

#138/2026

20 лет

# Дорожная Сервиса

[www.dorvest.ru](http://www.dorvest.ru)

## ВИАТОП – это КАЧЕСТВО

Более 20 лет успешного применения добавок  
на территории Российской Федерации

# VIATOR



ООО «Реттенмайер Рус»

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

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

[Viatorp@Rus-JRS.ru](mailto:Viatorp@Rus-JRS.ru)

Подписывайтесь на Телеграм-канал: [t.me/viatorpus](https://t.me/viatorpus)



[www.viatorp.ru](http://www.viatorp.ru)



# **StabiBit**

**«Дортех» специализируется на производстве и продаже стабилизирующих добавок в асфальтобетон ЦМА. Компания работает с 2021 года.**

**Наш главный продукт — добавка StabiBit, которая используется при строительстве дорожной инфраструктуры в России и СНГ.**





StaBit – линейка гранулированных стабилизирующих добавок для производства щебеночно-мастичных асфальтобетонов (ЩМА), на основе модифицированного битума и целлюлозных волокон.

### **Добавки StaBit**

- улучшают технические свойства и продлевают срок службы асфальтобетонной смеси;
- по своим характеристикам и удобству использования не уступают дорогостоящим зарубежным аналогам;
- делают дорожное покрытие устойчивее и долговечнее;
- безопасны при транспортировке, хранении, эксплуатации.

**Оренбург, ул. Базовая 12/4**  
**+7 (922) 813-68-88**  
**Dorteh56@mail.ru**  
**sta-bit.ru**





## Преимущества продукции:

- быстрота транспортировки и монтажа
- удобство обслуживания
- экономичный расход топлива
- интеллектуальная система управления
- надежность и стабильность работы оборудования
- высокое качество выпускаемой продукции
- незначительные эксплуатационные расходы



## Виды деятельности:

- проектирование, производство, поставка и обслуживание асфальтосмесительных установок модульного типа
- производство полного спектра дополнительного оборудования к современным АБЗ

**География поставок: более 30 стран мира, различные регионы России**

ООО «Шеньджин Машинери»

Московская обл., г. Балашиха, Автозаводская ул., д. 50А

тел. + 7 (499) 408-39-42, + 7 (926) 515-43-31

[info@cjme.ru](mailto:info@cjme.ru)

[www.cjme.ru](http://www.cjme.ru)

# АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ CIME – ОПТИМАЛЬНО ДЛЯ РОССИЙСКИХ ДОРОГ

Производительность АБЗ – от 60 до 240 тонн/час





Понятие «лайфхак», прочно вошедшее в наш повседневный обиход, в переводе с английского означает «взлом жизни». Оно впервые появилось среди программистов-хакеров для обозначения легкого способа решения определенных задач. Укоренившись, словосочетание «взлом жизни» со временем стало синонимом таким терминам, как «полезный практический секрет», «изобретательность», «неординарный подход».

Однако почему эта заимствованная единица языка, нехарактерная для русской артикуляции и имеющая к тому же двусмысленный, прямо скажем, угрожающий (!) прямой перевод, стала столь популярной? Существует же более простое, емкое и веселое русское слово – «смекалка», которое, к сожалению, сегодня почти исчезло из общего употребления. А ведь при этом великое множество самых незамысловатых технических методов и мелких бытовых хитростей, рожденных в России, успешно переместилось по всему миру!

Русский народ всегда считался особенно находчивым, способным быстро и эффективно справляться со сложной ситуацией нетривиальными способами, используя ограниченные ресурсы. И эта яркая отличительная черта действительно считается одной из ключевых составляющих нашего культурного кода. Недаром говорят: «Если надо что-то сделать – зовите китайцев. Если надо сделать что-то невозможное – зовите русских».

Феномен русской смекалки – замена установленных правил и стереотипов конечным результатом – обычно начинает работать, когда возникает необходимость действовать «именно здесь и прямо сейчас». Ограниченные возможности и непростые обстоятельства часто благоприятствуют моментальной сообразительности, умению скорейшим образом найти альтернативу, пусть даже идущую вразрез с логикой и инструкциями, но на конкретный момент единственно верную.

*Светлана Пичкур, главный редактор*



# ОЗ

## РЕШЕНИЯ ОЗ

### ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

# ТРИОКОР

## АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА



### НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Материалы одобрены ведущими лабораториями РФ
- Собственная производственная площадка
- Собственные бренды антикоррозионных, огнезащитных и архитектурных ЛКМ
- Открытая логистическая платформа
- Комплексные решения продуктов и материалов
- Собственная лаборатория НИОКР

Материалы ТРИОКОР™ прошли независимые испытания и сертифицированы Российскими отраслевыми институтами:

- АО «ЦНИИТС»
- ООО НПО «ЛКП-Хотьково-Тест»
- АО «ЦНИИПСК им. Мельникова»
- АО «НИЦ «Строительство»
- АО «ВНИИЖТ»

Входят в перечень материалов, согласованных к применению при строительстве транспортных объектов:

- Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР)
- Государственная компания «АВТОДОР»

### РЕШЕНИЕ ОЗ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТА

АО «ЦНИИТС» СТО-01393674-007-2022 «Защита металлических конструкций мостов от коррозии методом окрашивания».

#### СИСТЕМА № 240 (ДВУХСЛОЙНАЯ)

50 мм ТРИОКОР™ ФИНИШ 5500  
150 мм ТРИОКОР™ МАСТИК 4500  
Sa 2½ / St2  
Общая толщина: 200 мм  
Срок службы от 15 до 25 лет в условиях У1, УХЛ1 ГОСТ 15150

#### ТРИОКОР™ Цинк 1700

Быстросохнущий двухкомпонентный цинкнаполненный эпоксидный грунт

#### СИСТЕМА № 241 (ДВУХСЛОЙНАЯ)

50 мм ТРИОКОР™ ФИНИШ 5500  
200 мм ТРИОКОР™ МАСТИК 4500  
Sa 2½ / St2  
Общая толщина: 250 мм  
Срок службы свыше 25 лет в условиях У1, УХЛ1 ГОСТ 15150

#### ТРИОКОР™ Мастик 4500

Двухкомпонентная высокоструктурированная модифицированная эпоксидная грунтовка с содержанием фосфата цинка

#### СИСТЕМА № 243 (ТРЕХСЛОЙНАЯ)

50 мм ТРИОКОР™ ФИНИШ 5500  
120 мм ТРИОКОР™ МАСТИК 4500  
80 мм ТРИОКОР™ ЦИНК 1700  
Sa 2½ / St2  
Общая толщина: 240 мм

#### ТРИОКОР™ Финиш 5500

Двухкомпонентная акрил полиуретановая эмаль

### РЕШЕНИЕ ОЗ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ДЛЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Стандарт организации АО «ЦНИИТС» СТО-01393674-008-2024  
«Бетонные и железобетонные конструкции транспортных сооружений. Защита от коррозии».

Система № 130 (двухслойная) - для бетонных и железобетонных конструкций на открытом воздухе в зоне воздействия ультрафиолета\*.

70 мм ТРИОКОР™ БЕТОН 4700  
40 мм ТРИОКОР™ БЕТОН 4700  
Общая толщина: 110 мм  
Срок службы 15-25 лет в условиях УХЛ1, ХЛ1 ГОСТ 15150

#### ТРИОКОР™ Бетон 4700

Однокомпонентная быстросохнущая антикоррозионная грунт-эмаль на основе органического раствора комплексного синтетического пленкообразователя



# Дорожная держава #138/2026

**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](mailto:pressa@dorvest.ru))  
Елена Шикова ([center@dorvest.ru](mailto:center@dorvest.ru))  
Григорий Демченко ([info@dorvest.ru](mailto:info@dorvest.ru))  
Дмитрий Серов ([ad@dorvest.ru](mailto:ad@dorvest.ru))  
Ольга Брусина ([office@dorvest.ru](mailto:office@dorvest.ru))  
Наталья Гуляева ([dd@dorvest.ru](mailto: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., Москва; **В.Ю. Казарян**, генеральный директор ООО «НПП СК МОСТ», заместитель генерального директора по направлению «Мосты» Ассоциации «АСДОР», 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; **И.Ю. Рутман**, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект», Санкт-Петербург; **В.Н. Свежинский**, генеральный директор ЦИТИ «Дорконтроль», Москва; **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; **Н.И. Шестаков**, канд. техн. наук, доцент кафедры Градостроительства НИУ МГСУ, Москва; **А.И. Шуголов**, 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 15.05.2026  
Дата выхода 22.05.2026  
Цена свободная. Журнал выходит 7 раз в год.

12+

Отпечатано в типографии «Эталон»  
198097, Санкт-Петербург, ул. Трехфолева, д. 2.

Информация о мероприятиях наших партнеров не является рекламой.  
Рекламуемые товары и услуги имеют все необходимые сертификаты и лицензии.

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

**ADEL**  
INSTRUMENT  
ЗАВОД АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

ПОСТРОИМ ЛУЧШЕЕ ВМЕСТЕ!



### Производство в России

- Коронки для керноотборника
- Алмазные диски
- Алмазные франкфурты

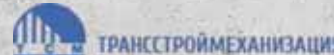
### Продажа

- 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](http://adelmsk.ru)

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

Наш Telegram





**РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

**ИСПЫТАНИЯ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**ОБСЛЕДОВАНИЕ**

**МОНИТОРИНГ**

реклама



Москва, ул. Полярная, дом 33, стр. 3, пом. 6.  
Тел./факс: +7 (499) 476 79 72

[nic-mosty@mail.ru](mailto:nic-mosty@mail.ru)  
[nic-mosty.ru](http://nic-mosty.ru)

# Содержание

## СОБЫТИЯ, ИТОГИ

Укрепление транспортного потенциала..... 13

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

**И.В. Шабарчина**

Разработка нормативов затрат, применяемых при проектировании объектов строительства автомобильных дорог ..... 16

**А.Ю. Вишневецкая, М.И. Киржакова**

Анализ сметной прибыли в проектной документации на строительство автомобильных дорог ..... 18

## ИССЛЕДОВАНИЯ

**И.И. Жевжиков, И.В. Мелехов**

Роботизация дорожного хозяйства: от локальных решений к системной трансформации отрасли ..... 24

**Д.Г. Филимонов, Д.В. Пряхин**

Мостовые стали под контролем (АО ЦНИИТС)..... 27

**И.М. Сапронов, А.В. Агеев, Е.А. Теняев, М.Е. Забродин**

Изгибаемые железобетонные конструкции, усиленные добавленным слоем из сверхпрочного фибробетона Цементаль® (Компания ЦЕМЕНТУМ) ..... 30

## НАУКА И ПРАКТИКА

**Елена Городнова, Владимир Парамонов, Константин Сливцев**

Моделирование межплощадочных автомобильных дорог, расположенных на вечномерзлых грунтах ..... 38

## ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

**О.Г. Попелушко**

Оценка эксплуатационной безопасности мостовых сооружений на автомобильных дорогах Республики Беларусь ..... 42

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

О проблеме выбора лакокрасочных материалов для антикоррозионной защиты мостовых сооружений ..... 46

## КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

**Р.П. Новиков, О.П. Хвостова, П.В. Афанасьев**

Текстильно-песчаные сваи: особенности и преимущества применения ..... 50

Семейство «Террамеш» – экономичные армогрунтовые сооружения для строительства дорог в стесненных условиях

(ООО «Габионы Маккаферри СНГ») ..... 55

## МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

**В.А. Коростелев**

Укрепление грунтов ..... 58

Стабилизирующая волокнистая добавка StaBit

(Компания «Дортех»)..... 60

**А.П. Лупанов, И.О. Козиков, В.В. Силкин, А.С. Суханов, А.В. Силкин**

Литой асфальтобетон с асфальтобетонным гранулятом ..... 62

**Е.В. Писаренко**

В борьбе за чистые дороги..... 66

**Е.Р. Кренц**

Отработанные шины как ценный вторичный ресурс..... 68

## ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

**Д.Н. Кудрявцев**

Состояние российского рынка дорожно-строительной техники..... 72

АБЗ: актуальные тенденции (круглый стол) ..... 76

Производство АБЗ в России: импортозамещение с оглядкой на Восток

(Компания SOLOMATIC) ..... 82

*Коллектив отраслевой медиа-корпорации «Держава»  
поздравляет председателя совета директоров ООО «ДШР»,  
одной из ведущих российских производственных компаний,  
Заслуженного работника транспорта Российской Федерации  
В.М. Поспелова  
С ЮБИЛЕЕМ!*

Уважаемый Василий Мефодиевич!  
Примите глубокую признательность за многолетнее сотрудничество  
и наши самые искренние пожелания:

*Дальнейших успехов Вам в деле родном  
И новых больших достижений!  
Пусть полною чашей всегда будет дом...  
Здоровья... Любви... Вдохновенья!*





МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России

**АВТОДОР**  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# XVIII Международная Конференция «Освоение инновационных технологий и материалов в дорожном хозяйстве»

**11 – 12 ноября 2026 года**

Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 56  
[www.asdor-np.ru](http://www.asdor-np.ru)

12+

Генеральный  
информационный  
партнер

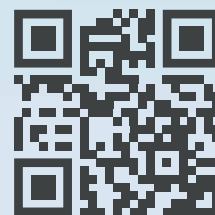
**Дорожная  
Держава**

www.rich-siker.ru

 РИЧСАЙКЕР

# ЩЕБЕНЬ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

- Высокое качество продукции
- Современное производство
- Надежное партнерство



+7 (351) 277-80-04

info@rich-siker.ru

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ,  
МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЛАРИНСКОЕ-1  
54.622004, 59.864720

# СТТ ЭХРО

ОСНОВА ВАШЕГО УСПЕХА

Главная выставка строительной техники и технологий в России

26–29 мая 2026

Москва, Крокус Экспо



## Разделы выставки:

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



[ctt-expo.ru](http://ctt-expo.ru)

Принять участие

Организатор

SIGMA  
ЭХРО

При поддержке

Крокус Экспо  
Международный выставочный центр

Реклама

# УКРЕПЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

В Санкт-Петербурге на площадке КВЦ «Экспофорум» с 1 по 3 апреля 2026 года проходил I Международный транспортно-логистический форум (МТЛФ), который был организован в соответствии с поручениями Президента Российской Федерации по обеспечению глобальной конкурентоспособности транспортных коридоров России, включая реализацию указов в рамках национальных целей до 2030 года и на перспективу до 2036 года.



В этом представительном мероприятии, организатором которого выступило Министерство транспорта Российской Федерации, приняли участие представители российских государственных и бизнес-структур, а также их зарубежные партнеры. На полях форума состоялось несколько конструктивных диалогов, в ходе которых был выработан целый ряд решений, в том числе направленных на совершенствование транспортной инфраструктуры России и Евразии.

Деловая программа мероприятия включила в себя ряд ключевых тематических направлений, организованных для обсуждения стратегий развития отрасли, а также выставку современной техники и инновационных технологий. В рамках форума ведущими российскими компаниями был представлен целый ряд передовых решений, применяемых на железнодорожном, морском, речном

транспорте, в авиации и дорожном строительстве.

Представители крупнейших организаций, министры транспорта России и дружественных стран обсудили вопросы интеграции, развития международных транспортных коридоров, укрепление транспортного потенциала и мировой логистической сети. Центральными темами международного диалога стали цифровизация и модернизация инфраструктуры, повышение скорости и безопасности перевозок, совершенствование международных норм права, подготовка кадров, интеграция усилий России и дружественных стран в сфере транспорта.

На круглом столе «Построение сети скоростных автомобильных дорог ЕАЭС, в том числе платных: синхронизация планов стран Союза и иных сопредельных государств, создание новых эффективных автодорожных логистических

маршрутов» заместитель министра транспорта РФ Игорь Костюченко, выступивший модератором мероприятия, отметил, что транспортная инфраструктура – это, прежде всего, порядок, включающий надлежащее состояние дорог, безопасность движения и комфортные услуги для пользователей на всем пути следования.

В этой связи эксперты рассмотрели несколько особенно важных вопросов, касающихся проектирования, строительства и эксплуатации скоростных дорог, а также внедрения новейших научно-технологических решений, обеспечивающих высокий уровень безопасности и комфорта передвижения.

«Мы активно развиваем сеть российских автомобильных дорог. В рамках действующего законодательства РФ определена государственная компания «Российские автомобильные дороги», которая отдельно отвечает за развитие и совершенствование институтов платных дорог. Совместными усилиями профильных организаций и ведомств мы строим скоростные транспортные артерии, в том числе от Санкт-Петербурга до Екатеринбурга и Севастополя», – прокомментировал Игорь Костюченко.

Что касается крупных инфраструктурных объектов на сети бесплатных автомобильных дорог федерального значения, то было отмечено, что они грамотно встраиваются в общую национальную дорожную систему и синхронизируются со скоростными платными автомагистралями.

«Благодаря поддержке Минтранса России, Минэкономразвития России и участию субъектов РФ мы организовали огромную работу по формированию опорной сети ав-

томобильных дорог в Российской Федерации. В нее вошли как федеральные трассы, так и ключевые региональные. Сегодня опорная сеть насчитывает 140,6 тыс. км и практически закрывает потребность населения в 82 млн человек. Развитие опорной сети прогнозируется и дальше», – сообщил руководитель Росавтодора Роман Новиков, добавив, что большое внимание, несомненно, уделяется и строительству обходов городов.

Роман Витальевич также уделил внимание тем положительным эффектам, которые наблюдаются после ввода крупных проектов. Так, например, по результатам строительства обхода Нижнекамска и Набережных Челнов в Республике Татарстан снизилась ежедневная нагрузка на городскую сеть на 12 тыс. автомобилей, при этом ориентировочно на 27% снизилось время в пути (с 1 часа 15 минут до 55 минут).

«Уже сегодня жители и гости нашей страны могут доехать от Санкт-Петербурга до Севастополя и от Севастополя до Екатеринбурга через Москву по автомобильным дорогам в четырехполосном исполнении. Дальнейшая модернизация Азово-Черноморского кольца позволит создать единый южный коридор для грузового, пассажирского и туристического движения и свяжет Ростов-на-Дону, Приазовье, Крым и Краснодарский край. Время в пути вокруг Азовского моря сократится на пять часов, а пропускная способность возрастет в три раза», – резюмировал спикер.

Председатель правления государственной компании «Автодор» Вячеслав Петушенко, говоря о формировании опорной сети скоростных магистралей, охватывающих фактически всю страну по направлениям Север – Юг и Запад – Восток, отметил, что на данный момент общая протяженность дорожной сети нашей страны составляет около 6 тыс. км. Бесшовные скоростные коридоры открывают совершенно новые возможности как для автомобилистов, так и для бизнеса за счет сокра-

щения логистических издержек и уменьшения времени в пути вдвое.

Вячеслав Петрович напомнил, что в прошлом году ГК «Автодор» совместно с основным владельцем автомобильных дорог федерального значения – Федеральным дорожным агентством – реализовали масштабный проект на транспортном коридоре «Запад – Восток». Это один из уникальных проектов, где специалисты разных дорожных организаций совместно реконструировали и построили протяженный и стратегически важный участок от Казани до Екатеринбурга. Европейская часть Российской Федерации теперь имеет современную скоростную платную дорогу, которая позволяет водителям заметно сократить время в пути. По словам Вячеслава Петушенко, в планах – строительство новой скоростной трассы на транспортном коридоре «Россия» от Санкт-Петербурга до Владивостока и ряд других масштабных проектов на транспортных коридорах.

Руководитель Госкомпании «Автодор» добавил, что Шанхайской организацией сотрудничества определены направления формирования автодорожного каркаса в рамках развития международного транспортного коридора Европа – Западный Китай от Санкт-Петербурга до Урумчи (Китай) протяженностью около 2,4 тыс. км. На сегодняшний день госкомпанией уже завершено формирование почти двух третей от всего маршрута на территории России.

Продолжив обсуждение, председатель комиссии Государственного Совета Российской Федерации по направлению «Эффективная транспортная система», глава Республики Бурятия Алексей Цыденов отметил, что сегодня к скоростным дорогам предъявляются новые требования. Теперь, например, важно предусмотреть стандарты навигации и связи для беспилотного движения. Также на логистических маршрутах в самое ближайшее время

необходимо будет разработать такие технические решения, как спутниковая и оптическая навигация, качественная, надежная и бесперебойная мобильная связь, а также интернет-покрытие на всем пути следования.

Участники круглого стола, приехавшие из других стран, поддержав тему, предложили подумать над сервисом для беспилотников. По мнению международных экспертов, каждому перевозчику в беспилотном режиме и владельцу такого вида транспорта будет накладно создавать свою службу сервиса, что, несомненно, отразится на снижении экономических эффектов от беспилотных перевозок. Вместе с тем повысить доступность таких перевозок способен единый сервис.

Экспертами было отмечено, что использование технологий искусственного интеллекта обеспечивает высокую точность идентификации транспортных средств даже в суровых условиях северного климата.

В рамках дорожного блока выставки, организованной на полях Форума, Госкомпания «Автодор» продемонстрировала собственные разработки по проектированию и строительству скоростных магистралей, а также интеллектуальные транспортные системы и технологические решения: лабораторию иммерсивных технологий для создания «цифровых двойников» транспортных объектов с высокой точностью и детализацией, онлайн-сервис мониторинга объектов строительства – цифровой модуль «Автоинспектор», безбарьерную систему взимания платы «Свободный поток», автоматизированную систему управления дорожным движением, которая включает подсистемы выявления инцидентов и информирования участников дорожного движения, метеомониторинга, видеонаблюдения.

Отдельный интерес представляли опытные разработки Научного центра Министерства транспорта

Российской Федерации, Ассоциации «Цифровой транспорт и логистика» и компании «ВАД».

АО «ВАД», крупнейшая дорожно-строительная компания, которая выступила бизнес-партнером Международного транспортно-логистического форума, активно участвует в выполнении поручений Президента России по совершенствованию федеральной дорожной сети, в том числе в составе международных транспортных коридоров.

Представители АО «ВАД», принявшие участие в МТЛФ, уделили большое внимание продлению сроков службы дорожных покрытий. Об этой важной для развития дорожной отрасли задаче на открытии форума напомнил руководитель Росавтодора Роман Новиков. По его словам, новый шестилетний план дорожной деятельности предусматривает 6,7 трлн рублей, однако подход «качество ради долговечности» возможен только с применением современных технологий и материалов. Среди них полимерно-битумные вяжущие, которые за последние годы нашли в стране системное применение. К успешным примерам была отнесена трасса «Таврида», генеральным подрядчиком строительства которой стало АО «ВАД».

Эта дорога была построена пять лет назад по методологии объемно-функционального проектирования. На сегодняшний день, несмотря на восьмикратный рост интенсивности движения и смешанный состав транспортного потока, дефекты асфальтобетона на главной транспортной артерии Крыма отсутствуют.

Еще одним кейсом из практики АО «ВАД» стал ремонт Невского проспекта в Санкт-Петербурге. Главный технолог компании Дмитрий Пахаренко отметил, что с каждым ремонтом приходится решать разные задачи: растет интенсивность потоков, увеличивается износ от шипованных шин, меняются состав общественного транспорта и характерные нагрузки



ки. Специалисты применяют все более сложные комбинации исследований и технологий. Среди них гибридная модификация битума. «За счет введения двух видов полимеров мы снизили глубину колеи от прокатывания колеса на 37% и на 13% увеличили модуль упругости асфальтобетона», – прокомментировал Дмитрий Пахаренко.

Об опыте использования полимерно-битумных вяжущих говорилось в ходе состоявшейся на площадке Международного транспортно-логистического форума XIV Межотраслевой конференции «PRO Битум и ПБВ». К основным темам конференции были отнесены выполнение государственных планов в дорожной отрасли, обеспечение дорожного хозяйства битумными материалами и реализация национального проекта «Инфраструктура для жизни». Отдельное внимание уделялось развитию нормативной базы, обеспечению битумными вяжущими дорожной отрасли в странах СНГ и БРИКС.

Начальник управления технической политики и инновационных технологий Госкомпании «Автодор» Константин Могильный рассказал о необходимости систематизации накопленного опыта использования полимерно-битумных вяжущих.

«Функциональные особенности и многие другие характеристики дорожных материалов тщатель-

но проверяются. Это направление требует высокой квалификации представителей профессионального сообщества. Так, проверка работоспособности материалов и технологий определяется результатами промышленного внедрения с оценкой функциональных параметров и эксплуатационных расходов. Мы рассматриваем, в том числе, и использование полимер-битумного вяжущего, которое необходимо для производства горячего асфальтобетона. Оно применяется в дорожном строительстве на протяжении последних 30 лет.

В связи с этим специалисты Автодора предлагают систематизировать накопленный многолетний опыт. В частности, реализовать «Программу долгосрочных исследований применения полимер-битумных вяжущих». По итогам масштабных исследовательских работ инженерное сообщество получит общую базу дорожных данных. Они могут быть использованы для получения наиболее экономичных технических решений при проектировании конструкций дорожных одежд с учетом растущих нагрузок и изменяющегося климата», – отметил эксперт.

Благодаря структурированию большого массива данных будут эффективнее распределяться ресурсы на всех этапах строительно-монтажных работ, уменьшится срок реализации инфраструктурных проектов на автодорогах.

# РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ЗАТРАТ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В настоящее время в строительной отрасли Российской Федерации, включая дорожное хозяйство, продолжается реализация мероприятий по совершенствованию системы ценообразования и сметного нормирования.

В рамках этих мероприятий для определения стоимости проектных работ ведется переработка Справочников базовых цен на проектные работы путем разработки новых нормативных затрат на работы по подготовке проектной документации и на работы по инженерным изысканиям (далее – НЗ).

Приказами Минстроя России уже утверждено 20 НЗ, регламентирующих определение затрат на работы по подготовке проектной документации в разных отраслях, в том числе и по инженерным изысканиям.

Указанные документы внесены в федеральный реестр сметных нормативов, а следовательно, являются обязательными при определении сметной стоимости работ по подготовке проектной документации / инженерным изысканиям с привлечением бюджетных источников финансирования.

Деятельность по разработке новых НЗ или актуализации утвержденных НЗ осуществляется в соответствии с:

- разделом II Плана утверждения (актуализации) сметных нормативов на соответствующий год;
- Методикой определения стоимости работ по подготовке проектной документации, утвержденной приказом Минстроя России от 01.10.2021 № 707/пр (далее – Методика № 707/пр);
- Методикой определения стоимости работ по инженерным изысканиям, утвержденной приказом

Минстроя России от 09.01.2024 № 1/пр (далее – Методика № 1/пр).

В 2025–2026 годах произошли три важных события для дорожной отрасли.

Первое событие – это утверждение приказом Минстроя России от 03.02.2025 № 51/пр нормативных затрат на работы по подготовке проектной документации для строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог, их конструктивных элементов и сооружений на них (далее – НЗ на АД). Указанный документ разрабатывался ФАУ «РОСДОРНИИ» совместно с представителями проектного дорожного сообщества с 2021 года взамен действующего с 2007 года Справочника базовых цен на проектные работы для строительства «Автомобильные дороги общего пользования» (далее – Справочник). С момента разработки Справочника прошло 15 лет. За этот период многое поменялось в нормативной базе. При разработке НЗ на АД использовались данные 44 объектов-представителей, получивших положительные заключения органов экспертизы, проектирование которых осуществлялось в период с 2014 по 2023 год.

Вторым событием стало утверждение приказом Минстроя России от 23.12.2025 № 837/пр впервые разработанных нормативных затрат на работы по подготовке проектной документации для проектирования систем транс-

портной безопасности на автомобильных дорогах и сооружений, обеспечивающих их функционирование (далее – НЗ на СТБ). НЗ на СТБ, предназначенные для определения сметной стоимости работ при разработке проектной и рабочей документации с целью создания технических средств обеспечения транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте автомобильных дорог общего пользования, разрабатывались совместно с представителями проектного дорожного сообщества с 2021 года. При разработке нового документа использовались данные 16 объектов-представителей, получивших положительные заключения органов экспертизы, проектирование которых осуществлялось в период с 2016 по 2023 год.

Третье событие – это утверждение приказом Минстроя России от 07.04.2026 № 216/пр нормативных затрат на работы по подготовке проектной документации для интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах и сооружениях на них (далее – НЗ на ИТС). НЗ на ИТС также разрабатывались совместно с представителями проектного дорожного сообщества с 2021 года. Разработанный впервые, этот документ предназначен для определения сметной стоимости работ при разработке проектной и рабочей документации для интеллектуальных транспортных систем и их конструктивных элементов при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте автомобильных дорог общего пользования. При разработке нового документа использовались

данные 24 объектов-представителей, получивших положительные заключения органов экспертизы, проектирование которых осуществлялось в период с 2016 по 2023 год.

Кроме того, специалистами ФАУ «РОСДОРНИИ» разработаны нормативные затраты на работы по обследованию автомобильных дорог и сооружений на них (далее – НЗ на обследование). Они получили положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России», рассмотрены на заседании Научно-экспертного совета по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве при Минстрое России и рекомендованы для утверждения Минстроем России. В настоящее время они находятся на утверждении в Минстрое России. НЗ на обследование разрабатывались совместно с представителями проектного дорожного сообщества с 2023 года.

Документ был разработан впервые и устанавливает порядок определения стоимости работ по обследованию автомобильных дорог общего пользования и сооружений на них и применяется при определении стоимости работ, выполняемых при подготовке проектной документации для строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.

При разработке нового документа использовались данные 59 объектов-представителей, получивших положительные заключения органов экспертизы, проектирование которых осуществлялось в период с 2019 по 2023 год. В отличие от всех других НЗ (НЗ на АД, НЗ на ИТС, НЗ на СТБ), разработанных ФАУ «РОСДОРНИИ» с использованием положений Методики № 707/пр, НЗ на обследование разрабатывались в соответствии с требованиями Методики № 1/пр. Следовательно, были разработаны показатели затрат на полевые и камеральные работы в отношении обследования автомобильных дорог и мостов.

В настоящее время, в соответствии с Планом утверждения (актуализации) сметных нормативов на 2026 год, утвержденным приказом Минстроя России от 26.12.2025 № 851/пр (далее – План на 2026 год), ФАУ «РОСДОРНИИ» осуществляет работу по разработке (актуализации) пяти НЗ.

Разрабатывает нормативные затраты на:

- разработку документации по планировке территории автомобильных дорог (далее – НЗ на ДПТ);
- работы по экономическим изысканиям для автомобильных дорог (далее – НЗ на ЭИ);
- проектирование мероприятий по обеспечению доступа малоавтомобильных групп населения к объектам транспортной инфраструктуры (далее – НЗ на ММГН).

Актуализирует нормативные затраты на:

- работы по подготовке проектной документации для создания инженерной защиты территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов, утвержденные приказом Минстроя России от 13.12.2023 № 912/пр (далее – НЗ на ИЗ);
- работы по подготовке проектной документации для строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог, их конструктивных элементов и сооружений на них, утвержденные приказом Минстроя России от 03.02.2025 № 51/пр (далее – НЗ № 51/пр).

В соответствии с техническим заданием Росавтодора и Планом на 2026 год ФАУ «РОСДОРНИИ» осуществляется разработка трех НЗ (разработка НЗ на ДПТ и ЭИ, актуализация НЗ на ИЗ).

В отношении этих документов:

- сформированы предварительные составы работ;
- рассчитаны предварительные параметры цен проектных работ;
- подготовлены предварительные тексты НЗ на ДПТ, ЭИ, ИЗ.

В течение 2026 года планируется пройти проверку в ФАУ «Главгосэкспертиза России» и получить положительные заключения.

Вместе с тем ФАУ «РОСДОРНИИ» в 2026 году приступило к формированию состава работ, необходимого для:

- актуализации НЗ № 51/пр путем включения отсутствующих работ, выявленных по результатам мониторинга правоприменительной практики;
- разработки НЗ на ММГН.

Разработка указанных документов запланирована на 2026–2027 годы. На данный момент сформированы запросы о предоставлении исходных данных по объектам-представителям в адрес федеральных казенных учреждений, подведомственных Федеральному дорожному агентству, Государственной компании «Автодор», органов управления дорожным хозяйством. В течение 2027 года планируется рассчитать параметры цен проектных работ, сформировать тексты НЗ, пройти проверку в ФАУ «Главгосэкспертиза России» и получить положительные заключения.

Учитывая изложенное, за пять лет ФАУ «РОСДОРНИИ» удалось сделать масштабную работу:

- три документа уже утверждены Минстроем России (НЗ на АД, НЗ на СТБ, НЗ на ИТС);
- один документ получил положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» и готовится к утверждению Минстроем России (НЗ на обследование);
- пять документов находятся в разработке ФАУ «РОСДОРНИИ» (НЗ на ДПТ, ЭИ, ИЗ, № 51/пр, ММГН).

Таким образом, в будущем при определении стоимости проектных работ отрасль дорожного хозяйства будет использовать новые НЗ. Это будет способствовать отражению фактической стоимости проектных работ в сфере дорожного хозяйства.

**И.В. Шабарчина,**

канд. экон. наук,  
заместитель директора  
департамента ценообразования  
ФАУ «РОСДОРНИИ»,  
доцент кафедры  
«Экономика дорожного хозяйства»  
МАДИ

# АНАЛИЗ СМЕТНОЙ ПРИБЫЛИ В ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Одним из пунктов «дорожной карты» совершенствования ценообразования в строительной отрасли РФ до 2030 года является рассмотрение предложений по установлению возможности перехода на расчет сметной прибыли от прямых затрат (за исключением стоимости строительных материалов).

Национальным объединением строителей с Минстроем России и рядом исследовательских учреждений обсуждается возможная новая методология расчета строительных затрат. Итоговой целью данной инициативы, по словам Павла Малахова, заместителя руководителя аппарата НОСТРОИ, является разработка методики, «которая позволила бы строительным компаниям получать справедливую прибыль, позволяющую подрядчикам не только выживать, но и реинвестировать ее в технику, обновлять парк и развиваться».

В соответствии с положениями Методики применения сметных норм, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 14 июля 2022 года № 571/пр, сметные нормы разработаны на основе принципа усреднения, исходя из условий применения прогрессивных и рациональных методов организации строительного производства с использованием современных строительных машин и механизмов, строительных материалов, изделий и конструкций, обеспечивающих безопасность и потребительские свойства создаваемой строительной продукции. Система сметного нормирования не привязана к конкретным объектам строительства, а также к фактическим затратам исполнителя работ.

Как правило, заложенные в сметной документации средства в виде сметной прибыли не отражают и не соизмеримы с реальной прибылью строительных организаций по следующим причинам:

1. Принцип нормативного исчисления сметной прибыли от фонда оплаты труда, уровень которого не соотносится с реальным уровнем оплаты труда в строительстве;
2. Нивелирование реальной прибыли организации ростом цен на строительные материалы и прочие ресурсы, вызванные инфляционными изменениями;
3. Исключение из сметной документации части затрат, которые фактически несут подрядные организации.

В 2022 году специалистами АО «Институт «Стройпроект» (входит в ГК «Нацпроектстрой») был проведен анализ величины сметной прибыли и накладных расходов в проектно-сметной документации по объектам транспортной инфраструктуры. На тот момент сметная документация по анализируемым объектам была разработана базисно-индексным методом на основании федеральной сметной нормативной базы 2020 года. При анализе величины накладных расходов и сметной прибыли по проектам, реализованным в различных субъектах РФ было показано, что накладные расходы составляли 3,23–4,50% от прямых затрат по главам 1–7, сметная прибыль составляла 1,98–3,03% от прямых затрат и накладных расходов.

В период 2020–2022 годов были введены и дополнены Методики по определению нормативов накладных расходов и сметной прибыли, которые используются и сегодня:

- Методика по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении

сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства (приказ 774/пр от 11 декабря 2020 года; приказ 317/пр от 22 апреля 2022 года);

- Методика по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства (приказ 812/пр от 21 декабря 2020 года; приказ 636/пр от 02 сентября 2021 года; приказ 611/пр от 26 июля 2022 года).

Несмотря на увеличение нормативов накладных расходов по видам работ «Автомобильные дороги» (со 142% до 147%) и «Мосты и трубы» (со 110% до 140%) и сметной прибыли (с 95% до 134% и с 80% до 93% соответственно), в сравнении с нормами методических указаний МДС 81-33.2004 и МДС 81.25.2001, стоимость объектов при применении актуализированных нормативов увеличивалась менее чем на 1–2% в связи с величиной доли заработной платы в структуре элементов прямых затрат (рис. 1).

С 25 февраля 2023 года, в соответствии с приказом Минстроя России № 1133/пр от 27 декабря 2022 года, вступила в действие федеральная сметно-нормативная база в уровне цен по состоянию на 1 января 2022 года (ФСНБ-2022), действующая на сегодняшний день с изменениями 1–17. В течение 2023–2024 годов выполнялись многочисленные сравнения базисно-индексного (БИМ) и ресурсно-индексного (РИМ) методов; результаты этих сравнений представляли все участники инвестиционно-строительного процесса: проектные и подрядные организации, Главгосэкспертиза, заказчики.

Вид работ	Нормативные документы для накладных расходов, %						Нормативные документы для сметной прибыли, %					
	МДС 81-33.2004	812/нр	812/нр, 636/нр	812/нр, 636/нр	812/нр, 636/нр, 611/нр	Δ, %	МДС 81-25.2001	774/нр	774/нр	774/нр, 317/нр	774/нр, 317/нр	Δ, %
	до 2020 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г.	2022 г.		до 2020 г.	2020 г.	2020 г.	2022 г.	2022 г.	
Мосты и трубы	110	122	140	140	140	30	80	80	80	93	93	13
Дороги	142	126	147	147	147	5	95	95	95	134	134	39

Рис. 1. Изменения нормативов НР и СП

Отклонения различались, но в одном результате сходились однозначно: при переходе на ресурсно-индексный метод произошли существенные изменения в структуре затрат. Например, при анализе искусственных сооружений на автомобильных дорогах было показано, что фонд оплаты труда вырос более чем в 3 раза при расчете сметной стоимости строительства с применением РИМ, составив до 10–12% в общей структуре затрат по объектно-сметному расчету.

Кратное увеличение фонда оплаты труда отразилось на величине накладных расходов и сметной прибыли, размер которых тоже кратно вырос: НР составили около 15%, а СП – около 10% в структуре общих затрат по объектно-сметному расчету на искусственное сооружение (рис. 2).

Но, несмотря на этот факт, к 2026 году и НОСТРОИ, и представители подрядных организациях говорят не об увеличении прибыли, а о «выживании». Основными «нормативными» причинами такой ситуации являются:

1. Снижение (при переходе на РИМ) среднего разряда рабочих и количества машиночасов в ряде основных государственных элементных сметных норм, используемых при определении стоимости строительства линейных объектов;
2. Несоответствие сметной заработной платы рыночным значениям (на этом показателе остановимся подробнее).

Согласно данным государственной статистики, среднемесячная номинальная заработная плата

Наименование элемента сметной стоимости	Структура затрат при расчете БИМ, % (от сметной стоимости)	Структура затрат при расчете РИМ, % (от сметной стоимости)	Отклонение, %
Фонд оплаты труда	3,71%	12,03%	8,32%
Накладные расходы	4,99%	15,04%	10,05%
Сметная прибыль	3,30%	9,64%	6,34%
Материальные ресурсы	77,97%	54,87%	-23,10%
Эксплуатация машин	8,58%	6,75%	-1,83%
Перевозки	1,45%	1,67%	0,22%
Итого	100,00%	100,00%	

Рис. 2. Пример сравнения структуры затрат при расчете сметной стоимости железобетонного моста БИМ и РИМ

в строительстве автомобильных и железных дорог к четвертому кварталу 2025 года составляет 107 638,4 рублей (рис. 3). В то же время, по данным сплит-формы для Новосибирской области, заработная плата рабочего для разряда 4,2 (при строительстве нетиповых искусственных сооружений) составляет 73 706,79 рублей. И рост заработной платы

за период со второго квартала 2023 года по четвертый квартал 2025 года, по данным статистики, практически на 10% больше, чем по данным сплит-формы (рис. 4 и график к нему). При этом заработная плата является базой для расчета сметной прибыли. В перечень затрат, учитываемых при разработке нормативов сметной прибыли по видам работ, входят

	Российская Федерация		Российская Федерация без учета новых субъектов (с 01.01.2023)		
	2021	2022	2023	2024	2025
январь	45 491	52 462,8	61 725,9	74 644	91 644,3
февраль	47 551,7	54 991,3	64 371,5	81 284,9	92 112
март	51 383,3	62 697,9	71 294,1	85 401,5	97 358,4
апрель	51 860,4	62 826,6	71 914,8	86 770,3	101 105,7
май	52 370,1	66 039	74 800,1	88 349,4	103 041,2
июнь	56 451,6	68 100,8	78 138,4	90 220,1	106 224,5
июль	55 980,3	69 221,1	82 888,7	94 537,2	109 528,8
август	56 649,8	69 164,5	79 139,9	94 413	106 663,9
сентябрь	56 407,3	69 611,7	78 473,8	93 182	107 164,7
октябрь	58 206,5	69 237,5	81 880,3	100 063,5	113 431,2
ноябрь	57 085,4	69 044,1	80 706,9	97 308,9	107 638,4
декабрь	71 101,5	82 933,1	96 850,6	115 740,9	

Рис. 3. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата (рубли) - строительство автомобильных и железных дорог

Период	Данные статистики, руб.	Отклонение относительно предыдущего квартала	Данные сплит-формы НО, руб.*	Отклонение относительно предыдущего квартала
2 квартал 2023	74 800,10		54 958,89	
3 квартал 2023	79 139,90	5,80%	55 660,81	1,28%
4 квартал 2023	80 706,90	1,98%	56 693,05	1,85%
1 квартал 2024	81 284,90	0,72%	57 686,43	1,75%
2 квартал 2024	88 349,40	8,69%	61 198,47	6,09%
3 квартал 2024	94 413,00	6,86%	62 009,69	1,33%
4 квартал 2024	97 308,90	3,07%	63 836,15	2,95%
1 квартал 2025	92 112,00	-5,34%	64 742,09	1,42%
2 квартал 2025	103 041,20	11,87%	69 553,55	7,43%
3 квартал 2025	106 663,90	3,52%	72 283,52	3,92%
4 квартал 2025	107 638,40	0,91%	73 706,79	1,97%
<b>Отклонение за период</b>		<b>43,90%</b>		<b>34,11%</b>

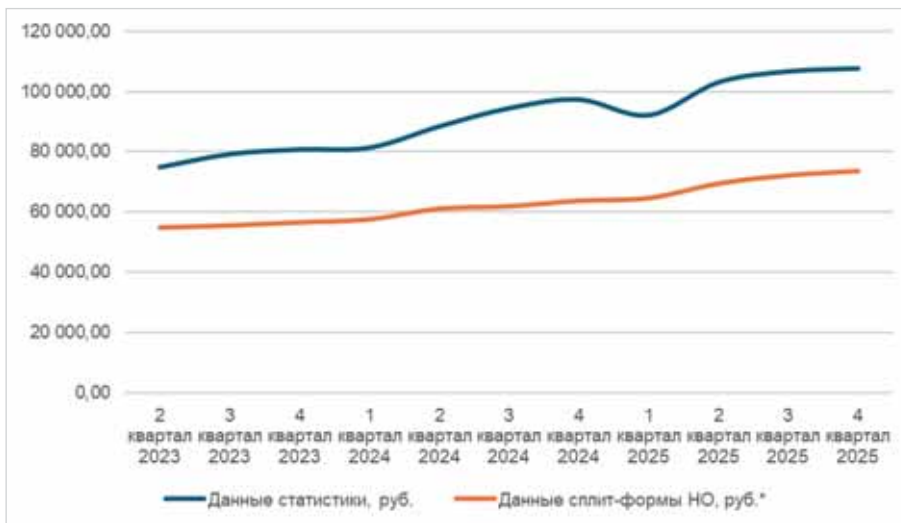


Рис. 4. Изменение заработной платы по данным статистики и сплит-формы (Новосибирская область)

затраты (п. 7 Методики 774/пр в редакции 317/пр):

- на приобретение, модернизацию (реконструкцию) объектов основных средств или возобновление производства (связанные с интеграцией новейших технологий, модернизацией производственно-

го процесса, **приобретение дополнительных более совершенных и эффективных средств производства** и иные аналогичные затраты);

- на материальное стимулирование работников;

- на пополнение оборотных денежных средств, которые находятся на

счетах организаций, необходимых для покрытия предстоящих расходов, связанных с их подрядной деятельностью (включая затраты на оплату процентов за пользование банковскими кредитами и займами, полученными для приобретения материалов, изделий и конструкций в рамках исполнения договоров подряда и иные аналогичные затраты);

- на уплату налога на прибыль организаций.

Существующий механизм расчета накладных расходов и сметной прибыли делает применение более эффективных машин и механизмов невыгодным для подрядной организации, и потому является одной из причин низких темпов роста производительности труда. По-прежнему сохраняются формулы расчета в действующих методиках, предусматривающие уменьшение величины сметной прибыли и накладных расходов при росте производительности труда (сокращении доли заработной платы рабочих и механизаторов в стоимости строительства). Кроме того, более производительные машины и механизмы имеют более высокую стоимость машиночаса, требуют больше расходов на ремонт и обслуживание, при этом сметная заработная плата в ряде случаев остается неизменной.

Например, оплата труда машинистов для кранов на специальном шасси автомобильного типа одинакова для грузоподъемности от 130 т (ФСЭМ-91.05.09-009) до 750 т (ФСЭМ-91.05.09-512) – при почти четырехкратной разнице в стоимости машиночаса (рис. 5). Аналогичная ситуация и с кранами на гусеничном ходу – оплата труда не меняется для кранов грузоподъемностью от 220 т (ФСЭМ-91.05.06-024) до 1000 т (ФСЭМ-91.05.06-040), и с гусеничными асфальтоукладчиками – при различной ширине укладки и производительности от 600 т/час (ФСЭМ-91.08.01-024) до 1100 т/час (ФСЭМ-91.08.01-001).

Динамику изменения величины и доли сметной прибыли в сметной стоимости поквартально

Номера расценок	ФСНБ-2022 (с Изм. 1-17)		Единица измерения	Сметная цена на экпл. машин (ЭМ) без учета Отм	Оплата труда машинистов (Отм)
	Обоснование	Наименование машин и техническая характеристика			
<b>Группа 91.05.09 Краны на специальном шасси автомобильного типа</b>					
ФСЭМ-91.05.09-002	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 180 т	маш.-ч	9 248,66	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-004	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность до 25 т	маш.-ч	1 468,80	482,05	
ФСЭМ-91.05.09-005	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 50 т	маш.-ч	5 216,80	514,69	
ФСЭМ-91.05.09-008	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 300 т	маш.-ч	14 644,63	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-009	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 130 т	маш.-ч	8 917,60	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-010	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 200 т	маш.-ч	9 939,92	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-011	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 250 т	маш.-ч	10 873,31	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-012	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 350 т	маш.-ч	19 408,21	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-013	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 400 т	маш.-ч	21 722,99	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-014	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 500 т	маш.-ч	28 005,55	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-015	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 90 т	маш.-ч	6 804,16	1 064,54	
ФСЭМ-91.05.09-016	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 95 т	маш.-ч	7 528,04	1 064,54	
ФСЭМ-91.05.09-017	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 110 т	маш.-ч	8 140,73	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-018	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 150 т	маш.-ч	9 178,87	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-019	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 230 т	маш.-ч	10 589,38	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-020	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 650 т	маш.-ч	30 339,41	1 147,38	
ФСЭМ-91.05.09-021	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 40 т	маш.-ч	4 099,37	482,05	
ФСЭМ-91.05.09-022	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 60 т	маш.-ч	5 784,67	996,74	
ФСЭМ-91.05.09-502	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 100 т	маш.-ч	7 949,39	1 064,54	
ФСЭМ-91.05.09-512	Краны на специальном шасси автомобильного типа, грузоподъемность 750 т	маш.-ч	34 195,39	1 147,38	

Рис. 5. Федеральные сметные цены на эксплуатацию машин и механизмов

		1 кв. 2024	2 кв. 2024	3 кв. 2024	4 кв. 2024	1 кв. 2025	2 кв. 2025	3 кв. 2025	4 кв. 2025	1 кв. 2026	
Устройство покрытия А22Нт, толщиной 7 см (нижний слой)	Мат	94,24%	94,13%	94,12%	93,99%	93,95%	93,85%	93,77%	93,65%	93,53%	
	Новгородская область	ЭММ	2,85%	2,84%	2,84%	2,88%	2,99%	2,93%	2,92%	2,96%	3,04%
		ФОТ	0,76%	0,80%	0,80%	0,82%	0,80%	0,85%	0,87%	0,89%	0,90%
		НР	1,12%	1,17%	1,18%	1,21%	1,18%	1,24%	1,28%	1,31%	1,32%
		СП	1,02%	1,07%	1,07%	1,10%	1,08%	1,13%	1,16%	1,19%	1,21%
		1 кв. 2024	2 кв. 2024	3 кв. 2024	4 кв. 2024	1 кв. 2025	2 кв. 2025	3 кв. 2025	4 кв. 2025	1 кв. 2026	
Устройство покрытия А22Нт, толщиной 7 см (нижний слой)	Мат	92,84%	92,79%	93,17%	93,92%	93,26%	94,30%	94,45%	94,14%	93,16%	
	Новосибирская область	ЭММ	3,31%	3,25%	3,04%	2,69%	3,10%	2,54%	2,42%	2,56%	3,00%
		ФОТ	1,01%	1,04%	1,00%	0,89%	0,96%	0,83%	0,82%	0,87%	1,01%
		НР	1,49%	1,53%	1,46%	1,31%	1,40%	1,22%	1,21%	1,28%	1,48%
		СП	1,35%	1,39%	1,33%	1,19%	1,28%	1,11%	1,10%	1,16%	1,35%
		1 кв. 2024	2 кв. 2024	3 кв. 2024	4 кв. 2024	1 кв. 2025	2 кв. 2025	3 кв. 2025	4 кв. 2025	1 кв. 2026	
Устройство покрытия А22Нт, толщиной 7 см (нижний слой)	Мат	93,56%	93,49%	93,54%	94,10%	93,29%	92,39%	92,20%	92,15%	92,06%	
	Ленинградская область	ЭММ	2,96%	2,93%	2,89%	2,62%	3,08%	3,03%	3,03%	3,03%	3,10%
		ФОТ	0,91%	0,94%	0,94%	0,86%	0,95%	1,20%	1,25%	1,26%	1,27%
		НР	1,34%	1,38%	1,38%	1,27%	1,40%	1,77%	1,84%	1,86%	1,87%
		СП	1,22%	1,26%	1,25%	1,15%	1,28%	1,61%	1,67%	1,69%	1,70%

можно отслеживать, в том числе по отдельным видам работ, выполняемых при строительстве дорог (например, устройство покрытий – рис. 6 и график к нему) и искусственных сооружений (например, монтаж сборных железобетонных балок пролетного строения). Так, при устройстве дорожных покрытий для Новгородской области (синяя линия) за два года доля сметной прибыли увеличилась с 1,02% до 1,21%; для Новосибирской области (темно-синяя линия), изменяясь ежеквартально, осталась на прежнем уровне; для



Рис. 6. Изменение доли сметной прибыли (ГЭСН27-06-031-01, ГЭСН27-06-032-01)

Вид экономической деятельности (согласно ОКВЭД-2)	2024 год
	Налоговая нагрузка, %
ВСЕГО	11,6
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство, рыбоводство - всего	4,9
Обрабатывающие производства - всего	7,6
Производство металлургическое и производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	5,6
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха - всего	7,2
Строительство	14,4
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов - всего	3,4
Транспортировка и хранение - всего	6

Рис. 7

Вид экономической деятельности (согласно ОКВЭД-2)	2024 год
	Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг), %*
Всего	12,7
сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	22,4
добыча полезных ископаемых	27,7
обрабатывающие производства	14,7
производство металлургическое	16,2
обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	10,2
строительство	9,8
транспортировка и хранение	13

Рис. 8

Ленинградской области (голубая линия) – выросла с 1,22% до 1,70%.

Помимо «нормативных» причин сложных с финансовой точки зрения для подрядчиков условий, существуют и рыночные. Для понимания текущей экономической ситуации, в которой работают подрядчики, обратимся к информации Федеральной налоговой службы от 7 мая 2025 года. Первый показатель – «Сведения о среднеотраслевых показателях налоговой нагрузки, рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг и рентабельности активов организаций по видам экономической деятельности, характеризующих финансово-хозяйственную деятельность налогоплательщиков за 2024 год». Налоговая нагрузка рассчитана как отношение суммы налогов и сборов по данным официальной статистической отчетности ФНС России к обороту организаций по данным Росстата, умноженное на 100%. В 2024 году налоговая нагрузка на строительные организации выше средней – 14,4%, при среднем значении 11,6% (см. рис. 7).

Второй показатель – рентабельность проданных товаров,

(продукции, работ, услуг) – соотношение между величиной сальдированного финансового результата (прибыль минус убыток) от продажи товаров (продукции, работ, услуг) и себестоимостью проданных товаров (продукции, работ, услуг) с учетом коммерческих и управленческих расходов. В том случае, если получен убыток от продажи товаров (продукции, работ, услуг), имеет место убыточность. В 2024 году рентабельность строительных работ ниже средней – 9,8%, при среднем значении 12,7% (см. рис. 8).

Существенную неопределенность вносит вероятность пересмотров финансирования национальных проектов. Возможное перераспределение средств между ними осложняет планирование строительной деятельности. Государственный заказчик может неожиданно приостановить реализацию проекта или резко его разморозить, а компаниям может быть сложно в максимальные сроки мобилизовать свои ресурсы и быстро выйти на объект или перебросить сотрудников с замороженного объекта на активный.

**В качестве мер для поддержки подрядных организаций, стимулирования внедрения инновационных технологий и повышения производительности труда можно предложить:**

1. Изменить принцип расчета сметной прибыли.
2. Установить конкурентоспособную (не ниже других отраслей реального сектора экономики) норму прибыли.
3. Ввести порядок пересмотра нормы прибыли исходя из фактического изменения уровня инфляции.
4. Дорабатывать методические подходы в сфере ценообразования, основываясь на анализе сметной документации и фактической стоимости реализации проектов, в которых стоимость строительства определена ресурсно-индексным методом.

**А.Ю. Вишневецкая,**  
заместитель начальника  
управления экономики  
строительства – главный  
экономист проекта,

**М.И. Киржакова,**  
ведущий инженер управления  
экономики строительства  
АО «Институт «Стройпроект»  
(входит в ГК «Нацпроектстрой»)



## КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

### СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО

Разработка и производство передвижных лабораторий, измерительных систем, приборов и оборудования

### СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Разработка и внедрение специализированного программного обеспечения

### МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Калибровка, поверка, гарантийное и постгарантийное сервисное обслуживание измерительных систем и оборудования

# РОБОТИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА: ОТ ЛОКАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ К СИСТЕМНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ

Дорожное хозяйство Российской Федерации находится на этапе интенсивной технологической трансформации. Рост требований к качеству, срокам выполнения работ, прозрачности производственных процессов и эффективности использования ресурсов формирует устойчивый запрос на внедрение роботизированных и высокоавтоматизированных решений. Одновременно усиливается потребность в организационно-технологических механизмах, которые позволяют снизить влияние человеческого фактора и обеспечивать стабильное качество выполнения критически важных операций.

На этом фоне роботизация дорожного хозяйства должна рассматриваться не как внедрение отдельных машин с расширенным набором функций, а как переход к новой модели управления строительством, ремонтом и содержанием автомобильных дорог. Такая модель предполагает интеграцию техники, цифровых данных, средств связи, систем позиционирования, инструментов контроля качества и методов экономической оценки в единую управляемую среду.

## Актуальность и необходимость

Актуальность роботизации определяется совокупностью факторов. Во-первых, дорожное строительство характеризуется высокой капиталоемкостью и значительной чувствительностью результата к качеству выполнения технологических операций. Во-вторых, многие процессы, включая устройство земляного полотна, основания, а также верхних слоев дорожной одежды существенно зависят от квалификации операторов, слаженности работы звена машин и точности соблюдения режимов производства. В-третьих,

отрасли необходимы инструменты накопления, анализа и использования объективных данных для оперативного управления и последующей оценки результатов.

Особую значимость имеет роботизация процессов, связанных с устройством верхних слоев дорожной одежды. Отклонения по температуре смеси, скорости укладки, толщине слоя, темпу движения техники и режимам уплотнения напрямую отражаются на ровности, плотности, однородности и долговечности покрытия. Следовательно, именно здесь автоматизация, высокоточное позиционирование и непрерывный цифровой контроль способны дать наиболее наглядный технологический и экономический эффект.

## Комплексный подход

Практика внедрения инноваций в дорожной отрасли показывает, что локальная автоматизация отдельных операций не сможет обеспечить системного результата. Если автоматизируется только функция управления машиной, но не создается единая среда для передачи, сопоставления и анализа данных,

отрасль получает лишь частичное улучшение процесса.

Комплексный подход к роботизации должен включать несколько взаимосвязанных уровней: цифровую подготовку проекта, оснащение техники бортовыми системами управления и позиционирования, организацию передачи данных, непрерывный контроль качества, аналитическую интерпретацию результатов, экономическую оценку эффективности внедрения. Именно такая архитектура позволяет перейти от контроля постфактум к управлению технологией в реальном времени.

## ВАДСТ и верхнеуровневая цифровая платформа

Важнейшим элементом новой технологической архитектуры становится высокоавтоматизированная дорожно-строительная техника (ВАДСТ). В отраслевой повестке выделяются вопросы, связанные с доработкой дорожно-строительной техники, развитием средств связи и позиционирования, стандартизацией, испытаниями и цифровым отображением каждого этапа выполнения работ.

23 октября в рамках XII Международной специализированной выставки «Дорога 2025» состоялось ключевое событие – демонстрация укладки верхних слоев асфальтобетонного покрытия с использованием исключительно беспилотной техники российского производства.





Это масштабное и технологически значимое мероприятие прошло под эгидой Федерального дорожного агентства с участием ФАУ «РОСДОРНИИ», ВНИИ «Сигнал», Ассоциации «Цифровая Эра Транспорта», Академии дорожного хозяйства РУТ (МИИТ).

В ходе демонстрационного мероприятия были представлены несколько технологических процессов, за которыми, безусловно, стоит будущее отрасли. Так, в ходе презентации асфальтоукладчик «Десна 2100» автоматически распределил подготовленную смесь по полотну, после чего 7-тонный каток «Раскат» произвел предварительное виброуплотнение, а

11-тонный каток в автоматизированном режиме завершил уплотнение покрытия. Взаимодействие машин обеспечивал комплекс «Прометей», а высокоточное движение на полигоне – система «Филин».

Однако сама по себе ВАДСТ не обеспечивает полноту роботизации. Для этого требуется верхнеуровневая цифровая платформа сбора, консолидации и анализа данных, связывающая проект, технику, фактические параметры процесса и результаты контроля качества. Цифровая платформа контроля укладки, разработанная Академией дорожного хозяйства РУТ (МИИТ) в рамках государствен-

ной программы «Приоритет 2030», позволяет в режиме реального времени отображать этапы работ, отслеживать состояние техники и управлять процессом.

Функционально такая платформа должна обеспечивать сбор данных с укладчиков, катков и других машин, сопоставление проектных и фактических параметров, формирование цифрового следа строительства, оперативное выявление отклонений, передачу аналитической информации для принятия управленческих решений. Наличие верхнеуровневой цифровой платформы переводит автоматизацию из режима разрозненных решений в режим единой производственной экосистемы.

### Оценка эффективности

Одним из ключевых условий широкого внедрения роботизированных решений является наличие корректной оценки эффективности. Одной лишь констатации факта технологической новизны недостаточно – необходимо доказать, что соответствующие решения обеспечивают снижение потерь, повышение производительности, улучшение качества и положительное влияние на жизненный цикл дорожной конструкции.

Оценка эффективности должна учитывать капитальные затраты на технику, программное обеспечение, системы связи и позиционирование, обучение персонала и организационные изменения. Одновременно следует принимать во внимание и отложенные эффекты: сокращение дефектности, уменьшение объемов переделок, повышение воспроизводимости

качества, снижение рисков, сокращение простоев и возможное увеличение межремонтных сроков. Такой подход позволяет обосновывать выбор приоритетных технологий и принимать решения о масштабировании пилотных решений.

### **НИР ФАУ «РОСДОРНИИ»**

ФАУ «РОСДОРНИИ» является подведомственным Федеральному дорожному агентству научным институтом, который занимается вопросами качества и безопасности автомобильных дорог, выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, а также участвует в цифровой трансформации дорожного хозяйства. В этом контексте именно РОСДОРНИИ может выступать ключевой научно-методической площадкой для обоснования подходов к роботизации, разработке критериев оценки и адаптации результатов пилотных проектов к масштабному отраслевому применению.

Так, научно-исследовательская работа «Сравнительный анализ и оценка эффективности укладки верхних слоев дорожной одежды с применением ВАДСТ отечественного производства», выполняемая ФАУ «РОСДОРНИИ», рассматривается как ключевой инструмент объективной оценки эффектов роботизации дорожного строительства. В 2025 году в рамках НИР проведена предварительная апробация методики сбора и обработки данных, сформирован массив измерений по участкам, выполненным с использованием высокоавтоматизированного комплекса и традиционных технологий. Полученные результаты подтвердили целесообразность продолжения исследования и расширения выборки объектов.

В 2026 году работа по НИР продолжена с переходом к полноформатному многофакторному анализу, включающему сопоставление ВАДСТ и традиционных методов по показателям качества покрытия, производительности, надежности процессов, трудозатрат и влияния

человеческого фактора. Важная задача следующего этапа – формирование количественно обоснованных рекомендаций по областям эффективного применения ВАДСТ и требованиям к нормативно-технической базе для массового внедрения роботизированных решений в дорожной отрасли.

По итогам работ 2025 года подготовлены предложения в проект программы стандартизации в части роботизации дорожной отрасли, включающие подходы к описанию цифровых моделей процессов, требования к измеряемым параметрам и к взаимодействию роботизированной техники с цифровыми платформами управления. Эти предложения станут основой для опережающей стандартизации, опирающейся на результаты многофакторного сравнительного анализа и обеспечивающей унифицированные правила применения ВАДСТ на объектах федеральной дорожной сети.

### **Математическая модель оценки укладки**

Разрабатываемая математическая модель оценки укладки верхних слоев дорожной одежды основывается на системе технологических, производственных и внешних параметров. В число базовых переменных включены температура асфальтобетонной смеси, скорость укладки, толщина укладываемого слоя, темп движения технологического потока, параметры работы катков, погодные условия, характеристики материала и показатели качества покрытия.

Принципиальное значение имеет адаптивность разрабатываемой модели. На первоначальном этапе она ориентирована на процессы укладки верхних слоев дорожной одежды, но в дальнейшем будет адаптирована для иных технологических процессов при выполнении дорожных работ, разновидностей материалов и сценариев применения высокоавтоматизированной техники. Это позволит использовать модель не как узкий исследовательский продукт, а как основу для формирования унифициро-

ванного подхода к оценке роботизации в дорожном хозяйстве.

Связка ВАДСТ, верхнеуровневой цифровой платформы данных и математической модели создает основу для перехода к прогнозному управлению качеством. При таком подходе данные используются не только для отчетности, но и для оперативного принятия решений, выбора режимов работы техники, сравнения технологических сценариев и последующего экономического анализа.

### **Заключение**

Роботизация дорожного хозяйства является закономерным этапом развития отрасли, отвечающим задачам повышения качества, производительности, прозрачности и технологической устойчивости дорожного строительства. Значимый эффект роботизированные решения способны дать при устройстве верхних слоев дорожной одежды, где отклонения технологических параметров непосредственно влияют на долговечность покрытия.

Для достижения устойчивого результата требуется комплексный подход, объединяющий высокоавтоматизированную дорожно-строительную технику, верхнеуровневую цифровую платформу данных, методы контроля, многофакторную оценку эффективности и научно обоснованные математические модели. В этой системе ФАУ «РОСДОРНИИ» выполняет роль научно-методического интегратора, обеспечивающего подготовку НИР, разработку модели оценки укладки верхних слоев дорожной одежды и последующую адаптацию подхода под различные технологические процессы при выполнении дорожных работ.

**И.И. Жевжиков,**

директор департамента цифровой трансформации ФАУ «РОСДОРНИИ»,

**И.В. Мелехов,**

начальник управления развития технологий информационного моделирования ФАУ «РОСДОРНИИ»

# МОСТОВЫЕ СТАЛИ ПОД КОНТРОЛЕМ

Отрасль мостостроения является одной из наиболее консервативных в гражданском строительстве. Прежде всего, это связано с тем, что мостовые сооружения относятся к категории наиболее ответственных конструкций, имеющих к тому же стратегическое значение. Нормативный срок службы капитальных мостов (металлических и железобетонных) составляет 80–100 лет и более. Однако при качественной постройке и надлежащем содержании (уходе) сооружение может оставаться пригодным к эксплуатации несколько сотен и даже тысяч лет. Так, примером может служить сохранившийся до наших дней (действующий!) мост, возведенный еще в XII веке до н. э. на полуострове Пелопоннес (Греция).

Одним из краеугольных камней при обеспечении надежности и долговечности мостовых сооружений был и остается подбор строительных материалов, которые, прежде чем получить возможность для своего применения, подвергаются всестороннему изучению как на соответствие механических характеристик требованиям нормативных документов, так и на способность выдерживать влияние разрушающих факторов окружающей среды, таких как воздействие агрессивных веществ, техногенных и природных явлений, к примеру, вибраций, сейсмических колебаний и пр.

Не в последнюю очередь при рассмотрении возможности внедрения новых материалов в мостостроение учитываются факторы обеспечения уровня надежности свойств строительных материалов. Согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения», мостовые конструкции относятся к самому высокому классу сооружений КС-3 с повышенным уровнем ответственности и минимальным коэффициентом надежности по ответственности, равным 1,1, а для большепролетных внеклассных конструкций коэффициент надежности по ответственности принимается равным 1,2.

Особые требования предъявляются к механическим характеристикам строительных материалов для мостостроения. Уровень надежности обеспечения соответствия

нормативным параметрам принимается равным 0,95. Это означает, что не менее чем у 95% объектов исследования проверяемые параметры должны удовлетворять требованиям НД.

Немаловажным аспектом является возможность совместного исполь-

зования новых строительных материалов с уже существующими – например, при изготовлении сварных мостовых конструкций.

Если учитывать все приведенные факторы, то неудивительно, что в настоящее время в стальном мостостроении в РФ применяется в основном всего две марки стали: 10ХСНД и 15ХСНД. Эти стали были разработаны еще в середине прошлого века и впервые появились в ГОСТ 6713–75 «Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения».

В этом документе были приведены требования по химическому составу указанных сталей и их механическим свойствам. Также в ГОСТ

<b>ПРОКАТ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЙ КОНСТРУКЦИОННЫЙ ДЛЯ МОСТОСТРОЕНИЯ</b>	<b>ГОСТ 6713–75 *</b>
Технические условия	
Low-alloyed structural rolled stock for bridge building. Specifications	Взамен ГОСТ 6713–53
ОКП 09 7100, 09 2500	
Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 9 июля 1975 г. № 1758 срок введения установлен	
с 01.01.77	
Проверен в 1986 г. Постановлением Госстандарта от 29.10.86 № 3308	
срок действия продлен	
до 01.01.92	
Настоящий стандарт распространяется на толстолистовой, широкополосный (универсальный), фасонный, полосовой и сортовой прокат, предназначенный для изготовления мостовых конструкций. Показатели технического уровня, установленные настоящим стандартом для проката из стали марок 15ХСНД и 10ХСНД в нормализованном состоянии (категория 2) и термически улучшенном состоянии (после закалки и высокого отпуска — категория 3) и 16Д, соответствуют требованиям высшей категории качества; для стали марок 15ХСНД и 10ХСНД в горячекатаном состоянии — первой категории качества.	
<b>1. МАРКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ</b>	
1.1. Прокат для мостостроения должен изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке. (Измененная редакция, Изм. № 3).	
1.2. Прокат изготавливают из стали следующих марок: 16Д, 15ХСНД и 10ХСНД. (Измененная редакция, Изм. № 1).	
1.3. Химический состав проката должен соответствовать нормам, указанным в табл. 1.	
1.4. Массовая доля азота в готовом прокате не должна превышать 0,008%, мышьяка — 0,08%.	
Издание официальное	Перепечатка воспрещена
★	
* Переиздание с Изменениями № 1, 2, 3, утвержденными в июле 1978 г., октябре 1980 г., октябре 1986 г. (ИУС 7–78, 12–80, 1–87).	

6713–75 содержался перечень категорий проката из сталей 10ХСНД и 15ХСНД, в зависимости от вида термообработки:

- 1-я категория – без термической обработки;
- 2-я категория – в нормализованном состоянии;
- 3-я категория – в термически улучшенном состоянии после закалки и высокого отпуска.

К первой категории относился в основном фасонный прокат; толстолистовой прокат выпускался по 2-й и 3-й категории, причем 3-я категория ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» – закалка с отпуском – была предпочтительней, так как позволяла применять прокат при строительстве мостов в климатических исполнениях Северное А и Б.

В следующем переиздании ГОСТ 6713–91 никаких кардинальных изменений в подходах к мостостроительным сталям не произошло, но сама отрасль в это время продолжала развиваться: велась работа по внедрению новых марок сталей и совершенствованию существующих. По их итогам в 2013 году ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» совместно с ОАО ЦНИИС был выпущен новый стандарт РФ ГОСТ Р 55374–2012 «Прокат из стали конструкционной легированной для мостостроения. Общие технические условия». В данном документе были введены классы проката по прочности, а также изменился подход к подтверждению категории поставки.

С этого момента испытания на ударный изгиб для подтверждения соответствия требованиям НД проводились для разных категорий при различных температурах. К примеру, для категории 2 достаточно было провести испытания образцов с U-образным надрезом

при температуре –40°С, а для категории 3 температура таких же испытаний должна была составлять –70°С.

Наличие одновременно двух нормативных документов, регламентирующих требования к мостовым сталям, вносило неопределенность как для производителей, так и для потребителей проката. Тогда во ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» началась разработка нового стандарта, который, по замыслу его авторов, должен быть вобрать все лучшее из предыдущих нормативов и одновременно стать документом, открывающим новые перспективы в данной области.

В марте 2022 года был введен в действие ГОСТ 6713–2021, который подвергся существенным изменениям в отношении основных подходов к сталям для мостостроения. Во-первых, была увеличена возможная толщина проката с 50 до 110 мм. Во-вторых, категория поставки перестала быть связана с видом термической обработки проката, а стала определяться только по испытаниям на ударный изгиб. Сами параметры испытаний не изменились и были перенесены из ГОСТ Р 55374–2012.

При этом варианты производства проката существенно расширились. К существующим видам термически обработанного проката – нормализация (Н) и закалка с отпуском (З+О) – добавились еще три: отжиг (ОТ), отпуск (О) и нормализующая прокатка (НП). Кроме того, появился новый тип производства проката – термомеханический, включивший в себя сразу три варианта: контролируемая прокатка (КП), контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением (КП+УО) и/или отпуском (КП+УО+О).

Комментируя появление новых для мостостроения видов изготовления проката, разработчики ГОСТ апеллировали к международному опыту и, в частности, успешному опыту применения термомеханически обработанного проката в других отраслях – к примеру, при производстве труб больших диаметров для газо- и нефтепроводов, в судостроении и пр.

Основными преимуществами контролируемой прокатки назывались следующие:

- мелкозернистая структура;
- повышенная ударная вязкость при низких температурах;
- улучшенная свариваемость;
- снижение остаточных напряжений и риска хрупкого разрушения;
- возможность достижения высокого уровня механических свойств без дополнительных термообработок.

Революционные нововведения были встречены с неодобрением как в производственной, так и в научной среде. Основной претензией к изменениям было полное отсутствие предварительных исследований: новые по технологии производства виды сталей не прошли тщательную апробацию. Выполнений же требований ГОСТ для внедрения недостаточно, так как стандарт не охватывает такие важнейшие параметры, необходимые для мостовых сталей, как свариваемость, усталость и пр. Те же вопросы поднимались и для уже имеющихся сталей толщиной от 50 до 110 мм, так как для применения таких толщин в мостостроении не существует нормативной базы.

В ответ на многочисленные обращения было принято решение о переходном периоде, необходимом для проведения комплексных исследований новых видов мо-

Категория поставки	Наличие и вид термической обработки проката		Испытание на ударный изгиб						
	толстолистового, широкополосного универсального, сортового полосового	сортового (кроме полосового) и фасонного	в состоянии поставки				после механического старения		
			КСU		КСV		КСU		
			При температуре испытания, °С						
		-40	-60	-70	-20	-40	+20	-20	
1	-	Горячекатаный, без термической обработки	+	-	-	-	+	-	
2	Нормализация	-	-	+	+	+	+	-	
3	Термическое улучшение (закалка + высокий отпуск)	-	-	+	-	+	-	+	

стовых сталей. Специалисты АО ЦНИИТС подготовили Программу квалификационных испытаний, которая после прохождения обсуждения была принята к исполнению.

В рамках Программы предполагался следующий перечень исследований:

1. Комплексные испытания сталей для подтверждения положений ГОСТ 6713-2021, включающие в себя:

- испытания по определению механических и технологических свойств;
- химический анализ;
- исследование микроструктуры, исследование макроструктуры (твердости).

2. Комплексное исследование фрикционных, фрикционно-срезных и фланцевых соединений металлопроката. Определение параметров болтовых соединений.

3. Комплексные исследования сварных соединений металлопроката, включающие:

- подбор сварочных материалов и технологий сварки для оптимизации качества сварного шва;
- испытания по определению механических и технологических свойств сварных соединений металлопроката;
- исследование микроструктуры, исследование макроструктуры (твердости) различных зон сварных соединений металлопроката.

4. Испытания на выносливость:

- опытных образцов элементов конструкций из стали;
- стандартных образцов лопаток в исходном состоянии. Построение диаграммы усталости (кривых Вёлера).

5. Испытания многоциклового выносливости образцов лопаток со сварным швом в рабочей зоне при нормальной температуре и при температуре  $-70^{\circ}\text{C}$ .

В настоящее время по Программе квалификационных испытаний



были проведены исследования проката в термомеханическом состоянии после контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением целого ряда ведущих производителей проката. Результаты испытаний – положительные, по их итогам данный вид изготовления проката был включен в новые редакции СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», а также СТО-ГК «Трансстрой» – 012 «Конструкции стальные мостов. Заводское изготовление. Технические условия». Продолжаются работы по включению данного вида проката в СТО-ГК «Трансстрой» – 005 «Конструкции стальные мостов. Технология монтажной сварки. Технические условия».

Опыт внедрения новых технологий в стальное мостостроение показывает, что только совместные усилия производителей, научных организаций и нормотворческих

структур позволяют не останавливаться в развитии и сохранять высокий уровень качества, надежности и безопасности.

**Д.Г. Филимонов,**  
генеральный директор  
АО ЦНИИТС,  
**Д.В. Пряхин,**  
канд. техн. наук, руководитель  
Испытательного центра  
«ТС-ТЕСТ» АО ЦНИИТС



**АО ЦНИИТС**  
129329, Москва  
ул. Ивовая, д. 2  
тел.: +7 (499) 180-41-93  
+7 (916) 631-55-60  
info@tsniis.com

# ИЗГИБАЕМЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ, УСИЛЕННЫЕ ДОБАВЛЕННЫМ СЛОЕМ ИЗ СВЕРХПРОЧНОГО ФИБРОБЕТОНА ЦЕМЕНТАЛЬ®

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сверхпрочный фибробетон (СПФБ) – вид композита на основе цементного вяжущего со значительным процентом дисперсного фибрового армирования, один из наиболее значимых инновационных продуктов в бетонных технологиях за последние три десятилетия. В настоящее время этот материал все активнее используется на практике в странах с развитым строительным потенциалом. Наибольшее распространение технические решения с использованием этого материала получили в Европе (особенно во Франции и Швейцарии), в США и Канаде, а также в Азиатско-Тихоокеанском регионе (Китай, Малайзия, Япония) [1, 2, 3].

Известны два основных назначения применения СПФБ: конструкционное (в основном при новом строительстве) и в качестве добавленного слоя (как правило, при усилении и ремонте эксплуатируемых сооружений). Для каждого вида применения есть свои модификации СПФБ: для конструкционного – самоуплотняющаяся (СУБ), а для добавленного слоя, способного удерживать применяемые на практике продольные и поперечные уклоны проезжей части, – тиксотропная [1, 2, 3].

Исследования, о которых говорится ниже, выполнены применительно к мостовым конструкциям, однако полученные результаты могут использоваться и во многих других отраслях строительства. При этом необходимо отметить, что в России СПФБ существует и применяется на практике пока в единственном полностью локализованном варианте Цементаль® компании «Цементум».

Первое использование СПФБ в России для несущих конструкций состоялось в области гражданского строительства в 2017 году. Тогда по заказу одной крупной компании в московской «Хорошколе» из СПФБ были реализованы лестничные марши-пролеты между этажами атриума, а также косоуры и ступени. Но в полной

мере несущими элементами являются именно косоуры, в которых и была впервые применена система армирования, свойственная конструкциям из данного материала. Нельзя не отметить и эстетическую составляющую решения, поскольку применение СПФБ позволило создать уникальный образ, воплотив в жизнь архитектурную идею лестницы, как будто парящей в воздухе – без промежуточных опор.

В 2025 году компанией «Цементум» с применением СПФБ реализовано несколько объектов инфраструктуры. Если говорить о мостовых сооружениях, был уложен добавленный слой на участке скрытого ригеля Дорогомиловского моста на Третьем Транспортном кольце в Москве, разработаны, испытаны и установлены карнизные блоки на трассе М-12, дренажные мостовые решетки Д-250 на различных федеральных и региональных объектах. Совсем недавно на полигоне НАМИ были успешно испытаны сборные парапетные ограждения мостовой группы типа «Нью-Джерси» с уникальной конструкцией, состоящей из внешней оболочки из СПФБ и ядра наполнения из бетона. Конструктив показал очень высокую сопротивляемость внешнему ударному воздействию, осуществляющемуся в соответствии с ГОСТ 33129-2014.

Внешний вид блоков и их эксплуатационные свойства после испытаний практически не изменились. Эти и другие способы применения СПФБ как уникального и нового для нашей страны материала привлекают внимание и интерес представителей строительной отрасли. Ряд объектов с СПФБ сопровождаются мониторингом и наблюдениями на протяжении четырех лет.

СПФБ Цементаль® – это не просто материал, а комплексная технология, имеющая свои инженерные особенности. Перспектива применения СПФБ не ограничена одной лишь только инфраструктурной областью. Несмотря на то, что свой путь в мировом применении материал начал именно с мостов, постепенно он охватил и другие объекты промышленного и гражданского строительства.

Данный композитный материал совмещает высокие показатели прочности с уникальной долговечностью, что обусловлено определенным образом подобранной структурой матрицы и значительным содержанием высокопрочной фибры. Применение СПФБ позволяет вести работу по оптимизации традиционных решений для несущих элементов мостов, а также разрабатывать совершенно новые технические решения, увеличивая эффективность и скорость строительного процесса.

Добавленный слой из СПФБ Цементаль® – это отдельная большая область возможного широкого применения в мостовом строительстве, так как основная задача данного технического решения – это ремонт, восстановление и усиление плит пролетного строения и других конструктивных эле-

ментов мостов с минимальными финансовыми и временными затратами. Усиление происходит, как правило, небольшим слоем СПФБ толщиной 40–50 мм с применением стержневой арматуры в добавленном слое или без нее. Кроме того, важной особенностью является возможность исключения необходимости устройства традиционных слоев дорожной одежды и гидроизоляции, поскольку покрытие СПФБ Цементаль® выполняет и гидроизолирующие функции, и функции верхнего слоя, что допускается в последней версии СП 35.13330-2011. Количество аварийных и предаварийных конструкций в России существенно, поэтому данное направление применения СПФБ крайне востребовано сейчас и будет востребовано в будущем.

Помимо ремонтного применения, добавленный слой эффективен также в составе нового комбинированного несущего элемента. Он может входить в состав оптимизированного сечения изгибаемого или иного элемента с повышенными несущими свойствами в виде небольшой прослойки в верхней/нижней части, соответственно подкрепляя сжатую зону или выполняя армирующую роль. Цель научно-технических исследований, нашедших отражение в настоящей статье, и состоит в том, чтобы определить вклад добавленного слоя в несущую способность в реалиях локализованного российского состава СПФБ.

Существует высокая потребность в более глубоком понимании российскими специалистами строительной отрасли отличительных особенностей и преимуществ СПФБ во всем спектре характеристик этого материала. Это будет стимулировать проектные разработки рациональных технических решений из СПФБ в практике строительства, усиления и ремонта мостов. Добавленный слой в некоторых случаях может быть использован при новом строительстве как защитный, армирующий, подкрепляющий или слой другого назначения.

Еще одна цель статьи – продемонстрировать наличие верифицированного и валидированного исследовательского расчетного инструмента, наличие которого является насущной инженерной необходимостью, так как именно он необходим для начала разработок технических решений из СПФБ.

Поскольку применение добавленного слоя из СПФБ в практике строительства в нашей стране только начинается, то, соответственно, отсутствует и специальная терминология и обозначения/сокращения. Введем их для удобства дальнейшего изложения.

Добавленный слой будем называть сокращенно ДСВ. Буква «В» подразумевает «верхний» – по аналогии с хорошо известным английским термином *overlay*. При существующих в нашей стране на данный момент технологиях укладки добавленного слоя он всегда будет именно верхним. Соответственно, для рассматриваемых в статье номинальных толщин слоя 30 и 40 мм обозначение будет ДСВ-30 и ДСВ-40.

Испытания по теме ДСВ изначально были «выстроены», прежде всего, для плит проезжей части автодорожных мостов, применительно к их размерам, армированию и условиям работы, то есть для того элемента мостовых конструкций, где лучше всего подходит и чаще применяется ДСВ. Эти работы были выполнены в две стадии.

Сначала испытывались образцы с тонким ДСВ-30 (фактическая толщина 30–35 мм), а затем с более толстым ДСВ-40 (фактическая толщина 40–45 мм). Высота исходной (усиливаемой) железобетонной конструкции (образца) 18 см – практически стандартная для плиты проезжей части и армированная двумя сетками с рабочей арматурой диаметром 14 мм А400. Вместе с ДСВ высота образцов составила 21 см (Стадия 1) и 22 см (Стадия 2).

Результаты испытаний Стадии 1, их анализ и соответствующие выводы приведены в [7, 8]. Здесь же результаты испытаний этой стадии приводятся только в объеме, необходимом для общего анализа и выводов по испытаниям обеих стадий испытаний.

Образцы для испытаний на Стадии 1 показаны на рис. 1. В качестве эталона приняты образцы без ДСВ (обр. 0 и БН); также были изготовлены образцы из бетона высотой 21 см со сдвинутым вверх и вниз арматурным каркасом (что соответствует ДСВ, но выполненный из обычного бетона, уложенного одновременно с основной частью конструкции).

После выдержки изготовленных железобетонных образцов не менее двух месяцев они были «надломлены» – поэтапно нагружены статической нагрузкой до образования нормальных трещин раскрытием 0,3 мм (допускаемой нормами максимальной величины раскрытия

Табл. 1

**Величины зафиксированных при испытаниях разрушающих нагрузок**

Номера образцов (Стадия 1)	0	БН	3	4	5	6
Состав образца	ж/б 18 см		ОВ ж/б	ж/б ОВ	ОВ ж/б	ж/б ОВ
Разрушающие нагрузки (R <sub>p</sub> ), кН	97,5	92,5	160	109,5	–	96,1*
	95					
R <sub>p</sub> / 95,0	1,00		1,68	1,15	–	1,01*

1. Образец 5 разрушился при многократно повторном нагружении  
2.\* - после многократно повторного нагружения



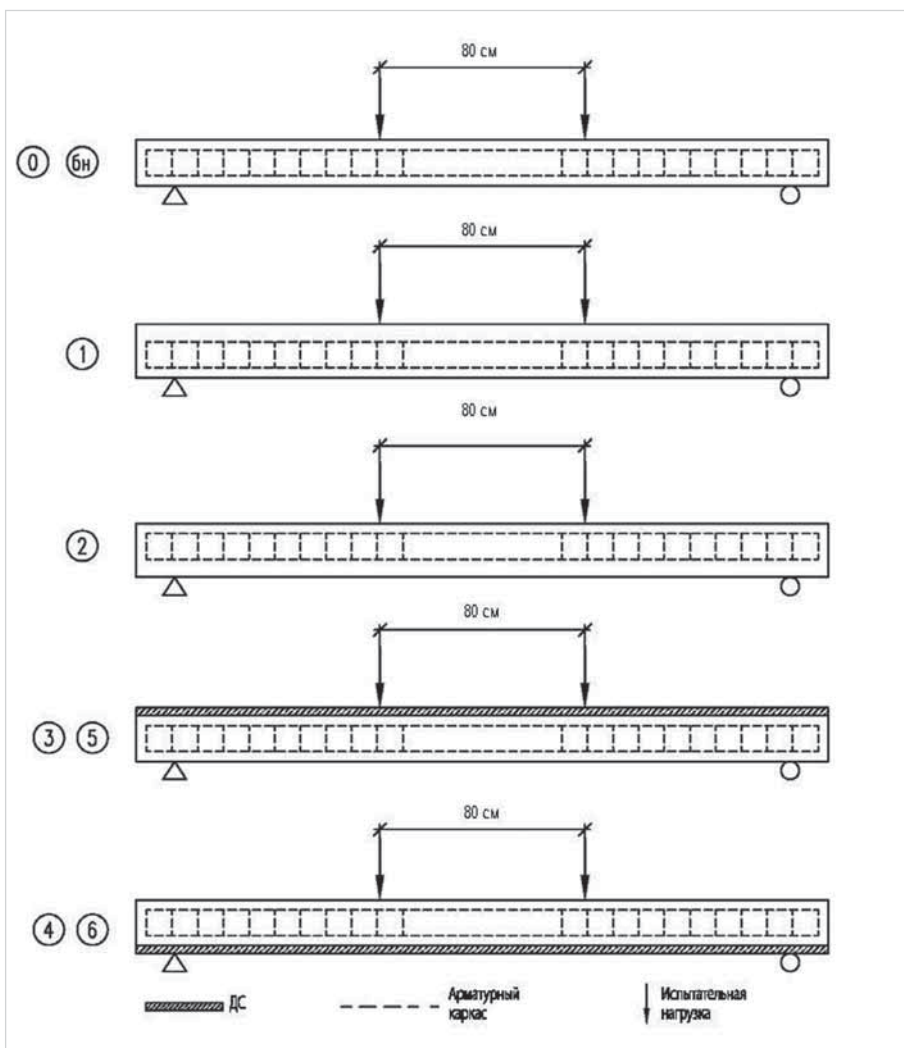


Рис. 1. Принципиальная схема образцов Стадии 1 с добавленным слоем СПФБ. Длина 270 см, расчетный пролет 240 см.

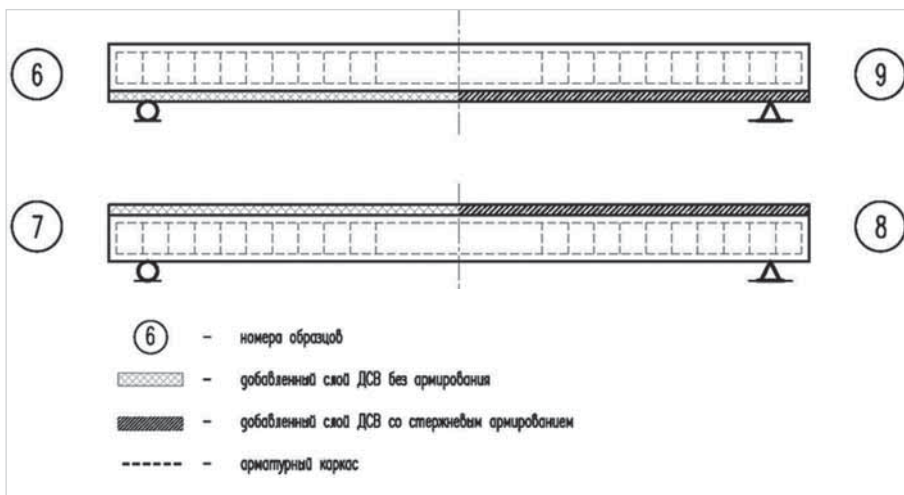


Рис. 2. Принципиальная схема образцов с добавленным слоем СПФБ Стадии 2 - верхним, нижним, со стержневым армированием и без. Длина и расчетный пролет те же, что на Стадии 1

от нормативной нагрузки в мостовых конструкциях без предварительного напряжения в нижней части плиты проезжей части).

При подготовке к укладке ДСВ с поверхности железобетонной

части снимался слой бетона на глубину до 5 мм. Перед укладкой ДСВ поверхность очищалась и увлажнялась.

Результаты этих испытаний показали, что для добавленного слоя в

сжатой зоне увеличение несущей способности составило 45–70%. Для добавленного слоя в растянутой зоне – 10–20%. Важно, что разброс значений не связан со статистикой, а зависит от того, что принималось за эталонный образец. Либо это образец обычной 18-сантиметровой плиты без обработки поверхности (как в эксплуатируемом сооружении), либо образец с уже подготовленной поверхностью для нанесения ДСВ.

Два образца – № 5 и № 6 – были испытаны на выносливость [7, 8]. В табл. 1 приведены основные результаты испытаний. Указаны проценты усиления при помощи ДСВ-30 по отношению к эталонным образцам: 0 и БН. Не приведены результаты испытаний образцов № 1 и № 2, поскольку эти результаты имеют лишь утилитарный характер и не имеют существенного отношения к теме настоящей статьи.

Одним из наиболее важных результатов испытаний Стадии 1 является подтверждение полной совместности работы добавленного слоя СПФБ с бетоном усиливаемой конструкции, в том числе при циклическом нагружении на базе стандартных для мостов 2 млн циклов. Эти результаты позволили верифицировать расчетный инструмент, который в компании «Сервис-МОСТ» начал разрабатываться еще в 2014 году [6].

В 2023 году были спланированы и подготовлены, а в 2024 году выполнены испытания по ДСВ (Стадия 2). По сравнению с испытаниями Стадии 1, они имели расширенные цели и задачи.

Прежде всего, были добавлены 10 мм к толщине ДСВ. Номинальная толщина 40 мм необходима для размещения внутри ДСВ стержневой арматуры и обеспечения совместной работы стержней со слоем. Кроме того, стояла цель подтвердить, что и при толщине ДСВ 40–45 мм СПФБ также будет работать полностью совместно с подстилающим бетоном. Кроме того, определялось, какой вклад в несущую

способность вносит стержневая арматура в ДСВ в сжатой и растянутой зонах (диаметр рабочей арматуры в ДСВ-40 – 12 мм А500).

На рис. 3 хорошо видны подтеки СПФБ на боковых поверхностях образцов, которые затрудняли обрисовку трещин. Удалить эти подтеки (сбить с бетонной поверхности) без повреждения бетона во многих случаях было невозможно, хотя специально эти поверхности не готовились. (Это дополнительно подтверждает факт высокой адгезии СПФБ при укладке на бетон).

Средняя прочность контрольных образцов бетона в 28-дневном возрасте составила 41,8 МПа. Средняя прочность СПФБ в том же возрасте составила 155,8 МПа (с кинетикой твердения 120,4 МПа – на вторые сутки и 139,0 МПа – на седьмые).

В табл. 2 показано влияние наличия и отсутствия армирования ДСВ стержневой арматурой на несущую способность усиливаемой конструкции.

В табл. 3 показано влияние на деформативность и трещиностойкость наличия в ДСВ стержневого армирования.

К основным выводам по результатам испытаний обеих стадий следует отнести:

1) Расположение ДСВ в сжатой зоне всегда обеспечивает значительный эффект усиления по несущей способности нормальных сечений, как при номинальной толщине 30 мм, так и при толщине 40 мм. При этом неважно, есть ли стержневая арматура в ДСВ или нет.

При ДСВ-30 в сжатой зоне увеличение несущей способности составляет около 70%, при ДСВ-40 – около 115%. Расположение же в ДСВ стержневой арматуры несколько снижает несущую способность по нормальным сечениям (вероятно, ввиду нарушения однородности СПФБ-ДСВ, связи с подстилающим бетоном и др.) Увеличение несущей способности составляет около 105% (в сравнении со 115% – при отсутствии арматуры).

Табл. 2

**Величины зафиксированных при испытаниях разрушающих нагрузок**

(предельное состояние первой группы)

№ образцов	Стадия 1	Стадия 2			
	0 и БН	6	9	7	8
Наличие ДСВ	нет	в растянутой зоне		в сжатой зоне	
		не армирован	армирован	не армирован	армирован
Несущая способность	95, 0 кН	120 кН	220 кН	205 кН	195 кН
	100%	126%	232%	216%	205%



Табл. 3

**Параметры работы образцов при испытаниях**

№ образцов	Стадия 2			
	6	9	7	8
Вид ДСВ	ДСВ в растянутой зоне		ДСВ в сжатой зоне	
	не армирован	армирован	не армирован	армирован
Деформативность	при 80 кН		при 120 кН	
	7, 4 мм	6, 6 мм	11, 7 мм	11, 6 мм
Трещиностойкость	менее 95 кН	более 200 кН*	150 кН	120 кН
	100%	более 200%	100%	80%



2) При расположении ДСВ в растянутой зоне закономерности усиления, естественно, другие.

При ДСВ-30 степень усиления по прочности нормального сечения составляет 15%, при ДСВ-40 – 25%. При введении стержневой арма-



Рис. 3. Образцы 6 (а), 7 (б), 8 (в), 9 (г) после испытаний

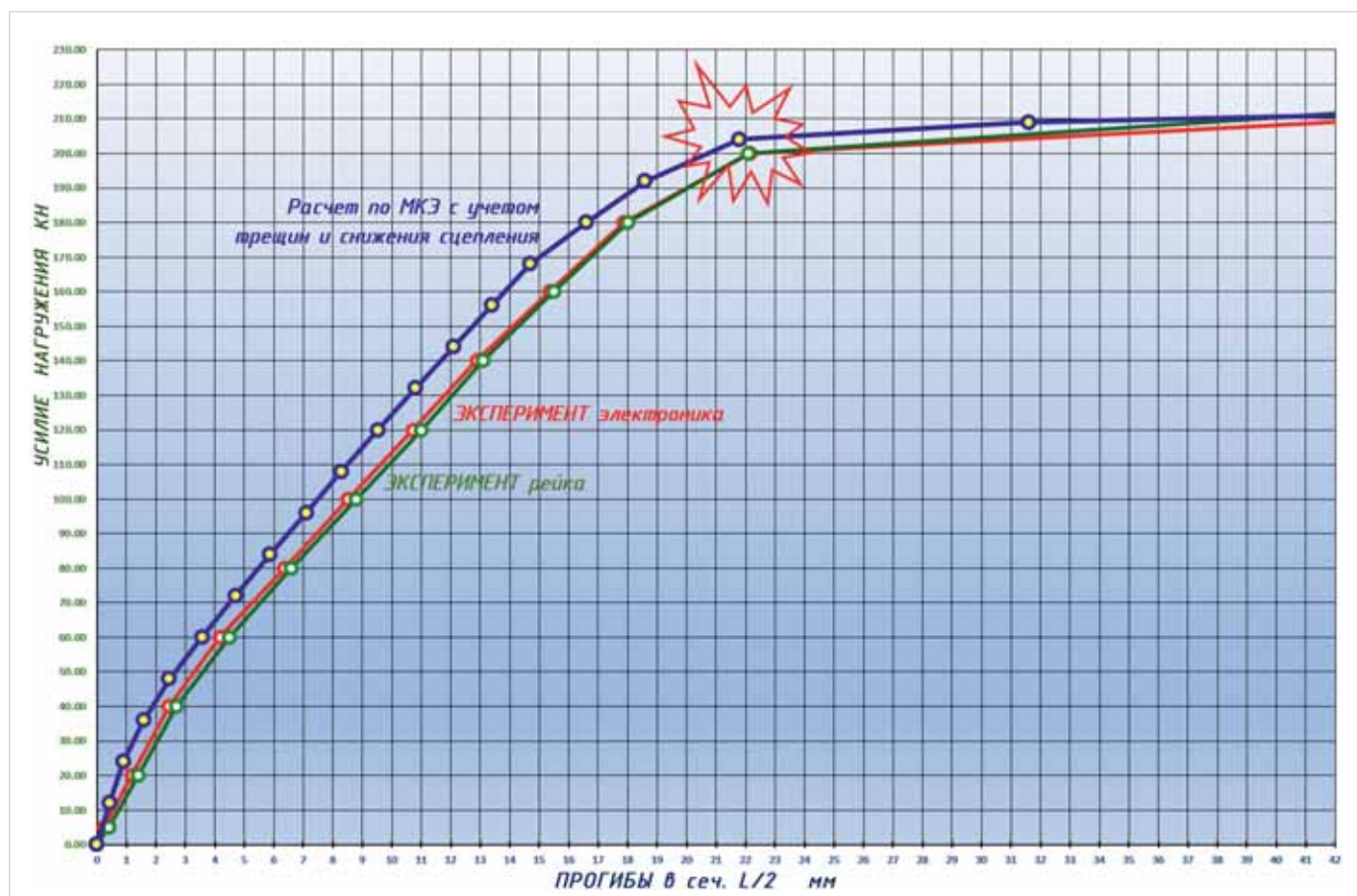


Рис. 4. Сравнительный результат комплексного расчетного анализа модели образца 6 и его валидации (сравнение с экспериментом)

туры в добавленный слой ДСВ-40, расположенный в **растянутой** зоне, происходит существенное упрочнение конструкции на величину около 130%. Такое усиление фактически является идеальным внешним армированием.

Упомянутый в начале статьи расчетный инструмент, разработанный ранее и подтвержденный проведенными исследованиями, представляет собой методику компьютерного моделирования и анализа, в которой используются многолетние авторские разработки по учету различных силовых явлений и взаимодействий бетона, арматуры и ДСВ СПФБ в процессе последовательного нагружения. Он отражает ряд важных предпосылок из теории и практики железобетона, имеющих целью приближение силовой работы расчетной модели к реальности.

Расчет производится в физически нелинейной постановке задачи итерационным методом конечных

элементов, по авторской методике, в программном комплексе, позволяющем учитывать силовую и деформационную работу материалов под нагрузкой в соответствии с заданными диаграммами состояния всех материалов.

В расчетном инструменте в рамках данной задачи учтены следующие особенности:

- наличие начальных трещин в бетоне, появившихся на этапе «надтрескивания» (надламывания) образцов до нанесения ДСВ;
- некоторое снижение модуля деформаций СПФБ от нормативного значения до реального, отражающего действительность, зависящую от состава, плотности «бетонной матрицы», процента фибры, ее ориентации, условий хранения, способов бетонирования и прочего;
- определенная потеря сцепления арматурных стержней с окружающим их бетоном;
- снижение параметров сцепления арматуры в добавленном слое СПФБ;

- учет податливости при совместной работе поверхностей старого бетона и нового СПФБ на небольших участках возле трещин в старом растянутом бетоне;
- учет реальных фактических (полученных при испытаниях) диаграмм состояния бетона, СПФБ и арматуры.

Получены диаграммы деформирования двух расчетных моделей образцов под нагрузкой в сравнении с экспериментальными кривыми: образец № 6 с армированным ДСВ снизу (рис. 4 и 5, табл. 4) и образец № 7 с неармированным ДСВ сверху (рис. 6, 7 и 8, табл. 5).

Для образца № 6 максимальное расхождение расчетной (синей) диаграммы с экспериментальной (красной) составляет 10% в точке нагружения силой 120 кН. Первое предельное состояние (несущая способность в 209 кН) получено расчетной моделью достаточно близко к реальности (205 кН), что дает сходимость натурного и расчетного эксперимента с погрешностью 2%.

Картина НДС рассчитываемой модели достаточно достоверно передает наблюдающуюся картину трещинообразования при испытаниях образца. Растянутая часть старого бетона, разделившаяся изначальными трещинами на блоки, в сочетании с потерявшей существенную часть сцепления с ней арматуры, фактически перестала играть роль в силовой работе изгибаемой балки, однако можно наблюдать и некоторый «подкрепляющий» эффект ДСВ по зоне контакта. Наиболее важным достоинством модельного расчета, приближенного к реальности, является возможность отслеживать наступление предельного состояния каждого компонента системы (бетона, СПФБ, арматуры) в сжатом и растянутом состоянии по многим показателям (напряжения, относительные и абсолютные деформации).

Аналогичный подход к расчетной части исследования предпринят и в отношении образца № 7 с добавленным слоем СПФБ сверху, но без дополнительного стержневого армирования в нем (рис. 6). На этой расчетной схеме также применен верифицированный инструмент, учитывающий все вышеперечисленные особенности, но с некоторыми корректировками/поправками.

Поскольку физический испытательный образец прошел стадию предварительного надтрескивания, и перед повторным нагружением/испытанием после добавления верхнего слоя СПФБ уже имел трещины, то и в расчетной модели сразу учтено наличие трещин в старом бетоне, их дальнейший рост, раскрытие и появление новых. В материале, моделирующем СПФБ, образование физических трещин при растяжении в расчетной схеме не предусмотрено (на деле включается в работу дисперсное фибровое армирование), однако диаграмма материала принята с учетом дуктильности (остаточной прочности) этого композита.

Результаты расчета представлены в табл. 6 и на сравнительном

Табл. 4.

**Деформации и предельные/пороговые состояния арматуры, бетона и ДСВ СПФБ в расчетной модели образца №6**

Усилие нагрузки КН	Прогибы в сеч. L/2 мм	Состояние арматуры	Состояние бетона и СПФБ
0	0		
12	0,432		
24	0,897		
36	1,58		
48	2,46		
60	3,57	Напряжения в арматуре достигли предела текучести	
72	4,71	Эквив. напряжений в арматуре достигли предела текучести	Появилась трещина в СПФБ (рядом со старой)
84	5,88		
96	7,1		
108	8,29		
120	9,54		СПФБ достиг растяжения в 3 МПа. Началось образование микротрещин
132	10,8		
144	12,1		
156	13,4		
168	14,7	Арматура в слое СПФБ достигла 500 МПа	
180	16,6		
192	18,6		
204	21,6	Арм. в основном бетоне достигла 500 МПа	
209	31,6	Достигнут предел между способностями образца	Ветвь сжатой зоны достигла предела текучести в 40 МПа и она инф. в 0,025
214	58,5	Состояние деформаций в 2 раза. Вывод: состояние	

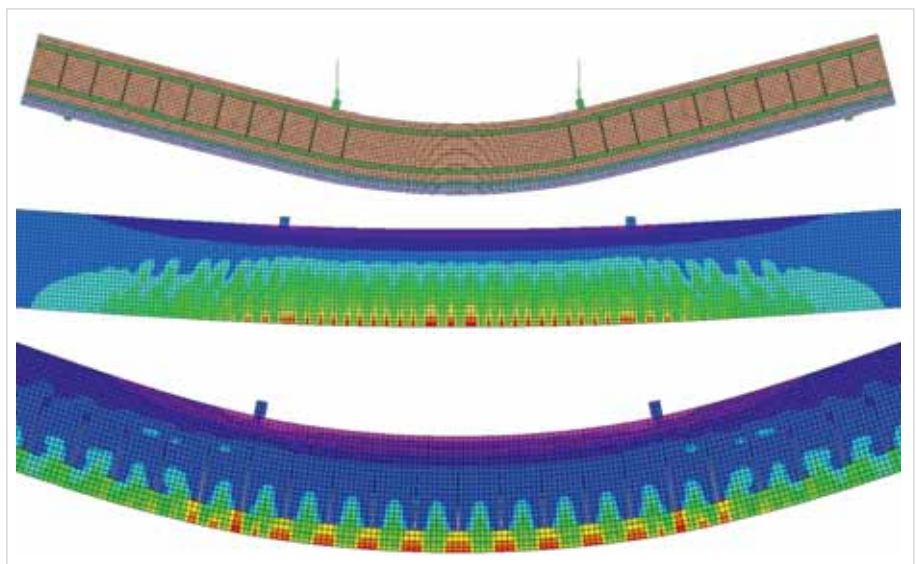


Рис. 5. Деформированный вид (вертикальный масштаб увеличен) КЭ модели образца № 6 с эпюрами относительных деформаций на разных стадиях нагружения: вверху - при усилии нагружения 120 КН (локализация макротрещин в ДСВ СПФБ), внизу - при усилии 170 КН (текучесть в арматуре в ДСВ). Заметен характер последовательного появления, роста и раскрытия трещин в бетоне и ДСВ СПФБ

графике (рис. 7). В таблице указано, в какие моменты нагружения каждый из элементов конструкции достигает своего предельного состояния.

Сравнение результатов измерений и расчетов для образца № 7, приведенное на графиках (рис. 7), показало, что предельное состояние образца и величина максимальной нагружающей силы расчетом были выявлены верно, с итоговой разницей в самом конце эксперимента в 10...12 КН (расхождение менее 5%). Это свидетельствует о добротности расчетных предпосылок, касающихся прочностных показателей материалов.

Имеется некоторое расхождение в кривых на небольших участках. Экспериментальные кривые (зеленая и красная) при нагружении до 150 КН фактически имеют линейный характер с «перегибом» в точке 150 КН, тогда как расчетная диаграмма (синяя) переходит к высоким степеням нагружения более плавно и сглаженно, проявляя нелинейность довольно рано и давая расхождения по прогибам в пределах 10...12% в некоторых точках. При уровне нагружения 180 КН, когда в расчетной модели достигнуто предельное состояние по сжатию и растяжению в слое СПФБ, а в нижней растянутой арматуре наступил предел текучести, на-

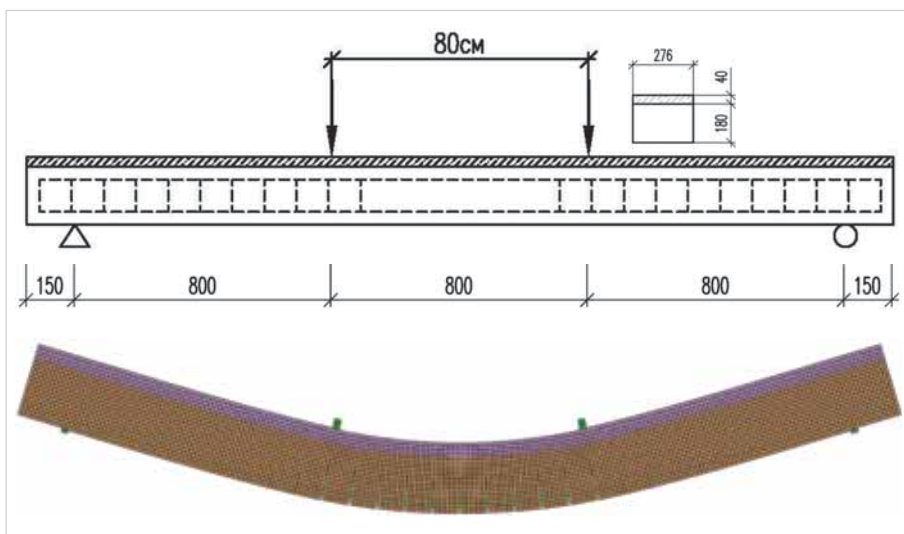


Рис. 6. Расчетная схема (а) и деформированный вид модели образца №7 с верхним неармированным ДСВ СПФБ (б)

блюдается 100% совпадение с экспериментом.

Это свидетельствует о том, что и в этом образце предельное состояние определено довольно точно, а уже запредельная работа материалов в модели с трудом поддается анализу. При дальнейшем нагружении фактически вступают в силу ограничения метода расчета, когда модель теряет сходимость на каком-то шаге приращения нагрузки, и следую-

щее значение на графике «сила-прогиб» имеет довольно условный физический смысл.

Анализируя напряженно-деформированное состояние модели (рис. 8), можно заметить, что на поздних стадиях нагружения, когда в нижней арматуре уже давно достигнут предел текучести, а верхняя арматура в бетоне уже близка к исчерпанию своих возможностей, нейтраль-

ная ось подходит к ДСВ из бетона и переходит в него. Несущая способность изгибаемого элемента фактически еще сохраняется только за счет работы слоя СПФБ (на сжатие/растяжение) и растянутой верхней стержневой арматуры в бетоне.

Как и в образце № 6, заметно проявление феномена подкрепляющего действия добавленного более прочного слоя СПФБ в зоне контакта с бетоном, теперь уже в верхней зоне, в промежутках между устьями трещин. Поскольку адгезионные силы весьма велики, слои не отделяются друг от друга и продолжают работать совместно. Окончательное предельное состояние образца достигается только тогда, когда верхняя арматура испытывает удлинение при текучести, а СПФБ ДСВ достигает пределов остаточной прочности на сжатие и растяжение.

### Общие выводы по результатам работ по теме ДСВ (Стадии 1 и 2)

1. Полученные результаты экспериментальных исследований на образцах, моделирующих плиту проезжей части автодо-

Табл. 5

### Деформации расчетной модели образца №7, предельные состояния арматуры, бетона и ДСВ СПФБ

РАСЧЕТ МКЭ (с учетом начальных трещин)			
Усилие нагружения КН	Прогибы в сеч. L/2 мм	Состояние арматуры	Состояние бетона и СПФБ
0	0		
10	0,75		
20	1,5		
30	2,3		
40	3,13		Растяжение в бетоне над трещинами - 4,5 МПа Вид бетона сжат. нейтр. ось в старом бетоне
50	4		
60	4,9		
70	5,8		
80	6,75		
90	7,64		
100	8,6		
110	9,6		
120	10,8		
130	12,3		
140	14,5	Напряжения в нижней арматуре достигли 550 МПа Прирост растг. напр. в верхн. арм. до 200 МПа	Трещины в бетоне дошли до слоя СПФБ
145	16,2		
150	18,1		
155	20,1		
160	22,1		Нейтральная зона перешла в слой СПФБ в нем возникло растяжение
165	25,8		
170	30,1	Нижн. арм. - 550 МПа, верхн. арм. - 450 МПа	В СПФБ сжатие 130 МПа и растгж 6 МПа
175	34,4		
180	41,2	Нача текучести арматуры резко прирастает прогибы	В СПФБ сжатие 150 МПа и растгж. 9 МПа. Пред. сост.
190	77,8	Нижн. арм. - 570 МПа, самоупрочнение перед разрывом верхн. арм. - 950 МПа достигнута текучесть	В СПФБ отн. деформ. сжатия - 0,0048, растгж. 0,004. В зоне под грузами отн. деф. сж. - 0,007. Концы сходимости. Счет прекращен



рожных мостов (то есть при преимущественном действии изгиба), подтвердили эффективность усиления железобетонных элементов добавленным слоем из СПФБ Цементаль®, причем при расположении ДСВ как в сжатой, так и в растянутой зоне.

Увеличение несущей способности при устройстве ДСВ в сжатой зоне номинальной толщиной 40 мм составило:

- без стержневого армирования – в 2,15 раза;
- со стержневым армированием – в 2,05 раза.

То же при ДСВ в растянутой зоне:

- без стержневого армирования – на 25%;
- со стержневым армированием – в 2,30 раза.

2. Результаты испытаний образцов показали существенную эффективность стержневого армирования ДСВ при его расположении в растянутой зоне конструкций и отсутствие необходимости армирования ДСВ при его расположении в сжатой зоне.

3. Подтверждена эффективность имеющегося расчетного инструмента, верифицированного и валидированного на задачах расчета прочности и деформаций железобетонных конструкций с добавленным слоем.

4. Никаких препятствий для начала разработки и применения технических решений конструкций с добавленным слоем во всех областях строительства нет. Расчетный инструмент имеется, нормы проектирования разрабатываются

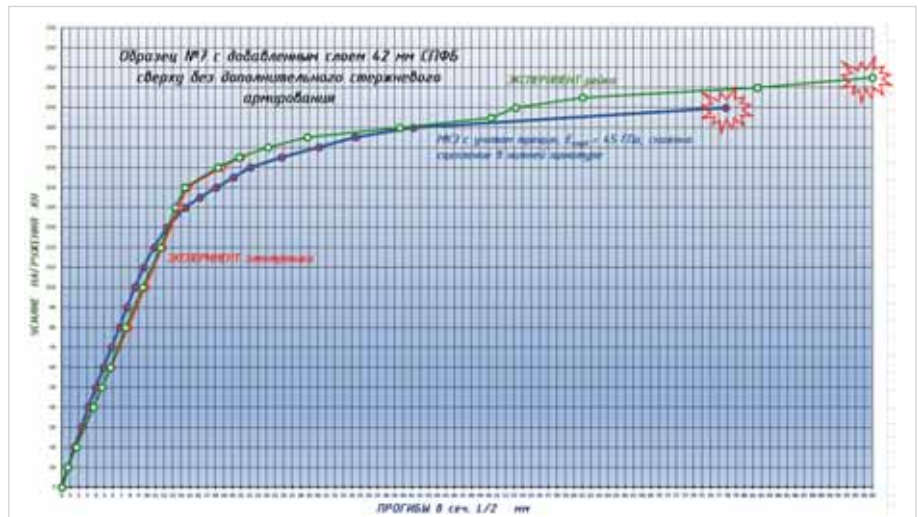


Рис. 7. Сравнительные результаты комплексного экспериментально-расчетного анализа образца № 7

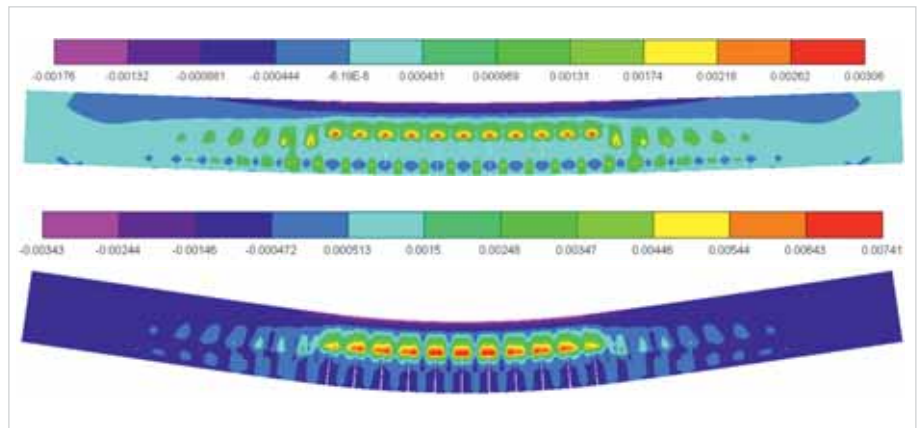


Рис. 8. Эпюры относительных деформаций модели образца № 7 на стадиях нагружения 140 кН (верхняя) и 180 кН (нижняя)

на основе опыта применения. Рекомендации по проектированию могут быть разработаны и предложены применительно к условиям конкретного объекта.

**И.М. Сапронов,  
А.В. Агеев,  
Е.А. Теняев,  
М.Е. Забродин**



**ЦЕМЕНТУМ**

**Компания ЦЕМЕНТУМ  
1125047, Москва  
4-й Лесной переулок, д. 4  
тел. +7 495 745 71 31  
cementum.ru  
secretary@cementum.ru**

**Список литературы:**

1. F. Toutlemonde, S. Bernardi, Y. Brugeaud, A. Simon. Twenty years-long French experience in UHPFRC application and paths opened from the completion of the standards for UHPFRC – HAL Id: hal-01955204. 2018. 22 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01955204>.
2. E. Brühwiler. «Structural UHPFRC» to enhance bridges // 2nd International Conference on UHPC Materials and Structures (UHPC 2018 – China). Fuzhou, China, 2018. P. 140-158.
3. Сапронов И.М., Чурилов Р.С., Бернарди С. О применении сверхвысокопрочного фибробетона DUCTAL® в российском мостостроении // Дорожная держава. 2020. № 94. С. 78-85.
4. Сапронов И.М., Чурилов Р.С. Концепция добавленного слоя из сверхвысокопрочного фибробетона для железобетонных конструкций эксплуатируемых мостов // Дорожная держава. 2020. № 95. С. 48-51.
5. Брювилер О. Улучшение прочностных и эксплуатационных характеристик мостовых конструкций с использованием сверхвысокопрочного фибробетона. Концепции и практическое применение // Дорожная держава. 2020. № 95. С. 52-59.
6. Сапронов И.М., Агеев А.В. Расчетно-теоретический анализ прочности конструкций из бетона с полимерной композитной арматурой // Наука и техника в дорожной отрасли. 2015. № 4. С. 23-27.
7. Сапронов И.М., Агеев А.В., Забродин М.Е., Браян Б.М., Федоров М.В. О применении сверхпрочного фибробетона в качестве добавленного слоя усиления в изгибаемых железобетонных элементах // Цемент и его применение. 2023. № 4. С. 1-5.
8. Сапронов И.М., Агеев А.В., Забродин М.Е., Браян Б.М. Экспериментальные исследования по обоснованию применения сверхпрочного фибробетона в качестве добавленного слоя усиления в изгибаемых железобетонных элементах // Транспортное строительство. 2024. № 1. С. 11-16.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖПЛОЩАДОЧНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Благодаря мерам поддержки правительства Российской Федерации, освоение энергетических ресурсов осуществляется на шельфе - например на месторождении Приразломное в Арктике, аналогичных проектах на Сахалине, также вводятся в эксплуатацию новые нефтегазоносные провинции Восточной Сибири и Арктики. Наряду с такими крупными проектами, как «Восток Ойл» в Красноярском крае, месторождения Утреннее и Штормовое на полуострове Гыдан, расширяется потенциал угледобывающего центра на Дальнем Востоке. В данной статье речь пойдет о конкретной территории, на которой расположен морской угольный терминал.

Представленная территория характеризуется сезонным слоем мерзлых грунтов (от 1 м до 5 м в глубину) и слоем вечномерзлых грунтов (от 1 м до 500 м в глубину), которые простираются по всей Сибири и вдоль арктического побережья. Такие условия требуют анализа взаимодействия дорожных конструкций и грунта при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений.

В 2023 году экспертам Санкт-Петербургского государственного университета путей сообщения имени императора Александра I (ШУПС) было поручено провести обследование строительной площадки морского угольного терминала и определить возможную глубину оттаивания грунта под проектируемыми зданиями и сооружениями. Для оценки теплового воздействия использовалось программное обеспечение Termoground®, разработанное в ШУПС в 2006 году. Оно предоставляет решение теплофизических задач с использованием расчетов пространственных моделей в стационарных и нестационарных условиях.

Результаты были использованы при проектировании и строительстве всех зданий и транспортных сооружений на угольном морском терминале (Хабаровский край). Termoground - это эффективное программное обеспечение для численного моделирования, обеспечи-

вающее безопасность транспортных сооружений, а также экономически эффективный инструмент для снижения затрат на техническое обслуживание и строительство.

При строительстве зданий, сооружений и подъездов к ним в условиях залегания многолетнемерзлых грунтов для сохранения мерзлого состояния таких грунтов часто используют отсыпку песчаных насыпей, в том числе из крупнообломочных материалов. Однако не всегда проектной высоты насыпи при планировке территорий бывает достаточно для сохранения грунтов в мерзлом состоянии. В качестве дополнительных мероприятий по сохранению мерзлоты применяются теплоизоляционные материалы и различные конструктивные решения.

Цель работы заключалась в выполнении количественной оценки теплового влияния проектируемых межплощадочных автодорог, соединяющих объекты комплекса сооружений Угольного морского терминала, на мерзлые грунты основания, а также в разработке мероприятий по сохранению их структуры.

Представленные численные расчеты выполнялись для сооружений с максимальным тепловыделением, характеризующихся наличием в основании просадочных при оттаивании грунтов. Для

достижения поставленной цели решены задачи по определению развития глубины оттаивания основания во времени. Рассмотрены варианты защиты природных грунтов от оттаивания с использованием теплоизоляции различной толщины. В процессе теплофизического моделирования установлено, что при оттаивании расчетные деформации превысят предельно допустимые значения для зданий и сооружений.

Для снижения деформаций основания предложены мероприятия, которые позволили откорректировать проектные решения для возведения насыпей. Кроме того, выполненные расчеты позволили рекомендовать конструктивные решения насыпей и выемок для безопасной работы грунтов в основании межплощадочных дорог, расположенных на территории терминала.

## Краткая техническая характеристика рассматриваемого объекта

Угольный морской терминал предназначен для приема, накопления и перевалки угля с железнодорожного и автомобильного транспорта в морской. Необходимость проведения теплофизического моделирования обусловлена наличием на территории расположения объекта несплошного распространения многолетнемерзлых грунтов, имеющих в природном состоянии температуру от +2°C до -2°C. Среднегодовая температура многолетнемерзлых грунтов, принятая на глубине 10 м, варьируется от -0,35°C до -1,44°C.

## Инженерно-геологические условия и специфические грунты

Инженерно-геологические условия площадки характеризуются наличием мерзлых дисперсных грунтов,

проявляющих свойства просадочности при оттаивании (слои ИГЭ м5тв, ИГЭ м9пл). Коренная порода является прочной и непросадочной. Степень просадочности и уплотняемости под нагрузкой мерзлых дисперсных грунтов при их оттаивании варьируется в пределах, представленных в табл. 1.

Необходимые при теплофизическом моделировании параметры грунтов были определены в лабораторных условиях и представлены в табл. 2. На площадке отсутствуют засоленные грунты, характеризующиеся низкой температурой начала замерзания. Для природных грунтов на строительной площадке эта величина находится в пределах от  $-0,1^{\circ}\text{C}$  до  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Замеренная температура на глубину выработок, то есть на 10 м, составляет порядка минус  $1^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).

К специфическим грунтам, встречающимся на участке, относятся органоминеральные и элювиальные. Органоминеральные грунты имеют незначительное распространение на участке работ. Они находятся в верхней части разреза и перекрыты моховым и растительным слоями. Ниже залегают грунты, проявляющие просадочные свойства:

- ИГЭ м5тв – супесь пылеватая пластичномерзлая, при оттаивании пластичная;

- ИГЭ м9пл – дресвяный грунт, при оттаивании средней степени водонасыщения.

Для прогнозирования поведения данных грунтов при воздействии положительных температур в процессе строительства и последующей эксплуатации зданий и транспортных сооружений использован программный модуль Termoground.

#### Программный модуль Termoground

Termoground позволяет анализировать процессы промерзания, морозного пучения и оттаивания по установленным температурным и влажностным полям. Для решения задач в этом программном модуле предусмотрена

Табл. 1. Характеристики просадочности и оттаивающего грунта

Слой	Льдистость видимых включений льда, $i_v$ (д. ед.)	Коэффициент оттаивания, $A_{th}$ (%)	Коэффициент сжимаемости при оттаивании, $m_{th}$ ( $\text{Па}^{-1}$ )
ИГЭ м5тв	0,037	3,3	0,313
ИГЭ м9пл	0,054	3,1	0,312

Табл. 2. Теплофизические характеристики дисперсных грунтов

Слой	Теплопроводность ( $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ )		Теплоемкость грунта ( $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	
	Оттаивание, $\lambda_{th}$	Промерзание, $\lambda_f$	Оттаивание, $C_{th}$	Промерзание, $C_f$
ИГЭ м5тв	1,57	1,68	660	490
ИГЭ м9пл	2,50	2,73	750	560

математическая модель теплофизических процессов в виде промерзания и оттаивания мерзлого грунта, предложенная Н.А. Цытовичем и Я.А. Кроником (1979). Она исходит из принципов равновесного состояния фазовых переходов воды в грунте в интервале отрицательных температур, которая учитывает механические и физико-химические процессы, физико-механическое состояние и переменность характеристик грунтов в зависимости от изменения их температуры и напряженно-деформированного состояния.

Данную модель назвали термомеханической моделью промерзания-оттаивания грунта, так как она позволяет учитывать изменение тепловой энергии, сохраненной в грунте в процессе промерзания-оттаивания с изменением температуры грунта.

#### Сведения о площадке выгрузочного парка

Площадка выгрузочного парка прямоугольного очертания в плане, габаритными размерами 880,0 м на 400,0 м (рис. 2). К площадке обустроивается подъезд, обеспечивающий движение автотранспорта до основной межплощадочной автодороги. С противоположной стороны предусмотрен подъезд железнодорожного транспорта и участок для проезда автотранспорта.

Предварительные расчеты показали, что для выемок в верхней части

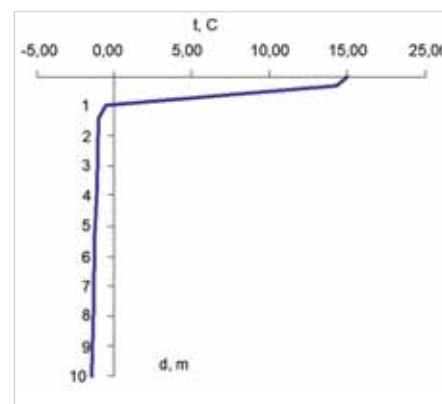


Рис. 1. Распределение температуры в грунтовом основании

площадки будет характерно формирование деятельного слоя – слоя сезонного промерзания-оттаивания, где развиваются осадки оттаивания и деформации пучения. В насыпи также сезонные процессы промерзания-оттаивания основания будут происходить постоянно из-за колебания годовых температур окружающего воздуха.

Для оценки происходящих в основании деформаций морозного пучения-оттаивания рассмотрен наиболее неблагоприятный инженерно-геологический разрез (рис. 3).

Анализ пучинистых свойств дисперсных грунтов показал, что деформации морозного пучения способны привести к неравномерным деформациям вследствие сезонных процессов промерзания-оттаивания:

- ИГЭ м4тв – щебеночный грунт сильнопучинистый (0,069) не-

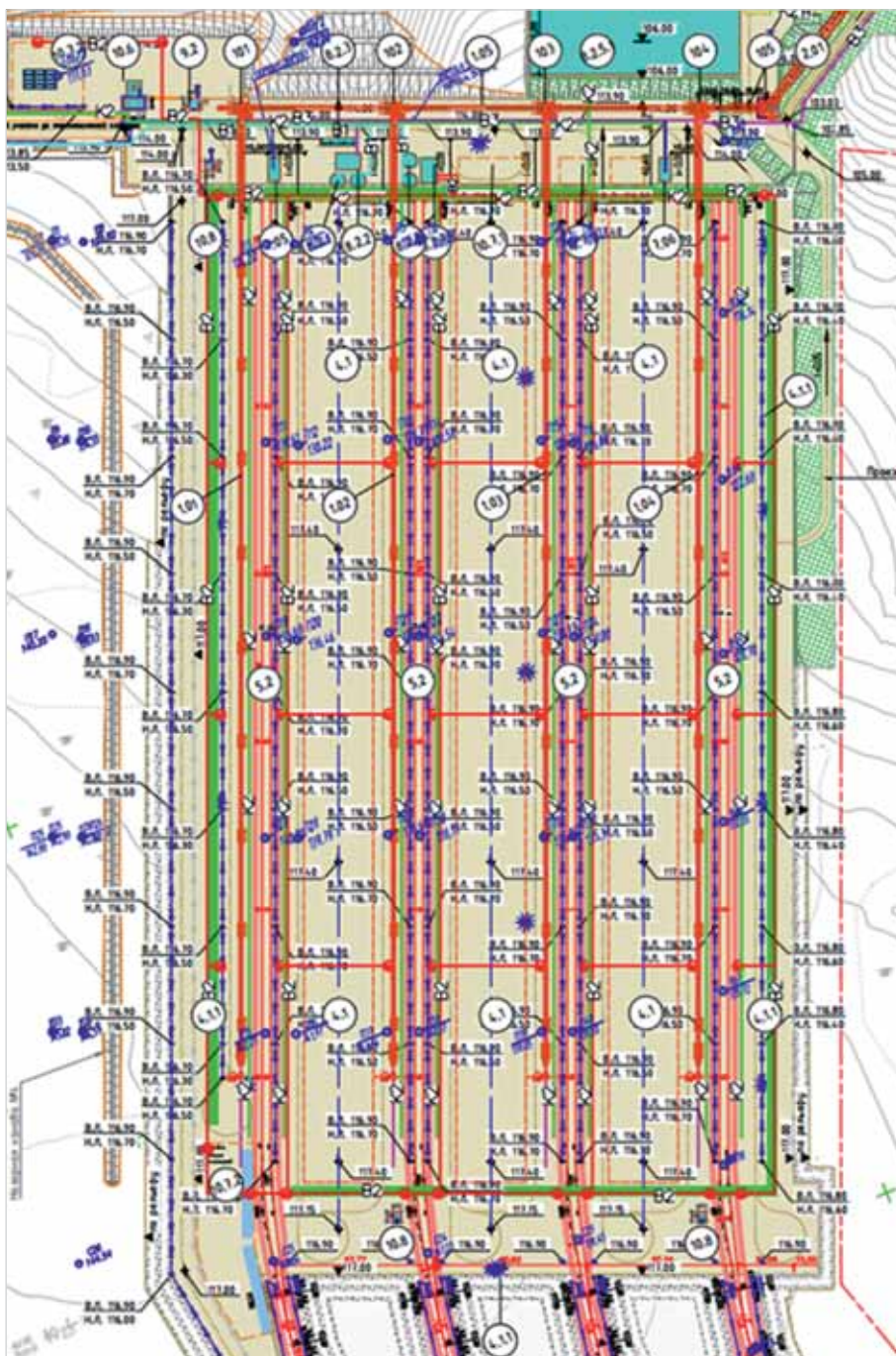


Рис. 2. Генеральный план железнодорожного грузового фронта (ЖГФ)

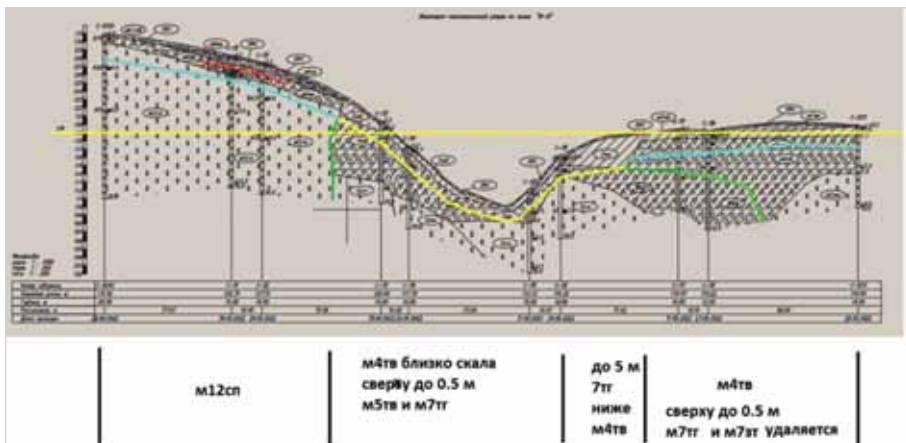


Рис. 3. Наиболее неблагоприятный инженерно-геологический разрез с учетом наличия дисперсных грунтов, подлежащих удалению. Желтая линия, по которой осуществляется посадка типового поперечного разреза ЖГФ

просадочный, влажность 0,163. Пучение  $0,069 \cdot 3 = 0,207$  м;  
 ■ ИГЭ м5тв – супесь слабопучинистая ( $A_{th} = 0,014$ ,  $m_{th} = 0,156$ ), пучение 0,198, влажность 0,184. При 3 м оттаивания – деформация оттаивания  $0,014 \cdot 3 = 0,042$  м. Пучение  $0,198 \cdot 3 = 0,594$  м;  
 ■ ИГЭ м7тг – суглинок тугопластичный ( $A_{th} = 0,019$ ,  $m_{th} = 0,235$ ), пучение 0,047, влажность 0,292. При 3 м оттаивания – деформация оттаивания составит  $0,019 \cdot 3 = 0,057$  м. Пучение  $0,047 \cdot 3 = 0,141$  м;  
 ■ ИГЭ м7зт – суглинок текучий заторфованный ( $A_{th} = 0,07$ ,  $m_{th} = 0,41$ ), пучение 0,141, влажность 0,115. При 3 м оттаивания деформация оттаивания  $0,07 \cdot 3 = 0,21$  м. Пучение  $3 \cdot 0,141 = 0,33$  м.

Насыпь высотой 12,5 м, насыпной удельный вес угля принимался  $13,5 \text{ кН/м}^3$ . При этом давление от угольного штабеля (насыпи) составит 169 кПа.

Деформация оттаивания ИГЭ м4тв: непросадочный.  
 Деформация оттаивания ИГЭ м5тв:  $(0,014 + 0,000156 \cdot 169) \cdot 3 = 0,121$  м.  
 Деформация оттаивания ИГЭ м7тг:  $(0,019 + 0,000235 \cdot 169) \cdot 3 = 0,176$  м.  
 Деформация оттаивания ИГЭ м7зт:  $(0,07 + 0,00041 \cdot 169) \cdot 3 = 0,417$  м.

Скальные грунты сохраняют свои свойства и остаются без изменения.

**Выводы и рекомендации по результатам расчетов**

На территории без насыпи – слабые слои удаляются на глубину 3–3,5 м. К данным грунтам следует отнести ИГЭ м7зт, м4тв, м5тв, м7тг.

На территории с насыпью – сезонное промерзание и оттаивание природных грунтов будет происходить под откосами насыпи.

Из-за того, что штабеля угля (насыпи) не являются постоянными, может произойти полная разгрузка (открытие территории). Неизвестно, сколько времени участок будет находиться без угольной насыпи, для данной территории также рекомендовано удаление слоев: супесей (ИГЭ м5тв, м5тв) и суглинков (ИГЭ 7тг, м7зт).

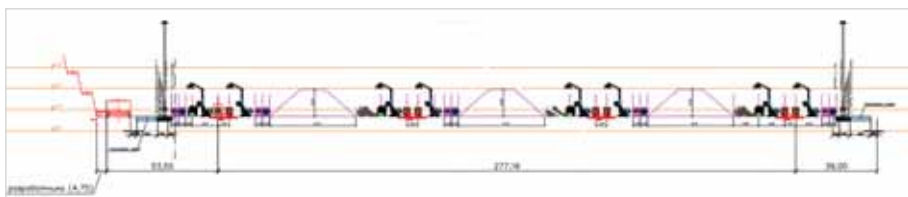


Рис. 4. Типовой поперечный профиль ЖГФ

Оценим глубину сезонного промерзания-оттаивания для слоев ИГЭ м5тв, м4тв и м7тг, а также угля (в штабеле). Суглинок текучий заторфованный (ИГЭ м7зт) не рассматриваем, так как он однозначно подлежит замене. Предполагаем, что слои залегают с поверхности, дополнительные теплотокоты отсутствуют, за исключением изменения температуры воздуха.

Расчет выполняем для одномерных условий. Расчетная схема приведена на рис. 5, а. На поверхности шагами приложена среднемесячная температура окружающего воздуха.

На рис. 5, б показана глубина сезонного оттаивания слоя м5тв. Она составила 2,62 м, что принципиально похоже на данные изысканий (3,2 м). Для слоя м4тв расчетная глубина оттаивания 2,62 м, по отчету – 2,7 м (рис. 5, в). Для слоя м7тг расчетная глубина оттаивания составляет 1,75 м, по отчету – 2,9 м (рис. 5, г). Относительно небольшая глубина оттаивания связана с высокой влажностью грунта и, соответственно, с большим тепловыделением при кристаллизации льда.

Оценим глубину промерзания-оттаивания для угля (в штабеле). Начальная температура массива угля принята  $-1,1^{\circ}\text{C}$ . Наличие

влаги не учитываем. Теплопроводность по справочным данным: показатель теплопроводности каменного угля находится в диапазоне  $0,13\text{--}2,2\text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$ . В расчетах принято среднее значение  $0,45\text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$ , теплоемкость  $1,3\text{ кДж}/\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ , плотность  $1,3\text{ т}/\text{м}^3$ . Глубина оттаивания составила по расчету 2,84 м (рис. 5, д). Результат может показаться неожиданным, так как теплопроводность угля ниже, чем у природных грунтов. Это связано с принятой нулевой влажностью угля: нет превращения воды в лед – соответственно, нет тепловыделения и поглощения, замедляющего процесс промерзания-оттаивания.

Для контроля геокриологической ситуации в период строительства требуется проведение геотехнического мониторинга на объекте.

#### Заключение

1. Для контроля геокриологической ситуации в период строительства требуется проведение геотехнического мониторинга на объекте.
2. Показано, что в результате оттаивания основания и значительного давления от насыпи рассчитанная осадка оказалась больше, чем предельно допустимая.

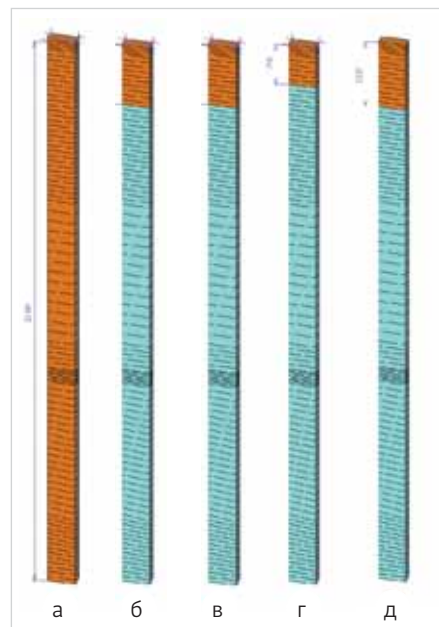


Рис. 5. Расчет сезонного промерзания-оттаивания грунтов: а) расчетная схема; б) глубина сезонного оттаивания слоя м5тв; в) глубина сезонного оттаивания слоя м4тв; г) глубина сезонного оттаивания слоя м7тг; д) уголь (в штабеле)

3. По результатам технико-экономического сравнения, ввиду значительных объемов земляных работ по замене пучинистых дисперсных грунтов, для рассматриваемого объекта наиболее рационально выполнить стабилизацию грунтов по технологии инъекционного закрепления цементными растворами, закачиваемого в режиме гидроразрыва.

**Елена Городнова**,  
канд. техн. наук, доцент,  
**Владимир Парамонов**,  
д-р техн. наук, профессор,  
**Константин Сливцев**,  
канд. техн. наук, доцент  
(ПГУПС имени императора  
Александра I)

#### Библиография

1. Kotov, P.I., Roman, L.T., Sakharov, I.I., Paramonov, V.N., Paramonov, M.B.: Influence of thawing conditions and type of testing on deformation characteristics of thawing soil. *Soil Mech. Found. Eng.* 52(5), 254–261 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11204-015-9337-5>
2. Paramonov, V., Sakharov, I., Kudryavtsev, S.: Forecast the processes of thawing of permafrost soils under the building with the large heat emission. In: MATEC Web of Conferences 15th International Conference «Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology – 2016» (2016). <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167305007>
3. Kudryavtsev, S., Paramonov, V., Sakharov, I.: Strengthening thawed permafrost base railway embankments cutting berms. In: MATEC Web of Conferences. 15th International Conference «Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology – 2016» (2016). <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167305002>
4. Paramonov, V.N., Saharov, I.I.: Calculations of Thermal Stabilization of Transport Embankments and their Bases. In: Proceedings of the International Scientific Conference Transportation Geotechnics and Geoecology (TGG-2017). *Proc. Eng.* 189, 472–477 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.076>
5. Sakharov, I.I., Paramonov, V.N., Kudryavtsev, S.A.: The account of frost heave and thawing processes when designing road embankments in cold regions. In: Petriaev, A., Konon, A. (eds.) *Transportation Soil Engineering in Cold Regions*, Volume 1. LNCE, vol. 49, pp. 19–24. Springer, Singapore (2020). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1_3)
6. Kudryavtsev, S., et al.: Numerical simulation of the work of a low-settlement embankment on a pile foundation in the process of permafrost soil thawing. In: Petriaev, A., Konon, A. (eds.) *Transportation Soil Engineering in Cold Regions*, Volume 2. LNCE, vol. 50, pp. 73–82. Springer, Singapore (2020). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0454-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0454-9_9)
7. Kudryavtsev, S., et al.: Reinforcing a railway embankment on degrading permafrost subgrade soils. In: Murgul, V., Pukhkal, V. (eds.) *EMMFT 2019*. AISC, vol. 1258, pp. 35–44. Springer, Cham (2021). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57450-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57450-5_4)

# ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Эксплуатационная безопасность сооружения - это способность сооружения выполнять предусмотренные на этапе проектирования эксплуатационные функции с обеспечением безопасности для пользователей.



На общей сети автомобильных дорог Республики Беларусь, включающей в себя автодороги республиканской и местной сети, на начало 2026 года эксплуатировалось 5179 мостовых сооружений общей протяженностью 186,2 км. Из них на республиканской сети расположено 43% мостовых сооружений, на местной – 57% сооружений.

Мостовой парк на автомобильных дорогах общего пользования республики представлен различными видами сооружениями по типам, назначением, статическим схемам и т. д. По длине и материалу изготовления пролетных строений сооружения представлены следующим образом:

## Методика обследования мостовых сооружений

Порядок проведения обследования мостовых сооружений на дорогах общего пользования Республики Беларусь в настоящее время регламентируется ТКП 690-2025 «Мосты и трубы на автомобильных дорогах общего пользования. Обследования и испытания. Правила проведения». Обследования автомобильных дорог и сооружений на них могут выполняться только аттестованными организациями – институт «БелдорНИИ» входит в число таких организации, имея аттестат самого высокого уровня.

На предприятии существует отработанная годами методика

проведения обследований. Начинается обследование с подготовительного этапа, включающего в себя ознакомление с технической документацией на объект, изучением архивной документации по сооружению. Следующим этапом выполняется общее обследование, куда входит визуальный осмотр сооружения с фиксацией геометрических характеристик конструкций и дефектов на них. Заключительным этапом является детальное (инструментальное) обследование с определением физико-химических характеристик материалов основных элементов сооружения. Обследования выполняются с использованием широкой приборной базы, в том числе с применением приборов неразрушающего контроля, позволяющих оценить прочность и глубину карбонизации бетона, степень насыщения хлоридами защитного слоя, адгезию защитных покрытий, деформации элементов под действующей транспортной нагрузкой и т. д.

На основании установленных дефектов и результатов инструментального обследования выполняется перерасчет конструкций с определением грузоподъемности сооружения, анализ возникновения дефектов и выдаются рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Основываясь на полученных результатах обследования, имея рекомендации по ремонту сооружения, эксплуатирующая организация принимает решение о включении сооружения в реестр планового ремонта либо о проведении на сооружении внеплановых ремонтных мероприятий.

Большие мостовые сооружения (свыше 100 м)	234
Средние мостовые сооружения (от 25 до 100 м)	2138
Малые мостовые сооружения (до 25 м)	2807
Железобетонные мостовые сооружения	5022
Сталежелезобетонные и металлические мостовые сооружения	122
Деревянные мостовые сооружения	32
Наплавные мосты	3

Данные обследований сооружений вносятся в общереспубликанскую автоматизированную информационно-аналитическую систему «Белмост», которая на основе информации по сооружениям позволяет принимать управляющие решения о дальнейшей эксплуатации, пропуске тяжеловесного транспорта, формировать программы ремонтов и обследований. Кроме того, по результатам обработки внесенных данных система «Белмост» высчитывает оценку состояния сооружения, на основе которой определяется вид ремонта.

Система «Белмост» предназначена для внесения, хранения и обработки информации по мостовым сооружениям на автомобильных дорогах, определения оценки состояния сооружения с учетом имеющихся дефектов. Система хранит в себе основную информацию по сооружению с характеристиками конструкций, дефектами, грузоподъемностью, историей строительства, ремонтов и обследований сооружения (и т. п.) в виде текстовых данных и фотографий.

**Результаты обследований мостовых сооружений в 2025 году**  
 Отраслевая мостовая лаборатория института «БелдорНИИ» обследует около 120 сооружений в год. В эту цифру входят обследования сооружений, расположенных как на дорогах общего пользования, так и на улицах городов, а также на территориях промышленных предприятий.

Учитывая тот факт, что институт «БелдорНИИ» является подведомственной организацией Министерства транспорта и коммуникаций, около 70% обследований выполняется на республиканских автомобильных дорогах. Обзор состояния сооружений в данной статье основан на результатах обследования 79 сооружений на республиканской сети автомобильных дорог.

В выборке участвовали различные сооружения, охватывающие



Рис. 1. Дефекты мостовых сооружений

Большие мостовые сооружения (свыше 100 м)	13
Средние мостовые сооружения (от 25 до 100 м)	33
Малые мостовые сооружения (до 25 м)	33
из них	
Железобетонные мостовые сооружения	73
Сталежелезобетонные и металлические мостовые сооружения	6

весь спектр мостового парка и расположенные по всей территории Республики Беларусь. Время постройки сооружений варьируется от 1938 года до 2016 года.

В рамках обследований на сооружениях выявляются различные дефекты, влияющие на грузоподъемность, безопасность и долговечность. Примеры дефектов, выявленных в процессе обследований, приведены на рис. 1. Пере-

чень основных конструктивных элементов, на которых выявлены дефекты, приведен на рис. 2.

Из результатов обследований на 68% сооружений выявлено наличие дефектов системы водоотвода и гидроизоляции, на 58% – дефектов деформационных швов. Нарушение целостности этих элементов на сооружении неминуемо ведет к снижению долговечности нижележащих конструкций. Это

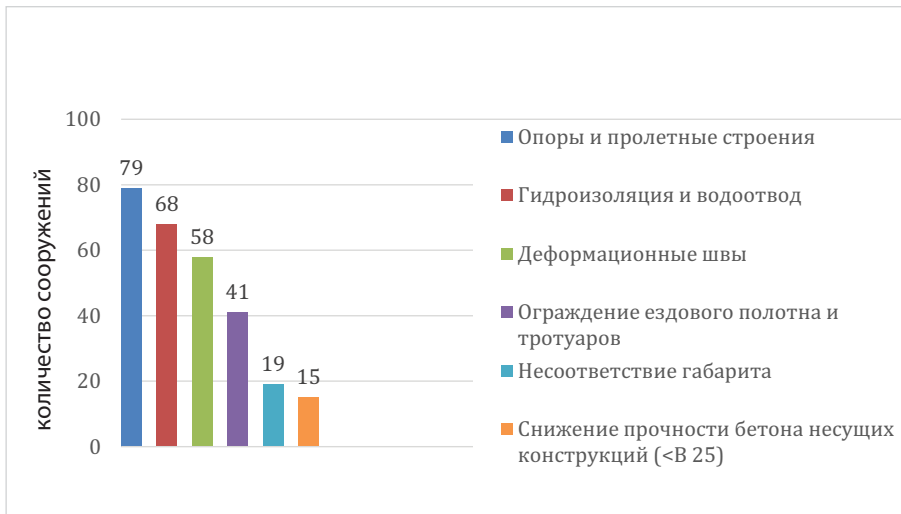


Рис. 2. Распределение дефектов по конструктивным элементам сооружений

подтверждается и результатами обследований: на 79 сооружениях (100%) обнаружены дефекты пролетных строений, опор.

Негерметичный шов и нарушенная гидроизоляция, учитывая климатические условия Республики Беларусь и агрессивные воздействия солей в условиях зимней эксплуатации, уже в первые 5 лет приведут к возникновению процессов разрушения бетонного защитного слоя железобетонных конструкций.

Через 10 лет, если не устранять причины появления дефектов, процессы разрушения бетонных конструкций развиваются, начинается коррозия арматуры в теле бетона с появлением коррозионных трещин, коррозия металлических элементов пролетных строений.

Через 30 лет на сооружении, которое должно служить не менее 50 лет, уже проявляются предаварийные дефекты. Воздействие на несущие конструкции проезжаю-

щего тяжеловесного транспорта дополнительно ускоряет процессы развития дефектов.

На основе выявленных дефектов и перерасчета грузоподъемности при обследованиях 79 сооружений были рекомендованы следующие ограничения:

- На пяти сооружениях рекомендована установка знаков 3.24.1 «Ограничение максимальной скорости»;
- На четырех сооружениях рекомендована установка знаков 3.16 «Ограничение минимальной дистанции»;
- На шестнадцати сооружениях рекомендована установка знаков 3.11.1 «Ограничение массы» или 3.12.1 «Ограничение нагрузки на ось»;
- На трех сооружениях рекомендовано ввести ограничения для движения пешеходов по сооружению.

Оценка технического состояния 79 мостовых сооружений, определенное системой «Белмост» с учетом фактических дефектов и грузоподъемности, распределена следующим образом.

Оценка состояния сооружения	Количество сооружений
0–2,99 (необходим капитальный ремонт или реконструкция)	17
3–3,99 (необходим текущий или капитальный ремонт)	19
4–5,99 (требуется текущий ремонт)	36
6–7 (выполнение работы в рамках содержания)	7

Следует отметить, что при выдаче рекомендаций по введению ограничений сотрудники отраслевой мостовой лаборатории всегда учитывают важность всех объектов дорожно-мостового парка республики для хозяйственной деятельности и пытаются найти оптимальное решение, позволяющее ввести минимально необходимые ограничения для пользователей и в то же время безопасно эксплуатировать мостовое сооружение до проведения ремонтных мероприятий.

Выполнение регулярных обследований сооружений квалифицированными аттестованными специалистами является залогом безопасной эксплуатации сооружений в межремонтный период. **Для повышения эксплуатационной надежности и продления жизненного цикла мостовых сооружений необходимо выполнение следующих основных мероприятий:**

1. Применение современных материалов, технологий, конструктивных решений при возведении, реконструкции, ремонте сооружений;
2. Повышение квалификации сотрудников (мостовых мастеров) организаций, занимающихся эксплуатацией мостовых сооружений;
3. Соблюдение требований нормативных документов по регламентным осмотрам сооружений. Своевременное выполнение работ по эксплуатации сооружений;
4. Выполнение эксплуатирующими организациями рекомендаций специализированных организаций после проведения диагностики или обследования сооружения;
5. Регулярное и достаточное финансирование работ по эксплуатации сооружений.

**О.Г. Попелушко,**  
начальник отраслевой мостовой лаборатории республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Республика Беларусь

# 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



# О ПРОБЛЕМЕ ВЫБОРА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

В связи с уменьшением объемов финансирования отрасли транспортного строительства перед заказчиками весьма остро стоит проблема подбора наиболее эффективных материалов и технологий для максимального увеличения срока службы транспортных объектов и уменьшения затрат на их эксплуатацию.

К сожалению, принятие обоснованных решений заказчиками еще на стадии разработки проектной документации, а также на стадии эксплуатации нередко затруднено отсутствием специальных знаний в области антикоррозионной защиты. Эта проблема обострилась после появления на российском рынке лакокрасочных материалов зарубежных производителей. Обычно при решении этой проблемы опираются на две характеристики: страну поставщика материалов и первоначальные капитальные затраты. Нередко при этом ссылаются также и на необходимость поддержки отечественного производителя, который обычно предлагает материалы, более дешевые по сравнению с иностранными поставщиками. И хотя желание заказчика поддержать отечественного производителя, инвестируя сред-

ства в отечественную экономику, весьма похвально, следует учитывать и такой важный показатель как экономическая эффективность применяемых лакокрасочных материалов (далее – ЛКМ).

Поэтому авторы статьи полагают, что более предпочтительным является комплексный подход к выбору системы антикоррозионной защиты, учитывающий по возможности большее количество факторов.

При выполнении работ по антикоррозионной защите мостовых конструкций обычно используется довольно широкий ассортимент лакокрасочных материалов, что обуславливается сложными и разнообразными условиями эксплуатации мостовых сооружений, разнообразием агрессивных эксплу-

атационных сред, необходимостью применять покрытия различного цвета и т. п. Ясно, что основными факторами, определяющими выбор ЛКМ для конкретных конструкций, являются характер и параметры окружающей эксплуатационной среды. Однако ориентироваться только на определенный тип эксплуатационной среды недостаточно – нужно принимать во внимание и ряд других технологических, эксплуатационных и экономических факторов.

Рассмотрим основные из этих факторов.

**А) Вид материала окрашиваемой конструкции.** Как известно, существует большое количество различных систем антикоррозионной защиты, поэтому специально подобранные производителями системы защиты позволят в каждом конкретном случае получить наилучший результат как с точки зрения антикоррозионной защиты, так и с точки зрения декоративных свойств.



Заводская окраска мостовых металлоконструкций на заводе «Курганстальмост»

**Б) Требуемая долговечность системы антикоррозионной защиты.** Очевидно, что применение материалов с более длительным сроком службы позволит сократить затраты на стадии эксплуатации. При этом следует иметь в виду, что этот параметр у разных ЛКМ может существенно отличаться. У большинства из них он исчисляется с момента нанесения первого слоя, а у остальных - с момента нанесения последнего слоя. Кроме того, срок жизнеспособности ряда промежуточных и грунтовочных слоев защитной системы ограничен шестью месяцами, в то же время у других позволяет более эффективно распределять затраты капитала во времени. Отметим, что этот показатель особенно важен для крупных объектов, для которых подобная гибкость дает возможность заказчику избежать крупных вложений в антикоррозионную защиту конструкций в течение одного года.

Необходимая долговечность антикоррозионного покрытия коррелирует с таким важным индикатором, как гарантийный срок службы данного покрытия, ибо при прочих равных условиях производитель работ по антикоррозионной защите может предоставить более длительные гарантийные обязательства на системы с длительными сроками службы.

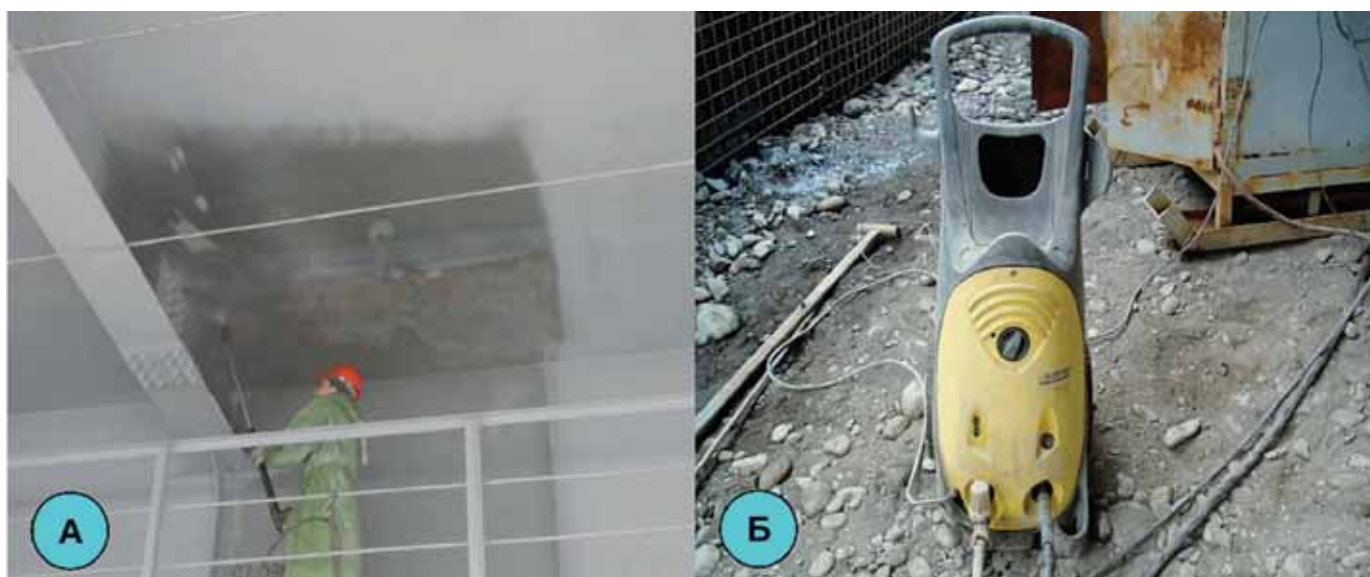


Электронные измерители климатических параметров и точки росы

При этом следует также учитывать стойкость ЛКМ к действию материалов, используемых для борьбы с гололедом в зимнее время; физико-механические свойства ЛКМ, особенно стойкость их к ударам щебня, вылетающего из-под колес автомобилей, к песчано-солевым смесям, разбрасываемым эксплуатационной техникой, к механическому повреждению дорожными машинами; стойкость материалов к ультрафиолетовому излучению, оказывающему мощное разру-

шающее воздействие, а также стойкость к действию нефти и нефтепродуктов.

**В) Ремонтопригодность** – весьма важная характеристика, тем более что большинство заказчиков – застройщиков обычно не задумывается о дальнейшем использовании объекта. Важно подобрать такую систему антикоррозионной защиты, которая позволила бы эксплуатирующей мостовое сооружение организа-



Подготовка поверхности перед окрашиванием. Удаление загрязнений методом гидроочистки под высоким давлением при помощи мойки высокого давления Karcher HD 10/23-4S



Процесс окрашивания блока с нанесенным эталонным участком материалом Stelpant-PU-Mica UV RAL 7038, регламентной толщиной. Метод окрашивания – безвоздушное распыление окрасочным агрегатом WAGNER HC 960.A – контроль толщины мокрого слоя краски калиброванным толщиномером «гребенка». Показатели толщины – 150–175 мкм

ции без проблем выполнять ремонтные работы. Различные виды ЛКМ по-разному реагируют на ремонт, поскольку ремонт требует соответствующей подготовки поверхности, а также нанесения всех слоев антикоррозионной защиты на поврежденных участках заново, что в ряде случаев невозможно без специального оборудования и квалифицированного персонала, особенно при выполнении работ на больших площадях.

**Г) Совместимость с другими методами антикоррозионной защиты.** К таким другим методам относятся анодная и катодная

защита, а также защита наложенным током. Такие виды защиты широко применяются в судостроении и судоремонте. К сожалению, на других объектах в России они применяются крайне редко. Применение ЛКМ в таких случаях продлевает срок службы нужной поверхности.

**Д) Технологичность нанесения материала.** При нанесении лакокрасочного материала предъявляются весьма жесткие требования к климатическим параметрам окружающей среды: максимальные влажность воздуха, температура окружающего воздуха и окраши-

ваемой поверхности, что связано с таким феноменом, как «точка росы», когда при определенной температуре на защищаемых конструкциях появляется избыточная влага. Эта водная пленка инициирует процесс коррозии, а также препятствует адгезии ЛКМ с подготовленной к окраске поверхности. Указанные климатические параметры необходимо контролировать как перед началом работ по антикоррозионной защите, так и в ходе их выполнения с обязательной фиксацией данных в журнале.

При этом контроль производится с использованием сертифицированных термо- и гигрометров и других приборов. Предельной влажностью для большинства лакокрасочных материалов, при которой их нанесение не допускается, является влажность 80%. В районах с повышенной влажностью воздуха это весьма серьезное ограничение, которое может привести к простоям и срыву сдачи работы в срок. Для преодоления этого затруднения имеются материалы, которые можно наносить при влажности до 98%.

Следует также иметь в виду, что ЛКМ делятся на две группы: однокомпонентные и двухкомпонентные. Двухкомпонентные ЛКМ состоят из двух частей – основы и отвердителя, которые должны смешиваться на строительной площадке непосредственно перед нанесением. Под жизнеспособ-



Окраска металлоконструкций железнодорожного моста. Окраска железобетонных конструкций 0+00



Мост «Миллениум» через реку Казанку (Казань). Комплексная защита металлоконструкций пролетных строений и железобетонных опор с покрытием Stelpant

ностью двухкомпонентных ЛКМ понимается время, в течение которого они могут быть нанесены на поверхность после смешивания компонентов. Этот срок, как правило, не превышает восьми часов. Ограниченная жизнеспособность этих материалов, наличие двух компонентов, которые необходимо смешивать на строительной площадке, причем строго дозированно, делает двухкомпонентные материалы менее технологичными по сравнению с однокомпонентными.

Отметим, что технологичность подразумевает наличие специального оборудования для нанесения лакокрасочных материалов. Например, высоковязкие ЛКМ могут наноситься только с помощью аппаратов безвоздушного распыления (не считая окраски вручную).

**Е) Требования декоративности.** При высоких требованиях к декоративным качествам антикоррозионной защиты следует применять ЛКМ, предназначенные для соответствующей окружающей среды. Нужно учитывать крупность частиц, перетир компонентов, светоотражение и другие факторы, характеризующие ЛКМ. Также важно обращать внимание на возможность производителя антикоррозионных работ отколеровать материалы в соответствии с пожеланиями заказчика.

**Ж) Необходимая степень подготовки поверхности.** Нужно учитывать, что работоспособность любой системы антикоррозионной защиты на 80–85% зависит от качества и степени подготовки поверхности, на которую наносится система защиты. Следует иметь в виду, что работы по подготовке поверхности являются самыми трудоемкими и дорогостоящими при нанесении ЛКМ. Для металлических поверхностей производители ЛКМ обычно оговаривают требуемую степень подготовки поверхности. В большинстве случаев это Sa 2–2,5 для абразивоструйной очистки или St 3 для ручной подготовки. Эта степень подразумевает очистку металла от продуктов коррозии и старых покрытий до изначального металла без видимых их вкраплений. Ряд производителей на рынке предлагают материалы, которые могут наноситься на неподготовленную поверхность, – так называемые «модификаторы ржавчины». Однако такие ЛКМ имеют свои недостатки – прежде всего, низкую долговечность покрытия. Их применение может быть оправдано только отсутствием технологической возможности провести нужную подготовку поверхности.

**З) Требования пожаро- и взрывобезопасности.** Эти параметры являются крайне важными, так

как большинство ЛМК – за счет входящих в их состав растворителей – горючи и взрывоопасны. При выполнении работ по антикоррозионной защите необходимо контролировать соблюдение правил пожарной безопасности, в замкнутых помещениях организовывать работу таким образом, чтобы не допускать концентрации паров ЛКМ выше предельно допустимой. Для этого необходимо оборудовать систему приточно-вытяжной вентиляции.

**И) Санитарно-гигиенические требования.** Все используемые для производства антикоррозионных работ материалы должны иметь гигиенические сертификаты на право применения их в соответствующих условиях нанесения и эксплуатации.

**К) Экономическая целесообразность.** Этот показатель характеризует эффективность принимаемого управленческого решения. Согласно вышеперечисленным факторам, заказчик должен подобрать несколько вариантов систем антикоррозионной защиты и приступить к выбору наиболее оптимального из них. При этом следует учитывать потерю пропускной способности мостового сооружения во время выполнения ремонтных работ. После расчета приведенных затрат по каждому варианту выявляется наиболее эффективный.

В заключение отметим, что процедура антикоррозионной защиты мостовых сооружений является наиболее обеспеченной соответствующими нормативными документами.

**И.Г. Овчинников,**  
д-р техн. наук,  
профессор, академик РАТ и РИА;  
**О.Н. Распоров,**  
д-р транспорта,  
академик РАТ;  
**И.И. Овчинников,**  
д-р техн. наук,  
академик РАТ и РИА;  
**К.О. Распоров,**  
канд. экон. наук,  
академик РАТ

# ТЕКСТИЛЬНО-ПЕСЧАНЫЕ СВАИ: ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ

В представленной статье авторами рассматривается применение текстильно-песчаных свай (ТПС) при устройстве насыпей на слабых водонасыщенных грунтах. Описана конструкция системы «колонна – гибкий ростверк», раскрыт механизм передачи нагрузки и перераспределения напряжений, а также работы армирующего слоя на растяжение. Приведены принципы расчета на основе концепции элементарной ячейки и допущения о равных осадках колонны и окружающего массива. Рассмотрены особенности конструирования, границы применимости и технология устройства свай различными методами. Представлена схема натурного испытания одиночной ТПС и порядок оценки ее деформационной работы.

При устройстве насыпей на слабых водонасыщенных грунтах возникают ограничения по устойчивости и допустимым деформациям основания. Низкая прочность на сдвиг и высокая сжимаемость таких грунтов приводят к риску потери общей или локальной устойчивости сооружения, а также

к формированию значительных и неравномерных осадок.

Поверхностное армирование основания геосинтетическими материалами позволяет повысить устойчивость насыпи, однако при большой мощности слабого слоя эффективность такого армирова-

ния ограничена. В подобных условиях требуется передача большей части нагрузки на более прочный грунт, залегающий на глубине.

Одним из решений является применение текстильно-песчаных свай (ТПС) в сочетании с гибким ростверком из геосинтетического материала. Система работает как композиционная конструкция «колонна – грунт», в которой нагрузка перераспределяется между колоннами и окружающим массивом.

Целью настоящей статьи является описание конструкции ТПС, принципа работы системы, расчетной модели, особенностей конструирования и технологии устройства, а также порядка проведения натурных испытаний.

## Описание конструкции

Конструкция основания насыпи с применением текстильно-песчаных свай представляет собой систему «насыпь – гибкий ростверк – колонны – слабый грунт – несущий слой». Нагрузка от насыпи через армирующий геосинтетический слой передается на группу колонн, заглубленных в прочный грунт, минуя большую часть слабого основания (рис. 1).

Текстильно-песчаные сваи представляют собой уплотненный вибраторной нагрузкой сыпучий минеральный наполнитель (песок, гравий, щебень мелких фракций) в высокопрочной бесшовной геоболочке.

В качестве оболочки, куда засыпают наполнитель, выступает «АРМОСТАБ ТУБА» – геоболочка бесшовная тканая цилиндрической формы, изготовленная на круглоткацком станке из полиэфирных нитей (рис. 2).

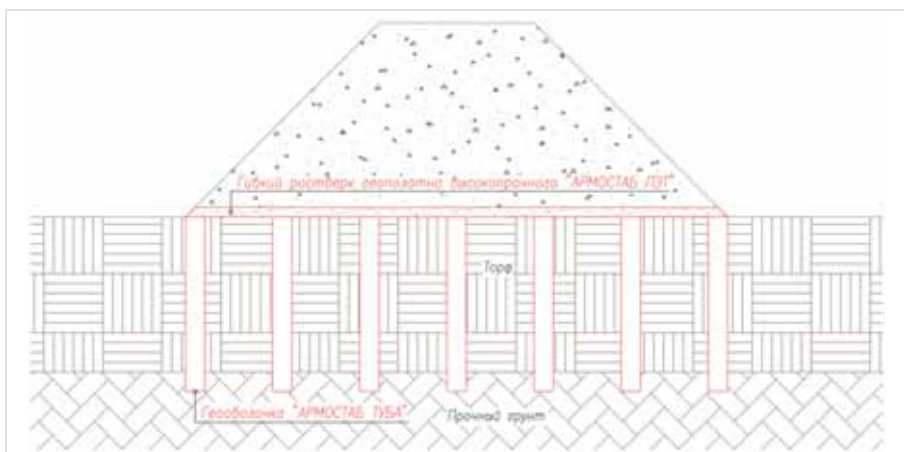


Рис. 1. Конструкция основания насыпи с применением ТПС



Рис. 2. АРМОСТАБ ТУБА

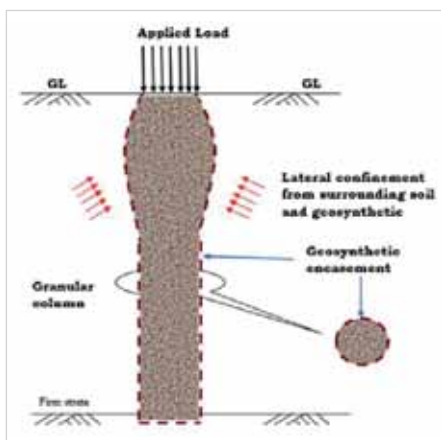


Рис. 3. Схема работы ТПС

В зарубежной практике аналогичные конструкции обозначаются термином Geosynthetic Encased Sand Columns (песчаные колонны в геосинтетической оболочке) [1].

### Принцип работы конструкции

ТПС по принципу вертикальной колонны воспринимает 70...80% от общей нагрузки и передает их на несущий грунт. Бесшовная геосинтетическая оболочка удерживает сыпучий материал в радиальном направлении, сохраняя целостность несущей конструкции (рис. 3) [2].

Гибкий ростерк передает нагрузку на ТПС за счет перераспределения напряжений и ограничения локального продавливания насыпи. Помимо того, гибкий ростерк перекрывает слабый грунт между ТПС и работает на растяжение (мембранная работа армирующего слоя), что частично или полностью разгружает слабый грунт (рис. 4) [1].

Армирующий элемент подвергается воздействию нагрузки между несущими элементами, которая уменьшается в результате арочного эффекта и силы реакции грунта основания под ним. Вследствие арочного эффекта концентрация вертикальных напряжений переносится к оголовку свай [3].

Важно отметить, что ТПС также выполняют роль вертикальных дренающих элементов [4, 6]. По механизму фильтрации они сопоставимы с песчаными дренами, применявшимися до внедрения полимерных вертикальных дренающих элементов [4].

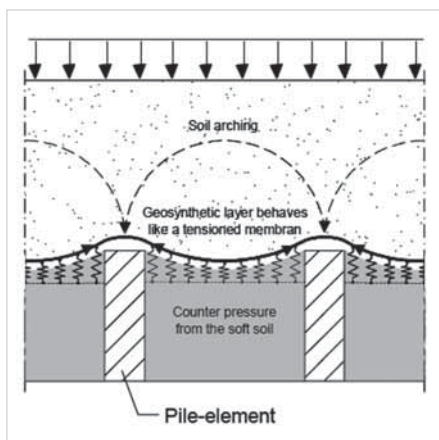


Рис. 4. Принцип работы гибкого ростерка

Песчаный наполнитель колонны обладает высокой водопроницаемостью и сокращает путь фильтрации поровой воды, обеспечивая развитие радиальной консолидации основания [4].

В отличие от железобетонных свай, ТПС не создают непроницаемых включений в массиве слабого грунта. Наличие водопроницаемого ядра способствует рассеиванию избыточного порового давления, возникающего при поэтапном нагружении основания [4].

### Расчет и принцип конструирования

Методика расчета основана на концепции «элементарной ячейки». Эта концепция учитывает два элемента: грунт-заполнитель (внутри контура геосинтетики) и грунт-среду (снаружи контура геосинтетики). Сама элементарная ячейка может представлять собой разные фигуры: шестиугольник (рис. 5а), квадрат (рис. 5б), треугольник (рис. 5с). Диаметр окружности, вписанной в эти фигуры, называется зоной влияния одной сваи  $d_c$ . Величина диаметра зоны влияния  $d_c$  и расстояние между сваями  $s$  прямо пропорциональны друг другу: чем больше диаметр зоны влияния, тем больше площадь зоны влияния и тем ниже растягивающие усилия в геосинтетической оболочке [4].

### Расчетная модель элементарной ячейки

Поскольку боковое ограничение, создаваемое геосинтетической оболочкой в ТПС, существенно выше, чем ограничение со стороны окру-

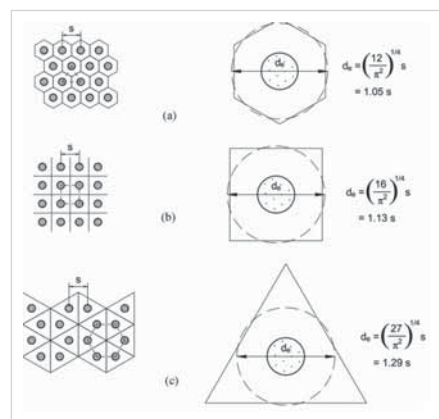


Рис. 5. Сетки расположения свай в плане: а) гексагональная; б) квадратная; в) треугольная

жающего грунта, подобные сваи способны воспринимать большую нагрузку, по сравнению с обычными грунтовыми сваями.

Методика основана на теории упругости и допущении о равных осадках грунтовой сваи и окружающего массива. Кроме того, метод позволяет прогнозировать поведение элементарной ячейки при длительном дренировании в условиях достижения максимальных горизонтальных и вертикальных деформаций. Поскольку методика исходит из того, что на завершающей стадии свая переходит в состояние активного бокового давления, к ней применяется коэффициент активного давления грунта  $K_{a,c}$ . Нагрузка на ячейку  $\Delta_{ov,o}$  уравновешивается вертикальными напряжениями  $\Delta_{ov,c}$  в свае и окружающем грунте  $\Delta_{ov,s}$  (рис. 6) [6].

### Границы применимости ТПС

Применение ТПС целесообразно:

- при толщине слабого слоя более 3 м, когда полная замена грунта основания экономически нецелесообразна, а поверхностное армирование насыпи не обеспечивает требуемую устойчивость;
- при ограничениях по срокам строительства, поскольку ТПС позволяют сократить продолжительность консолидации за счет перераспределения большей части нагрузки на колонны;
- при невозможности или нецелесообразности устройства жестких свайных фундаментов, когда требуемая несущая способность может быть обеспечена системой «колонна – грунт» без передачи

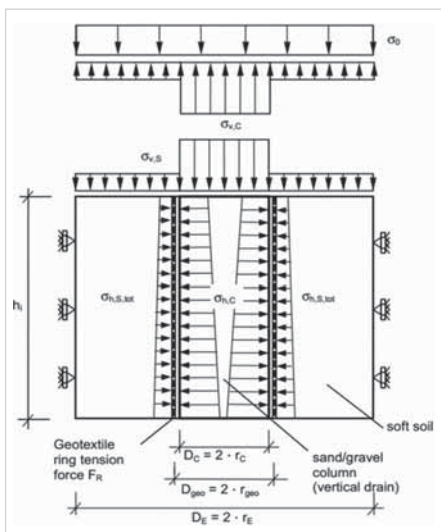


Рис. 6. Расчетная модель элементарной ячейки

нагрузки на глубоко залегающий несущий слой;

- при строительстве насыпей на водонасыщенных слабых грунтах, чувствительных к развитию избыточного порового давления, поскольку в отличие от железобетонных свай формирующих непроницаемые включения ТПС имеют водопроницаемое минеральное ядро и выполняют функцию вертикальных дренирующих элементов [7].

### Технология устройства ТПС

Сначала формируется рабочая платформа, которая должна обеспечить возможность въезда и производства работ виброоборудованием на слабом основании [1, 7].

Платформа представляет собой уплотненный слой хорошо дренирующего грунта (песка либо щебеночно-песчаной смеси). При

залегании в основании крайне слабых грунтов допускается применение армирующих геосинтетических материалов по естественной поверхности основания [7].

Толщина рабочей платформы назначается из условия предотвращения продавливания и локальной потери устойчивости под монтажными нагрузками [7]. Рабочая платформа может деформироваться в процессе строительных работ, однако эти деформации не должны препятствовать нормальной работе техники (в частности, должна обеспечиваться вертикальность скважин).

Рабочая платформа одновременно выполняет функцию дренирующей прослойки, обеспечивающей отвод поровой воды в процессе консолидации [4, 7]. Для повышения фильтрующей способности допускается применение дренажных геоконструктивов.

После устройства свай рабочая платформа используется как подготовительный слой под устройство гибкого ростверка.

Затем устраиваются текстильно-песчаные сваи. Существуют два метода устройства:

- вибропогружение (вибровытеснение);
- бурение.

Выбор метода определяется инженерно-геологическими условиями и организационно-техническими решениями. Он влияет на харак-

тер взаимодействия свай с окружающим грунтом, но не изменяет принцип работы ТПС в эксплуатационной стадии [5].

### Метод вибропогружения (вибровытеснения)

Метод вибропогружения с вытеснением грунта является предпочтительным, поскольку позволяет включить конструкцию в работу за счет дополнительного уплотнения грунта вокруг ТПС (рис. 7) [5].

Стальная обсадная труба с закрытым клапаном, формирующим острый наконечник, погружается в грунт вибрационным способом до проектной отметки опирания свай, сопровождая вытеснение и уплотнение грунта вдоль своей поверхности [4, 5].

После достижения проектной глубины внутрь трубы опускается геоболочка в виде «чулка» с завязанным внизу узлом.

В геоболочку засыпается дренирующий грунт-заполнитель. Параллельно производится подъем обсадной трубы; клапан открывается, вибрация сохраняется с целью уплотнения заполнителя.

### Метод бурения

Метод основан на предварительном формировании скважины с изъятием грунта и является менее предпочтительным, поскольку не создается уплотнение грунта вокруг ТПС, а для включения конструкции в работу требуются большие нагрузки (рис. 8) [5].

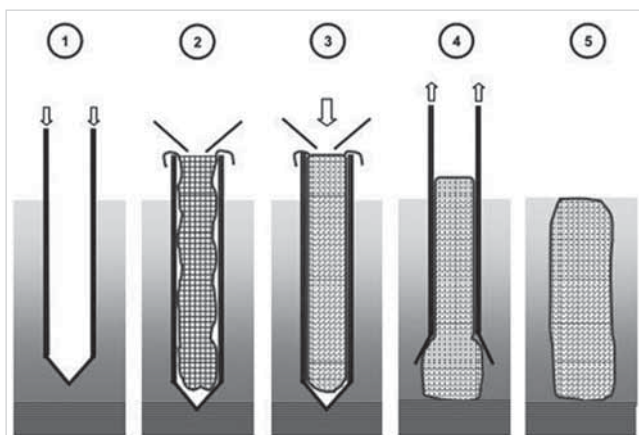


Рис. 7. Этапность устройства ТПС методом вибропогружения

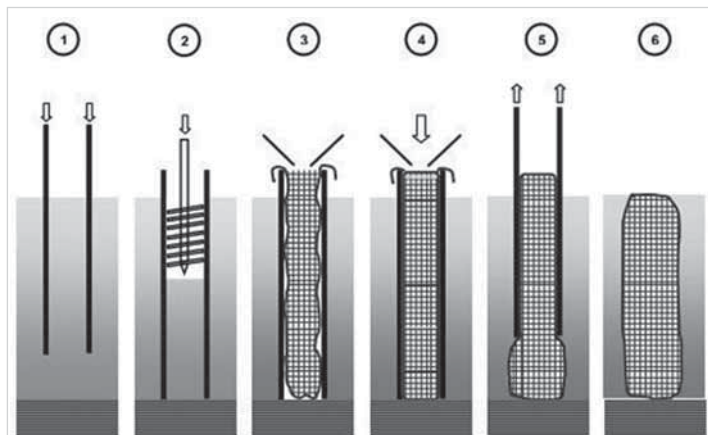


Рис. 8. Этапность устройства ТПС методом бурения

Применение метода бурения основано при наличии ограничений по вибрационному воздействию, при работах в условиях плотной застройки, а также при невозможности или крайней затруднительности доставки оборудования на площадку строительства [4, 5].

Производится бурение скважины до проектной отметки опирания сваи. В освобожденную от грунта трубу погружается геоболочка в виде «чулка» с завязанным внизу узлом. Далее в геоболочку засыпается грунт-заполнитель, обсадная труба поднимается с вибрацией для уплотнения заполнителя [5].

### Испытания ТПС на площадке строительства

Испытание выполняется как натурное нагрузочное испытание одиночной ТПС, устроенной по проектной технологии в проектных грунтовых условиях. Схема испытания носит условный характер и соответствует принципам штамповых испытаний, адаптированных для вертикальных дренажных включений.

Элемент рассматривается как деформируемое включение в массиве слабого основания (рис. 9) [8].

После устройства выдерживается технологическая пауза. В уровне поверхности устраивается и уплотняется подстилающий слой из песчано-щебеночной смеси, обеспечивающий корректную установку испытательной системы [8].

На оголовок ТПС устанавливается жесткая стальная плита, обеспечи-

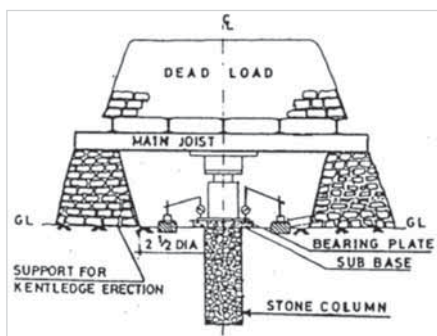


Рис. 9. Схема установки для натурного испытания ТПС

вающая равномерную передачу давления по сечению и исключая локальную перегрузку оболочки [8].

Нагрузка прикладывается по оси элемента гидравлическим домкратом в составе нагрузочной рамы. Реактивное усилие воспринимается системой мертвого груза, конструктивно не связанной с грунтовым массивом в зоне испытания [8].

Нагружение выполняется ступенчато. На каждой ступени фиксируются вертикальные перемещения оголовка с использованием механических индикаторов, установленных на независимой реперной системе. Регистрация ведется для каждой величины нагрузки и во времени [9].

Испытание проводится в рабочем диапазоне нагрузок. Основной результат – кривая «нагрузка – осадка», характеризующая деформационную работу ТПС и основания [9].

### Заключение

Текстильно-песчаные сваи (ТПС) представляют собой колонны из уплотненного минерального заполнителя в бесшовной геосинте-

тической оболочке, работающие совместно с гибким ростверком. Конструкция предназначена для устройства насыпей на слабых водонасыщенных грунтах при значительной мощности слабого слоя.

Работа ТПС основана на передаче основной части вертикальной нагрузки на колонны с концентрацией напряжений в зоне их оголовков и перераспределением усилий в насыпи. Геосинтетическая оболочка обеспечивает боковое ограничение заполнителя, формируя повышенное радиальное давление и увеличивая несущую способность включения. Армирующий слой между оголовками работает на растяжение, ограничивая деформации слабого грунта между колоннами.

Применение ТПС целесообразно в случаях, когда поверхностное армирование недостаточно, а устройство жестких свайных фундаментов экономически или технологически не оправдано.

Устройство колонн выполняется методом вибропогружения с вытеснением грунта либо методом бурения в зависимости от инженерно-геологических условий. Работоспособность конструкции подтверждается натурными нагрузочными испытаниями одиночных свай с построением зависимости «нагрузка – осадка».

**Р.П. Новиков,  
О.П. Хвостова,  
П.В. Афанасьев,**  
инженеры-геотехники  
ООО «Миаком СПб»  
(Санкт-Петербург)

### Библиографический список:

1. Raitchel M., Kirchner A., Kempfert H.-G. German Recommendations for Reinforced Embankments on Pile-Similar Elements // Proceedings of the 4th Asian Regional Conference on Geosynthetics. Shanghai, 2008. P. 1–12. DOI: 10.1007/978-3-540-69313-0\_128.
2. Rajagopal Karapurapu, Jayapal Jayarajan, Sunil Ranjan Mohapatra. Geosynthetic Encased Granular Columns: Design and Analysis under Vertical and Lateral Loads // Geotechnical and Geological Engineering. 2023. DOI:10.1007/s40098-020-00486-4.
3. Hewlett W.J., Randolph M.F. Analysis of piled embankments // Ground Engineering. 1988. Vol. 21, No. 3. P. 12–18.
4. Almeida M.S.S., Ricco M., Hosseinpour I., Alexiew D. Geosynthetic Encased Columns for Soft Soil Improvement // Geotextiles and Geomembranes. 2019. Vol. 47. P. 755–768. DOI:10.1201/9781315177144.
5. Alkhorshid N.R. Analysis of Geosynthetic Encased Columns in Very Soft Soils: PhD Thesis. University of Brasilia, 2017. DOI:10.13140/RG.2.2.20332.08323.
6. Detert O., Rodriguez C., Ojaruega V. Geosynthetic-encased columns (GEC): A proven case study over 30 years // Proceedings of the 12th International Conference on Geosynthetics (I2ICG). Rome, Italy, 2024. DOI:10.1051/e3sconf/202456910002.
7. German Geotechnical Society (DGGT). EBGeo – Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcements. 2nd ed. Berlin: Ernst & Sohn, 2010. DOI:10.1002/9783433600931.
8. Ranjar G., Sundaram R., Gupta S. Performance of a Large Diameter Oil Storage Tank on Improved Clay Deposit // Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Ground Improvement. 2010. Vol. 163. P. 123–135. DOI:10.3233/978-1-60750-031-5-2268.
9. Шенкман Р.И., Пономарев А.Б. Метод расчета осадок фундаментов на основании, улучшенном с использованием вертикальных грунтовых элементов в оболочке из геосинтетических материалов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2020. № 4. С. 2–9.

# TECH textile 2026 composite polymer

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

Совместно  
с выставками

**rosmould**

**rosplast**

**3D-TECH**  
by rosmould

**НОВЫЕ  
ДАТЫ**

**16–19.06.2026**

МВЦ «Крокус Экспо»  
Москва

tech**textile**

tech**composite**

tech**polymer**

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



**ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ**

12+

# СЕМЕЙСТВО «ТЕРРАМЕШ» – ЭКОНОМИЧНЫЕ АРМОГРУНТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Системы армирования грунтов при строительстве автомобильных дорог в ограниченных условиях давно доказали свою эффективность и востребованность. В условиях процессов импортозамещения рынок особенно нуждается в качественных и эффективных продуктах. Компания «Маккаферри» имеет опыт более 28 лет успешной работы с разными армогрунтовыми решениями на российском рынке.



На выбор армогрунтовой системы влияет ряд факторов: способность выдерживать проектные нагрузки, сохранять долговечность в неблагоприятных условиях, а также экономичность и время на возведение. В связи с этим крайне важно подобрать наиболее эффективную систему армирования грунта.

В представленной статье рассказывается о трех ключевых продуктах компании «Маккаферри» из семейства «Террамеш», которые способны решить ряд задач, связанных с ограничениями, возникающими в процессе возведения подпорных сооружений и насыпей при строительстве дорог.

## Преимущества систем семейства «Террамеш»

Когда нужно решить задачу удержания грунта, используют гравитационные подпорные стены и армогрунтовые конструкции. Продукты Семейства Террамеш™ представляют собой модульные конструкции, применяемые для возведения механически стабилизированной насыпи. Это особенно актуально для сооружений, которые должны выдерживать экстремаль-

ные нагрузки, или когда строительство ведется в сейсмоопасных зонах.

В семейство «Террамеш» входят три основные системы:

1. «Террамеш» Классический
2. «Зеленый Террамеш»
3. «Террамеш Минерал».

Хотя эти решения и похожи, используются они в разных ситуациях, выполняя свои специфические задачи. Их объединяют общие, характерные для всех продуктов системы преимущества, а именно:

1. Прочность конструкции. Основу системы составляет модуль, облицовочная грань и армирующая панель которого изготовлены в виде единой конструкции. Отсутствие в конструкции каких-либо соединений обеспечивает ей высокую прочность в целом.
2. Возможность закладывать коммуникации. Во всех системах семейства «Террамеш» присутствует сетка двойного кручения, которая не распускается при локальных повреждениях. За счет такого конструктивного решения не возникнет проблем при пересечении армирующих элементов с коммуникаци-

ями, заложенными внутри тела насыпи.

3. Увеличенный срок службы конструкции за счет покрытия Полимак™. Все продукты семейства «Террамеш» изготавливаются с применением инновационного полимерного покрытия для проволоки «Полимак». Оно отличается высокой стойкостью к механическому истиранию, УФ-излучению, низким температурам и химическому воздействию кислот, щелочей. Применение покрытия «Полимак» существенно продлевает срок службы сеток из металлической проволоки.

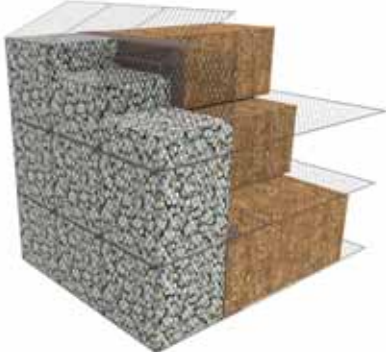
4. Расчетная прочность – 120 лет. Решения «Террамеш» отличаются долговременной расчетной прочностью, которая определяется по формулам нормативной документации с учетом всех коэффициентов запаса прочности.

5. Ограничений по высоте у этой линейки армогрунтовых конструкций «Маккаферри» практически нет. Особо высокие конструкции можно строить в сочетании с геосинтетическими парапродуктами компании, что добавит сооружению прочности.

## «Террамеш» классический

Эта система «Террамеш» – широко известный продукт и на мировом рынке, и в России. Она представляет собой модульную систему для устройства армогрунтовых стен, которая состоит из предварительно собранных блоков.

Блоки, образующие систему, изготавливают из сетки двойного кручения с размером ячейки 8×10 см. Лицевая часть представляет собой коробчатый габион, который имеет «хвост» – армирующую панель, которая засыпается грунтом и армирует насыпь. Для заполнения блоков используют твердые, угловатые или круглые камни размером от 100 до 200 мм. Крупные фракции не должны превышать 250 мм, а мелкие – быть менее 50 мм.




**MACCAFERRI**


Система Террамеш — это модульная система для создания армированных подпорных стен с вертикальной каменной облицовкой.



**120** ЛЕТ  
РАСЧЕТНЫЙ  
СРОК СЛУЖБЫ



**50 м²**  
МОНТИРУЕТСЯ  
ЗА СМЕНУ



ОТЛИЧНЫЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ПРИ ВЫСОКОЙ  
НАГРУЗКЕ



Чтобы лицевая грань блоков была ровной, при их монтаже используют опалубку. На границе тыльной стороны блоков и грунта обратной засыпки укладывают нетканый геотекстиль, чтобы предотвратить проникновение мелких частиц грунта в тело коробчатого блока, заполненного камнем, и при этом избежать увеличения гидростатического давления на заднюю часть конструкции.

Одним из ярких примеров реализации системы «Террамеш» в дорожном строительстве стала развязка на обходе г. Воронежа, 507 км трассы М4 «Дон». Система «Террамеш» использовалась для возведения подпорной стенки по типу каскада: одна часть была реализована для съезда, а вторая – для основной дороги. В данном случае решение «Террамеш» стало оптимальным вариантом для возведения объекта в стесненных условиях.



Зеленый Террамеш — это экологичная модульная система для создания склонов и насыпей с озелененной лицевой гранью.



**120** ЛЕТ  
РАСЧЕТНЫЙ  
СРОК СЛУЖБЫ



**150 м²**  
МОНТИРУЕТСЯ  
ЗА СМЕНУ



УЛУЧШАЕТ  
БИОРАЗНООБРАЗИЕ  
И СВЯЗЬВАНИЕ  
АТМОСФЕРНОГО  
УГЛЕРОДА



#### «Зеленый Террамеш»

«Зеленый Террамеш» – это экологичная модульная система. Ее используют для строительства армированных грунтовых откосов и насыпей с озелененной лицевой гранью преимущественно в южных регионах России, где лучше и быстрее произрастает растительность.

Система состоит из модулей, выполненных из сетки двойного кручения с размером ячейки 8×10. Их дополнительно усиливают панели из сварной металлической сетки в лицевой грани. Сборные модули легко монтируются на месте, распорки поддерживают облицовку под заданным углом. Нужный угол наклона лицевой грани – 45°, 60°, 65°, 70° – задают специальные треугольники.

Наклонная лицевая грань вместе с использованием геомата или биополотна способствуют ускорению создания естественной растительности на поверхности блока. Растительный плодородный грунт укладывается с обратной стороны лицевой грани толщиной 30–50 см.

Одним из наиболее ярких примеров применения системы «Зеленый Террамеш» стал проект по строительству тоннеля в Грузии. При строительстве объекта были произведены вертикальная подрезка горы и искусственное удлинение тоннелей по обеим сторонам на 60 м. После завершения строительства обрезанная часть горы стала неустойчивой, а из-за высоты выполаживание склона уже не представлялось возможным. Возникшую проблему удалось решить с помощью устройства системы «Зеленый Террамеш», которая обеспечила устойчивость сползающего склона и гармонично вписалась в существующий ландшафт за счет озеленения.

### «Террамеш Минерал»

«Террамеш Минерал» идеально подходит для использования в ситуациях, когда необходима не только несущая способность конструкции, но и современный красивый, эстетичный вид. Конструктив системы «Террамеш Минерал» аналогичен системе «Зеленый Террамеш». В лицевую грань устанавливается панель из оцинкованной сварной сетки. Этот представитель семейства «Террамеш» отличается экономичностью и сравнительно высокой скоростью возведения: для заполнения блоков требуется на 30–40% меньше камня, по сравнению с классической системой «Террамеш».

«Террамеш Минерал» поставляется в предсобранном виде, что существенно сокращает время на проведение монтажных работ. Угол



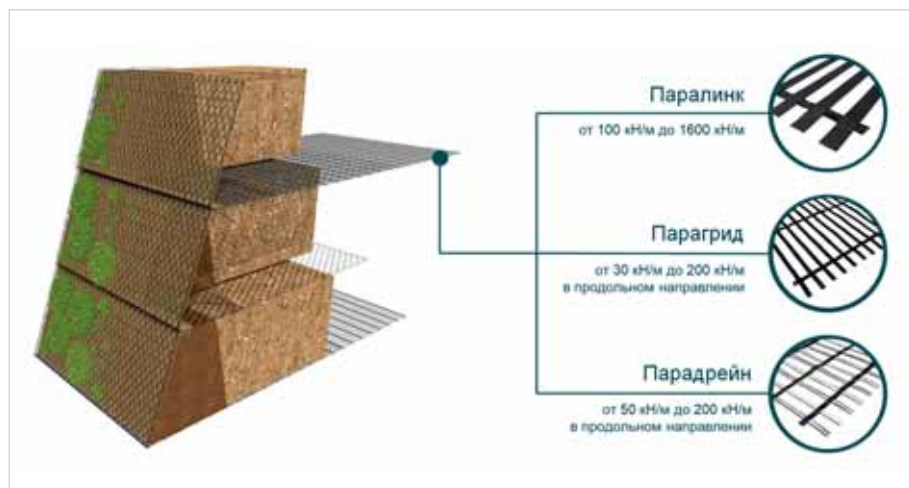
наклона лицевой грани может достигать до 87°, то есть можно возводить практически вертикальную стенку.

Таким образом, система не только обеспечивает более быструю установку и лучшую производительность, но и способствует большей точности возведения с минимальными отклонениями.

Для строительства высоких сооружений используются гибридные конструкции, когда продукты семейства «Террамеш» сочетаются с парапродуктами от «Маккаферри» – это высокопрочные геосинтетические материалы, которые дополнительно армируют тело насыпи. Модули «Террамеш» отлично со-

вмещаются с георешетками «Паралинк» и «Парагрид». Отдельно стоит подчеркнуть, что в условиях использования местного грунта засыпки с повышенным водонасыщением возможно использовать уникальные георешетки «Парадрейн». Они также устойчивы к высоким нагрузкам, но их особенность заключается в их структуре: в центре каждой ленты находится дренажная канавка, защищенная термоскрепленным геотекстилем. Такая структура ленты способствует дополнительному (помимо основного дренажа) отводу воды из тела насыпи.

Комбинирование продуктов «Маккаферри» обеспечивает гораздо более высокие эффективность и экономичность, в сравнении с другими технологиями, призванными решать задачи любого уровня сложности.



## MACCAFERRI

ООО «Габiony Маккаферри СНГ»  
Москва  
ул. Ленинская Слобода, 26  
тел. +7 (495) 108-58-84  
info@maccaferri.ru  
www.maccaferri.ru

# УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

## ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА РАБОЧИХ СОСТАВОВ

Укрепленные материалы в современной строительной индустрии занимают достаточно весомую долю и становятся стандартом отрасли. В настоящее время для улучшения физико-механических свойств местных грунтов или природных материалов, таких как песок, щебень, суглинки, все чаще используются модификаторы, позволяющие увеличить модуль упругости и добиться необходимых критериев надежности, долговечности и экономической эффективности.

Появилась возможность использования грунтов с низкой несущей способностью, просадочных и пучинистых грунтов, а также техногенных материалов, образованных в результате деятельности промышленных предприятий. Меняется подход к самой конструкции, в которой применяются укрепленные материалы.

Конструкция 1 с одним укрепленным слоем наиболее часто встречается в проектных решениях. Также достаточно часто встречается Конструкция 2 с одним или несколькими дополнительными слоями, которые могут выполняться, в зависимости от задачи, из разных материалов с добавлением разного количества вяжущего.

На слабых, просадочных, пучинистых, обводненных грунтах применяется Конструкция 3 с вертикально-армированными элементами, выполненными из укрепленных материалов и уплотненными вертикальными раскаточными машинами. Такая конструкция при изменении ди-

аметра элементов, шага между ними и физико-механическими характеристиками укрепленного материала позволяет увеличивать эквивалентный модуль упругости грунтового массива в 2,5–4,5 раза. Конструкция 4 представляет собой комбинированную систему, включающую в себя элементы Конструкций 1, 2, 3, и решает комплексные задачи.

Таким образом, Проектировщик имеет возможность для проектного решения применить ту или иную конструкцию грунтового массива в соответствии с СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты»; разделы «Закрепленные грунты», «Армированные грунты». Расчет грунтового массива возможно производить методом конечных элементов.

Основной позицией, сдерживающей применение данной технологии при решении проектных задач, является отсутствие нормативной базы определения расчетных характеристик укрепленных материалов. Применение представленных в

нормативных документах обобщенных характеристик часто приводит к тому, что их переоценка вызывает преждевременный отказ конструкции и дополнительные затраты на ремонт, а недооценка – к существенным, иногда необоснованным затратам на ее реализацию.

Поэтому приоритетной задачей является разработка методологии, позволяющей определить ключевые характеристики укрепленного материала, необходимые для расчета конструкций оснований строительных объектов с целью оптимизации по критериям надежности, долговечности и экономической эффективности сооружения в целом.

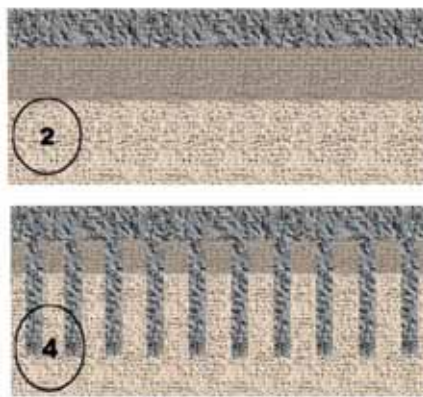
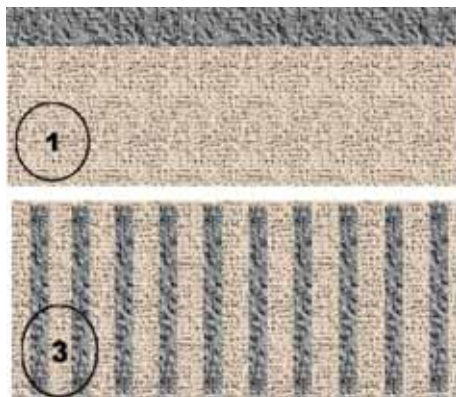
Следует отметить, что значения ключевых характеристик важны как на этапе создания материала (Фаза 1), так и при изменении этих значений в процессе эксплуатации объекта под влиянием на материал периодического воздействия влаги, температуры и динамических нагрузок (Фаза 2).

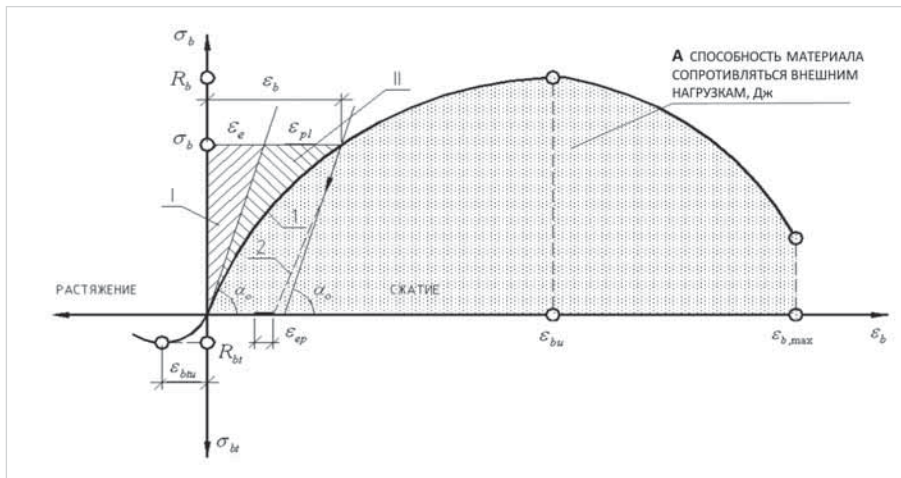
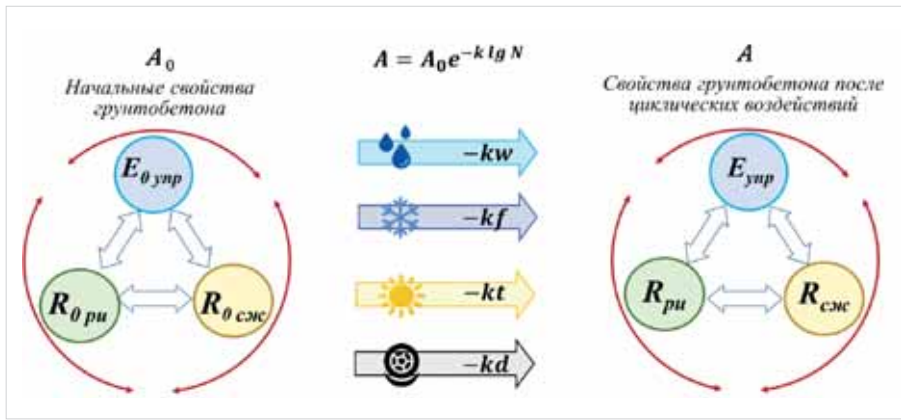


На Схеме 1 представлены ключевые показатели свойств укрепленного материала на начальной стадии и изменение этих показателей в процессе воздействия на материал циклических факторов.

Начальные свойства укрепленного материала зависят от следующих условий:

1. Тип, состав и свойства укрепляемого материала или смеси.
2. Количество, тип и свойства вяжущего, включая модификаторы.
3. Режим уплотнения: динамический, статический или вибродинамический.





Определение показателей производят на испытательном стенде при растяжении и сжатии в режиме напряжение – деформация.

Кроме основных показателей: прочности на сжатие  $R_{сж}$ , прочности на растяжение  $R_p$ , модуля упругости  $E_{упр}$  – при испытании можно определить деформационные свойства материала, упруго-вязкую составляющую, а также способность материала сопротивляться внешним нагрузкам.

Не менее важно определить функциональные зависимости между основными показателями:  $R_{сж} - R_p$ ,  $R_p - E_{упр}$ ,  $E_{упр} - R_{сж}$ , так как именно по ним можно судить о таких свойствах материала, как жесткость, трещиностойкость, водостойкость, морозостойкость.

Определив начальные свойства укрепленного материала, необходимо определить эти же показатели после воздействия факторов, влияющих на материал в процессе эксплуатации: влаги, температуры, динамических приложений.

В результате мы получим значения, которые и принимаем в качестве расчетных.

Определение коэффициентов чувствительности к циклическим повторениям производится для каждого фактора воздействия: влаги  $kw$ , температуры отрицательной  $kf$  и положительной  $kt$ , динамического воздействия  $kd$ .

Степень снижения расчетных показателей к начальным определяется по формуле чувствительности циклических повторений:

$$A = A_0 e^{-k \lg N}$$

$A$  – расчетные значения;  
 $A_0$  – начальные значения;  
 $k$  – коэффициент чувствительности;  
 $N$  – количество повторений.

Таким образом, получив расчетные значения, Проектировщик имеет возможность смоделировать их на заданный срок эксплуатации выбранного типа конструкции, с учетом погодных-климатических условий и прогнозируемого или

заданного количества динамических приложений.

Следует отметить, что для разных материалов, разных типов и количества вяжущего эти показатели являются индивидуальными, но при наработке определенной базы данных эти показатели можно систематизировать и унифицировать.

Здесь крайне важным моментом является определение аналогичности по типу вяжущего, и особенно по модификаторам, применяемым в его составе. Аналогичность должна определяться не по составу, весу, цвету и так далее, а по достижению аналогичных показателей – начальных и расчетных. При этом для полного определения аналогичности тех или иных составов вяжущего важны такие показатели, как расход и стоимость.

Такой подход во многом облегчит принятие решения Проектировщиком при выборе состава для укрепления материала или смеси.

На первый взгляд, такой подход к определению расчетных характеристик укрепляемых материалов достаточно сложен, однако все испытания соответствуют нормативным документам и методическим рекомендациям. Кроме того, в научных работах, статьях, достаточно подробно исследованы и описаны те или иные испытания.

Тем не менее, отсутствует системный подход к решению важной и необходимой задачи, в которой заинтересованы Заказчик, Проектировщик, Подрядчик, ведь ее решение позволит повысить критерии надежности, долговечности и экономической эффективности как на стадии строительства объектов транспортной инфраструктуры, так и при их эксплуатации.

**В.А. Коростелев,**  
 ведущий научный сотрудник  
 «Центра стратегических  
 дорожных исследований»

# СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ВОЛОКНИСТАЯ ДОБАВКА STaBit

К числу видов деятельности компании «Дортех» (г. Оренбург), созданной в 2021 году на базе ООО «Строительное управление № 7», следует отнести производство и продажу стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА).

Ключевым продуктом предприятия «Дортех» является целлюлозная стабилизирующая добавка StaBit, разработанная в соответствии с основной миссией компании – содействовать работникам дорожного хозяйства в решении общих задач, направленных на то, чтобы сделать покрытие автомобильных дорог устойчивее и долговечнее.

## Поиск решений

Планомерная деятельность по подбору оптимального состава стабилизирующей добавки велась на протяжении двух лет и включала в себя испытания на тестовых участках как федеральных, так и региональных дорог. В результате проведенных работ удалось достичь стабильного качества добавки на основе модифицированного битума и целлюлозных волокон, а также самой асфальтобетонной смеси.

Кроме того, специалисты в ходе исследований выяснили, какие дефекты, связанные с сегрегацией вяжущего, могут наблюдаться при использовании некачественной стабилизирующей добавки или при нарушении технологии приготовления ЩМАС. К таким дефектам были отнесены скопление добавки

и вяжущего (см. фото 1), а также недостаток целлюлозного волокна. В процессе поиска решений для стабильного производства современных АБС, соответствующих новым стандартам, специалистами предприятия ООО «Строительное управление № 7», имеющего в собственности пять современных асфальтосмесительных установок, были приложены усилия для достижения максимального контроля качества входящих материалов. Результатом этого стал запуск завода по выпуску стабилизирующей добавки для ЩМА на основе целлюлозного волокна.

На сегодняшний день компания «Дортех» по новой технологии выпускает целую линейку гранулированных стабилизирующих добавок марки StaBit. В Оренбургской области компания является единственным предприятием в сфере производства стабилизирующих добавок, отвечающих всем необходимым нормативным требованиям, включая экологические. Строгий контроль, высокое качество добавок StaBit, удобство использования при довольно приемлемой цене являются дополнительным залогом достижения эффективного результата.

Наличие собственной производственной площадки (фото 2), оснащенной современным оборудованием, позволяет предприятию быстро изготовить большие объемы продукции. К 2025 году компанией реализовано более 25 тыс. тонн такой продукции. Заявленные сроки и условия поставки на предприятии строго соблюдаются.

Выпускаемые на основе модифицированного битума и целлюлозных волокон добавки марки StaBit по своим характеристикам и удобству применения не уступают дорожествящим зарубежным аналогам. Добавка предназначена для удерживания вяжущего на поверхности, при этом битум остается в свободном состоянии, а не в пленочном.

Полученный отечественный инновационный продукт улучшает технические свойства асфальтобетонной смеси, способствуя тем самым продлению эксплуатационного срока службы дорожного покрытия. Добавка StaBit безопасна при транспортировке, хранении, в процессе применения и эксплуатации.

## Технологические особенности и преимущества использования добавки StaBit

По словам Константина Юргенсона, директора ООО «Дортех», одной из основных особенностей щебеночно-мастичного асфаль-



Фото 1. Скопление добавки и вяжущего



Фото 2

тобетона, являющегося разновидностью смеси для дорожного покрытия, является содержание большого количества вяжущего. Стабилизирующая волокнистая добавка нужна для того, чтобы избежать расслоения вяжущего в процессе производства, транспортировки и укладки асфальтобетонной смеси.

В момент перемешивания компонентов в смесительной установке, соединения минерального порошка, вяжущего и стабилизирующей добавки образуется мастика, которая заполняет собой межщебеночное пространство.

Существует три основных типа стабилизирующих добавок: классические целлюлозные волокна, изначально заложенные в технологию ЩМА; асбестосодержащие материалы; добавки, содержащие полимеры и резину.

Среди важных преимуществ целлюлозных стабилизирующих добавок следует выделить:

- высокую эффективность стабилизации: благодаря волокнистой структуре и исключительной способности удерживать вяжущее, целлюлозные добавки надежно связывают избыток вяжущего, предотвращая сегрегацию смеси и обеспечивая ее однородность. Это напрямую влияет на качество готового покрытия;

- улучшение физико-механических свойств асфальтобетона: при использовании целлюлозного волокна улучшается дисперсное армирование битумного слоя. Это приводит к повышению трещиностойкости, сдвигоустойчивости и усталостной прочности дорожного покрытия.

- технологичность применения: в большинстве случаев стабилизирующая добавка имеет вид гранул диаметром от 4 до 6 мм и длиной от 5 до 20 мм. Ключевым параметром при оценке качества работы стабилизирующей добавки является стекание вяжущего. Гранулированная форма целлюлозных добавок обеспечивает удобное дозирование, быстрое перемешивание, равномерное распределение в смеси, не



Рис. 3. Сравнение объема:  
а) гранулированная добавка 20 г; б) распушенное волокно 20 г

снижая производительность технологического процесса.

Основным преимуществом целлюлозного волокна является его способность к многократному увеличению во время сухого перемешивания в смесителе.

#### Экологичность и безопасность

Использование добавок на основе вторичной целлюлозы – это современный подход. Целлюлозное волокно производится из возобновляемых источников или отходов бумажной промышленности, что соответствует глобальным программам стратегии «зеленого» строительства, основанной на использовании энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий. Волокно биоразлагаемо и не представляет рисков для здоровья человека и окружающей среды.

К числу своих производственных задач специалисты предприятия относят применение вторичного сырья из макулатуры или отходов бумажного производства. Такая технология значительно снижает углеродный след материала и соответствует принципам экономики замкнутого цикла.

#### Показатели и перспективы

Для того чтобы предлагать своим клиентам передовую продукцию, отвечающую их запросам, специалисты предприятия внимательно следят за развитием инновационных технологических решений в отрасли, проводят обучение сотрудников, дают необходимые консультации по использованию производимых добавок.

Применение стабилизирующей добавки собственного производства дает возможность оперативно оценить ее эффективность на практике. Специалистами регулярно собираются систематические данные о поведении ЩМАС. Обратная связь с объекта укладки смеси в рамках одной организации способствует постоянной результативной работе над качеством стабилизирующей добавки.

На дорожных объектах федерального и регионального значения Оренбургской области в 2025 году было уложено 293 км верхнего слоя покрытия из ЩМА с добавлением стабилизирующей добавки StaBit. Постоянный мониторинг объектов выявил положительную работу асфальтобетонного покрытия в условиях высоких нагрузок и климатической неустойчивости, в том числе на таких объектах, как строительство дублера улицы Чкалова (Оренбург) и участок дороги Р-239 Казань – Оренбург – Акбулак – граница с Республикой Казахстан (Оренбургская область).

Работая на рынках России и стран СНГ, компания «Дортех» в дальнейшем планирует увеличивать производственные мощности предприятия и расширять географию поставок своей продукции.



Оренбург, ул. Базовая, д. 12/4  
тел.: +7 (922) 813-68-88  
e-mail: DorteH56@mail.ru  
<https://sta-bit.ru>

# ЛИТОЙ АСФАЛЬТОБЕТОН С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМ ГРАНУЛЯТОМ

В настоящее время и в Российской Федерации, и за рубежом литые асфальтобетонные смеси широко применяются в строительстве и ремонте дорожных покрытий, покрытий мостов, эстакад, путепроводов, тротуаров, а также на трамвайных путях и других объектах. По данным Европейской Ассоциации потребителей асфальтобетона (ЕАРА), в Европе ежегодно производится от 800 тыс. до 1 млн тонн таких смесей [1].

В нашей стране основным документом, регламентирующим свойства асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов на их основе, является ГОСТ Р 54401-2020 [2], куда добавлены требования по истираемости и предельной относительной деформации растяжения литого асфальтобетона.

Примечательно, что показатель подвижности, которая является важнейшим технологическим свойством, в ранее принятых стандартах не нормировался. Она характеризует способность литой смеси самоуплотняться и приобретать нужную плотность. Определение подвижности при выпуске смеси позволяет корректировать рецептуру, не дожидаясь определения глубины вдавливания штампа и других испытаний. Правильно запроектированная литая смесь должна иметь осадку конуса 25–30 мм.

Опыт производства и применения литых асфальтобетонных смесей в России и за рубежом подтвердил их преимущества (рис. 1).

Несмотря на очевидные преимущества литых смесей, их использование сопряжено с рядом недостатков (рис. 2).

Анализ недостатков позволил наметить основные пути улучшения свойств покрытий из литого асфальтобетона (рис. 3).

Основным компонентом, характеризующим стойкость асфальтобетона к пластическим деформациям, является вяжущее,

повышение качества которого, как известно, возможно за счет модификации полимерами [10].

Применение ПБВ взамен битумов приводит к существенному (на 20–30%) увеличению себестоимости литых асфальтобетонных смесей. Снижение себестоимости возможно за счет добавления в состав смеси асфальтобетонного гранулята.

В соответствии с ГОСТ Р 54401-2020 [2] допускается применение асфальтобетонного гранулята в составе литой асфальтобетонной смеси. При этом его содержание ограничивается 10% массовой доли состава асфальтобетонной

смеси для устройства верхних слоев дорожного покрытия и слоев износа, а также 20% массовой доли состава литой асфальтобетонной смеси для устройства нижних выравнивающих слоев, защитных слоев гидроизоляции, покрытий тротуаров.

При применении асфальтобетонного гранулята возможно снижение технологических свойств литых асфальтобетонных смесей. Для улучшения технологичности в литую смесь целесообразно введение дефлегматоров – добавок, снижающих вязкость. Применение дефлегматоров позволяет сделать смесь более удобоукладываемой без снижения прочности, а также позволяет уменьшить температуру приготовления асфальтобетонной смеси, сократить расход топлива и количество выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

В последнее время накоплен большой опыт получения теплых



Рис. 1. Преимущества литых асфальтобетонных смесей



Рис. 2. Недостатки литых асфальтобетонных смесей



Рис. 3. Пути улучшения свойств покрытий из литого асфальтобетона

асфальтобетонных смесей, в том числе в результате применения добавок отечественного и зарубежного производства, обеспечивающих снижение температуры приготовления асфальтобетонных смесей [13, 14].

Особенностью современных добавок является возможность комплексного воздействия на смесь, которое состоит как в улучшении удобоукладываемости при пониженных температурах, так и в повышении водостойкости асфальтобетона.

Использование добавок позволяет снизить температуру приготовления литой асфальтобетонной смеси на 20–40°C, что особенно важно для литых смесей, температура приготовления которых находится в пределах от 190°C до 230°C [2].

В России находят применение добавки «Адгезол 3-ТД» производства «Базис», «ДАД-ТА-1» и «ДАД-ТА-2» (ООО «Селена»). Среди зарубежных добавок, получивших распространение на отечественном рынке, следует отметить добавки Sasobit (ЮАР), Licomont BS 100 (Швейцария), Evotherm J-1 (США), и др.

Применение добавок ДАД-ТА приводит к улучшению показателей асфальтобетона, причем с повышением количества положительная динамика увеличивается.

Опыт применения добавок в России и за рубежом показал, что наиболее известные добавки зарубежного производства, Evotherm и Cecabase для теплых асфальтобетонных смесей, могут быть успешно применены с целью улучшения уплотняемых смесей. Однако в отношении литых асфальтобетонных смесей в полной мере обеспечить требуемую удобоукладываемость не удается.

В последнее время в мировой практике для приготовления литых асфальтобетонных смесей широкое распространение получили воски различной породы: Licomont BS 100, Sasobit и др. В России компа-

нией «Селена» начато производство добавки «Вискодор». Свойства этих добавок и эффективность их применения детально изучаются в России и за рубежом [13, 14].

Дозировка восков составляет обычно от 2% до 4% от массы вяжущего, что позволяет снизить температуру смеси на 20–30°C. Использование восков позволяет повысить устойчивость к пластическим деформациям и улучшить прочностные характеристики асфальтобетона.

Добавка Licomont BS-100 представляет собой амидный воск – продукт реакции смесей длинноцепочечных жирных кислот с алифатическими диаминами. Температура плавления – 140°C. Введение в состав вязких нефтяных дорожных битумов 2,0–3,0% добавки Licomont BS 100 обеспечивает снижение их вязкости при высоких технологических температурах (120–180°C) и ее существенный рост при температуре ниже 110–120°C по сравнению с исходным битумом.

Добавка Sasobit – парафиновый воск, получаемый путем газификации угля или природного газа (метана), характеризуется преобладающей длиной углеводородных цепей в диапазоне от 40 до 115 атомов углерода. Удерживающихся в битумах парафинов длина этих цепей составляет 22–45 атомов углерода. Поэтому Sasobit, в отличие от содержащихся в битумах парафинов, имеет высокую температуру плавления – 102°C. При температуре выше 120°C добавка Sasobit полностью растворяется в битуме, а при температуре ниже 102°C образует в битуме кристаллообразную сетчатую структуру. Добавка Sasobit в количестве от 1% до 3% по массе битума снижает его вязкость, что позволяет понизить температуру приготовления смеси на 20–40°C, а также улучшить ее уплотняемость.

Устройство покрытий из литых асфальтобетонных смесей требует дополнительных мероприятий

по улучшению сцепных свойств. Этого можно добиться путем втапливания черного щебня в свежешелюженный слой покрытия [13].

Для отработки эффективной технологии втапливания щебня были выполнены опытные работы, которые позволили сформулировать следующие рекомендации:

- операцию распределения щебня целесообразно производить сразу после прохода специального укладчика (например, Linnhofe & Henne) при помощи бункера-дозатора, установленного на асфальтоукладчике;

- норма расхода черного щебня 5–10 мм составляет 10–15 кг/м<sup>2</sup>;

- для втапливания распределенного черного щебня следует применять ручные катки;

- рекомендуемая температура покрытия при втапливании черного щебня находится в пределах 140–150°C.

Выполнение указанных мероприятий обеспечивает проникновение черного щебня в слой литого асфальтобетона и закрепление зерен. Втапливание щебня позволяет не только обеспечить требуемые сцепные качества покрытия, но и уменьшает его износ в процессе эксплуатации, что и показали наблюдения за опытным участком.

Для исследования совместного влияния ПБВ, асфальтового гранулята и пластифицирующей добавки Sasobit был выполнен комплекс испытаний в соответствии с ГОСТ 54400-2020 [3]. Добавка Sasobit была принята для исследований ввиду ее наибольшего распространения на российском рынке.

При проведении экспериментальных исследований были испытаны две серии образцов литого асфальтобетона с содержанием гранулята до 20%. Составы литых смесей приведены в табл. 1.

Свойства исходных материалов (щебень, песок из отсева дробления, вяжущее и асфальтовый гранулят) соответствовали требованиям нормативных документов

Табл. 1. Составы литых смесей

Материалы	БНД 70/100 с гранулятом	БНД 70/100 + Sasobit с гранулятом	ПБВ 40 с гранулятом	ПБВ 40 + Sasobit с гранулятом	ПБВ 40 без гранулята	БНД 70/100 без гранулята
Щебень гранитный фр. 11-16 (ГОСТ 32703-2014), %	21,5	21,5	21,3	21,3	27,8	23,7
Щебень гранитный фр. 6-11 (ГОСТ 32703-2014), %	20,2	20,2	20	20	22,6	20,9
Гранулят (20АГ0/15) ГОСТ 59113.1-2020, %	16	16,2	16	16,2	-	-
Песок из отсева дробления (ГОСТ 31424-2010), %	18,7	18,7	18,9	18,9	21,1	-
Песок природный (ГОСТ 32824-2010), %	-	-	-	-	-	24,2
Минеральный порошок (ГОСТ 32761-2014), %	16,9	16,9	17	17	20,5	23,2
БНД 70/100 (ГОСТ 33133-2014), %	6,7	6,5	-	-	-	8
ПБВ 40 (ГОСТ Р 52056-2003), %	-	-	6,8	6,6	8	-
Вязущее содержащееся в грануляте, %	1,2	1,3	1,2	1,3	-	-
Всего вязущего (сверх 100%), %	7,9	7,8	8	7,9	8	8
Sasobit, %	-	0,25	-	0,25	-	-

(см. табл. 1). Асфальтобетонный гранулят фракции 0–20 мм был получен путем дробления из отсева старого асфальтобетона, образующегося при фрезеровании асфальтобетонных покрытий.

Результаты испытаний показали, что при использовании ПБВ, асфальтобетонного гранулята, отсева дробления и пластифицирующей добавки обеспечивается сдвигоустойчивость литого асфальтобетона, а также усталостные свойства и истираемость; улучшается подвижность литой асфальтобетонной смеси.

Табл. 2. Составы литых смесей (ЛА-16)

Наименование материалов	Состав 1	Состав 2
Щебень гранитный фр. 11-16, %	21,4	27,8
Щебень гранитный фр. 6-11, %	20,1	22,6
Асфальтобетонный гранулят (20 АГ 0/15), %	16,2	-
Песок из отсева дробления, %	18,7	21,1
Минеральный порошок, %	16,9	20,5
ПБВ 40, %	6,7	8,0
Вязущее, содержащееся в грануляте, %	1,0	-
Вязущее, всего	7,7	8,0
Sasobit, % от массы вязущего	0,27	-

С целью исследования влияния асфальтобетонного гранулята на ровность и сцепные свойства покрытия из литого асфальтобетона на ПБВ были построены опытные участки из двух составов литых асфальтобетонных смесей, приведенных в табл. 2. В составе 1 вместе с асфальтобетонным гранулятом использовалась добавка Sasobit. В составе 2 асфальтобетонный гранулят и добавка Sasobit отсутствовали.

На опытных участках ежегодно (в течение 4 лет) проводилась оценка эксплуатационных показателей:

ровности в продольном и поперечном направлениях и сцепных свойств. Показатель ровности в поперечном направлении характеризует как пластические деформации, так и износ покрытия.

Продольную ровность оценивали показателем IRI на основе зависимости:

$$E (IRI) = 1,65 + 0,08P + 0,0005P^2 \quad (1);$$

$E (IRI)$  – значения ровности на участке по IRI, м/км;  $P$  – количество от общего числа измерений просветов под трехметровой рейкой, превышающих величину 3 мм, выраженное в %. Поперечную ровность оценивали по среднему просвету под рейкой ( $H_{cp}$ ). Результаты приведены на рис. 4 и 5.

Коэффициент сцепления на опытных участках определялся по ГОСТ 33078-2014. Для определения коэффициента сцепления использовались приборы ИКС и ППК-МАДИ. Полученные значения коэффициента сцепления приведены на рис. 6.

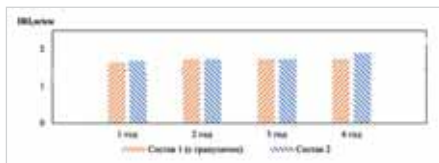


Рис. 4. Показатели ровности в продольном направлении

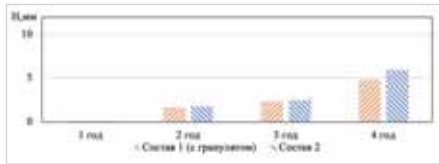


Рис. 5. Показатели ровности в поперечном направлении

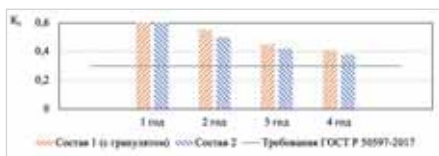


Рис. 6. Значение коэффициента сцепления на опытных участках

Приведенные данные показывают, что ровность и коэффициент сцепления покрытий из литого асфальтобетона на протяжении 4 лет эксплуатации соответствует требованиям стандартов. Данный срок эксплуатации превышает нормативные требования к слоям износа из ЩМА (ГОСТ Р 58422.1-2021).

На рис. 7 показано состояние покрытия из литого асфальтобетона с добавлением асфальтобетонного гранулята после пяти лет эксплуатации.



Рис. 7. Состояние покрытия из литого асфальтобетона после 5 лет эксплуатации

Выполненные ООО «ДОРЭК-СПЕРТ» расчеты показали, что применение асфальтобетонного гранулята позволит на 10% уменьшить стоимость литого асфальтобетона. При этом стоимость покрытий из литых смесей с добавлением асфальтобетонного гранулята несущественно отличается от стоимости покрытий из ЩМА.

## ВЫВОДЫ

1. Экспериментальными исследованиями определено, что применение в составе литого асфальтобетона асфальтобетонного гранулята в количестве до 20% совместно с добавкой Sasobit в количестве 3% от массы вяжущего позволяет обеспечить требуемые показатели по ГОСТ 54401-2020 при снижении температуры и уменьшении стоимости литой асфальтобетонной смеси.

2. Введение асфальтобетонного гранулята в состав литых смесей не снижает сдвигоустойчивость и истираемость литого асфальтобетона в процессе эксплуатации дорожного покрытия.

3. Обследования опытных участков обнаружили соответствие показателей ровности и коэффициента сцепления покрытий из литого асфальтобетона требованиям стандартов в течение четырех лет эксплуатации.

**А.П. Лупанов,**  
д-р техн. наук, профессор,  
**И.О. Козиков,**  
канд. техн. наук,  
**В.В. Силкин,**  
канд. техн. наук, профессор,  
**А.С. Суханов,**  
канд. техн. наук, доцент,  
**А.В. Силкин,**  
инженер

## ЛИТЕРАТУРА

1. EAPA - Asphalt in figures, European Asphalt Pavement Association. 2021.
2. ГОСТ Р 54401-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020.
3. ГОСТ Р 54400-2020 Дороги автомобильные общего пользования смеси литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Методы испытаний. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020.
4. ГОСТ 59118.1-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Переработанный асфальтобетон (RAP). Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020.
5. ГОСТ Р 58422.1-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Защитные слои и слои износа дорожных одежд. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2021.
6. ГОСТ Р 58406.1-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020.
7. ГОСТ Р 58406.2-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия (с Изменением №1). М.: Стандартинформ, 2020.
8. ГОСТ Р 56925-2016. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий. М.: Стандартинформ, 2016.
9. ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. М., 2017.
10. Гохман Л.М. Дорожный полимерасфальтобетон. М.: Экон-Информ, 2017.
11. Покровский А.В. Применение литого асфальтобетона в Европе // Дорожная техника. 2014. С. 50-56.
12. Силкин В.В. Оборудование и технологии производства асфальтобетонных смесей/ В.В. Силкин, А.П. Лупанов. М.: Экон-информ, 2021.
13. Козиков И.О., Лупанов А.П., Суханов А.С., Силкин В.В. Влияние асфальтового гранулята на сдвигоустойчивость и истираемость литого асфальтобетона // Наука и техника в дорожной отрасли, 2021, № 4. С. 33-35.
14. Ядыкина В.В., Холопов В.С., Козина К.В. Эффективность влияния добавок на физико-механические характеристики теплового асфальтобетона // Ассоциация исследователей асфальтобетона: сб. статей ежегодной научной сессии. М.: Изд-во МАДИ, 2014. С. 84-87.

# В БОРЬБЕ ЗА ЧИСТЫЕ ДОРОГИ

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОМ СОДЕРЖАНИИ АВТОДОРОГ И УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

В представленной статье проанализированы функциональные, экологические и санитарно-гигиенические аспекты использования специализированных моющих средств (шампуней) при эксплуатации и содержании автомобильных дорог и УДС. Автором статьи отмечено, что при соблюдении установленных регламентов применения сертифицированных составов моющие средства обеспечивают повышение эффективности очистки дорожных покрытий, снижение уровня вторичного пылеобразования и запыленности атмосферного воздуха, способствуют сохранению эксплуатационных характеристик дорожных материалов. Потенциальные риски воздействия на окружающую среду и здоровье населения носят управляемый характер и не приводят к превышению нормативных значений.

В условиях роста транспортной нагрузки и урбанизации возрастает роль эффективного содержания улично-дорожной сети. Существенную проблему представляет накопление на поверхности дорожных покрытий твердых частиц, продуктов износа шин и тормозных механизмов, нефтепродуктов и противогололедных реагентов. Эти загрязнения не только ухудшают эксплуатационные свойства покрытий, но и являются значимым источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха вследствие ресуспензии (процесса повторного перевода осевших частиц во взвешенное состояние) мелкодисперсной пыли под воздействием транспортных потоков.

Международные исследования последних лет подтверждают значительное влияние дорожной пыли на формирование концентраций PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub> (мелкодисперсных взвешенных частиц) вблизи магистралей. Традиционная механическая уборка обеспечивает преимущественно удаление крупных фракций загрязнений, тогда как мелкодисперсные частицы, представляющие респираторную опасность, не удаляются полностью [1].

Мобильные измерения в городских условиях выявили выраженную пространственную вариабель-

ность концентраций ресуспендированных частиц и подтвердили значимость невыбросных источников загрязнения, включая дорожную пыль и продукты износа шин и тормозных механизмов [2].

Международный опыт указывает, что наибольший эффект достигается при комплексном применении организационных и технологических мер содержания улично-дорожной сети, включая оптимизацию работы уборочной техники [3, 4]. Установлено статистически значимое влияние параметров дорожной инфраструктуры и транспортной нагрузки на уровни концентраций взвешенных частиц в городской среде [5]. Полученные результаты подтверждают управляемый характер факторов, связанных с состоянием эксплуатируемой улично-дорожной сети, и подчеркивают необходимость совершенствования технологий ее содержания.

Сегодня в практике коммунального хозяйства расширяется применение специализированных моющих средств (шампуней для дорог), предназначенных для повышения эффективности удаления загрязнений с поверхности покрытий и снижения повторного пылеобразования. Однако их внедрение требует комплексной

оценки эксплуатационной результативности и санитарно-гигиенической безопасности.

Шампуни для дорог представляют собой водные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ) с добавлением комплексообразователей, регуляторов pH и функциональных компонентов, обеспечивающих смачивание, эмульгирование и диспергирование загрязнений. Современные шампуни для дорог разрабатываются с учетом экологических требований и, как правило, содержат биоразлагаемые ПАВ, имеют нейтральный pH и минимальное количество токсичных компонентов.

В отечественной практике коммунального хозяйства используется целый ряд специализированных моющих средств, предназначенных для очистки дорожных покрытий, остановочных площадок и элементов городской инфраструктуры (например, линейки «Клинин», «Бионорд Шампунь», «Экосол Шампунь» и другие).

Применение шампуней для дорог способствует:

- уменьшению объема мелкодисперсной пыли;
- удалению масляных пленок;
- снижению риска заноса транспортных средств;
- улучшению условий движения пешеходов и велосипедистов.

Кроме того, ухоженное состояние улиц положительно влияет на визуальное восприятие городской среды, на уровень комфорта проживания населения.

Чистые дорожные покрытия обладают лучшими эксплуатационными характеристиками. Регулярное удаление загрязнений с приме-

нением моющих средств способствует снижению агрессивного воздействия нефтепродуктов и солей на материалы дорожных покрытий. Это позволяет замедлить процессы старения асфальтобетона, сохранить сцепные свойства поверхности, а в долгосрочной перспективе – привести к увеличению срока службы дорожных покрытий и снижению затрат на их ремонт и восстановление.

Кроме того, устранение масляных пленок и мелкодисперсных загрязнений снижает риск скольжения, что положительно отражается на безопасности дорожного движения, особенно в условиях интенсивного трафика.

Специалистами разработана методика количественной оценки эффективности моющих средств при очистке асфальтобетонных покрытий, основанная на моделировании дорожного смёта и определении остаточного загрязнения после обработки [6]; представлена комплексная оценка технических моющих средств, применяемых при содержании автомобильных дорог [7]. Были исследованы показатели токсичности, раздражающего и сенсибилизирующего действия, а также потенциальное воздействие на окружающую среду.

По результатам проведенных испытаний установлено, что при соблюдении регламентов применения и нормативов дозирования сертифицированные моющие составы не оказывают неблагоприятного влияния на здоровье человека и могут использоваться в практике дорожного хозяйства при условии производственного

контроля. Есть уверенность, что полученные результаты станут научной основой для совершенствования технологий очистки дорожных покрытий в условиях городской среды.

При этом, несмотря на наличие отдельных исследований, комплексное сопоставление эксплуатационной эффективности и санитарно-гигиенической допустимости применения моющих средств в условиях современной городской среды требует постоянного анализа, который нужен для обоснования дополнительного использования моющих средств при содержании автомобильных дорог и улиц (с учетом эксплуатационных и санитарно-гигиенических факторов).

Вопросы эффективности и экологической безопасности применения шампуней для дорог должны рассматриваться в комплексе. При использовании сертифицированных моющих средств и соблюдении санитарных норм потенциальные риски минимизируются и компенсируются положительными эффектами, связанными со снижением запыленности воздуха и улучшением санитарного состояния городской среды.

Для количественной оценки эффективности моющих средств при очистке дорожных покрытий целесообразно использовать коэффициент очистительной способности (К), характеризующий степень удаления загрязнителя с поверхности дороги, где значение коэффициента, близкое к 1, соответствует высокой эффективности очистки. Для более корректного сравнения различных моющих средств коэф-

фициент очистительной способности может быть представлен как функция эксплуатационных параметров.

Использование коэффициента очистительной способности позволяет:

- сопоставлять эффективность различных моющих средств при одинаковых условиях;
- оценивать влияние концентрации и режима мойки на результат очистки;
- обосновывать выбор моющих средств с учетом типа загрязнителя и экологических ограничений.

Различная физико-химическая природа дорожных загрязнителей обуславливает необходимость их дифференцированного учета при оценке эффективности моющих средств. В связи с этим коэффициент очистительной способности целесообразно определять отдельно для каждого типа загрязнителя.

Итак, применение шампуней для дорог является перспективным направлением развития технологий содержания улично-дорожной сети. Использование специализированных моющих средств позволяет повысить эффективность очистки, снизить запыленность воздуха, уменьшить экологическую нагрузку и сохранить эксплуатационные свойства дорожных покрытий. Совершенствование составов и внедрение экологически безопасных технологий повышают значение шампуней для дорог как элемента устойчивого управления городской инфраструктурой.

**Е.В. Писаренко,**  
профессор,  
д-р техн. наук,  
РХТУ им. Д.И. Менделеева

#### Список литературы

1. Das S., Wang J., Kline K. Examining the effectiveness of municipal street sweeping in removing road-deposited particles and metal(loid)s of respiratory health concern // *Environment International*. 2024. Vol. 176. Art. 108697.
2. Jeong C.H., Wang J.M., Hilker N. Spatial variation of resuspended particulate matter in urban environments: mobile measurement trends and implications for non-tailpipe emissions // *Science of the Total Environment*. 2025. Vol. 915. Art. 169068.
3. Gustafsson M., Blomqvist G., Johansson C. NorDust2 final report: street cleaning and dust mitigation strategies in Nordic cities. Copenhagen: Vejdirektoratet, 2024.
4. Parsons T., Seo J., Livesey D. Municipal street-sweeping area generation with route optimization // *Intl. Trans. in Op. Res.* 2025. V. 32. P. 1375–1399. DOI: 10.1111/itor.13515.
5. Altay K. Assessing the impact of road infrastructure on air pollution: evidence from Turkey // *Sustainability*. 2025. V. 17. N. 21. Art. 9840.
6. Розов С.Ю., Розов Ю.Н. Оценка эффективности моющих средств для обработки автомобильных дорог и улиц // *Автомобильные дороги*. 2018. № 9. С. 103–119.
7. Аликбаева Л.А., Колодий С.П., Бек А.В., Крутикова Н.Н. Комплексная гигиеническая характеристика средств моющих технических, используемых для обслуживания дорог // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2019. № 2 (71). С. 27–34.

# ОТРАБОТАННЫЕ ШИНЫ КАК ЦЕННЫЙ ВТОРИЧНЫЙ РЕСУРС

В законодательных документах Российской Федерации существует разграничение понятий, касающихся отходов: вторичные ресурсы и вторичное сырье. Так, в отношении отработанных шин вторичными ресурсами является сама отработанная шина, по разным причинам признанная отходом. После ее сбора, сортировки, транспортирования, обработки и утилизации отработанная шина из ресурса становится вторичным сырьем. Это может быть целая шина, куски шин, резиновая чипса или крошка.

Целые шины используются для укрепления откосов или оснований дорог, куски и чипса (от 20 мм) используются в нижнем слое для фильтрации или наполнения демпфирующих элементов, резиновая крошка (от 0 до 1 мм) – для производства модификаторов асфальта и битума. Все указанные материалы получают при переработке шин механическим способом. Кроме этого, примерно 10–15% от объема отходов шин перерабатывается методом пиролиза. Продукты этого метода переработки – пиролизная жидкость и твердый углеродный остаток – находят опытное применение в дорожной отрасли. Однако нормативных материалов на продукты пиролиза для применения при строительстве дорог нет.

Конкурентным преимуществом крошки из отработанных шин

перед резиновой крошкой из резинотехнических изделий (РТИ) является повышенное содержание каучуков в шине (до 70%), тогда как РТИ могут содержать значительно меньшее количество первичного каучука, либо вообще изготавливаться на «вторичном» каучуке. Содержание каучука в шинной крошке позволяет назвать ее одним из полимеров, используемых в качестве модифицирующих элементов. Такие преимущества, как повышенная прочность и высокие демпфирующие свойства, дают возможность для применения шинной крошки в напольных покрытиях, покрытиях детских и спортивных площадок, при производстве делинаторов в дорожных ограждениях или искусственных препятствий и т. п.

Механический способ имеет две технологии получения резиновой

крошки: путем резания и перетиранием. Резанием получают крошку от 1 до 5 мм и так называемую «пыль». Пыль (отсев от переработки крошки резанием на дробилках), как и другая резаная крошка, имеет «неразвитую» ровную поверхность. Крошка, полученная путем перетирания на валках и мельницах, имеет «развитую» поверхность и в большей степени годится для применения в модификаторах. Есть комбинированный способ, когда проводят дополнительную переработку резаной крошки на вальцах или мельницах, получая крошку, нужную для модификаторов.

В данной статье акцент сделан на получении резиновой крошки механическим способом для модификаторов асфальта и битума методом перетирания, а также показаны возможности переработчиков отработанных шин по изготовлению резиновой крошки в объемах, необходимых для производства модификатора.

Большинство российских предприятий – переработчиков шин входят в Ассоциацию содействия

Табл. 1

Федеральный округ	Население, млн чел.	Массовые шины (грузовые + легковые), тыс. тонн	КГШ + СКГШ, тыс. тонн	Сельхозшины, тыс. тонн	ИТОГО отходов шин, тыс. тонн	Мощности по утилизации шин на 01.03.2026, тыс. тонн	Объем утилизации, тыс. тонн	Объем утилизации, %
Северо-Западный	14	70	7,1	4,0	81,1	62	36,8	45
Центральный	40	200	11,0	20,8	233,8	494,2	214,8	92
Приволжский	29	145	18,2	18,4	181,6	101,8	31,1	17
Южный	16	80	2,8	12,8	95,6	42,5	20,0	21
Северо-Кавказский	10	50	7,2	7,2	64,4	25,0	6,0	9
Уральский	12	60	50	4,8	114,8	69,0	20,3	18
Сибирский	17	85	20,4	9,6	115,0	84,0	62,5	54
Дальневосточный	8	40	15,4	2,4	57,8	51,0	7,2	12
<b>ИТОГО</b>	<b>146</b>	<b>730</b>	<b>132,1</b>	<b>80</b>	<b>944,1</b>	<b>929,5</b>	<b>398,7</b>	<b>42</b>

Табл. 2

Наименование предприятия	Производство резиновой крошки 0–0,63 мм, тыс. т	Оборудование, метод	Установленная мощность, тыс. т/год	Наличие лицензии на утилизацию
ООО «Балт-Экология», г. Санкт-Петербург	+	Вальцы	1 680	-
ЗАО «Волжский регенератно-шиноремонтный завод», г. Волжский	+	Вальцы	8 400	+
ООО «Вторичные ресурсы Сибири» (ООО «ВРС»), г. Новокузнецк	+	Мельницы	5 760	+
ООО «Дмитровский завод РТИ», г. Дмитров	+	Вальцы Сухой метод	3 840	+
ООО НИИНТЦ «ДОРНАУ», г. Дзержинск	+	Амандус Каль Мокрый метод	4 000	+
ООО «Завод экологических покрытий», г. Челябинск	+	Вальцы	1 680	+
ООО «Оскольский завод переработки шин», г. Старый Оскол	+	Вальцы	1 680	+
ООО «Премии Крамб», г. Санкт-Петербург	+	Вальцы	3 360	+
ООО «ОрисПром», г. Дзержинский	+	Вальцы	3 840	+
ООО «ЧРЗ», г. Чехов	+	Вальцы Мельница Сухой метод	10 080 3 840	+
ООО «Автомаркет», г. Уфа	+	Вальцы	1 680	+
ООО «Суэк-Хакассия», г. Черногорск	+	Вальцы	3 360	+
ООО «Экошина», г. Чайковский	+	Мельница	960	+
ООО «Альбион-С», г. Новосибирск	+	Мельница	480	-
ООО «Вип Вижн», г. Красноярск	+	Вальцы	1 680	-
ООО «Вторшина», г. Красноярск	+	Мельница	480	-
ООО «СибЭкоПром», г. Ленинск-Кузнецкий	+	Вальцы	5 040	-
<b>Крошка с отсева от ножевых дробилок от 0 до 1 мм</b>	+	Отсев	9 000	
<b>ИТОГО установленных мощностей по мелкой крошке</b>			<b>70 840</b>	

восстановлению и переработке шин «Шиноэкология». В настоящее время Ассоциация объединяет 64 предприятия, занятых в области обращения с отработанными шинами. Всего предприятий, перерабатывающих отработанные шины в России, около 100. В табл. 1 приведены экспертные данные по образованию отработанных шин, а также по установленным мощностям предприятий и уровню утилизации шин по федеральным округам на 4 марта 2026 года.

Важно учитывать расположение предприятий – утилизаторов шин, поскольку в

Распоряжении Правительства РФ 2330-р «О перечне видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе» есть условие для выполнения работ по строительству и реконструкции автомобильных дорог с применением модификаторов на основе резиновых порошков, произведенных из изношенных шин. Это условие заключается в следующем: «источник вторичного сырья расположен на удалении не более 30 километров от участка автомобильной дороги, а его доступность определена проектной документацией на

выполнение работ по строительству, реконструкции автомобильных дорог».

В табл. 2 приведены экспертные данные о предприятиях по переработке отработанных шин и серийному изготовлению крошки от 0 до 0,63 мм (по состоянию на 4 марта 2026 года).

Производительность оборудования:

1. Вальцы:  $350 \text{ кг/ч} \cdot 20 \text{ ч} \cdot 20 \text{ дн.} \cdot 12 \text{ мес.} = 1680 \text{ т/год}$ .
2. Мельница:  $100 \text{ кг/ч} \cdot 20 \text{ ч} \cdot 20 \text{ дн.} \cdot 12 \text{ мес.} = 480 \text{ т/год}$ .
3. Вальцы «Элдан»:  $800 \text{ кг/ч} \cdot 20 \text{ ч} \cdot 20 \text{ дн.} \cdot 12 \text{ мес.} = 3840 \text{ т/год}$ .
4. «Амандус Каль»: 4000 т/год.

Резиновая крошка имеет два кода в Общероссийском классификаторе продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2):

38.32.34.100 – Резиновая крошка, полученная из изношенных шин;  
38.32.34.200 – Резиновая крошка, полученная из вулканизированных отходов резинотехнических изделий.

При производстве модификатора необходимо учитывать, что сырье для модификатора в виде резиновой крошки должно иметь код ОКПД 2: 38.32.34.100 – Резиновая крошка, полученная из изношенных шин. Наличие у продукции такого кода будет означать, что резиновая крошка произведена предприятием, имеющим лицензию на утилизацию шин.

С 2023 года Приказом Росстата от 04.12.2023 № 614 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения № 1-ВС «Сведения об образовании, использовании и поставках вторичного сырья» введена форма статистического наблюдения № 1-ВС, которую нужно подавать всем предприятиям, производящим и/или применяющим вторичное сырье. Эти данные необходимы для организации Минпромторгом России федерального статистического наблюдения за образованием и применением вторичного сырья.

Эта форма позволит по кодам ОКПД 2 (38.32.34.100 «Резиновая крошка, полученная из изношенных шин», 38.32.22.111 «Лом и отходы стальные нелегированные (углеродистые)», 38.32.35.900 «Сырье вторичное текстильное прочее») определить количество изготовленной резиновой крошки, образовавшегося металлического и текстильного корда. Там же есть возможность добавить код 38.32.34.200 – для указания количества крошки из РТИ, в том числе из EPDM. В этих данных не указывается размер резиновой крошки. Согласно ГОСТ Р 54095-2023 «Ресурсосбережение. Требования к сбору, накоплению, транспортированию, обработке и утилизации отходов шин, покрышек, камер»,

крошкой из отработанных шин считается резиновая крошка величиной менее 20 мм.

Кроме того, для реализации запрета импорта резиновой крошки из недружественных стран требуется каждым предприятием, изготавливающим крошку, получение сертификата по форме СТ-1, который подтверждает российское происхождение крошки.

В результате проведенного Ассоциацией «Шиноэкология» опроса производителей модификаторов на основе резиновой крошки, за 2020–2023 годы объем производства оставался примерно одинаковым – около 5 тыс. т/год.

По данным открытых источников, ежегодно в РФ производится около 7,8 млн т дорожного битума, в том числе немодифицированного битума – около 6 млн т. Возможное максимальное количество резиновой крошки для модификации битума (в количестве 10% от исходного сырья) – до 600 тыс. т. Качество модификатора можно определить в том числе по выходному и входному контролю с использованием метода гель-золь анализа.

Технические требования к резиновой крошке для применения в модификаторах изложены также в ГОСТ Р 55419-2013 «Материал композиционный на основе активного резинового порошка, модифицирующий асфальтобетонные смеси. Технические требования и методы испытаний».

Приложение В. Методы испытаний резиновой крошки – сырья для получения активного резинового порошка.

В.1 Определение массовой доли воды.

В.2 Определение массовой доли частиц черных металлов.

В.3 Определение массовой доли остатков кордного волокна.

В.4 Размер частиц резиновой крошки.

#### Выводы

Каждым из современных российских производителей моди-

фикатора из резиновой крошки отработанных шин уложено значительное количество дорожных покрытий по всей России в опытно-промышленном варианте. В настоящее время необходимо перейти к промышленному использованию модификаторов на основе резиновой крошки, полученной из отработанных шин.

Для этого необходимо предпринять некоторые шаги:

1. Доработать Постановление Правительства РФ от 8 июля 2022 года № 1224 «Об особенностях описания отдельных видов товаров, являющихся объектом закупки для обеспечения государственных и муниципальных нужд, при закупках которых предъявляются экологические требования» и Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2024 № 2330-р «Об утверждении перечней видов продукции (товаров), работ, услуг, производство, выполнение и оказание которых осуществляются с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в их составе» – для расширения использования модификаторов на основе резиновой крошки как вторичного сырья.
2. Внести в терминологию понятие резинобитумного вяжущего как «полимерно-битумное вяжущее».
3. Внести в программу актуализации стандарты ГОСТ 58400.1 и ГОСТ 58400.2.
4. Предложить производителям модификаторов проводить обучение проектировщиков дорог.
5. Предприятиям – изготовителям резиновой крошки получить сертификат о российском происхождении продукции СТ-1 и ежегодно заполнять формы 1-ВС.
6. Проработать вопрос введения метода гель-золь анализа в качестве выходного контроля изготавливаемых модификаторов и входного контроля при строительстве дорог.

**Е.Р. Кренц,**  
директор Ассоциации  
содействия восстановлению  
и переработке шин  
«Шиноэкология»

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



Гиратор НУХУ-1701

Асфальтоанализатор  
НУРС-6

Уплотнитель  
Маршалла  
EDC-3



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

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



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

# СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

2025 год стал трудным как для производителей, так и для импортеров дорожно-строительной техники (ДСТ), что во многом продиктовано недостаточным количеством техники, закупаемой для удовлетворения государственных и муниципальных нужд, а также высокой стоимостью лизинга. Кроме того, дорожно-строительные организации отмечают наличие задолженности государственных заказчиков за уже выполненные работы, что не позволяет им формировать планы закупок техники для обновления парка.

По имеющейся информации, отечественный рынок ДСТ на самоходном шасси в 2025 году был распределен следующим образом:

- в количественном выражении: около 38% объема поставок отечественной ДСТ и 62% поставок ДСТ импортного производства, либо сборка с крайне низкой степенью локализации;

- в денежном выражении: около 76% стоимости рынка ушло в оплату поставок импортной ДСТ, произведенной в Китае, Турции, а вот поставки из недружественных стран стали незначительны – менее 1% объема рынка.

Несмотря на значительные средства, которые выделяются Минпромторгу России для реализации мер государственной поддержки, развитие отечественного производства ДСТ на самоходном шасси идет медленно.

В первую очередь это связано с малым объемом рынка, во вторую – с необходимостью огромных вложений в локализацию производства компонентов для выполнения критериев постановления Правительства РФ № 719 от 2015 года, так как техника может считаться российской только после ее включения в Реестр российской промышленной продукции.

Основными мерами государственной поддержки спроса на ДСТ российского производства на шасси самоходных машин, реали-

зуемыми Минпромторгом России, являются:

- выделение «промышленных субсидий» в объеме уплаченного утилизационного сбора (Решение о порядке предоставления субсидии № 22-68760-00531-Р);

- «льготный лизинг», предоставление лизингополучателю скидки по уплате авансового платежа при заключении договора лизинга (Решение о порядке предоставления субсидии № 22-67654-00529-Р);

- предоставление производителями при приобретении специализированной техники или оборудования покупателям скидки – с дальнейшей ее компенсацией за счет средств федерального бюджета (Решение о порядке предоставления субсидии № 24-68775-01291-Р);

- субсидия акционерному обществу «ДОМ.РФ» (Москва) в виде вклада в имущество, не увеличивающего его уставный капитал, на цели возмещения специализированным обществам проектного финансирования затрат по выплате процентного (купонного) дохода по облигациям, размещаемым в целях реализации инвестиционных проектов по приобретению на льготных условиях строительно-дорожной и коммунальной техники на основе финансовой аренды (лизинга) (Решение о порядке предоставления субсидии № 25-68905-01946-Р).

Указанные меры государственной поддержки направлены на увеличение конкурентоспособности

отечественной техники в ценовом сегменте.

Субсидирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, по мнению автора статьи, проводится крайне неэффективно. Предприятия машиностроительного комплекса опасаются пользоваться данной мерой поддержки в связи с необходимостью достижения целевых показателей получения субсидии (реализация определенного объема произведенной техники на сумму, которая может в десятки раз превышать размер стоимости проведенного НИОКР). В случае недостижения указанных целевых показателей часть полученной субсидии подлежит возврату в бюджет.

Необходимо разработать программу льготного кредитования на пополнение оборотных средств предприятий (тогда предприятия сами смогут финансировать НИОКР).

На сегодняшний день в нашей стране не производится или производятся в малом количестве следующие виды специализированной техники: тяжелые экскаваторы, тяжелые погрузчики, бетоноукладчики и самоходные скоростные комплексы по укладке асфальтобетонных дорог, ресайклеры, тяжелые бульдозеры, асфальтоукладчики, дорожные фрезы.

Объем производства отечественных асфальтоукладчиков составляет не более 2% от объема российского рынка, а максимальные возможности ООО «НПО «ГКМП», единственного предприятия, осуществляющего производство такой продукции, не превышают 50 единиц в год, что составляет не более 10% от потребности рынка.

Объем производства отечественных катков дорожных сегодня составляет не более 28-30% от объема российского рынка, а максимальные возможности АО «Раскат» и ООО «Завод «дорожных машин» – двух предприятий, осуществляющих производство такой машиностроительной продукции, – не превышают 600-700 единиц в год, то есть не более 40% от потребности рынка.

За прошедший год предприятия, входящие в СРО Ассоциация «СПЕЦАВТОПРОМ», без привлечения государственного финансирования смогли разработать новые виды техники и модернизировать существующие. Так, например:

■ ООО «Сибирь-Техника» разработало полноповоротный самосвал на гусеничном шасси для проведения дорожно-строительных работ в труднопроходимых условиях и

для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера, включая разливы нефтепродуктов.

■ ООО «Завод Инновационной Спецтехники» совместно с ООО «Меркатор Калуга» разработали, включили в Реестр российской промышленной продукции, успешно производят и реализуют электрическую вакуумную уборочную машину ВКМ 2024Э, которая позволяет эффективно осуществлять уборку дворовых территорий, тротуаров и улиц в летний и зимний период.

■ ООО «Смол Маш» разработало и успешно внедрило в производство бункер из композитных материалов для комбинированной дорожной машины для зимнего содержания автомобильных дорог, что позволяет значительно снизить затраты эксплуатирующей организации.

■ ООО ПО «Урал» разрабатывает тяжелый грейдер с применением автоматической и гидростатической коробки передач.

С техникой для ремонта и содержания автомобильных дорог на автомобильном или прицепном шасси дела обстоят гораздо оптимистичней. Здесь более 90% рынка занимает продукция российских предприятий.

Рынок техники для содержания автомобильных дорог (в первую очередь это комбинированные дорожные машины и вакуумно-уборочные машины) практически полностью представлен техникой отечественного производства.

Утверждение Правительством РФ постановления от 2024 года № 1875 обязало государственные компании, осуществляющие закупки



Вакуумная уборочная машина ВКМ 2024Э производства ООО «ЗИС»



Землевоз производства ООО «Сибирь-Техника»



Автогрейдер ДЗ-98 производства ООО ПО «Урал»



КДМ с композитным бункером производства ООО «Смол Маш»



Спецтехника производства ООО «ЧЗПТ»

в рамках 223-ФЗ, приобретать технику российского производства. Определенным трендом подобных закупок в 2025 году стало приобретение специальных автомобилей с российской надстройкой, изготовленных на шасси Минского автомобильного завода через белорусскую лизинговую компанию. Это продиктовано стоимостью лизинга – так, если на конец 2025 года ставка лизинга в России составляла от 15% годовых, то в Республике Беларусь она не превышала 8%.

Правительством РФ 30 апреля 2026 года были утверждены постановления, которые вступят в силу 1 сентября 2026 года и которые должны позитивно отразиться на развитии отечественного производства ДСТ, а именно:

■ Постановление № 512 возвращает государственный контроль (надзор) в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники (госконтроль отсутствовал с 1 июля 2021 года). Это позволит вывести из тени самоходную технику, в первую очередь импортную, не соответствующую обязательным требованиям нормативно-правовых актов и опасную для эксплуатации;

■ Постановление № 507 вводит правила ремонта и содержания автомобильных дорог федерального значения, что обявывает готовить программы дорожных работ на год и позволяет планировать закупку техники.

Отдельным вопросом в части производства российской техники является поставка отечественных комплектующих. В настоящее время микроэлектроника и гидравлика, а также такие материалы, как пластики, многие резино-технические и другие изделия поставляются из-за рубежа. Это происходит из-за отсутствия производства такой продукции в нашей стране или зависит от выбора клиента при заказе техники, поскольку указанные материалы и комплектующие зачастую не способны конкурировать с импортными аналогами по качеству и объемам поставок.

Необходимо отметить, что после распада СССР значительная часть производителей комплектующих и материалов оказались в другой стране либо прекратили свою деятельность.

С выходом постановления Правительства РФ № 719 от 2015 года был сделан анализ имеющегося

производства, который в том числе показал, что в нашей стране отсутствуют стали, способные конкурировать с HARDOX, что гидравлика, пневматика, микроэлектроника, шины и диски для самоходной техники – импортного производства.

После начала СВО был разработан ряд новых проектов, реализуемых Фондом развития промышленности. Однако до сих пор отрасль сталкивается с проблемами эффективного доведения до конечных получателей целевых программ и мер государственной поддержки, направленных на производство комплектующих. Поэтому сейчас остро стоит вопрос развития собственного производства качественных комплектующих и материалов.

Оборудование, на котором изготавливается техника, в подавляющем большинстве также импортного производства, а российские производители станкостроительной отрасли сегодня пока не способны выпускать качественное оборудование без использования зарубежных компонентов.

Государству необходимо обратить на это пристальное внимание и разработать дополнительные программы государственной поддержки для изготовления на территории страны качественных материалов, критически важных компонентов и производственного оборудования, поскольку это затрагивает вопросы промышленной безопасности.

Что касается кадровой проблемы, то предприятия, входящие в СРО Ассоциация «СПЕЦАВТОПРОМ», из-за кратного уменьшения объемов производимой продукции вынуждены были провести сокращение рабочего персонала. Однако при этом сохранился дефицит квалифицированных конструкторов и технологов.

**Д.Н. Кудрявцев,**  
генеральный директор  
СРО Ассоциация  
«СПЕЦАВТОПРОМ»



Сделано в Саратове

Телефон: +7 (845-2) 22-88-88  
E-mail: info@group-sdt.ru

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ И МУЛЬЧИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

### МУЛЬЧЕР «ЗУБР» ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КУСТАРНИКОВ И ДЕРЕВЬЕВ



### МАНИПУЛЯТОРЫ СЕРИИ «СТРИЖ»



**СТРИГУНОК**  
ДЛЯ ОБРЕЗКИ  
ДЕКОРАТИВНЫХ  
КУСТОВ

**КОСИЛКА-  
СПИННЕР**



**КРАЕВАЯ  
КОСИЛКА**



**КУСТОРЕЗ**



**КОСИЛКА-  
МУЛЬЧЕР**





Алексей Соломатов



Дмитрий Корбут



Денис Апкалимов



Максим Панов



Довран Джумалиев

## КРУГЛЫЙ СТОЛ

# АБЗ: АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Новые национальные стандарты и современные требования к физико-механическим показателям асфальтобетонных смесей существенно изменили подходы к производству материалов для устройства дорожных покрытий. Чтобы обеспечивать стабильный выпуск смесей, предусмотренных действующими стандартами, асфальтобетонные заводы должны быть многофункциональными, способными быстро и легко адаптироваться под скорректированные технологические процессы. Новым трендам функционирования АБЗ в условиях сегодняшних реалий и посвящен этот заочный круглый стол, участниками которого стали специалисты-эксперты, напрямую связанные с данным направлением.

– Говоря об импортозамещении в сегменте АБЗ, можно ли утверждать, что переход от замены отдельных компонентов к созданию полноценных конкурентоспособных решений состоялся?

**Алексей Сергеевич Соломатов, директор компании SOLOMATIC:**

– Увеличение доли создаваемых в России агрегатов от общего состава поставляемых смесительных комплексов – важная часть стратегии нашей компании. Несколько лет назад, приняв для себя решение двигаться в сторону импортозамещения, мы последовательно его придерживаемся: развиваем производственную площадку в Татарстане, разрабатываем агрегаты и технологические линии по индивидуальным заданиям дорожно-строительных предприятий, шаг за шагом улучшаем собственную программу управления заводами.

На сегодняшний день мы самостоятельно производим до 60% узлов и агрегатов асфальтосмесительной установки: бункеры инертных материалов, силосы, резервуары под битум и ПБВ, системы конвейеров, кабины операторов, линии ввода стабилизирующих добавок. В этом году мы начинаем работу по направлению сушильных барабанов – необходимое для этого сварочное оборудование уже приобретено.

Остальные агрегаты (и это нормальная международная практика) мы заказываем у зарубежных партнеров – разумеется, по утвержденным чертежам, с учетом максимально возможного контроля и предъявления технических требований, основанных на 15-летнем опыте взаимодействия с отечественными предприятиями, а также на понима-

нии особенностей работы в российских реалиях. Таким образом, создаются полноценные конкурентоспособные решения, отвечающие актуальным запросам участников отрасли как с точки зрения надежности, долговечности и технологичности агрегатов, так и с точки зрения производственного потенциала.

**Дмитрий Евгеньевич Корбут, генеральный директор ООО «ПАРКЕР РУС»:**

– На мой взгляд, процесс импортозамещения идет, но идет медленно, касаясь в основном отдельных агрегатов – например, линий ввода различных добавок. Мы научились производить армирующие добавки и со временем разработали агрегат, который эти добавки подает в смеситель АБЗ – не хуже, а чаще и лучше, чем импортные агрегаты (если сравнивать одну ценовую группу), но если посмотреть более внимательно, то можно понять, что компоненты «нашего» агрегата так или иначе импортные. Взять даже банальные подшипники, которые сегодня почти везде используются зарубежного производства. Поэтому для полноценного импортозамещения сначала необходимо создать отечественную промышленную базу.

**Денис Рамильевич Апкалимов, директор ООО «ТТМ»:**

– Компания «ТТМ» в течение 12 лет представляет на российский рынок АСУ, произведенные в Китае. И с нашей точки зрения, к полному импортозамещению отрасль все еще не готова. Мы наблюдали, как с уходом европейских производителей фокус сместился на Азию. Как хлынули на рынок китайские производители... Отслеживая прогресс китайских производителей, их техноло-

гические решения и реализацию, мы понимаем, что на данный момент на отечественном рынке, увы, отсутствует предложение, которое можно было бы назвать конкурентоспособным.

**Максим Игоревич Панов,**  
директор ООО «РОУД КИНГ ТРЕЙД»:

– На мой взгляд, в настоящее время российский рынок асфальтосмесительных установок находится в стадии активной трансформации. Если несколько лет назад импортозамещение в основном сводилось к замене отдельных иностранных компонентов, то сейчас отрасль постепенно переходит к формированию собственных инженерных, производственных и технологических решений. Сегодня наличие собственного инженерного центра, производственной инфраструктуры и компетенций по модернизации оборудования становятся главными критериями настоящего производителя, а не просто поставщика техники.

При этом следует объективно признать, что большая часть российских производителей АБЗ все еще работает либо в формате сборочных производств, либо с высокой зависимостью от импортных комплектующих и технологий.

Отдельно хотелось бы отметить, что рынок АБЗ сейчас меняется не только технологически, но и концептуально. Заказчики все чаще заинтересованы не просто в покупке оборудования, а в получении комплексного производственного решения: с автоматизацией, сервисом, удаленной диагностикой, интеграцией с цифровыми системами учета и минимальной зависимостью от иностранных поставщиков.

Серьезным драйвером отрасли в ближайшие годы, безусловно, станут новые регионы Российской Федерации. Масштабные программы восстановления дорожной и городской инфраструктуры формируют устойчивый спрос на асфальтобетонные и грунтосмесительные установки,



дробильно-сортировочные комплексы, мельничное оборудование и смежные производственные решения.

При этом отрасли еще предстоит большая работа в части локализации компонентной базы, автоматизации, развития отечественного машиностроения и подготовки инженерных кадров. Но уже сейчас можно говорить о том, что российский рынок постепенно формирует собственную промышленную школу в сегменте дорожно-строительного оборудования.

**Довран Сеидмухамедович Джумалиев,** генеральный директор ООО «Мерко Руссланд»:

– Заметный прогресс, безусловно, есть. Российские компании уверенно замещают отдельные узлы: автоматику, горелки, сита, фильтры. По созданию полноценного АБЗ «с нуля» работа продолжается. При этом китайские заводы предлагают готовые линейки, а российские производители развивают нишевые и модульные решения. Рынок движется к здоровой кооперации, где китайское «железо» дополняется российской автоматикой и софтом.

– **Насколько технологические возможности современных АБЗ соответствуют требованиям актуальных стандартов?**

**Д.Р. Апкалимов:**

– Соответствие действующим требованиям – один из главных факторов жизнеспособности. Потребитель просто не может выбрать иное. Оборудование всех основных поставщиков полностью соответствует ГОСТам. Другой момент, что ГОСТы, бывает, меняются, а каковы фактические возможности быстро и относительно безболезненно адаптировать действующие АБЗ под новые требования – это уже зависит от конкретного производителя. У нас на фабрике есть собственный научно-технический центр, где разрабатываются конструкторские решения, адаптированные под российские реалии, а также штат сервис-инженеров в российской команде, способный оперативно реализовать эти решения на площадке заказчика.

**М.И. Панов:**

– Современные асфальтосмесительные установки в целом уже позволяют обеспечивать выпуск практически всех типов асфаль-



тобетонных смесей, предусмотренных действующими ГОСТ и нормативами дорожного строительства.

За последние годы существенно выросли требования к качеству выпускаемой смеси, точности дозирования, температурному режиму, стабильности фракционного состава инертных материалов и автоматизации производственного процесса. Современные АБЗ вынуждены соответствовать этим требованиям.

Сегодня даже установки малой и средней производительности оснащаются АСУ, электронным дозированием, системами контроля рецептуры и архивирования

данных. Это особенно важно при реализации крупных инфраструктурных проектов, где контроль качества становится одним из ключевых факторов.

Отдельно стоит отметить развитие технологий производства ЩМА, полимерно-битумных смесей и работу с различными модификаторами. Рынок постепенно уходит от устаревших решений к более гибким и технологичным производственным системам.

В свою очередь, современное оборудование требует квалифицированных операторов, технологов, сервисных специалистов, способных быстро реагировать на задачи заказчика. При этом все еще не ре-

шенной остается проблемой кадрового дефицита.

**Д.С. Джумалиев:**

– В целом технологические возможности современных АБЗ требованиям действующих ГОСТов соответствуют. Заводы, поставляемые в РФ, проходят сертификацию. Однако практика показывает, что для стабильной работы в российских условиях (влажные материалы, отрицательные температуры) рекомендуется дополнительная адаптация: донастройка систем дозирования и термоизоляция. Многие поставщики из Китая, учитывая требования современных стандартов, уже предлагают, например, «северные» комплектации.

**Д.Е. Корбут:**

– Современные АБЗ импортного производства соответствуют любым возможным стандартам, вопрос здесь больше в рентабельности, цене за оборудование и в сроке его эксплуатации. Многие производители сделали ставку на минимальную цену – и для достижения этой цели сократили срок использования до трех лет. Такой подход вполне можно считать рабочим, если у вас нет дополнительных затрат в виде доставки и НДС. В случае с Россией такой подход привел дорожные компании к убыткам, поскольку дешевые АБЗ, ставшие в итоге дорогими в эксплуатации, не успевают себя окупить. Для устойчивого развития дорожного сектора АБЗ должны не только соответствовать действующим требованиям ГОСТ, но и обеспечивать длительную эксплуатацию на соответствующем уровне.

**А.С. Соломатов:**

– Большинство современных асфальтобетонных заводов разных производителей «заточены» на выпуск смеси по действующим ГОСТам. Понятно, что одни установки могут характеризоваться большей точностью дозирования, другие – меньшей, но в целом с этим проблем нет. Единственное, с чем могут возникать вопросы, – это приготовление литых смесей. Для

стабильного выпуска такого вида асфальта без снижения производительности АБЗ понадобится не только усиленный сушильный барабан, как это реализовано у некоторых поставщиков оборудования, но и увеличенный силос под минеральный порошок, а также отдельный бункер-дозатор со своим диапазоном взвешивания. Иногда представители компаний не доносят до покупателей – случайно или намеренно – информацию о технологических ограничениях тех или иных инженерных решений в предлагаемых ими установках. А в этом деле важны нюансы...

**– Какие решения, касающиеся автоматизации и цифровизации АБЗ, уже реализованы, в том числе и в части интеграции с 1С? Какой практический эффект эти решения дают предприятиям?**

**Д.Е. Корбут:**

– В этом вопросе у нас полный порядок: хватает и знаний, и опыта для реализации практически любой задачи, а марка АБЗ особого значения тут не имеет. Российское программное обеспечение может работать параллельно, а может заменить заводское управление. Возможности – широкие: от отслеживания «жизненного цикла» каждой порции асфальтобетонной смеси до дистанционного управления и диагностики самого АБЗ. Но, так или иначе, эти системы, которые нужны для расширения возможностей и уменьшения затрат на производство АБС, грамотного специалиста заменить не могут!

Интеграция в 1С очень полезна большим компаниям, у которых, как правило, несколько АБЗ и большие объемы производства. Благодаря этой функции значительно упрощается оборот документов, закупка и списание инертных материалов, битума, топлива, различных добавок.

**Д.С. Джумалиев:**

– Реализован обмен данными между системой управления АБЗ и 1С через стандартные промыш-

ленные протоколы (OPC, Modbus). Это позволяет автоматически вести учет материалов, выработки и себестоимости смеси. Практический эффект: снижение ручного труда, точный контроль расхода битума (экономия до 3–5%), прозрачность производства для управленческого учета. Оптимальный вариант – совместная работа поставщика АБЗ и российского интегратора.

**М.И. Панов:**

– Сегодня автоматизация становится одним из главных факторов конкурентоспособности асфальтобетонных заводов. Рынок постепенно переходит от механического управления производством к цифровому контролю всех этапов выпуска продукции.

Современные системы автоматизации позволяют:

- контролировать рецептуру смеси в режиме реального времени;
- отслеживать расход инертных материалов, битума и топлива;
- вести автоматический архив производственных данных;
- минимизировать человеческий фактор;
- интегрировать производство с бухгалтерскими и логистическими системами предприятия.

Особенно востребованной становится интеграция с системами 1С и внутренними ERP-решениями. Для предприятий это дает прозрачность производственных процессов, контроль себестоимости, автоматизацию документооборота и возможность оперативного анализа эффективности работы завода.

Также активно развивается направление удаленного мониторинга и сервисной диагностики. Это особенно актуально для удаленных объектов и новых регионов РФ, где оперативный выезд сервисных специалистов не всегда возможен.

На практике цифровизация позволяет снизить количество производственных ошибок, уменьшить перерасход материалов, повысить стабильность качества смеси и сократить простой оборудования.

**А.С. Соломатов:**

– Интеграция с 1С позволяет оптимизировать бизнес-процессы дорожно-строительного предприятия за счет включения базы данных АБЗ в общую цифровую платформу управления закупками, складом, бухгалтерией, финансами и так далее. Опционально мы предлагаем такую возможность, но для заказчиков этот вариант не всегда подходит: интеграция с 1С предполагает не только финансовые, но и временные издержки, а запуск производства асфальтобетонных смесей зачастую нужно выполнить быстро.

На АБЗ SOLOMATIC каждый технологический процесс – от предварительного дозирования инертных материалов до выгрузки готовой смеси – максимально автоматизирован: управление комплексом, вне зависимости от производительности, осуществляется одним оператором, а для формирования отчетов по выпущенной продукции и расходам материалов за выбранный период достаточно пары кликов.

**Д.Р. Апкалимов:**

– Мы разработали программно-аппаратный комплекс «Паспорт дороги», который на протяжении всего производственного цикла аккумулирует на сервере полную и исчерпывающую информацию, позволяет из любой географической точки оперативно отслеживать, из какого сырья, по какому рецепту и с какими выходными характеристиками была произведена асфальтная смесь, уложенная на конкретном участке дороги. Этот комплекс уже четыре года работает на некоторых площадках наших заказчиков. «Паспорт дороги» позволил им повысить эффективность производства, переведя его в режим автоматического выпуска тоннажа. Удалось снизить количество отклонений и повысить точность и прозрачность учета за счет интеграции с 1С: Бухгалтерией.

**– Позволяют ли новые технологические решения эффективно снижать выбросы, энергопотреб-**

**бление и экологическую нагрузку производства АБ-смесей?****А.С. Соломатов:**

– Безусловно, да. Смесительные комплексы от компании SOLOMATIC – это про использование в составе установки оборудования с высокими классами энергоэффективности; про применение двухэтапной системы очистки газопылевого потока, включающей современный блок рукавных фильтров; про нетиповые проекты, направленные в том числе на снижение влияния производства на окружающую среду.

Для сокращения площади распространения запаха, уменьшения шума от работы агрегатов, а также для формирования положительного образа предприятия мы готовы поставить АБЗ, башня которого обшивается сэндвич-панелями или профилированными листами. Такой подход будет особенно полезен в целях повышения лояльности местных жителей при относительно близком расположении завода к многоквартирным жилым домам.

Более того, мы готовы укомплектовать установку уникальной системой удаления так называемого «синего» дыма, возникающего при выгрузке асфальта в кузов самосвала. В этом случае зона отгрузки будет представлять собой закрытый гараж, оборудованный вытяжкой. К слову, похожая система может быть установлена в местах возможного распространения инертной пыли по площадке – над питателями, бункерами щебня и песка, и так далее.

**Д.С. Джумалиев:**

– Да, современные АБЗ (включая китайские) оснащаются рукавными фильтрами, системами регенерации старого асфальта (RAP), эффективной теплоизоляцией и горелками с модуляцией пламени. Это позволяет снизить выбросы пыли до 20–30 мг/м<sup>3</sup> (ниже норматива) и экономить 10–20% топлива. Важно, что такие решения доступны в заводских комплектаци-

ях, а их использование зависит от выбора заказчика и внимания к экологической составляющей.

**М.И. Панов:**

– Безусловно, современные технологические решения уже позволяют значительно снижать экологическую нагрузку асфальтобетонного производства, по сравнению с оборудованием предыдущих поколений.

В первую очередь это касается:

- современных систем фильтрации;
- энергоэффективных горелок;
- автоматического контроля температурных режимов;
- снижения потерь тепловой энергии;
- оптимизации расхода топлива и инертных материалов.

Современные рукавные фильтры позволяют существенно сократить выбросы пыли и мелкодисперсных частиц. Также все больше внимания уделяется вопросам шумовой нагрузки и общей экологической безопасности производственных площадок.

Автоматизация позволяет более точно управлять технологическим процессом, избегать перегрева материалов и перерасхода энергоносителей.

Отдельно стоит отметить, что экологичность сегодня становится не только требованием надзорных органов, но и фактором экономической эффективности. Предприятия все больше заинтересованы в снижении расхода топлива, энергопотребления и эксплуатационных затрат.

На мой взгляд, в ближайшие годы экологичность, цифровизация и энергоэффективность станут такими же важными критериями выбора АБЗ, как производительность или стоимость оборудования.

**Д.Р. Апкалимов:**

– В нашей линейке есть асфальтосмесительные установки ЭКО-комплектации, отличающиеся полностью закрытой конструк-

цией и модифицированными функциональными узлами, которые позволяют практически полностью избавиться от пыли и значительно снизить уровень шумового загрязнения. Также мы производим оборудование для использования переработанного асфальтогранулята по технологиям как горячего, так холодного рециклинга. Да и в самых популярных наших моделях используются запатентованные решения, направленные на повышение энергоэффективности. Например, горелки, в которых топливо сгорает полностью, что повышает его теплоотдачу. Или, например, мы возвращаем в производственный цикл отходящие горячие газы, что также уменьшает энергопотребление АБЗ в целом. В ЭКО-направлении мы давно и много работаем, чем особенно гордимся.

**Д.Е. Корбут:**

– На вопрос, позволяют ли новые технологические решения эффективно снижать выбросы, энергопотребление и экологическую нагрузку производства АБ-смесей, ответ однозначный – да! Уже сегодня в руках многих производителей есть все необходимые технические решения. Можно и нужно добиваться максимально чистых и эффективных производственных площадок. Есть несколько направлений «загрязнения» (эмиссия вредных веществ, пыль, шум, вибрация и пр.), и практически для каждого отдельного случая есть свое решение, которое можно внедрить на производстве. За подробной консультацией можете обратиться лично ко мне – вместе сделаем производство асфальтобетона качественным, эффективным и, насколько это возможно, чистым!

**От редакции:**

*Выражая глубокую признательность всем специалистам-экспертам, принявшим участие в обсуждении, предлагаем нашим читателям в следующем номере предоставить по этой теме дополнительные авторитетные мнения (pressa@dorvest.ru).*



Международный научно-практический семинар

# Шелковый путь 2026

РАССКАЗЫВАЕМ ПРО ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

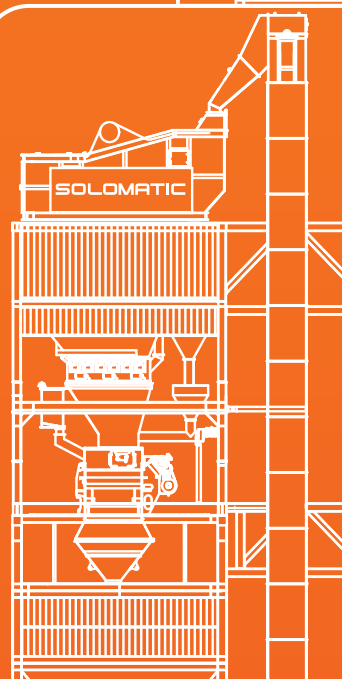
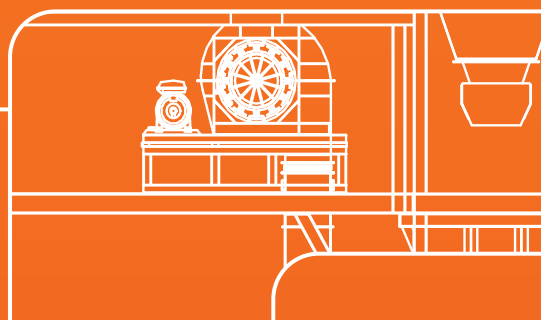
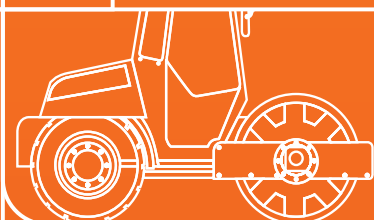
1-04.12.2026



Регистрация на международный  
научно-практический семинар  
[roadconference.ru](http://roadconference.ru)



12+



# ПРОИЗВОДСТВО АБЗ В РОССИИ: ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ С ОГЛЯДКОЙ НА ВОСТОК

Более 10 лет компания SOLOMATIC успешно поставляла участникам дорожно-строительной отрасли смесительные установки одного из китайских брендов. В прошлом году отечественная компания окончательно выбрала для себя путь импортозамещения, и уже сегодня часть агрегатов новых АБЗ создается здесь, в России.

Переход от реализации типовых китайских решений к поэтапной локализации производства всегда был вопросом времени. Климатические условия, особенности работы предприятий в разных регионах, инженерная смекалка и изобретательность дорожников – все это требовало локальной производственной площадки, способной воплотить в жизнь любые конструкторские задумки.

К тому же возможность создавать агрегаты в России несет в себе ряд очевидных плюсов: частичное снижение зависимости от зарубежных поставщиков, контроль качества готовой продукции на месте, относительно быстрое изменение конструктива в соответствии с техническими требованиями заказчиков, сокращение сроков реализации проектов, поэтапное масштабирование мощностей исходя из существующего спроса участников дорожно-строитель-

ной отрасли. Но главное – это последовательное получение опыта производства, оттачивание технологических процессов, постепенное улучшение выпускаемых агрегатов, – «перепрыгнуть» эту часть процесса импортозамещения невозможно.

## Стандартная комплектация

Сегодня на предприятии, расположенном в Республике Татарстан, проектируют и производят до 60% агрегатов новых асфальтосмесительных комплексов, выпускаемых под брендом SOLOMATIC: бункеры инертных материалов объемом 16 куб. м, силосы под минеральный порошок и пыль – от 10 куб. м, резервуары под битум и ПБВ – от 30 куб. м, а также конвейеры, кабины операторов, линии ввода различных добавок. В ближайших планах – организация производства сушильных барабанов. Все необходимое оборудование для этого уже заку-

плено. Остальные части АБЗ по утвержденным чертежам создают китайские партнеры, а качество продукции проверяет – непосредственно на заводе – представитель компании SOLOMATIC. При таком подходе заказчик получает современный технологичный комплекс, частично созданный в России, по разумной цене.

Каждая серия асфальтобетонных заводов, поставляемых под брендом SOLOMATIC (Optima, Pioneer и Smena), – производительностью от 120 до 440 т/ч и выше, в стандартной комплектации позволяет закрывать потребности предприятий в смесях для ремонта, реконструкции и строительства дорог муниципального, регионального и федерального масштаба.

## Расширяя границы

Для увеличения сцепления между каменным материалом и вяжущим в готовых составах, а также для выпуска щебеночно-мастичных смесей любая установка может быть оснащена агрегатами адгезионной и стабилизирующей добавки; для создания теплого асфальта – установкой вспенивания битума; для производства цветных смесей – линией ввода пигмента; литого асфальта – усиленным сушильным барабаном, а при необходимости – и отдельным бункер-дозатором для минерального порошка с большим диапазоном взвешивания.

Для возможности использования вторичного асфальтобетона в процессе производства новых смесей предусмотрено дополнительное оборудование – установка холодного или горячего ресайклинга. Первая предполагает подачу в смеситель ненагретого RAP-материала в количестве до 45% от общего объема готового асфальта. Вторая установка, наоборот, включает в себя отдельный сушильный барабан, предназначенный



для нагрева вторичного асфальта. Такой подход позволяет выпускать продукцию, содержащую до 100% RAP-материала.

Набор компетенций собран из более чем 15-летнего опыта работы с дорожно-строительными предприятиями, из решений нестандартных задач командой инженеров и проектировщиков. Он включает поставки комплексов из Китая, налаженное отечественное производство агрегатов, десятки уникальных реализованных проектов, в том числе трех самых больших заводов в России производительностью до 440 т/ч. Все это помогает компании SOLOMATIC создавать эффективные решения под любые запросы клиентов: от устройства подогрева для силоса минерального порошка до комплектации АБЗ двухэтажной кабиной оператора с несколькими комнатами.

Так, только на основании обратной связи с сотрудниками дорожно-строительных предприятий было принято решение об увеличении объема бункера горячих материалов в новых АБЗ – с 30 до 45 куб. м; а также решение об использовании на этаже грохота не жестко закрепленной, а прочной, но поворотной лебедки – чтобы заменять сита было удобно с каждой стороны агрегата. Сюда же следует отнести комплектацию установок лестни-



цами не с перфорированными, а с решетчатыми площадками, благодаря чему после дождя на этаже башни завода не собирается вода.

#### Экология

Каждая модель асфальтобетонных заводов от компании SOLOMATIC оснащается наиболее эффективным решением для очистки газопылевого потока – блоком рукавных фильтров, созданных из материала, устойчивого к температуре до 240°C.

Для сокращения площади распространения запаха, уменьшения шума от работы агрегатов, а также формирования положительного

образа предприятия – башня АБЗ может быть обшита сэндвич-панелями или профилированными листами. Такой подход будет особенно полезен в целях повышения лояльности местных жителей при относительно близком расположении завода к многоквартирным жилым домам. Более того, установка может быть укомплектована уникальной системой удаления так называемого «синего» дыма, возникающего при выгрузке асфальта в кузов самосвала. В этом случае зона отгрузки будет представлять собой закрытый гараж, оборудованный вытяжкой. К слову, похожая система может быть установлена в местах возможного распространения инертной пыли по площадке – над питателями, бункерами щебня и песка, и так далее.

Более 15 лет команда компании SOLOMATIC предоставляет на отечественный рынок технологичные решения, отвечающие требованиям отрасли, но при этом всегда созданные под конкретный запрос дорожно-строительного предприятия. Каким бы ни было техническое задание – решение найдется всегда. Пусть даже с оглядкой на Восток...



**SOLOMATIC**  
АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ

[solomatic.ru](http://solomatic.ru)

# ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ TATMAШ

Современные решения  
для качественных  
дорог России



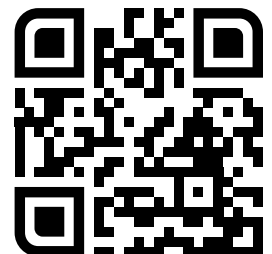
Все, что нужно  
для эффективного  
строительства, ремонта  
и содержания дорог:

- Асфальтобетонные заводы серии TMA 120-400 т/ч
- Грунтосмесительные установки 400-800 т/ч
- Битумные резервуары РГС и РВС различного объема
- Установки для ямочного ремонта серии КАЙНАР
- Оборудование для зимнего содержания дорог
- Мельничные комплексы для минерального порошка

## НЕ ПРОПУСТИТЕ СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЯ от TATMAШ

Только для участников выставки СТТ Экспо 2026 будут действовать эксклюзивные условия на всю линейку оборудования TATMAШ\*. Приглашаем Вас посетить наш стенд №110 (зал 5, павильон 2) в МВЦ «Крокус Экспо» (Москва) с 26 по 29 мая 2026 г. Вы сможете ознакомиться с оборудованием, получить консультации специалистов и подобрать решения под задачи вашего предприятия. Подробная информация об оборудовании TATMAШ доступна на официальном сайте [tatmash.ru](http://tatmash.ru).

\*Эксклюзивные условия на приобретение оборудования уточняйте у специалистов TATMAШ на стенде 5-110 или по телефону: 8 (843) 208-66-88





# ВЫБЕРИ СВОЙ АБЗ

## НА ВЫСТАВКЕ СТТ EXPO 2026

Надежные решения от SOLOMATIC  
для производства  
асфальтобетонных смесей



Узнайте о преимуществах новой линейки АБЗ от SOLOMATIC! Приглашаем вас посетить наш стенд на главной выставке строительной техники и технологий в России — СТТ Экспо. С 26 по 29 мая 2026 года в Крокус Экспо (Москва) на стенде 5-215 (павильон №2) команда SOLOMATIC впервые представит новое поколение дорожно-строительного оборудования. Будем рады встрече с вами!

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

**8 800 555 73 40**  
[sale@solomatic.ru](mailto:sale@solomatic.ru)

# TTM<sup>®</sup>

TIETUO MACHINERY

**РЕШЕНИЯ**  
**ПОД ЛЮБЫЕ**  
**ЗАДАЧИ**



Будем рады встрече  
на выставке СТТ EXPO  
на нашем стенде №415,  
павильон 2, зал 5

**TTM** — крупнейший производитель асфальтосмесительных установок в Азии

Мы создаем современные АБЗ, которые отвечают требованиям времени и задают стандарты отрасли.

Каждый проект для нас – это не просто строительство. Это точность инженерных решений, слаженная работа команды и безупречное качество на каждом этапе.

TTM – это опыт, надежность и технологии, которые работают на результат.

**+7 (846) 206-04-03**

**fjttm.ru**

**info@fj-ttm.ru**