланд», работает под открытым небом России – от Калининграда до Владивостока»...

Специалисты компании продолжают развивать ассортиментный ряд и совершенствовать методики поставок всей линейки специализированной техники, предназначенной для дорожного строительства. Соблюдение

всех принципов выпуска качественной продукции, собственные производственные возможности, инновационная направленность, высокая квалификация сотрудников предприятия, стабильность развития и доверие партнеров – все это является залогом надежных перспектив и движения вперед.



**249054, Калужская область
мкр-н Малоярославецкий
с. п. Деревня Воробьево
дер. Малое Ноздрино
ул. Промышленная, зд. 1
тел. 8 800 222 79 36
sales@merko-russland.com
www.merko-russland.com**



ОТКРОЙТЕ НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АБС

С ОБНОВЛЕННОЙ ЛИНЕЙКОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ ОТ SOLOMATIC

25
ЛЕТ
СТТ ЭКСПО

МЫ НА ВЫСТАВКЕ | 27-30 МАЯ 2025
стенд 5-215, 2 павильон, «Крокус Экспо»



Стабильная производительность от 120 до 600 т/ч, сверхточная дозировка компонентов АБС, надежность и долговечность работы смесителя, высокая степень гомогенности готовой смеси, усовершенствованная система управления с оперативным переходом между рецептами — все это делает АБЗ обновленных серий Pioneer, Optima и Smena образцами передовых технологий и инженерного совершенства.

**ПОДБЕРЕМ ОБОРУДОВАНИЕ
И СОСТАВИМ КП
ПО ВАШИМ ПАРАМЕТРАМ**

8 800 555 73 40
sale@solomatic.ru

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ TATMAШ

Современные решения
для качественных дорог России



Все, что нужно
для эффективного выпуска
строительных смесей:

- Резервуары для хранения битума: РВС и РГС
- Силосы для сыпучих материалов
- Подрамные конструкции для АБЗ, БСУ и ГСУ
- Установки для производства битумной эмульсии и ПБВ
- Промышленные мельницы для производства минерального порошка

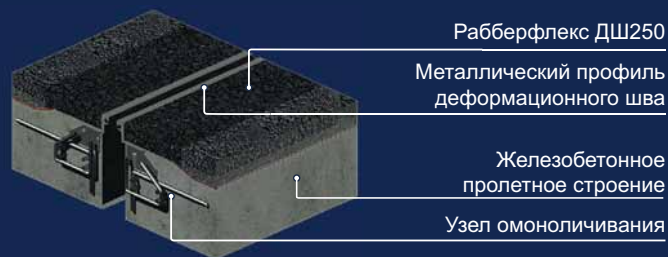
НЕ ПРОПУСТИТЕ СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЯ ОТ TATMAШ

Только для участников выставки СТТ Экспо 2025 будут действовать эксклюзивные условия на всю линейку оборудования TATMAШ. Приглашаем Вас посетить наш стенд с 27 по 30 мая в Москве, на выставке в Крокус Экспо, стенд №110, 5-й зал, 2-й павильон. Подробная информация об оборудовании TATMAШ доступна на нашем сайте www.tatmash.ru



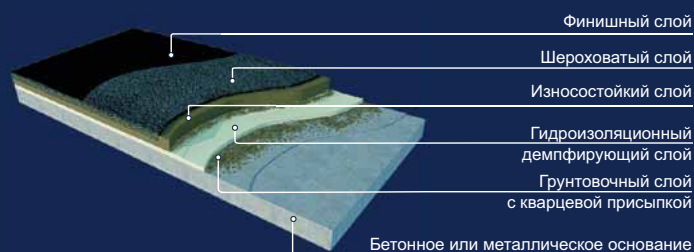
ПОЛИМЕРБЕТОН ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ МОСТОВ

РАББЕРФЛЕКС®- ДШ250

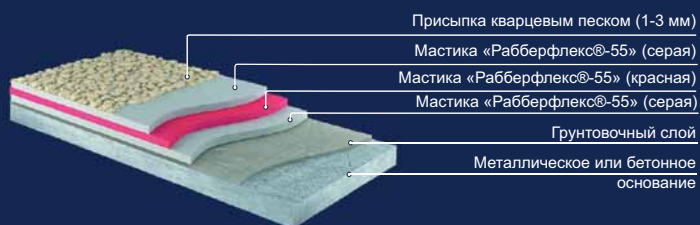


ПОКРЫТИЕ
ДЛЯ ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ

РАББЕРФЛЕКС®- ПММА



РАББЕРФЛЕКС® - 55



РАББЕРФЛЕКС® Битупраймер

Низковязкая быстротвердеющая грунтовка на основе полиметилметакрилата (ПММА). Применяется в качестве грунтовки для бетонной или металлической поверхности мостового полотна под битумные гидроизоляционные материалы.



Вы можете подробнее ознакомиться с материалами на нашем сайте, отсканировав QR - код

