

#122/2024

# Дорожная Сервискава

www.dorvest.ru



ПОСТАВКА АСФАЛЬТОВЫХ ЗАВОДОВ  
ВСЕХ ТИПОВ

В **2** раза дешевле обслуживание

До **40%** фрезерованного асфальта



**АБЗ НЕПРЕРЫВНОГО ТИПА**

**+7 (800) 100-38-30**

| [info@rusalmix.ru](mailto:info@rusalmix.ru) | [www.rusalmix.ru](http://www.rusalmix.ru)



# ПОСТАВКА, ЗАПУСК, АТТЕСТАЦИЯ



**EuroTest**  
оснащение лабораторий



[matest.ru](http://matest.ru)  
+7 (812) 327-84-51

[euro-test.ru](http://euro-test.ru)  
Санкт-Петербург





102

ГИРАТОРА



102

ВАЛЬЦОВЫХ  
УПЛОТНИТЕЛЯ



57

DSR  
РЕОМЕТРОВ



116

СМАР-  
ТРЕКЕРОВ



16

DTS  
СИСТЕМ



8

ПРАЛЛ  
ТЕСТЕРОВ







Замечено, что многие строительные объекты, а тем более дороги, наделены определенной энергетикой и, наверное, поэтому воспринимаются по-разному: одни вызывают множество положительных эмоций, другие – раздражение, уныние или неприятие. От чего это зависит: от особенностей инженерных проектов, качества материалов, эстетики конструкций, или от отношения к делу тех, кто несет ответственность за те или иные объекты? Безусловно, от совокупности всего перечисленного!

Кому-то может показаться, что эмоциональная сторона вообще не входит в круг интересов и задач проектировщиков или строителей, поскольку им ближе все рациональное, конструктивное. Однако создание любого объекта – это отражение не только сугубо профессионального мышления, но и активного состояния души. Движущей силой созидательного труда всегда были и остаются не столько технические требования, сколько креативность, творчество, способность решать нестандартные задачи.

Строительство дорог удивительным образом сочетает в себе научные исследования и непредсказуемые шалости природы, работу современных машин и сложнейший физический труд, традиции и новаторство, расстояние и время... В свою очередь, с появлением новых магистралей поменялись не только скорости, но и многие наши взгляды, привычки и ценности. Нахождение в пути – это не просто движение, это всегда живое событие, открывающее массу возможностей, наполненное эмоциональными переживаниями от «перемены мест», яркими впечатлениями и энергией предвкушения.

*Светлана Пичкур, главный редактор*







# ПОЛНЫЙ СПЕКТР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Сделано в Саратове*



GROUP-SDT



DZEN.YANDEX



**АВТОНОМНЫЕ КОТЛЫ**  
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ  
ТЕРМОПЛАСТИКА



МАШИНА ДЛЯ РАЗМЕТКИ  
ДОРОГ **КРАСКОЙ**



МАШИНА ДЛЯ РАЗМЕТКИ  
ДОРОГ **ТЕРМОПЛАСТИКОМ**



МАРКИРОВОЧНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ НА  
**СЪЕМНОЙ ПЛАТФОРМЕ**



РАЗМЕТОЧНАЯ  
МАШИНА  
**УНИВЕРСАЛЬНАЯ**



**ДЕМАРКИРОВЩИК**



**РУЧНАЯ** МАШИНА ДЛЯ  
НАНЕСЕНИЯ  
**ТЕРМОПЛАСТИКА**



# Дорожная держава #122/2024

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), директор по науке ООО «Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений», д-р техн. наук, Москва; В.А. Досенко, первый вице-президент Международной академии транспорта, Москва; А.А. Жукаев, председатель Совета директоров ГК «Точинвест», депутат Рязанской областной думы; А.А. Журбин, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект», Санкт-Петербург; А.Е. Еремин, генеральный директор ОАО «Союздорпроект», Москва; А.С. Малов, генеральный директор Российской ассоциации подрядных организаций в дорожном хозяйстве (АСПОР), Москва; К.П. Мандровский, канд. техн. наук, доцент кафедры «Дорожно-строительные машины», МАДИ, Москва; С.В. Мозалев, исполнительный директор Фонда «АМОСТ»; Д.М. Немчинов, канд. техн. наук, Москва; И.А. Пичугов, генеральный директор группы предприятий «Дорсервис», Санкт-Петербург; П.И. Поспелов, первый проректор Московского автомобильно-дорожного института; В.Н. Свежинский, генеральный директор ЦИТИ «Дорконтроль», Москва; В.Н. Смирнов, ПГУПС, д-р техн. наук, Санкт-Петербург; А.Д. Соколов, вед. науч. сотр. НИЦ «Мосты» ОАО ЦНИИС, проф. кафедры строительной механики МГУП, канд. техн. наук, Москва; С.Ю. Тен, депутат ГД ФС РФ, заместитель председателя Комитета ГД ФС РФ по транспорту; Е.В. Углова, зав. кафедрой «Автомобильные дороги» Донского государственного технического университета, д-р техн. наук, профессор; Т.С. Худякова, эксперт, канд. техн. наук, Санкт-Петербург; А.И. Шгоколов, исполнительный директор Регионального центра по ценообразованию в строительстве, Санкт-Петербург.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ:

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



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

ЗАРЕГИСТРИРОВАН: Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-51034. Издается с 2006 года.

Установочный тираж 8 000 экз.  
Номер подписан в печать 15.02.2024  
Дата выхода 22.02.2024

Цена свободная. Журнал выходит 7 раз в год.

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

Рекламируемые товары и услуги имеют все необходимые сертификаты и лицензии.

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



Министерство транспорта и коммуникаций  
Республики Беларусь



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
БелдорНИИ



## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОГ И МОСТОВ»

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

21–22 марта 2024 года,  
г. Минск

1. Новые ресурсосберегающие технологии и материалы для дорожного и мостового строительства
2. Использование инновационных технических решений при строительстве и ремонте мостов
3. Обеспечение безопасности дорожного движения с применением новых технических средств и интеллектуальных транспортных систем
4. Экологические проблемы развития автодорожного комплекса
5. Развитие нормативно-технической базы дорожного хозяйства, направленной на повышение конкурентоспособности материалов и технологий



+375 (17) 259 82 60  
+375 (17) 259 83 94

12+



[www.beldornii.by](http://www.beldornii.by)



[beldornii.onti@beldornii.by](mailto:beldornii.onti@beldornii.by)



# 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



8 800 222 3763 — Горячая линия по вопросам Цинкирования

📞 В Т В @ZinkerRussia



# Содержание

## СОБЫТИЯ, ИТОГИ

Успехи взаимодействия ..... 16

## ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

**А.А. Домницкий, Р.А. Ерёмин, М.В. Михайленко, Д.А. Поляков**

Изменения в правилах проектирования ..... 18

Стандартизация в сфере ИТС ..... 22

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Опыт АО «Петербург-Дорсервис» по применению технологий информационного моделирования на примере 4-го этапа М-12 «Восток» ..... 24

**Е.В. Федоренко**

Геотехническое обоснование для сложных инженерно-геологических условий при проектировании линейных сооружений (ООО «НИП-Информатика») ..... 28

## КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

**Н.В. Павленко**

Современный подход к строительству дорожных насыпей ..... 33

Эффективность противокамнепадных драпировок (ООО «Габионы Маккаферри СНГ») ..... 37

Металлоконструкции для дорожной отрасли (Группа компаний «АМИРА») ..... 40

## НАУКА И ПРАКТИКА

**М.В. Немчинов**

Методология проектирования автомобильных дорог ..... 42

**Е.В. Городнова**

Буровзрывные технологии для уплотнения слабых грунтов ..... 48

**Н.В. Стржалковская**

К вопросу о механизме возникновения внутренней коррозии бетона (АО «ЦЕМРОС») ... 52

## МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

**А.А. Семенов**

Российский рынок цемента: предварительные итоги 2023 года ..... 59

**Екатерина Хрищатая, Дмитрий Воробьев, Артур Ахтямов**

Устройство оснований дорожных одежд с применением минеральных вяжущих (Компания ЦЕМЕНТУМ) ..... 63

**С.А. Тимофеев**

Опыт модификации асфальтобетонных смесей в Республике Беларусь ..... 66

**С.А. Подойников**

Модификация асфальтобетона вторичной резиной ..... 68

**М.И. Самойлов, В.П. Денисов**

Модификация асфальтобетонных смесей – будущее покрытий автомобильных дорог (ООО «НПП БелПолимер») ..... 71

Российские разработки (ООО «ПК «САЗИ») ..... 74

## БЕЗОПАСНОСТЬ

**С.И. Возный, А.В. Мурашов, В.В. Рабенау, А.Г. Фитькал**

Красота требует жертв?! (ООО «Технопласт») ..... 78

**И.В. Демьянушко, Б.Т. Тавшавадзе, О.В. Титов**

Роль дорожных ограждений в обеспечении безопасности дорожного движения: проблемы и пути их решения ..... 82

## ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

Анализ спроса и предложений на новую дорожно-строительную технику в 2023 году ..... 88

**М.В. Сенаторов**

Комплексные решения для диагностики и оценки состояния автомобильных дорог ..... 90





**РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

**ИСПЫТАНИЯ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**ОБСЛЕДОВАНИЕ**

**МОНИТОРИНГ**



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)



# СТТ ЭХРО

ОСНОВА ВАШЕГО УСПЕХА

Главная выставка строительной  
техники и технологий в России

**28–31 мая 2024**

Крокус Экспо, Москва



## Разделы выставки:

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



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

Организатор

**SIGMA  
XPO**

При поддержке

**КРОКУС ЭКСПО**  
Международный выставочный центр

12+





## ЗАЛИВЩИКИ ШВОВ ОТ ANYCAN TEK LIMITED

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

*\* для моделей с баком 500 литров*



## СТАНКИ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ ТРЕЩИН ОТ ANYCAN TEK LIMITED

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



### ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ANYCAN TEK LIMITED В РОССИИ

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

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





# Поздравляем с Юбилеем!



Председатель правления Государственной компании «Российские автомобильные дороги» Вячеслав Петрович Петушенко 20 февраля отметил свой 65-летний юбилей.

Профессиональный дорожный строитель, человек, обладающий талантом объединять вокруг себя единомышленников, душой болеющий за результаты общего дела, он награжден знаком «Почетный строитель России», грамотой Полномочного Представителя Президента РФ в Северо-Западном федеральном округе, медалью «За безупречный труд и отличие» III степени, Почетной грамотой Министерства транспорта РФ, знаком «Почетный дорожник России», медалью «За строительство транспортных объектов» и др.

Такое признание неслучайно: с юности работая в организациях, связанных с дорожным строительством, Вячеслав Петрович посвятил отрасли все свои знания, опыт, стремления, неравнодушие и ответственность истинного профессионала. Построенные под его руководством транспортные объекты отвечают самым современным требованиям и являются опорной сетью автомобильных дорог нашей страны.

Коллектив редакции журнала «Дорожная держава», присоединяясь к всеобщим поздравлениям, желает Вячеславу Петровичу Петушенко исполнения всего намеченного и желаемого, дальнейших высоких достижений, крепкого здоровья и неувядающего оптимизма!



# *Поздравляем с Юбилеем!*

*Уважаемый Вячеслав Петрович!*

*От имени коллектива  
Института Гипростроймост – Санкт-Петербург  
Примите самые искренние поздравления с юбилеем!*

*В этот день приятно выразить Вам свое уважение  
и пожелать продолжать воплощать в жизнь  
новые интересные и важные проекты.*

*Пусть во всех начинаниях сопутствует удача,  
понимание и поддержка со стороны коллег.*

*Желаю Вам успешной реализации всего задуманного,  
личного счастья и уверенности в завтрашнем дне!*

генеральный директор



И.Ю. Рутман





# Уважаемый Вячеслав Петрович!

От лица представителей Ассоциации «АСДОР» примите сердечные поздравления с юбилеем!

Настоящий дорожник, человек, глубоко преданный своему делу, Вы прошли исключительный трудовой путь: от мастера строительного управления до руководителя крупнейшей государственной компании.

Благодаря Вашему профессионализму и огромному опыту, во многих сферах деятельности, относящихся к дорожной отрасли, совершен качественный прорыв. Можно без преувеличения сказать: Вы действительно нашли свое призвание! Доказательством тому являются не только заслуженные Вами высокие государственные награды, но и построенные в России крупнейшие автотранспортные объекты, которые теперь служат людям.

Вы стояли у самых истоков создания нашей Ассоциации, и на сегодняшний день Государственную компанию «Российские автомобильные дороги» и Ассоциацию «АСДОР» связывает многолетнее сотрудничество. Благодаря Вашей поддержке решаются общие задачи, направленные на успешное продвижение и внедрение в практику дорожного строительства новейших технологий, инновационного оборудования, эффективных проектных решений.

Выражаю личную особую признательность за Ваш труд, от души желаю Вам долгих лет активной, плодотворной работы, новых достижений и, конечно же, здоровья, благополучия Вам и Вашим близким!



Генеральный директор Ассоциации «АСДОР»  
**Ю.А. Агафонов**



## Уважаемый Вячеслав Петрович!

**От коллектива Группы предприятий «Дорсервис» и от себя лично  
сердечно поздравляем Вас с 65-летием!**

Вы – личность государственного масштаба, настоящий профессионал своего дела, обладающий богатым опытом, талантом руководителя, стратегическим мышлением, целеустремленностью и широким кругозором. Трудно переоценить Ваш вклад в развитие дорожной отрасли России! За Вашими плечами – успешная работа на руководящих должностях на предприятиях строительного комплекса и в структурах Федерального дорожного агентства, а также эффективная реализация масштабных проектов транспортной инфраструктуры в различных регионах нашей страны. С 2019 года Вы являетесь председателем правления Государственной компании «Российские автомобильные дороги» и принимаете самое активное участие в формировании и развитии сети скоростных автомобильных дорог в Российской Федерации.

Группу предприятий «Дорсервис» с Вами связывает многолетнее плодотворное сотрудничество в рамках строительства важных автодорожных объектов. Под Вашим руководством и при Вашем непосредственном участии была построена Кольцевая автомобильная дорога вокруг Санкт-Петербурга. В конце 2019 года была полностью введена в эксплуатацию скоростная платная автомобильная дорога М-11 «Нева», в 2023 году – скоростная автодорога М-12 «Восток» на участке от Москвы до Казани. Мы уверены: впереди еще будут тысячи километров новых построенных дорог, благодаря которым экономика нашей страны получит новые векторы развития, продолжит повышаться уровень жизни населения в регионах, а для автомобилистов будут обеспечены комфорт и безопасность дорожного движения.

От всей души желаем Вам крепкого здоровья, успешного воплощения в жизнь всех Ваших планов и стремлений, надежных друзей и соратников, стабильности, счастья, благополучия и дальнейшей успешной работы на благо Отечества!

**Генеральный директор ГП «Дорсервис»  
И.А. Пичугов**

**Первый заместитель генерального директора –  
главный инженер ГП «Дорсервис»  
Е.П. Медрес**





## Уважаемый Вячеслав Петрович!

От коллектива компании «ВАД» примите искренние поздравления с юбилеем! Вам, настоящему профессионалу своего дела, как никому другому известны все трудности и все тонкости работы, которая связана со строительством и реконструкцией автомобильных дорог. Вы принимали непосредственное участие в продвижении и реализации важнейших проектов транспортной инфраструктуры, без которых теперь невозможно представить нашу страну.

Одним из недавних ключевых событий в дорожной отрасли стало состоявшееся в декабре 2023 года открытие автомобильного движения по трассе М-12 «Восток» от Москвы до Казани. Сроки исполнения такого масштабного проекта стали рекордными за всю историю России. Такой успех достигнут благодаря слаженному и самоотверженному труду всех участников строительства и, конечно же, благодаря Государственной компании «Российские автомобильные дороги», которую Вы возглавляете.

Отдельная благодарность – за большое внимание к освоению и развитию инновационных технологий, за возможность эффективного сотрудничества. Передовой опыт позволяет всем нам существенно улучшить качество дорожно-строительных работ, увеличить долговечность дорожных конструкций и повысить темпы производства работ.

Пусть огромная ответственность, возложенная на Вас как на руководителя Госкомпании, только позитивно сказывается на Вашей жизни, помогая всегда оставаться на подъеме! Желаем Вам крепкого здоровья, энергии, сил, семейного благополучия и новых грандиозных дорожных строек!

**В.В. Абрамов, В.П. Перевалов  
и сотрудники АО «ВАД»**









# УСПЕХИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В столице Республики Мордовия Ассоциация «АСДОР» во второй раз провела выездной семинар «Российские инновационные технологии и материалы для дорожного строительства». Саранск – уютный современный город, расположенный на Приволжской возвышенности (по обе стороны реки Инсар), – сумел сохранить свой этнографический колорит, свои исторические черты. Но и нового здесь довольно много.



В развитие современной инфраструктуры города большой вклад внесли дорожники региона – и у них есть чему поучиться. При этом специалисты – проектировщики и строители – с интересом знакомятся с передовым опытом коллег из других российских областей.

Семинар, проходивший 13-14 февраля, был организован при официальной поддержке ФКУ «Упрдор Москва – Нижний Новгород» и Государственного комитета по транспорту и дорожному хозяйству Республики Мордовия. Участие в нем приняли более 100 человек, среди которых проектировщики и подрядчики, работающие на объектах ФКУ «Упрдор Москва – Нижний Новгород», представители Управления автомобильных дорог Республики Мордовия и муниципальных органов

власти, а также разработчики, производители и поставщики инновационных продуктов.

**Валерий Алексеевич Кандрин**, председатель Государственного комитета по транспорту и дорожному хозяйству республики Мордовия, в своем приветственном слове, обращенном к участникам семинара, отметил важность подобного взаимодействия. **Александр Викторович Нефедов**, начальник ФКУ Упрдор «Москва – Нижний Новгород», ознакомил присутствующих с результатами работы Управления и новыми задачами, стоящими перед дорожниками.

Перед тем как приступить к докладу, **Юрий Анатольевич Агафонов**, генеральный директор «АСДОР», поблагодарил ру-

ководителей ведомств за вновь предоставленную возможность проведения семинара в столице Республики Мордовия, назвав Саранск чрезвычайно гостеприимным городом. В своем выступлении Юрий Анатольевич коснулся непростого вопроса, связанного с нормативами на содержание автомобильных дорог регионального и местного значения.

Докладчиком было заявлено, что в 2023 году Ассоциация обратилась в Правительство РФ с предложением о выделении федеральных субсидий по статье содержания для региональных и межмуниципальных дорог. (Федеральной властью разрабатывается регламент о финансировании опорной сети по статье содержания за счет средств федерального бюджета).

Далее представители компаний, занимающихся разработкой, выпуском и поставками инновационных продуктов для дорожного хозяйства, ознакомили участников мероприятия с особенностями своих технологий, рассказали об эффективности их опытного использования на объектах транспортной инфраструктуры.

Так, руководитель дорожного подразделения отдела проектирования ООО «АКВАСТОК» **А.Н. Кондратичев** рассказал о преимуществах применения нового пластикового лотка типа Б-6, предназначенного для защиты объектов от воздействия воды.

О новой разработке стабилизации температурного режима земляного полотна дорог и проезжей части мостового сооружения сообщил **В.Ю. Казарян**, генеральный директор ООО «НПП СК «МОСТ». Тему повышения долговечности железобетонных конструкций мостовых сооружений затронул



**Д.В. Саламатов**, технический директор ООО «Метакрит».

Отдельный интерес представляла тема, связанная с производством и использованием битумных продуктов, которая была широко представлена специалистами компании «ЛЛК-Интернешнл». Сообщалось о векторе развития битумных материалов ЛУКОЙЛ, о проектировании асфальтобетонных слоев с учетом климата и транспортных нагрузок, рассматривались вопросы применения вибролитого асфальтобетона для устройства покрытий мостовых сооружений.

Практические примеры, касающиеся комплексного подхода технического сопровождения битумных материалов ЛУКОЙЛ, были озвучены в докладе **С.М. Попова**, руководителя направления внедрения и технического сопровождения битумных материалов ООО «ЛЛК-Интернешнл».

Директор департамента по продажам проектных решений ООО «ЕВРАЗ Торговая компания» **Д.Ж. Пухнаревич** подробно рассказал о проектировании и строительстве искусственных сооружений с использованием про-

катных двутавровых балок ЕВРАЗ, сообщил об эффектах, полученных при их применении.

Докладчиками были представлены и опыт применения изделий из полимерных композиционных материалов на различных объектах, и практика использования конструкций деформационных швов и опорных частей на мостовых сооружениях. Тема качественного строительства и эксплуатационной надежности транспортных объектов во многом была связана с исполнением национального проекта «Безопасные качественные автомобильные дороги». О реализации нацпроекта «БКД» с помощью инновационных технологий рассказал в своем докладе **А.М. Мошков**, региональный представитель ООО «ГифтекРефлекшен».

Вопросы, связанные с качественным исполнением дорожных работ и обеспечением безопасности при эксплуатации объектов, поднимались практически всеми участниками Семинара. Были предложены методы и продукты, которые способны повысить качественный уровень дорожного строительства, а также последующего содержания дорог и искусственных сооружений.



О влиянии полимерной добавки Nisoflok на свойства органоминеральных смесей рассказал начальник коммерческого отдела ООО «Никель» **П.А. Рюмин**. Тему прогрессивного использования в дорожном строительстве химических добавок затронул в своем докладе **В.А. Гудков**, ведущий специалист отдела продаж ООО «Селена».

Участники семинара ознакомились с рядом конструктивных решений, связанных с особенностями использования металлических гофрированных конструкций, геосинтетических материалов, композитов и полимеров, а также с комплексным подходом, направленным на сохранность дорожной разметки.

Вопросы, звучащие из зала, а также небольшие дискуссии стали показателем неравнодушного отношения специалистов-дорожников к общему делу.

Неподдельный интерес участников семинара вызвала и техническая экскурсия на объекты, реализованные и реализуемые в республике Мордовия в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги».



# ИЗМЕНЕНИЯ В ПРАВИЛАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В представленной статье, предназначенной для представителей органов управления дорожным хозяйством, контролирующих и проектных организаций, рассмотрены основные изменения в нормативно-технических документах. Изменениями, вступившими в силу в 2023 году, также даны разъяснения применения документов в рамках действия требований ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог».

Динамичность развития транспортного комплекса, актуализация сведений в нормативных документах, постоянное совершенствование требований к проектированию автомобильных дорог в целях увеличения их безопасной эксплуатации – все это обязывает на постоянной основе отслеживать изменения, происходящие в нормативно-технических документах на проектирование автомобильных дорог.

На сегодняшний день в Российской Федерации минимально необходимые требования безопасности к автомобильным дорогам и процессам их проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуа-

тации, а также формы и порядок оценки соответствия этим требованиям установлены техническим регламентом Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог», утвержденным решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 827.

В статье 4 ТР ТС 014/2011 установлено, что соответствие автомобильных дорог и дорожных сооружений на них настоящему техническому регламенту обеспечивается выполнением его требований к безопасности непосредственно, либо выполнением требований международных и региональных стандартов, а в случае их отсутствия – национальных (государственных) стандартов го-

сударств – членов Таможенного союза.

Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 18.09.2012 № 159 утвержден Перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011). В рамках исполнения требований ТР ТС 014/2011 в данный Перечень включены межгосударственные стандарты, которые устанавливают базовые основные требования, в развитие которых возможна (а иногда и необходима вследствие прямого указания в межгосударственном стандарте) разработка национальных стандартов, учитывающих специфику Российской Федерации.

В 2023 году в Российской Федерации в целях совершенствования процессов проектирования автомобильных дорог были раз-

Табл. 1. Перечень нормативных документов, вышедших и разработанных в 2023 году в отношении объектов регулирования ТР ТС 014/2011 в части проектирования

Аспект и объект стандартизации	Шифр документа	Наименование документа
Требования и правила проектирования автомобильных дорог	ГОСТ Р 70555-2022	ДАОП*. Пересечения кольцевые. Правила проектирования
	ГОСТ Р 70716-2023	ДАОП*. Безопасность движения пешеходов. Общие требования
	ГОСТ Р 70312-2022	ДАОП*. МС**. Правила проектирования сопряжений с насыпями подходов
	ГОСТ Р 70313-2022	ДАОП*. МС**. Правила устройства лестничных сходов и эксплуатационных устройств
	ГОСТ Р 70772-2023	ДАОП*. МС**. Правила ремонта деформационных швов и водоотводных устройств сборных и сборно-монолитных железобетонных пролетных строений
	ГОСТ Р 70771-2023	ДАОП*. МС**. Подвижные нагрузки в сейсмических расчетах
	ТС ТК 418.001-2023	ДАОП*. Камни бортовые дорожные. Общий порядок применения и установки
*ДАОП – дороги автомобильные общего пользования **МС – мостовые сооружения		



работаны и утверждены семь нормативных документов (табл. 1).

Проведя анализ перечисленных в табл. 1 документов, можно отметить следующее.

В ГОСТ Р 70555-2022 установлены требования к геометрическим параметрам кольцевых пересечений:

- диаметр кольцевого пересечения;
- диаметр центрального островка;
- угол въезда на кольцевую проезжую часть;
- ширина кольцевой проезжей части;
- число полос движения;
- количество примыкающих направлений и углы между ними;
- траектории свободного проезда пересечения;
- величина поперечного и продольного уклонов проезжей части;

■ видимость водителем транспортного средства.

Также в ГОСТ Р 70555-2022 содержатся требования:

- к вертикальной планировке мест расположения кольцевых пересечений и кольцевой проезжей части;
- к расстоянию видимости на кольцевых пересечениях, к их устройству;
- к пешеходным переходам и велосипедному движению на кольцевых пересечениях.

Указанный документ приводит исчерпывающие сведения о проектировании кольцевых пересечений и их планировке.

ГОСТ Р 70555-2022 утвержден взамен ПНСТ 271-2018 «Дороги автомобильные общего пользования.

Кольцевые пересечения. Правила проектирования» и имеет от ПНСТ ряд существенных отличий.

Самыми важными отличиями между ГОСТ Р 70555-2022 и ПНСТ 271 2018 являются расчетная скорость при проектировании кольцевых пересечений и область их применения в зависимости от пересекаемых категорий дорог (табл. 2 и 3).

Следующий рассмотренный документ – это ГОСТ Р 70716-2023, требования которого направлены на обеспечение безопасности движения пешеходов на автомобильных дорогах общего пользования, улицах городских и сельских поселений Российской Федерации.

ГОСТ Р 70716-2023 не имеет аналогов среди межгосударственных и

Табл. 2. Сравнение требований к расчетной скорости на кольцевом пересечении по ГОСТ Р 70555-2022 и ПНСТ 271 2018

Тип кольцевого пересечения	Наибольшая расчетная скорость движения на кольцевом пересечении, км/ч	
	ПНСТ 271-2018	ГОСТ Р 70555-2022
Малого диаметра	25	30
Среднего диаметра	35–40	45–48
Большого диаметра	40–50	34–50

Табл. 3. Сравнение основных требований к области применения типа кольцевого пересечения по ГОСТ Р 70555-2022 и ПНСТ 271 2018 в зависимости от категории дороги

Категория автомобильной дороги	Тип кольцевого пересечения и возможность применения по ГОСТ Р 70555-2022 / ПНСТ 271 2018		
	большого диаметра	среднего диаметра	малого диаметра
<b>основные</b>			
IV	+ / +	- / -	- / -
II	+ / +	+ / -	- / -
III	+ / +	+ / -	- / -
IV	- / -	+ / +	- / -
<b>допускаемые в стесненных условиях</b>			
IV	+ / +	- / -	- / -
II	+ / +	- / -	- / -
III	- / -	+ / +	- / -
IV	- / -	+ / +	+ / -
<b>допускаемые в горной местности</b>			
IV	- / -	+ / +	- / -
II	- / -	+ / +	+ / +
III	- / -	- / -	+ / +
IV	- / -	- / -	+ / +

«+» – применяется, «-» – не применяется

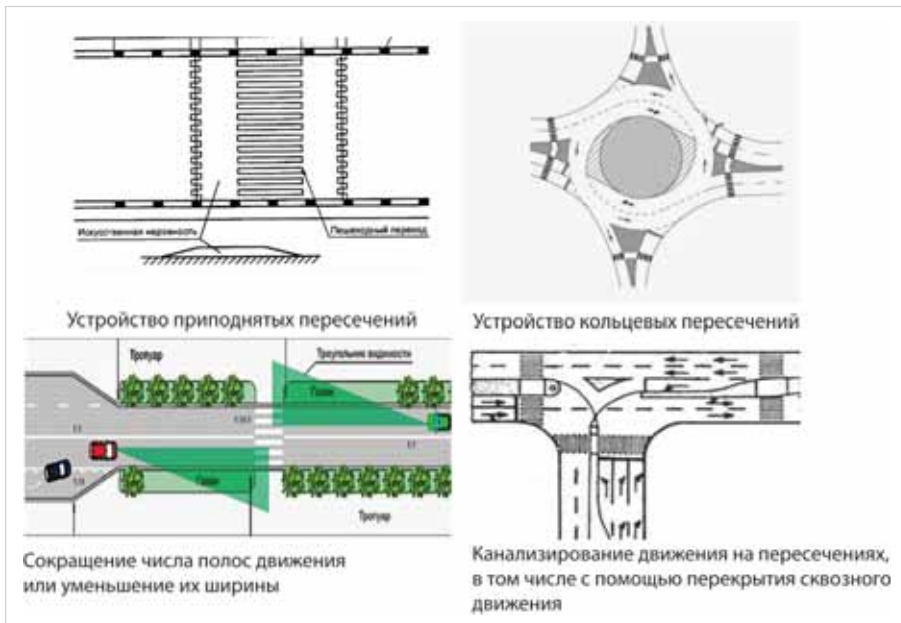


Рис. 1. Мероприятия, обеспечивающие безопасность пешеходов на территориях, не обозначенных знаками «Жилая зона»

национальных стандартов и работан впервые.

ГОСТ Р 70716-2023 устанавливает требования к:

- типам пешеходных переходов;
- регулированию движения пешеходов;
- оптимизации работы светофоров на регулируемых пешеходных переходах;

- обеспечению безопасности пешеходов при конфликтном регулировании;
- приподнятым пешеходным переходам;
- устройству искусственных неровностей и шумовых полос;
- обустройству пешеходных переходов светодиодными маячками;
- улучшению видимости пешеходов и пешеходных переходов;



Рис. 2. Мероприятия, обеспечивающие безопасность пешеходов на территориях, обозначенных знаками «Жилая зона», и на дворовых территориях

- условиям устройства нерегулируемых пешеходных переходов.

Также в ГОСТ Р 70716-2023 следует выделить требования к обеспечению безопасности движения пешеходов в жилой застройке.

В стандарте мероприятия, обеспечивающие безопасность пешеходов, дифференцированы для территорий, не обозначенных дорожными знаками «Жилая зона», для территорий, обозначенных знаками «Жилая зона», и на дворовых территориях (рис. 1 и 2).

Табл. 4. Требования, установленные в стандартах на мостовые сооружения

Нормативный документ	Основные положения
ГОСТ Р 70312-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Требования к материалам инженерно-геологических изысканий</li> <li>- Требования к грунтам отсыпки конусов и основанию щебеночной подушки под лежнем плиты</li> <li>- Методы расчета осадки лежней и щебеночных подушек под переходными плитами</li> <li>- Рекомендации по проектированию переходных плит</li> <li>- Конструктивные требования к сопряжениям мостовых сооружений с насыпями подходов</li> </ul>
ГОСТ Р 70313-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила установки лестничных сходов на откосах насыпей подходов</li> <li>- Габариты и нагрузки</li> <li>- Примеры конструкций лестничных сходов</li> <li>- Варианты конструкций и узлов эксплуатационных обустройств</li> </ul>
ГОСТ Р 70772-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценка технического состояния деформационных швов и водоотводных устройств</li> <li>- Требования к технической документации для ремонта (в т. ч. классификация воздействий на конструкции)</li> <li>- Организация и проведение работ по ремонту (в т. ч. требования к материалам и изделиям)</li> <li>- Контроль качества работ</li> <li>- Техника безопасности, охрана окружающей среды</li> </ul>
ГОСТ Р 70771-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила загрузки пролетных строений подвижными нагрузками</li> <li>- Сочетания подвижных и сейсмических нагрузок</li> </ul>



Табл. 5. Требования ТС ТК 418.001-2023

Функциональное назначение	Высота бортового камня после установки, мм, в том числе в зависимости от разрешенной скорости движения	
Сопряжение пешеходного тротуара с проезжей частью дороги	150–500	до 60 км/ч: 150–200
		от 61 до 80 км/ч: 300–350
		свыше 80 км/ч: 200–500
Сопряжение пешеходного тротуара с газоном	50–200	не регламентируется
Сопряжение пешеходного тротуара с велосипедной дорожкой	50–100	
Места пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц и дорог	5–15	
Зона остановок общественного транспорта	150–300	
Островки безопасности:		
вне населенных пунктов	50–100	
в населенных пунктах	150–200	
В зоне автомобильных стоянок для отделения проезжей части от стояночных мест	50–100	

Требования стандартов на мостовые сооружения (ГОСТ Р 70312-2022, ГОСТ Р 70313-2022, ГОСТ Р 70772-2023, ГОСТ Р 70771-2023) направлены на упрощение проектирования. Введенные впервые, они позволяют ускорить процесс разработки технической документации на проектирование и ремонт мостовых сооружений за счет установленных в них универсальных (типовых) конструктивных решений и предложенных методик расчетов (табл. 4).

Другим не менее важным документом, который принят в 2023 году, стала Техническая спецификация ТС ТК 418.001-2023. Техническая спецификация распространяется на дорожные бортовые камни, при выполнении ими функции ограждения, и устанавливает общий порядок их применения при осуществлении работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту и ремонту автомобильных дорог общего пользования.

До его принятия ни в одном из нормативных документов не была указана требуемая величина возвышения бортового камня над проезжей частью (за исключением остановочных площадок).

Такой документ давно ожидался, и теперь при проектировании появилась возможность принять нормативное возвышение бортового камня над проезжей частью. В ТС ТК 418.001-2023 представлены различные варианты установки бортового камня: это и сопряжение пешеходного тротуара с проезжей частью дороги, и сопряжение пешеходного тротуара с газоном, и другие (табл. 5). Здесь стоит обратить внимание на то, что при сопряжении пешеходного тротуара с проезжей частью дороги следует учитывать скорость движения на дороге: высота борта будет зависеть от разрешенной максимальной скорости движения транспортных средств.

В заключение отметим, что проводимая в настоящее время работа по приведению нормативно-технической базы в сфере дорожного хозяйства в соответствие с требованиями ТР ТС 014/2011 (в том числе гармонизации документов между собой, устранению нормативных пробелов) имеет первостепенное значение с точки зрения реализации мероприятий национального проекта «Безопасные качественные дороги», обеспечения качества строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

В разделе «Библиотека» на сайте ФАУ «РОСДОРНИИ» размещены сведения о последних изменениях в сфере дорожного хозяйства. В «Базовом перечне нормативно-технических документов и нормативных правовых актов» систематизированы по группам и видам работ все действующие в дорожном хозяйстве нормативные документы (ГОСТ, ГОСТ Р, ПНСТ, СП), гармонизированные с ТР ТС 014/2011. Кроме этого, в указанном разделе сайта размещен Перечень нормативных правовых актов в области дорожного хозяйства.

**А.А. Домницкий**,  
заместитель директора  
департамента научно-  
технического развития  
и стандартизации  
ФАУ «РОСДОРНИИ»

**Р.А. Ерёмин**,  
заместитель начальник  
управления методов

проектирования автомобильных  
дорог ФАУ «РОСДОРНИИ»

**М.В. Михайленко**,  
начальник отдела методов  
проектирования  
ФАУ «РОСДОРНИИ»

**Д.А. Поляков**,  
главный специалист отдела  
методов проектирования  
ФАУ «РОСДОРНИИ»

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ИТС

**В России продолжается разработка нормативной базы в области интеллектуальных транспортных систем.**

Целью развития ИТС является повышение эффективности организации и безопасности дорожного движения путем взаимодействия современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и участниками дорожного движения.

Концепция создания и функционирования в России национальной сети ИТС на автомобильных дорогах общего пользования была утверждена в 2022 году Распоряжением Министерства транспорта РФ от 20.09.2022 г. № АК-247-р. Разработчиком концепции является ФАУ «РОСДОРНИИ». Для достижения целей концепции в настоящее время решается ряд задач по формированию единых нормативно-технических, информационно-технологических подходов, а также организационных механизмов обеспечения функционирования ИТС, в том числе по разработке национальных стандартов, гармонизированных с международными требованиями.

Решение этих задач обеспечит не только повышение уровня организации и безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования, но и будет содействовать интеграции дорожно-транспортного комплекса России в международную транспортную систему, а также повысит конкурентоспособность российских производителей инновационной продукции в области ИТС на внутреннем и зарубежном рынках.

«В настоящее время внедрение ИТС имеет большое значение для развития транспортной отрасли, что позволит повысить безопасность

перевозок, оптимизировать маршруты, повысить провозную способность транспортной системы, снизить издержки на содержание и ремонт инфраструктуры, а также планировать комплексное развитие транспортной инфраструктуры, включая инфраструктуру управления высокоавтоматизированным и автономным транспортом, зарядную и заправочную инфраструктуру «зеленого» транспорта, оказывающего минимальное воздействие на окружающую среду», – пояснила заместитель начальника управления методологии интеллектуальных транспортных систем ФАУ «РОСДОРНИИ» Елена Федосеева.

ФАУ «РОСДОРНИИ» выполняет работы по стандартизации в области ИТС на основании технического задания на выполнение работ в целях достижения результатов федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», входящего в состав национального

проекта «Безопасные качественные дороги».

Как рассказала эксперт Института, деятельность ведется по нескольким направлениям: разработка перспективной программы стандартизации, разработка проектов национальных стандартов и предложений по обновлению действующих, проведение их утверждения, мониторинг применения международных, межгосударственных и национальных стандартов в области ИТС, а также проведение научно-просветительских вебинаров.

Разрабатываемая РОСДОРНИИ перспективная программа стандартизации направлена на создание национальной системы нормативно-технической документации в сфере ИТС. Программа формирует развитие государственного уровня технического нормирования, на основании которого формируются отраслевой и корпоративный уровень, включая методические документы, стандарты организаций и технические условия.





## 2023

ПНСТ 824-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Динамическая цифровая карта дорожного движения. Архитектура динамической цифровой карты дорожного движения для целей движения высокоавтоматизированных транспортных средств

ПНСТ 825-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Динамическая цифровая карта дорожного движения. Точность данных для формирования динамической цифровой карты дорожного движения для целей движения высокоавтоматизированных транспортных средств

ПНСТ 893-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема видеонаблюдения и детектирования дорожно-транспортных происшествий и чрезвычайных ситуаций. Общие технические требования

ПНСТ 894-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Средства для обеспечения адаптивного управления светофорными объектами. Общие технические требования

ГОСТ Р 71093-2023 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к информированию пользователей платных автомобильных дорог

ГОСТ Р 71092-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной архитектуре интеграционной платформы интеллектуальных транспортных систем

ГОСТ Р 71095-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема обеспечения приоритетного проезда транспортных средств. Общие требования

ГОСТ Р 71096-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема светофорного управления. Общие требования

ГОСТ Р 71158-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема диспетчеризации управления службы содержания дорог. Общие требования

ГОСТ Р 71159-2023 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема выявления дорожных инцидентов. Общие требования

## 2024

ГОСТ Р 71094-2024 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема метеомониторинга. Общие требования

Утвержденные стандарты в сфере ИТС

«Программа нацелена на эффективное и безопасное функционирование национальной сети ИТС и входящих в ее состав ИТС субъектов Российской Федерации, ИТС федеральных автомобильных дорог общего пользования. Также необходимо добиться интероперабельности оборудования, технологий, используемых в составе ИТС, и унификации информационных и технологических сервисов, обеспечивающих возможность бесшовной интеграции ИТС и входящих в ее состав отдельных элементов на национальном и межгосударственном уровнях», – подчеркнула Елена Федосеевкова.

ФАУ «РОСДОРНИИ» принимает участие в обсуждении проектов национальных стандартов в качестве члена технического комитета по стандартизации ТК 57 «Интеллектуальные транспортные системы» и технического комитета по стандартизации ТК 164 «Ис-

кусственный интеллект». В 2023 году на базе ФАУ «РОСДОРНИИ» начал функционировать подкомитет ПК 03 «Искусственный интеллект в дорожно-транспортном комплексе» технического комитета ТК 164. Так, 1 февраля 2024 года состоялось очередное заседание подкомитета, на котором профильные эксперты обсудили предложения по внесению дополнений в перспективную программу стандартизации по приоритетному направлению «Искусственный интеллект» и определили подходы к разработке стандартов на среднесрочную перспективу.

Проводя активную работу по цифровой трансформации дорожного хозяйства, ФАУ «РОСДОРНИИ» отмечает важные компоненты, без которых невозможно интенсивное технологическое развитие сферы ИТС. «Сегодня темпы разработки и утверждения национальных стандартов отстают от темпов раз-

вития технологий в сфере ИТС. Важно установить приоритизацию разработки документов по стандартизации на основе системного подхода, гармонизировать их как с международными стандартами, так и со стандартами смежных областей», – сообщила Елена Федосеевкова.

Кроме того, сегодня необходима организация работы по подготовке специалистов в области ИТС в целом. Проблема кадрового обеспечения должна решаться за счет разработки и реализации в учреждениях высшего и среднего профессионального образования дополнительных программ подготовки специалистов в области ИТС. Необходимо также проведение для студентов семинаров и тематических конференций с участием отраслевых экспертов.

**По материалам  
ФАУ «РОСДОРНИИ»**

# ОПЫТ АО «ПЕТЕРБУРГ-ДОРСЕРВИС» ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ 4-ГО ЭТАПА М-12 «ВОСТОК»

С 2018 года в России при реализации инфраструктурных проектов большое внимание стало уделяться технологиям информационного моделирования, которые позволяют синхронизировать календарный график со стадиями возведения объекта капитального строительства.

Информационная модель представляет собой согласованную, параметризованную, взаимосвязанную, поддающуюся расчетам и анализу, имеющую геометрическую привязку числовую информацию о проектируемом или уже существующем объекте, которая используется для:

- разработки обоснованных проектных решений;
- уменьшения количества переделок и несогласований;
- контроля нестыковок и коллизий;
- ускорения процесса корректировки документации;
- создания высококачественной проектной документации;
- визуализации проектных решений;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- управления календарным графиком возведения объекта;
- управления и эксплуатации в течение всего жизненного цикла и утилизации объекта.

АО «Петербург-Дорсервис» являлось субгенпроектировщиком 4-го этапа строительства М-12 «Восток» на участке км 224 – км 347 (от пересечения с автомобильной дорогой регионального значения 17К-2 Муром – М-7 «Волга» до пересечения с автомобильной дорогой федерального значения Р-158 Нижний Новгород – Арзамас – Саранск – Исса – Пенза – Саратов) во Владимирской и Нижегородской областях, а также осуществляло авторский надзор за строительством. Генеральный проектировщик – АО «Институт «Стройпроект».

Непосредственно специалистами АО «Петербург-Дорсервис» были выполнены работы по подготовке территорий (в том числе переустройство инженерных коммуникаций). Кроме того, осуществлены проектно-изыскательские работы по основному ходу скоростной автомобильной дороги и всех пересекаемых автодорог, а также всех МФЗ. Сюда же следует отнести две транспортные развязки и другие искусственные сооружения объекта (из общего количества искусственных сооружений 17 мостов и путепроводов были запроектированы АО «Петербург-Дорсервис»).

8 сентября 2023 года было торжественно открыто движение по 4-му этапу М-12 «Восток».

## Технические характеристики 4-го этапа М-12

Категория автодороги: 1Б

Общая протяженность участка: 123 км

Количество полос движения: 4

Расчетная скорость: 120 км/час

Ширина проезжей части: 15 м

Ширина разделительной полосы: 3 м

Транспортные развязки: 2 шт.

Искусственные сооружения: 35 шт.

- мосты – 12 шт. (в том числе мостовой переход через Оку)

- путепроводы – 23 шт.

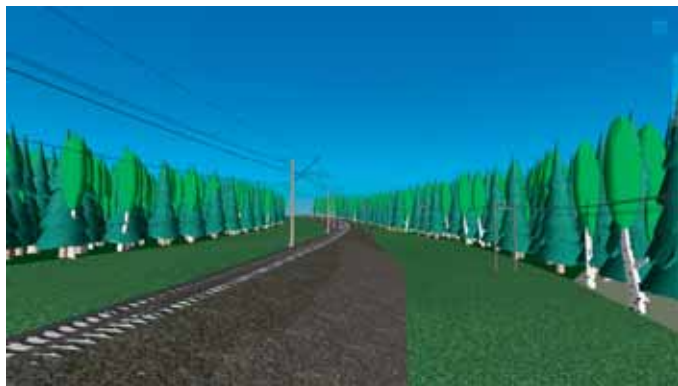
В проекте применены передовые и инновационные технологии в области проектирования и строительства автомобильных дорог. Среди них технические решения по проведению противокарстовых мероприятий, технологии укрепления слабого основания (ленточные геодрены, геосинтетические материалы, армогрунтовые насыпи и подпорные стенки и другое). Также в проекте были использованы типовые проектные решения по земляному полотну и искусственным сооружениям, мероприятия по защите металлоконструкций от коррозии и так далее. Специалистами АО «Петербург-Дорсервис» были созданы информационные модели проекта планировки территории данного объекта и самого проекта.

Техническое задание на создание информационной модели проекта планировки территории и проекта включало в себя «План реализации проекта с применением информационного моделирования», а также таблицу геометрической и атрибутивной детализации элементов моделей.

## Топография

В процессе работы над объектом была создана информационная модель топографических изысканий, включающая в себя цифровую модель местности (ЦММ), цифровую модель существующей ситуации и модель существующих инженерных сетей. Для реализации этих задач применялся продукт «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги». Результирующая модель выгружена в формат IFC.



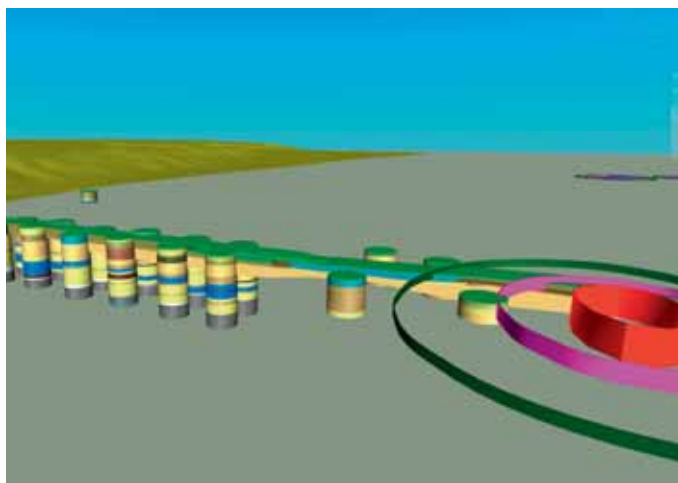


**Аэрофотосъемка**



В работе над проектом активно применялись результаты аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования. Полученная модель рельефа имела площадь более 300 кв. км. ЦММ была совмещена с результатами, полученными в процессе аэрофотосъемки.

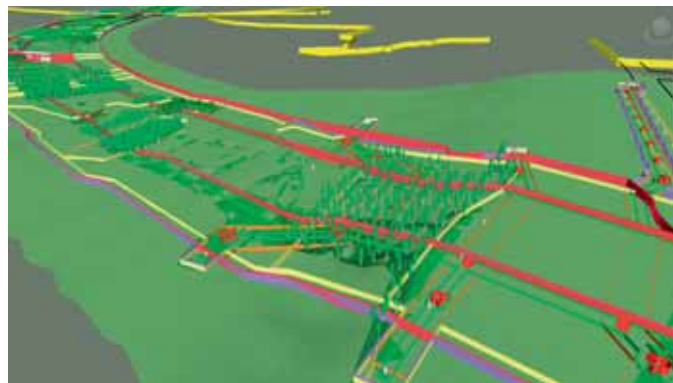
### **Геология**



Геологическая ситуация была создана в виде 3D-объектов выработок. По оси основного хода трассы построен продольный геологический разрез в виде 3D-объектов, которые определяют границы геологических слоев. Все выгружены в формат IFC с содержанием атрибутивной информации о геологической легенде грунтов. Вся геологическая модель создана в отечественном ПО «ТопоматикRobur® – Автомобильные дороги» и выгружена в формат \*.ifc.

### **Проект планировки объекта**

Информационная модель проекта планировки территории отображает варианты прохождения трассы проектируемого объекта с учетом существующего ситуационного окружения, рельефа местности, водных ресурсов и параметров объекта.

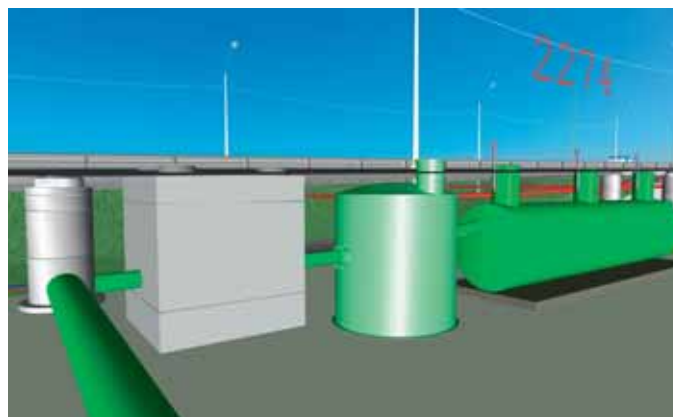


В модель заложены сведения о предполагаемой полосе отвода проектируемой автомобильной дороги, категории земель. Визуализированы сведения о кадастровых участках, особых охраняемых природных территориях, территориях культурного наследия, других объектах и территориях, влияющих на размещение объекта проектирования.

Территории моделировались укрупненно площадными 3D-контурами, кадастровые участки – в виде поверхностей, наложенных на поверхность рельефа. Проект планировки территории создан в отечественном ПО «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги» и выгружен в формат \*.ifc.

### **НВК**

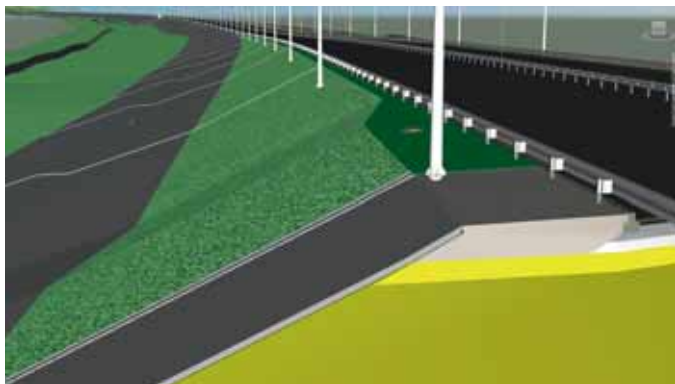
Модели инженерных сетей водоотведения были выполнены в программе «Топоматик Robur® – Инженерные сети». В ходе создания информационной модели ливневой канализации применялись библиотечные объекты ЛОС, созданные их производителем – компанией «Роспроект».



В результате сотрудничества разработаны и применены на практике механизмы создания информационных моделей инженерных сетей с помощью отечественного ПО.

### Дорога (основной ход и пересекаемые дороги)

Информационная модель автомобильной дороги разработана в ПО «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги». Она включает в себя конструкцию дорожной одежды, тело насыпи, подошву земляного полотна, а также мероприятия по укреплению его основания, дренирующие слои, укрепление откосов и кюветов, организацию выемки, насыпи, обочин с учетом их укрепления.



На протяжении 123 км модель автомобильной дороги и искусственных сооружений выполнена в виде объемных тел с подтвержденной пространственной геометрией.

Все элементы дорожной одежды были закодированы в соответствии с классификатором строительной информации, утвержденным Министерством строительства РФ.

Все эти данные выгружены в формат \*.ifc с информацией об объемах и площадях в соответствии с пикетажной разбивкой.

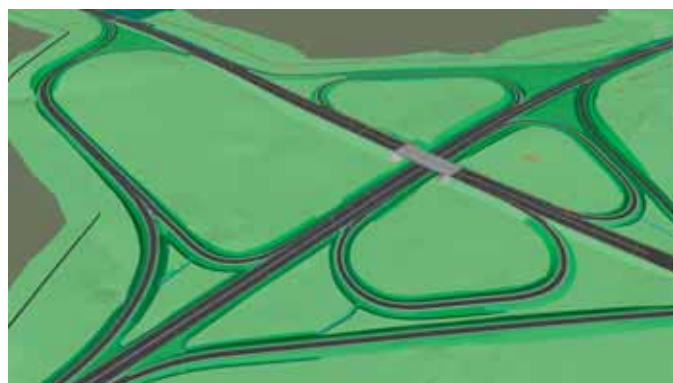
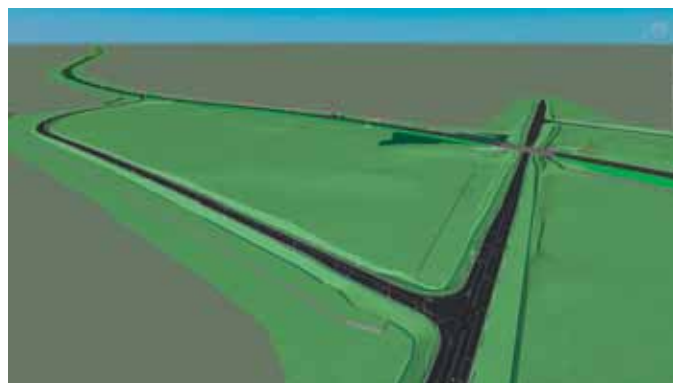
### Трубы



На протяжении основного хода было спроектировано 123 малых искусственных сооружения (водопрпускные трубы). Данные модели созданы в отечественном ПО «Топоматик Robur® – Искусственные сооружения» 2.0 на основании типовых компонентов 3D-библиотеки, содержащих всю атрибутивную информацию о составляющих их элементах.

### Транспортные развязки

Проект включает в себя две транспортных развязки – с автодорогами Павлово – Мухтолово (300 км)



и Р-158 (347 км). Для этих работ по проектированию применялось отечественное ПО «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги» и «Топоматик Robur® – Инженерные сети».

### Мосты



В ходе создания информационных моделей мостов и путепроводов были исследованы возможности отечественной программы Nano CAD в качестве импортозамещения зарубежного ПО, применяемого для этих целей.

Модели искусственных сооружений отображают следующее разбиение на элементы:

- фундаменты, тела промежуточных и крайних опор (без армирования);
- балки пролетных строений;
- плиты проезжей части, с разбивкой на этапы омоноличивания;
- переходные плиты и элементы мостового полотна;
- опорные части и деформационные швы;
- элементы обустройства (ограждение, водоотвод, опоры освещения).



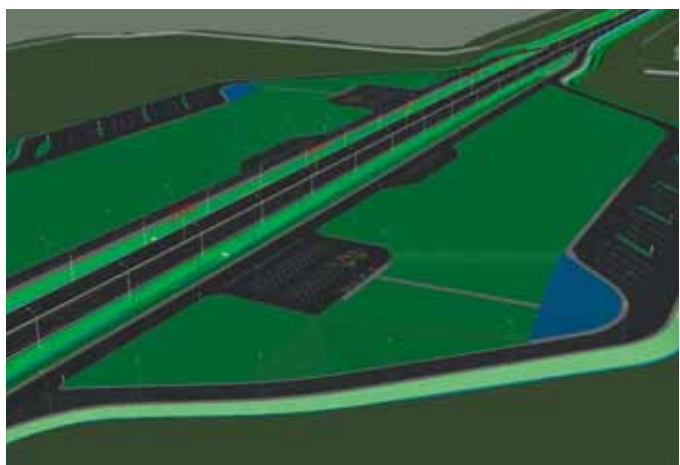
Все элементы искусственного сооружения были закодированы в соответствии с классификатором строительной информации, утвержденным Министерством строительства РФ.

### ТСОДД



Все элементы ТСОДД: модели знаков, дорожная разметка, объекты дорожного регулирования, силовые ограждения, рамные опоры – были созданы при помощи «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги». Затем сформированные объекты выгружены в формат \*.ifc.

### МФЗ



В ходе реализации объекта были спроектированы площадки под multifunctional zones. Для этих работ применялось отечественное ПО «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги» и «Топоматик Robur® – Инженерные сети». Были созданы информационные модели дорожной одежды, земляного полотна, ливневой канализации, сетей наружного освещения, ТСОДД.

### Проект организации строительства (ПОС)

Для оптимизации строительного процесса на стадии проектирования была разработана его информаци-

онная модель. Проект организации строительства включает в себя строительство временной дороги, временно возводимых малых искусственных сооружений, а также модели СВСИУ (специально возводимых устройств и сооружений). Для реализации этих задач применялся продукт «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги».

### Системы координат

Ось трассы проходит через три местные системы координат во Владимирской и Нижегородской областях. Инженерный проект и рабочая документация выполнены, в соответствии с требованиями строителей, в местных системах координат. Для увязки объекта проектирования в единое координатное пространство была применена единая система координат в проекции УТМ. Параметры пересчета были оптимизированы на этапе топографических изысканий путем уравнивания ошибки на всем протяжении трассы (123 км). Это позволило обеспечить показатели точности в соответствии с техническим заданием.

### Сводная модель

Все проектные решения, разработанные на объекте, выгружены в формат IFC4x1. Следовательно, сводная модель может быть получена в любом программном обеспечении, поддерживающем данный формат.

В процессе работы над проектом, для удобства работы, сводная модель одновременно поддерживалась в двух форматах. В первом варианте файлы моделей объединялись при помощи Autodesk Navisworks®. Также полученные данные были загружены в отечественный программный продукт С-ИНФО, созданный одноименной компанией. Это позволило более качественно и оперативно производить устранение возникающих замечаний. Применение отечественной разработки от С-ИНФО позволило вести оперативное наблюдение за ходом строительства и добавлять в модель результаты воздушного лазерного сканирования, произведенного в ходе строительного контроля. Таким образом, в реальном времени осуществлялась проверка соответствия проектных решений результатам строительного-монтажных работ.

Практически весь инженерный проект автомобильной дороги М-12 Москва – Нижний Новгород – Казань, 4-й этап км 224 – км 347, а также информационные модели различных инженерных сетей выполнены с применением отечественного ПО «Топоматик Robur® – Автомобильные дороги» и «Топоматик Robur® – Инженерные сети». Это особенно актуально в связи с текущей обстановкой в области применения зарубежного ПО в нашей стране.

# ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Протяженные транспортные сооружения неизбежно сталкиваются с пересечением областей, имеющих сложные инженерно-геологические условия. Проектирование в таких случаях выходит за рамки типового и относится уже к индивидуальному, а выбор проектного решения осуществляется на основании результатов геотехнических расчетов. Одним из эффективных методов расчета является численное моделирование в программе SiO 2D от компании ООО «НИП-Информатика».

## Введение

На практике, как правило, применяется подход, основанный на групповых решениях как для участков с несложными инженерно-геологическими и топографическими условиями, так и для повторного применения (с привязкой к местным условиям) в случае их многократного повторения. Для отдельных участков со сложными условиями необходимо разрабатывать индивидуальные проектные решения.

Групповые и индивидуальные проектные решения должны быть обоснованы расчетами по двум группам предельных состояний. Следование расчетному обоснованию проектного решения при возведении земляного полотна обеспечивает его устойчивость и недопущение деформаций, способных нарушить безопасные условия эксплуатации при расчетных нагрузках и воздействиях в течение срока службы.

Индивидуальные проектные решения должны приниматься для условий, в общем виде разделенных на группы по следующим признакам:

- высота насыпей и откосов выемок;
- состав грунтов насыпи и бортов выемок;
- грунтовое основание: слабые и многолетнемерзлые грунты, болота и пр.;
- условия увлажнения и подтопления: ключи, подходы к мостам и пр.;

- условия рельефа, например косягорность;
- специфические особенности поведения грунтов выемок и насыпей: выветриваемые, засоленные, набухающие, просадочные и другие грунты;
- проявления опасных геологических процессов: оползни, карст, обвалы и пр.;
- переходные участки: концевые участки скальных выемок, насыпи, переходящие в выемки на косогорах, сопряжение с ИССО и пр.

Трудно прогнозировать геологическую среду, с которой приходится контактировать инженерному сооружению транспортных магистралей. Строительный материал под названием «грунт» имеет су-



Рис. 1. Глинистый грунт и его характерные особенности (Crawford, 1963)

щественные отличия от других строительных материалов из-за большого диапазона изменения свойств и немалого числа особенностей (специфические грунты). На рис. 1 показан пример поведения глинистого грунта, который, с одной стороны, может быть



Рис. 2. Обрушение борта выемки в твердых глинах (фото автора)



твердым и выдерживать большие нагрузки, а с другой – быть текучим как жидкость и не иметь несущей способности.

В то же время обрушения происходят (рис. 2) даже в тех случаях, когда, например, глинистые грунты имеют твердую и полутвердую консистенцию и нет явно выраженного обводнения откосов выемок.

Строительство на слабых основаниях (рис. 3) является важной проблемой для принятия решения. Это связано с необходимостью выполнять расчетный прогноз не только одномоментной устойчивости, но и развития деформаций во времени.

#### **Инструмент обоснования индивидуальных проектных решений**

В настоящее время есть немало конструктивно-технологических решений, основанных на применении различных инновационных материалов и технологий, обеспечивающих назначение противодеформационных мероприятий. Рациональный выбор наиболее эффективного варианта должен быть основан, с одной стороны, на обеспечении надежности, а с другой – на экономич-

ческой целесообразности. Найти оптимальное соотношение можно через сравнение стоимости реализации нескольких вариантов проектных решений, основанных на геотехнических расчетах, которые обеспечивают получение оценки надежности и конструктивно-технологических параметров для составления смет.

Расчеты являются неотъемлемой частью проектирования – без них невозможно назначить проектное решение при индивидуальном проектировании в сложных инженерно-геологических условиях. Сейчас, наряду с традиционными методами ручного счета и их автоматизированными вариантами в программах, все более активно используются методы численного анализа, что также является требованием «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений» №384-ФЗ. В чем принципиальная разница и что выбрать проектной организации в качестве расчетного инструмента при проектировании?

Учитывая сжатые сроки проектирования, «ручные расчеты» в качестве основного средства отходят на второй план, в приоритете – автоматизация. Можно использовать Excel или MathCAD как вспомога-

тельные средства для повышения эффективности «ручных расчетов», но использование упрощенных формул и решений не всегда обеспечивает должную надежность и совсем не позволяет получить экономическую выгоду: простоту формул компенсирует заложенная в них избыточная надежность, которая, как показывает практика, не всегда работает.

Другой вариант – выполнять расчеты в специализированных инженерных программах, которые с тем или иным улучшением реализуют аналитические зависимости. Для дорожных конструкций требуется минимальный набор программ по разным типам расчета: устойчивость, осадка и консолидация, дорожные одежды, подпорные стены, армогрунтовые (или габионные) конструкции и шпунтовые ограждения. Проблемами такого подхода являются:

- необходимость иметь для каждого из перечисленных расчетов соответствующую программу;
- использование в каждой программе индивидуальной информации, не связанной с другими расчетами;
- получение приближенной оценки отдельно для рассматриваемого состояния/расчетного случая или элемента конструкции;
- потребность выполнять несколько различных проверок для выявления одного, наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок с критическим результатом;
- нередко встречающаяся в практике ситуация, когда возможности инженерных программ ограничены.

Универсальной и перспективной альтернативой является переход на численное моделирование. Универсальность заключается в том, что численный расчет имеет одну расчетную схему и один универсальный набор данных (модель грунта) для выполнения всех видов расчетов и определения параметров любых конструкций и материалов на основе расчетов взаимного влияния эле-



Рис. 3. Разрушение частично отсыпанной насыпи на слабых грунтах

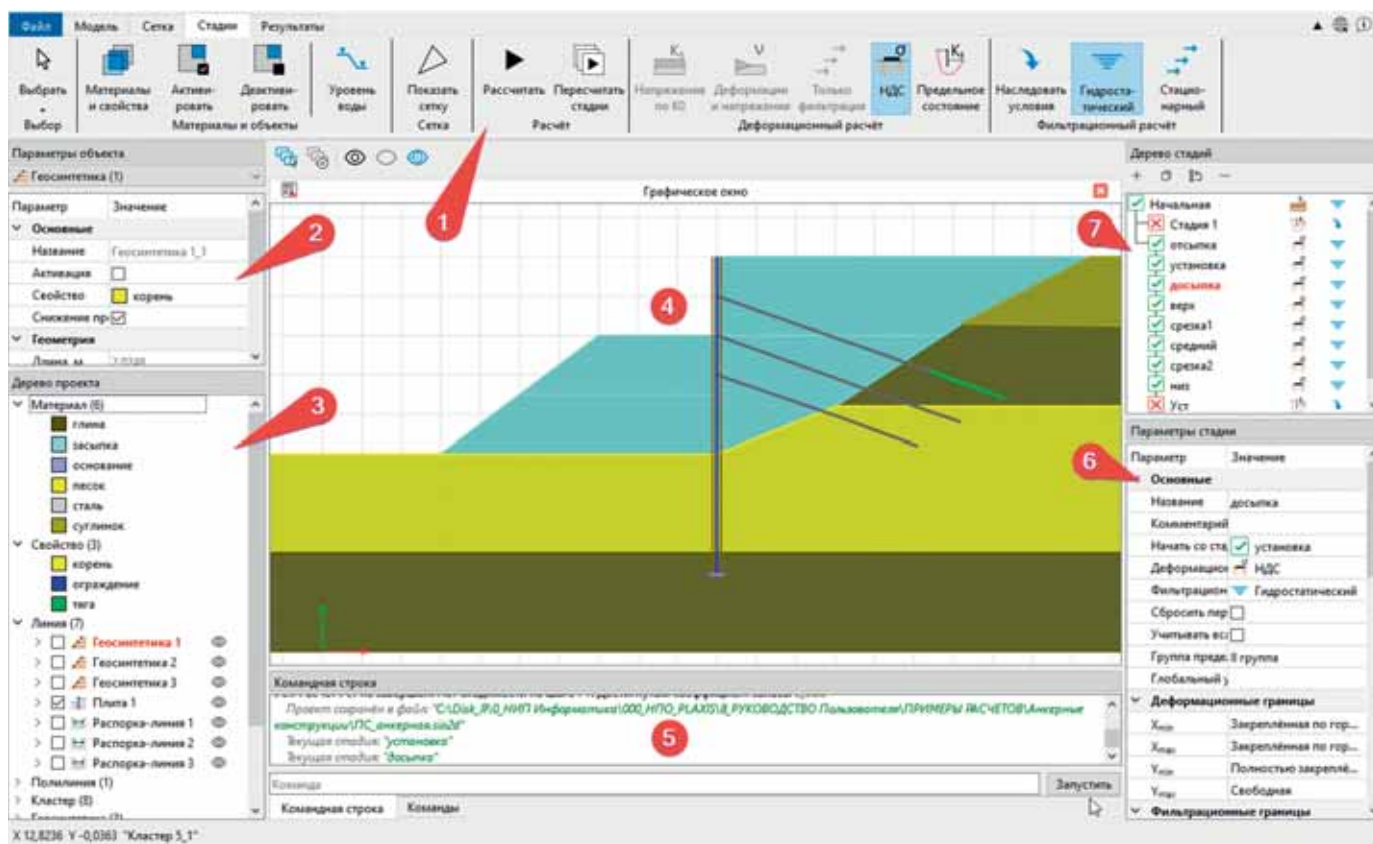


Рис. 4. Общий вид окна программы SiO 2D:

- 1) Панель инструментов для четырех режимов работы;
- 2) Проводник работы с объектами;
- 3) Панель быстрого доступа к элементам схемы;
- 4) Окно построения расчетной схемы;
- 5) Командная строка для автоматизации расчетов;
- 6) Настройки расчетов;
- 7) Настройка последовательности строительства и расчета

ментов и сооружений. Следует отметить, что на начальном этапе, когда геотехник не обладает достаточным опытом и знаниями для выполнения более сложных видов анализа, расчеты могут быть выполнены в упрощенной форме в соответствии с аналитическим вариантом. Перспективность численного расчета в том, что программа на основе метода конечных элементов (МКЭ) имеет широкие возможности. По мере роста компетенций инженера-расчетчика и накопления опыта можно задействовать те или иные механизмы программы, что позволит выполнять все более сложные расчеты. Без таких возможностей проектирование линейных объектов в инженерно-геологических и природно-климатических условиях нашей страны может привести к аварийным ситуациям.

Развитие нормативной базы все больше ориентируется в сторону применения МКЭ расчетов. Это вполне закономерно, поскольку

численное решение имеет ряд преимуществ. Основные из них:

- возможность получить экономически целесообразное и надежное решение без избыточных перерасчетов, заложенных в упрощенные формулы;
- численный анализ позволяет лучше оценить сложные расчетные схемы с большим количеством различных конструкций и этапностью возведения;
- большое разнообразие конструкций и особенно строительных материалов требует их учета в сооружении. Далеко не всегда новые материалы и технологии подкреплены современными аналитическими расчетами, а имеющиеся старые попросту не могут учесть особенности таких элементов расчетной схемы.

Это основные преимущества использования численного расчета по сравнению с аналитическим. Конечно, есть и недостатки, если их можно так назвать. Скорее, это особенности. К ним можно отнести потребность в высоком

уровне компетенций пользователя и необходимость получения большего объема исходных данных по грунтам. Однако отсутствие полноценных и достаточных исследований грунтов и опытного расчетчика обесценивает работу проектировщика, которая в таком случае сводится к отрисовке чертежей и составлению смет. Проектирование как вид инженерного искусства является сложной наукой, которая призвана найти решение сложнейших технических задач. Не напрасно слова «инженер» и «гений» имеют общее происхождение.

Численное моделирование на основе МКЭ принципиально не отличается от аналитического расчета и основано на тех же расчетных предпосылках. Прежде всего, это оценка двух предельных состояний: устойчивость и осадка.

Для решения задач численного моделирования ООО «НИП-Информатика» разработало программу SiO 2D (рис. 4).



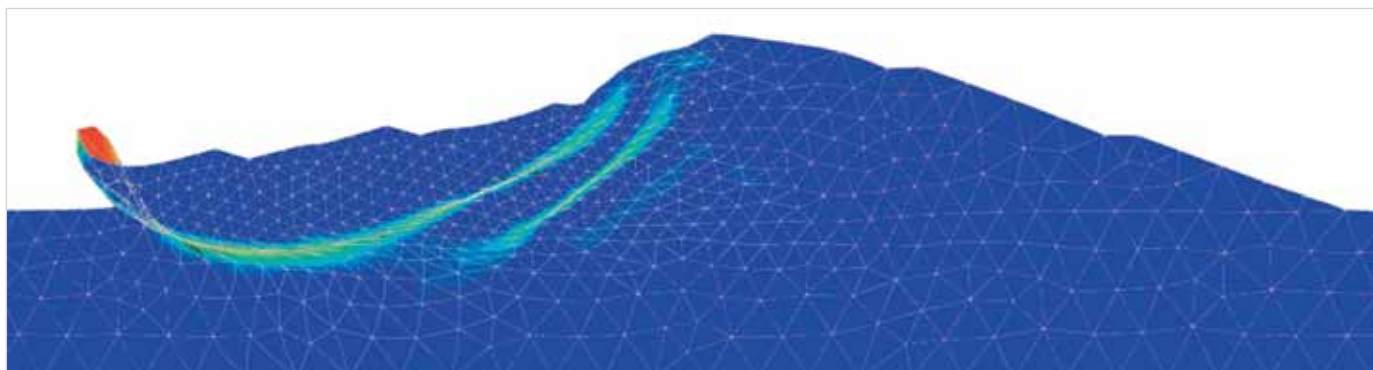


Рис. 5. Пример расчета устойчивости высокой насыпи

Возможности программы позволяют выполнять расчеты напряженно-деформированного состояния, устойчивости и стационарной фильтрации. Также в программе можно учитывать ограждающие конструкции, анкеры, геосинтетические материалы, дренажи, распорные конструкции и сваи.

В области дорожного строительства программа SiO 2D позволяет выполнять расчетное обоснование проектных решений, особенно для индивидуального проектирования:

- оценка общей и местной устойчивости откосов, склонов и оползневых участков (рис. 5);
- определение коэффициента стабильности (безопасности) слабых оснований;
- прогноз осадки;
- построение кривой депрессии для пойменных насыпей;
- оценка взаимодействия земляного полотна и других сооружений, в том числе ИССО.

Программа обеспечивает получение прочностных и геометрических параметров противодеформационных конструкций и мероприятий для технико-экономического сравнения вариантов:

- контрбанкеты и пригрузочные бермы;
- анкерные и нагельные крепления склонов и откосов;
- подпорные стены и контрфорсы;

- шпунтовые и другие ограждающие конструкции;
- габионные и армогрунтовые сооружения;
- разнообразные армирующие геосинтетические материалы и другое.

Численное моделирование является универсальным инструментом, который позволяет решать геотехнические задачи на одной расчетной схеме без использования нескольких программ.

Одним из важных преимуществ программы SiO 2D является наличие командной строки. Такая возможность востребована в рамках реализации концепции цифровизации строительной отрасли, так как позволяет встроить геотехнические расчеты в цепочку ТИМ процессов.

#### Заключение

Форум дорожных инициатив, прошедший в Сочи в 2023 году, показал, что принятый пятилетний план, как масштабная программа по обеспечению качественными магистралями всех субъектов РФ, позволяет открыть новые возможности для расширения взаимовыгодного сотрудничества как регионов между собой, так и России с другими странами. Активное дорожное строительство в рамках нацпроекта «Безопасные и качественные дороги» должно повысить качество трасс.

Обширные территории РФ определяют наличие весьма разнообразных и далеко не всегда подходящих инженерно-геологических и климатических условий. Каким бы хорошим и качественным ни был асфальтобетон или прочным цементобетон, они остаются только верхней конструкцией земляного полотна. При необеспеченной надежности взаимодействия насыпей с грунтовым основанием или надежности длительного существования откосов выемок бесперебойная эксплуатация будет нарушена. Задачи оценки надежности земляного полотна, выбора рационального проектного решения относятся к геотехническим, поэтому геотехника – это неотъемлемая часть проектирования линейных транспортных сооружений.

Таким образом, надежность проектирования и строительства в сложных условиях зависят не только от опыта и компетенций проектировщика и геотехника, который обеспечивает взаимосвязь между стадией инженерных изысканий и проектированием с выработкой проектных решений, но и на том, насколько эффективен инструмент – программное обеспечение для геотехнических расчетов.

**Е.В. Федоренко,**  
ООО «НИП-Информатика»



Интеллектуальные транспортные системы России



АССОЦИАЦИЯ  
ЦИФРОВАЯ ЭРА  
ТРАНСПОРТА

Конференция и выставка

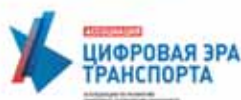
# ИТС РЕГИОНАМ

28-29 марта 2024

г. Пермь

Пермь-Экспо

ОРГАНИЗАТОР



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНСТВО  
РОСАВТОДОР



ЗИТ ЗАЩИТА  
ИНФОТРАНС

ПАРТНЕР / СООРГАНИЗАТОР ИТ-ЧЕМПИОНАТА

ПАРТНЕР



ПАРТНЕР



ПАРТНЕР



ПАРТНЕР



ПАРТНЕР



ПАРТНЕР



ПАРТНЕР



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ



ОПЕРАТОР





# СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К СТРОИТЕЛЬСТВУ ДОРОЖНЫХ НАСЫПЕЙ

Технология строительства облегченных насыпей с использованием полимерных геоматериалов позволяет решить многие проблемы, возникающие при сооружении объектов транспортной инфраструктуры на слабых грунтах. В России эта технология, впервые опробованная 16 лет назад, широкого распространения, увы, не получила, хотя, по мнению экспертов, в нашей стране для этого есть все необходимые условия.

Легкие блоки большого размера, изготавливаемые из пенополистирола (EPS) или экструзионного пенополистирола (XPS), начали применять в дорожном строительстве в начале 70-х годов XX века в Норвегии. Несколько десятилетий эксплуатации автодорог, возведенных на слабом основании, убедительно доказали надежность и эффективность технологии, в том числе в сложных климатических условиях.

В России первый проект легкой насыпи с использованием экструзионного пенополистирола был реализован в 2008 году (см. ниже). Сегодня накоплен значительный опыт использования продукции на основе полистирола (блоков, плит) при строительстве мостов и путепроводов в разных регионах, при обустройстве основания дорог на пучинистых грунтах и при термостабилизации земляного полотна в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

## Правовой аспект

В настоящее время применение пенополистирола в дорожном строительстве регулируется следующими документами:

■ ГОСТ Р 59697-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Блоки из полистирольных вспененных экструзионных изделий (XPS-блоки). Общие технические условия».

■ ГОСТ Р 59698-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Блоки из полистирольных вспененных экструзионных изделий (XPS-блоки). Правила применения».

(И если, по теории, этого достаточно, то на практике очень многое зависит от государственных заказчиков и от того, что прописывается ими в технических условиях; от позиции и рекомендаций экспертов «Главгосэкспертизы», а также иных заинтересованных лиц).

Однако в масштабах отрасли речь идет об единичных проектах, несмотря на широкие возможности и перспективы применения этой технологии, которая в целом может дать ощутимый экономический эффект.

## Быстрее, легче, дешевле

Правительство РФ и ФДА «Росавтодор» проводят серьезную работу по форсированию темпов развития дорожной инфраструктуры. В числе заявленных приоритетов – повышение прозрачности и экономической связанности регионов, включая удаленные от центра территории Сибири и Дальнего Востока; развитие транзитного потенциала, с учетом переориентации на сотрудничество со странами Юго-Восточной Азии; стимулирование внутреннего туризма, экономической мобильности населения. Прошедший 2023 год стал рекордным по объемам дорожного строительства, которые

почти втрое превысили показатели 2022 года.

В Перечне поручений Президента Российской Федерации по развитию дорожной отрасли на период 2023–2027 годов отмечена необходимость внедрения новых технологий, материалов и решений в сфере дорожного строительства, привлечение к их разработке отечественных научных организаций и профильных вузов.

По мнению специалистов Российской ассоциации полимерных энергоэффективных технологий (РАПЭТ), которая специализируется на научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах в сфере использования полимеров в строительстве, все условия для широкого внедрения материалов на основе полистирола в дорожной отрасли есть. Так, разработаны и внедрены технологии строительства, адаптированные с учетом российских условий и доказавшие свою эффективность. Сформирована нормативно-правовая база. Есть необходимые производственные мощности для обеспечения потребности дорожно-строительной отрасли практически на всей территории страны.

Обустройство облегченных насыпей, где в качестве заполнителя используются полимерные блоки, позволяет, в сравнении с традиционными методами, значительно сократить срок подготовки дорожного основания и снизить сметную стоимость проекта (в среднем на 15–20%). Одно только использование технологии на участках со сложной геологией уже может привести к значительному эффекту в масштабах отрасли.

**Эффективность использования**  
Свойства пенополистирола позволяют ему без заметного ущерба

выдерживать значительные динамические нагрузки и длительный контакт с водой. При этом объемный вес материала составляет 20–25 кг на кубический метр, что делает его легче песка в среднем в 70 раз. Замена песка в теле насыпи на блоки XPS приводит к существенному уменьшению удельного веса сооружения и давления на основание при тех же геометрических размерах.

В результате даже при строительстве на слабом основании, например на грунтах с модулем деформации менее 5 МПа (торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции >0,5) облегченная насыпь дает возможность отказаться от дополнительных мер по ее укреплению без потери надежности.

Использование такого инженерного решения позволяет обеспечить устойчивость насыпи и основания и уменьшить величину осадки, которая при обычных методах строительства может составлять 20–30 см в год.

Большая протяженность автомобильных дорог, проходящих через зоны с разными климатическими и геологическими условиями, – это объективные факторы, во многом определяющие большие сроки и высокую стоимость реконструкции и нового строительства. Традиционные инженерные решения, которые применяются в дорожном строительстве для усиления слабого основания: свайный ростверк, грунтоцементные сваи, выборка слабых грунтов, – требуют привлечения значительных ресурсов и больших временных затрат.

Недостатки традиционных технологий:

- необходимость перемещения больших объемов извлекаемых и насыпных грунтов;
- необходимость привлечения большого количества тяжелой строительной техники;
- высокие трудозатраты;
- длительные сроки проведения строительного-монтажных работ;

- необходимость организации дополнительных площадок для складирования материалов, сборки каркасов из арматуры, а также бытовых городков для проживания рабочих;

- сложный процесс сопровождения и контроля СМР;

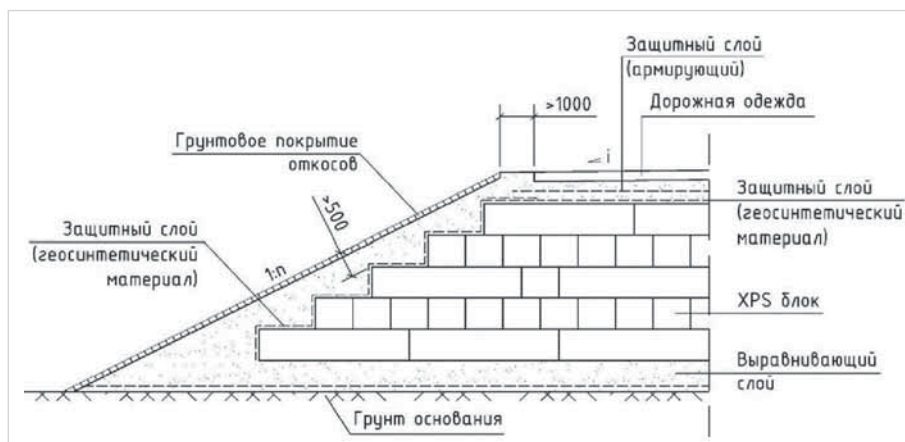
- высокая стоимость качественных насыпных грунтов и сложная логистика (особенно при отсутствии источника стройматериалов вблизи места строительства, например, в горной или болотистой местности).

Кроме того, при отсыпке насыпей на слабых основаниях для консолидации грунта требуется значительное время – иногда до 12–15 месяцев и более, что приводит к значительному увеличению сроков строительства.

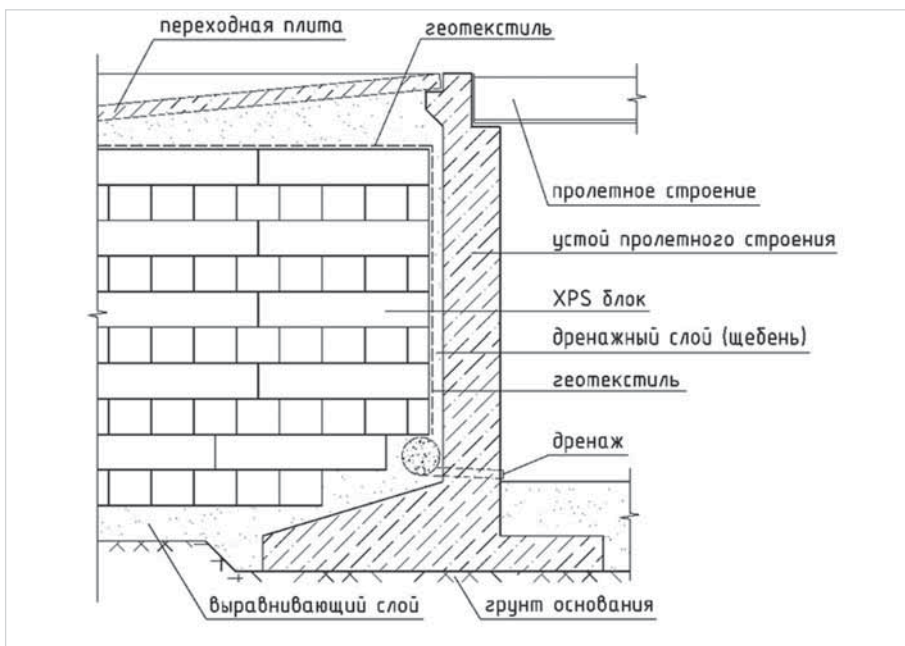
В свою очередь, технологические процессы при обустройстве облегченных насыпей достаточно просты, практически не зависят от погодных условий. Как следствие, значительно сокращаются сметная стоимость, сроки строительства и консолидации основания, что позволяет гораздо быстрее (в течение одного сезона) приступить к строительству дорожного полотна.

Преимущества технологии строительства облегченных насыпей:

- отсутствие необходимости использования большого количества тяжелой техники и высококвалифицированных рабочих (низкие трудозатраты);
- значительное сокращение сроков проведения строительного-монтажных работ;
- сокращение сроков консолидации грунтов основания в сравне-



Профиль стандартной облегченной насыпи



Профиль облегченной насыпи при примыкании к устью моста





нии с традиционной грунтовой насыпью;

- упрощение процесса сопровождения и контроля СМР;
- сокращение сметной стоимости в среднем на 15–20%;
- значительное уменьшение нагрузки на подпорные стены и основание.

#### Технология возведения облегченной насыпи

Весь процесс работы делится на несколько основных этапов:

1. Устройство выравнивающего слоя из песка. Основание насыпи планируется и уплотняется, осуществляется разметка места укладки.
2. Укладка блоков. Укладка производится от краев к середине. В середине насыпи делается вставка доборных элементов, которые кроются по месту.
3. Закрепление блоков в насыпи. Нижний слой блоков, уложенный на выравнивающий слой, анкеруется металлическими штырями или арматурой.
4. Укрытие блоков геотекстилем. Массив из блоков укрывается геотекстилем, при этом последующий слой подкладывается под преды-

дущий по направлению работ с величиной нахлеста не менее 50 см.

5. Возведение земляного полотна и дорожной одежды (производится по традиционной технологии, предусмотренной СП 78.13330).

#### Пример реализации

**Объект:** строительство продолжения Пискаревского проспекта от улицы Руставели до Кольцевой автомобильной вороги (КАД) с устройством транспортной развязки на КАД в Санкт-Петербурге (2008 г.)

**Условия строительства:** неблагоприятные грунтово-геологические условия. Слабая несущая способность грунтов основания.

**Задача:** обеспечение устойчивости конструкции. Снижение материальных затрат. Сокращение сроков строительства и сроков консолидации грунта.

На стадии разработки проектных решений для обеспечения устойчивости насыпи на слабых грунтах рассматривался вариант с устройством свайного основания. Это решение было признано дорогим

и трудоемким. В результате была рассмотрена возможность устройства насыпи, в конструкции которой частично используются полимерные блоки.

**Конструктивное решение:** применение блоков из экструзионного пенополистирола в качестве облегченного наполнителя в теле насыпи.

**Эффекты от применения:** Обеспечена устойчивость конструкции без применения свайного поля. После завершения строительства осадка насыпи составила около 78 мм, что существенно ниже расчетной (до 200 мм). Экономия при строительстве участков на слабом основании составила 17% от стоимости проекта.

На сегодняшний день этот объект имеет самый большой в России срок эксплуатации, что подтверждает надежность и долговечность полимерных материалов.

**Н.В. Павленко,**  
канд. техн. наук,  
председатель Ассоциации  
«РАПЭТ»



# technotextil

# 20 лет в России

20-я Юбилейная международная  
выставка технического текстиля,  
нетканых материалов и оборудования

3–5 сентября 2024

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

[technotextil.ru](https://technotextil.ru)



12+

Организатор:  
ООО «Гефера Медиа»  
+ 7 495 649-87-75  
[info@gefera.ru](mailto:info@gefera.ru)  
[gefera.ru](https://gefera.ru)

 GEFERA MEDIA



# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОКАМНЕПАДНЫХ ДРАПИРОВОК

Слово «драпировка» чаще всего встречается в профессиональных разговорах модельеров и дизайнеров. В работе специалистов компании «Маккаферри» это понятие используется в сочетании с определением «противокамнепадная».



Как известно, в нашей стране много автомобильных дорог и искусственных сооружений построено в горной местности, где склоны подвержены постепенному разрушению. А это, в свою очередь, представляет угрозу не только для самих инфраструктурных объектов, но и для людей — водителей, пассажиров.

Противокамнепадная драпировка – одна из разработанных специалистами компании «Маккаферри» технологий, направленных на обеспечение надежной защиты объектов транспортной инфраструктуры от серьезных последствий, которые могут происходить под воздействием природных процессов.

Компания, уже более 60 лет занимающаяся разработкой и внедрением эффективных систем защиты от камнепадов, разработала (с использованием самых современных программ и методов моделирования) целый спектр эффективных решений и технологических подходов. Это обусловлено рядом факторов,

которые следует учитывать при выборе оптимальных мер по предотвращению тех или иных нежелательных последствий, вызываемых опасными природными явлениями.

Технология противокамнепадной драпировки, как и другие решения

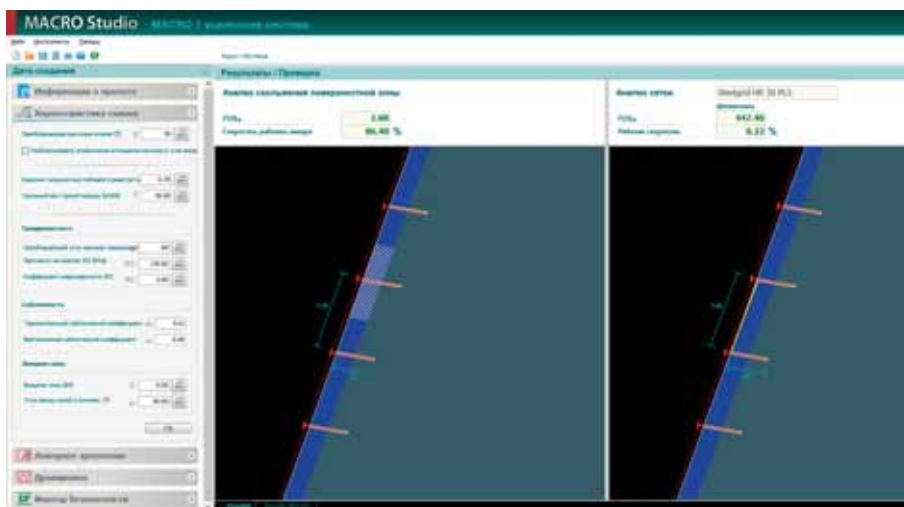
компании «Маккаферри», сертифицирована и протестирована ведущими профильными институтами в соответствии с международными стандартами качества.

Применение противокамнепадной драпировки актуально для защиты автомобильных трасс, дорожное полотно которых расположено вплотную к крутому горному склону. Для этих целей инженерами «Маккаферри» разработана система защиты Стил-грид®. Ее функция зависит от задачи. Драпировка может быть двух типов: простая (работающая как завеса, основной функцией которой является сбор обломков у подножия склона в «карман») и активная (плотно прижимающая неустойчивую часть к поверхности склона, исключая возможность ее перемещения вниз по склону).

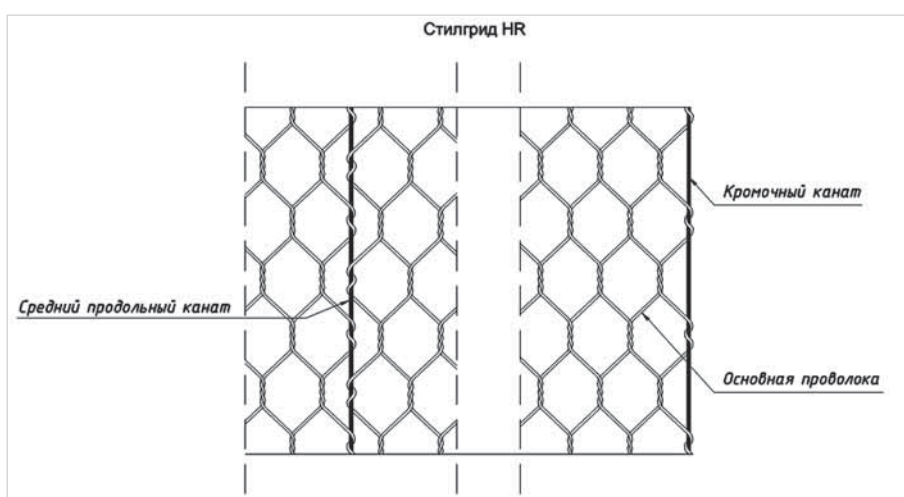
Простая драпировка закрепляется анкерами только по верхней кромке склона и внизу. Чаще всего она устраивается на высоких протяженных склонах, а также там, где есть место у подножия для



Сбор обломков в «карман» у подножия склона



Пример расчета в программе MACRO Studio



Интеграция стального троса в каждую скрутку сетки



Система противокаменной драпировки Стилгريد® HR 30

формирования «кармана» и возможность регулярного осмотра/обслуживания.

Выбор специалистами оптимального решения основан на анализе условий объекта (геология, рельеф,

окружающая среда, условия статической и динамической нагрузки) и требований заказчика (срок службы, обслуживание, экономические показатели). Работниками предприятия учитываются все особенности того или иного склона,

определяемые составом пород, трещиноватостью, морфологией и т. п.

Для каждого конкретного случая, благодаря использованию разработанного в компании программного обеспечения MACRO Studio, производится индивидуальный расчет.

Технология Стилгريد® – это комбинация стальной проволочной сетки двойного кручения и высокопрочных (1770 Н/мм<sup>2</sup>) стальных тросов. Находящиеся в преднапряженном состоянии тросы в продольном направлении крепко соединены с сеткой в каждой точке соприкосновения, что позволяет с максимальной эффективностью равномерно распределять возникающие нагрузки и предотвращать растяжение сетки.

Тросы диаметрами 8 или 8,2 мм вплетаются в сетку при производстве, что позволяет обеспечить лучшее распределение напряжений в верхних продольных тросах и минимальное удлинение всей драпировочной системы. Данная технология запатентована компанией «Маккаферри» – действие патента распространяется на территории России и СНГ.

В драпировке Стилгريد® основная задача возложена именно на тросы, ведь они принимают на себя большую часть нагрузки, передавая ее в анкера и грунт. Этот процесс происходит за счет интеграции троса в каждую скрутку сетки. В других системах защиты, где отсутствуют тросы, основная нагрузка (в случае камнепада) ложится на верхнюю часть сетки что по мере возрастания нагрузки может привести к разрывам полотна.

Стилгريد® надежен, когда склон особенно нуждается в защите жесткой системой, которая максимально эффективна в условиях статических нагрузок зоны отрыва – благодаря тому, что сетка плотно прилегает к склону и жестко удерживает все нестабильные элементы. Таким образом предотвращаются сами вывалы породы. В силу особенностей своей конструкции Стилгريد® обладает



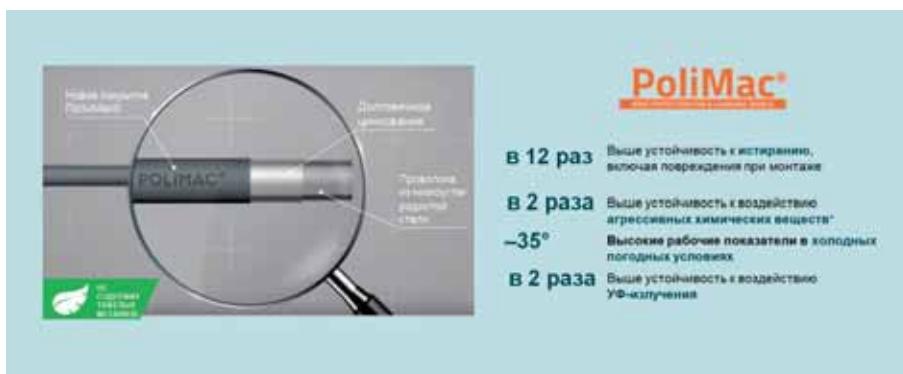
самой высокой прочностью на продавливание и минимальным удлинением по сравнению с другими драпировками, что подтверждается специальными испытаниями, в частности тестом на продавливание (Punch test). Чем жестче драпировка, тем лучше она функционирует в условиях статических нагрузок, возникающих в зонах отрыва.

К сожалению, не только заказчики, но и многие проектировщики путают Стилгрид® и сетку с четырехугольной ячейкой, которая, несмотря на то, что состоит из более прочной проволоки, при продавливании растягивается сильнее. Такие сетки, рассчитанные в основном на динамические нагрузки, хуже работают в статических условиях, поскольку чем больше они растягиваются, тем больше становится карман, в котором накапливаются обломки и грунт. Давление на сетку при этом увеличивается, что и приводит к ее разрыву и, соответственно, к трагическим последствиям.

Система Стилгрид® производится с различными характеристиками (с сопротивлением растяжению до 180 кН/м и сопротивлением удару до 155 кН), что позволяет подобрать адресное решение как в техническом, так и в коммерческом плане.

Система сочетает в себе гибкость и простоту монтажа стальной провололочной сетки двойного кручения с высокой прочностью на растяжение. К преимуществам изделия также следует отнести низкое удлинение и долговечность стального троса.

Толщина троса, как и толщина проволоки для сетки, в системе Стилгрид® остается неизменной. При этом ряд моделей, производимых компанией «Маккаферри», отличаются расстоянием между вплетенными тросами. Таким образом специалисты предприятия добиваются повышения прочности за счет увеличения числа тросов, приходящихся на единицу ширины полотна сетки. В случае если требуется облегчен-



ная конструкция, тросы вплетаются только по бокам на расстоянии 3 м (Стилгрид® МО 300). В самой высокопрочной конструкции расстояние между тросами составляет всего 30 см (Стилгрид® HR 30).

Такой подход дает возможность, в зависимости от конкретных условий, подобрать наиболее точное решение и избежать лишних финансовых затрат. Драпировочные сетки экономичны не только в плане использования материалов и простоты монтажа, но и в плане отсутствия необходимости в регулярном обслуживании изделия.

Сетка и тросы в системе Стилгрид® надежно защищены от коррозии. Изделие выпускается в двух вариантах:

■ **Стилгрид® HR:** проволока сетки и тросы имеют плотное цинковое или цинк-алюминиевое покрытие класса А;

■ **Стилгрид® HR-PMC:** соответствует Стилгрид® HR, но имеет дополнительное сплошное полимерное покрытие сетки и тросов, которое способно долгое время сохранять свои эксплуатационные характеристики в условиях агрессивной внешней среды, например в прибрежной зоне.

**Полимерное покрытие Полимак®** – это инновационное покрытие для изделий из сетки двойного кручения. Оно пришло на замену ПВХ, которое хуже работало при низких температурах – в частности, плохо переносило перепады температур. В целом покрытие Полимак® намного более устойчиво к истиранию, ультрафиолету и воздействиям химически агрессив-

ных веществ по сравнению с ПВХ. Результаты испытаний показали, что Полимак® полностью сохраняет свои свойства при температуре до -35°C. То есть конструкции с таким покрытием можно смело устанавливать и эксплуатировать в зимних условиях.

Все виды драпировочных полотен производятся на заводе «Маккаферри» (г. Зарайск) в соответствии с требованиями СТО 25.11.23.110-42873191-016-2021.

Специалисты московского офиса «Маккаферри» консультируют и контролируют весь цикл проекта инженерной защиты: от разработки технического решения и проектирования до авторского надзора при установке систем на объекте.

Решения «Маккаферри» просты в установке, долговечны и эффективны. Компоненты системы подбираются так, чтобы уменьшить трудозатраты при монтаже, а местное производство позволяет снизить логистические издержки.

Все это помогает предложить высококачественное, индивидуальное и экономически эффективное решение в зависимости от конкретных задач клиента.

**MACCAFERRI**

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

# МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Деятельность образованной в 1991 году компании «АМИРА» изначально была связана с интеграцией технических решений, разработанных ведущими производителями осветительных конструкций. В настоящее время на российский дорожно-строительный рынок предприятие поставляет современную и удобную в эксплуатации продукцию уже собственного производства.



С целью выполнения светотехнических и конструкторских расчетов, а также дальнейшего инновационного развития на предприятии было основано проектно-конструкторское бюро, а позже в Санкт-Петербурге и Ленинградской области запущены в эксплуатацию заводы по выпуску металлоконструкций и светотехнических изделий. Таким образом, с созданием собственных производственных мощностей компанией «АМИРА» было налажено отечественное производство высокомачтовых опор

освещения, мачт сотовой связи и другой продукции.

В настоящее время Группа компаний «АМИРА» – ведущий российский производитель осветительных конструкций широкого профиля. При этом специалисты предприятия, не останавливаясь на достигнутом, предлагают, помимо систем освещения, металлоконструкции разного назначения, в том числе и для дорожной отрасли: опоры для АСУДД, светофорные стойки и др.

В основу деятельности современного многофункционального производственно-коммерческого холдинга «АМИРА» входит осуществление полного цикла работ: от проектирования и производства до монтажа уже изготовленных конструкций.

Продукция компании успешно эксплуатируется в России и за рубежом в условиях от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , включая территории с высокой сейсмической активностью. В ходе реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» продукция предприятия была и остается востребованной во всех регионах нашей страны.

Для больших открытых пространств вместо классических опор компания впервые в России предложила применять мачты освещения с мобильной короной. Первые три высокомачтовые опоры с мобильной короной серии ВМО были установлены 27 лет назад на Комсомольской площади в Москве.

На сегодняшний день подобные, но уже более усовершенствованные конструкции производства Группы компаний «АМИРА» можно увидеть на разных объектах, представляющих собой большую открытую территорию с ограни-







ченным доступом для обслуживания осветительных установок (аэропорты, транспортные магистрали, парковки, спортивные или промышленные зоны и т. д.)

Каждая высокомащтабовая опора состоит из нескольких секций, изготовленных из листовой стали методом гибки. Телескопическое соединение секций обеспечивает надежную сцепку опоры, а грани на них придают конструкции дополнительную прочность. К основному преимуществу таких конструкций следует отнести возможность их обслуживания непосредственно на земле, что обеспечивает максимальную безопасность. Для спуска и подъема короны с прожекторами применяется специальный ручной электроинструмент.

Для освещения трасс эффективным также является использование складывающихся опор. В номенклатуре компании представлены как граненые опоры (от 3 до 25 м), так и круглоконические (от 4 до 12 м). Принцип их складывания прост: при помощи троса или ручной переносной лебедки (в зависимости от высоты и типа опоры) опускается верхняя часть опоры с осветительными приборами. Вес балансира опоры рассчитывается в зависимости от веса осветительных приборов таким образом, чтобы разница между верхней частью со световыми приборами и балансиром не превышала двух килограммов.

Также хорошо зарекомендовали себя на российских улицах и ма-

гистралях круглоконические светофорные стойки, в том числе контрастного освещения. Такие изделия были поставлены в том числе на Западный обход города Иваново и Славянский бульвар в Москве.

Опора серии круглоконических светофорных стоек контрастного освещения (ОКСГ) комплектуется дополнительными кронштейнами для установки светильников. Опоры защищены от коррозии методом горячего цинкования, согласно ГОСТ 9.307-2021. Они могут быть как типового исполнения, так и индивидуальной разработки, при которой учитываются все необходимые требования заказчиков.

Транспортная отрасль была и остается приоритетным направлением деятельности холдинга «АМИРА». Опоры и осветительное оборудование ГК «АМИРА» поставлялись на крупнейшие федеральные трассы страны (М-1, М-2, М-3, М-4, М-5, М-7, М-8, М-9, М-10, М-11, М-12, А-280, А-147, А-370), а также на многочисленные региональные автодорожные объекты.

Знаменательным событием 2023 года для предприятия стало участие в строительстве скоростной автомобильной дороги М-12 «Восток» Москва – Нижний Новгород – Казань. На этот объект компанией было поставлено около 6 тыс. силовых граненых опор освещения.

Для второго этапа строительства М-12 (Владимирская область) были произведены П-образные

пространственные опоры АСУДД. Каждая из них состоит из опорных стоек, ферм и лестниц. Длина пролетов пространственных опор составила от 18 до 34 м. В конструкции предусмотрен переход внутри ферм, что позволяет исключить перекрытия дороги на время обслуживания размещенного на опорах оборудования. Конструкция опор надежно защищена от коррозии слоем цинка и последующей окраской.

На производстве П-образных были заняты все заводы, входящие в Группу компаний – каждый из них выполнял свою часть работы: изготовление, сварка ферм, устройство переходов и лестниц для обслуживания и т. д.

Все проекты Группы компаний «АМИРА», благодаря постоянному совершенствованию структур предприятия, отвечают новейшим отраслевым тенденциям, включая исполнение эстетических требований, способствуют повышению уровня комфорта и безопасности транспортных объектов. Все поставки собственной продукции крупнейший российский производитель «АМИРА», благодаря своим широким возможностям, осуществляет под ключ.

**AMIRA**  
— since 1991 —  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОИЗВОДСТВО. МОНТАЖ. СЕРВИС

АО «АМИРА»  
тел. 8-800-775-25-05  
amira@amira.ru  
www.amira.ru

# МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Развитие теории и практики строительства автомобильных дорог в XX и начале XXI века шло по пути перехода от «простого» к «сложному», от «малого» к «большому».

Применительно к автомобильному транспорту переход заключался в росте интенсивности движения автомобилей: от проезда единичных автомобилей к проезду групп машин, формированию транспортных колонн, транспортных потоков до «сверхмощных» потоков (в десятки и сотни тысяч автомобилей в сутки). Если изначально движение автомобилей происходило свободно, то постепенно сформировалось насыщенное и плотно насыщенное состояние автомобильных потоков (табл. 1) [1].

Многочисленные наблюдения за транспортными потоками показали, что для обеспечения движения уровень загрузки  $Z$  не должен превышать значений: на внегородских автомагистралях – 0,6; на автомобильных дорогах II и III категорий – 0,7; на дорогах IV категории – 0,75. Эти числа указывают на необходимость управления движением автотранспорта.

Одновременно технический прогресс обеспечил значительный

рост скоростных возможностей автомобилей. В сочетании с высокой интенсивностью возникают значительные затруднения в управлении движением автомобилей.

Применительно к автодорогам нормативы их строительства развивались в направлении учета изменений характеристик транспортных потоков. Были подняты нормы на геометрию дорог (радиусы вертикальных и горизонтальных кривых, их сочетание и т. д.), на ширину проезжей части. Наряду с этим проводились глубокие исследования психофизиологического состояния водителей автомобилей (влияния дорожных факторов с учетом погодных-климатических условий).

Интенсивное развитие сети автомобильных дорог вызвало повышенное внимание к охране природной среды (транспортному шуму, архитектурному сочетанию дороги с ландшафтом, влиянию дорог на растительный и животный мир). Значительные исследования проведены в области

безопасности дорожного движения (по обеспечению видимости, сцепных качеств дорожных покрытий, зимнему содержанию дорог и т. д., рис. 1-3 [2, 3, 4].

Исследования заканчивались разработкой нормативов на проектирование дорог по этим показателям. Большинство из них включены в отечественные нормативные документы. Однако широкого, системного внедрения этих разработок не последовало. Достижения отечественной дорожной науки используются «штучно», отдельными проектировщиками-энтузиастами. Почему?

Причина – не в отсутствии желания или умения проектировщиков автомобильных дорог использовать достижения дорожной науки и отраслевых нормативов. Причина – в отсутствии одного, но принципиально важного нормативного систематизирующего документа – методологии проектирования дорог, включающей названные и будущие достижения дорожной науки и практики в области обеспечения движения современного автомобильного транспорта в современных условиях развития. По существу, отсутствует техно-

Табл. 1. Уровень загрузки дороги движением  $Z = N/P$

Уровень удобства	$Z$	Максимальная интенсивность движения по двум полосам, авт./ч			$\Psi$	Состояние потока
		Лето	Весна, осень	Зима		
A	< 0,2	430	360	310	0,9	Свободный
B	0,2–0,45	430–850	360–720	310–620	0,8	Частично связанный
B	0,45–0,7	860–1260	720–1050	620–890	0,75	Связанный
Г-а	0,7–1,0	1260–1680	1050–1400	890–1190	0,7	Насыщенный
Г-б	0–1,0	0–1680	0–1400	0–1190	0,7	Плотно насыщенный

Примечание:  $N$  – интенсивность движения;  $P$  – пропускная способность;  $\psi$  – коэффициент, учитывающий движение по встречной полосе (для многополосных дорог – по соседней полосе);  $Z = 0$  означает остановку автомобилей (загрузка дороги движущимися автомобилями прекращается – возникает затор);  $Z = 1,0$  означает равенство  $N$  и  $P$  (теоретически возможно медленное движение автомобилей со скоростью не более 15–20 км/ч)



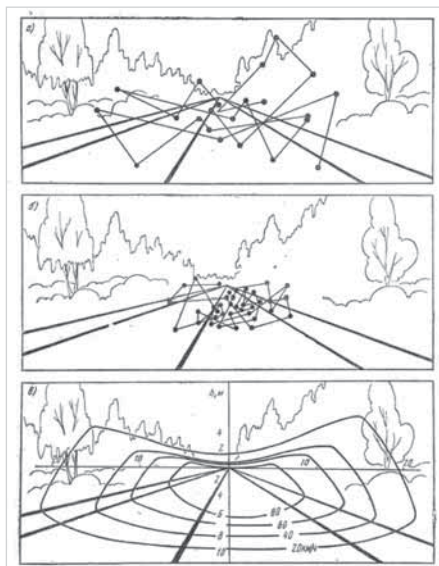


Рис. 1. Видимость автомобильной дороги. Точки сосредоточения взгляда водителя за период в 3 минуты при проезде участка дороги с разными скоростями (Лобанов Е.М.) при скорости движения, км/ч: а) 20; б) 80. Схема в) – зоны, охватываемые взглядом. Цифры на сетке координат характеризуют отклонение точки от взгляда водителя, направленного вдоль дороги (в градусах °)

логия проектирования, которая формулируется в методологии проектирования.

В отечественной литературе по проектированию автомобильных дорог для обучения инженеров-дорожников представлена четкая информация по всем вопросам проектирования дороги. Однако и в ней, и в нормативных источниках полностью отсутствует описание логики и последовательности выполнения проектных работ (технология проектирования); по всем вопросам информация носит локальный, «объектный» характер, что в ряде случаев приводит к курьезам. Например, надо составить пространственное представление об участке дороги, опираясь на ее трассу, то есть на ось. А ось – это линия с поперечным сечением в виде точки, по которому пространственную картину составить невозможно.

Отсутствие методологии проектирования ведет к отсутствию связи между учебниками по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог. При этом все проектирование и строительство базируются на опыте эксплуатации дорог, которому уделяется крайне мало внимания.

По аналогичному пути развивалось и гражданское строительство: был осуществлен постепенный переход от строительства малоэтажных жилых домов к строительству небоскребов в 30...50 и более этажей. Одновременно менялась и техника обеспечения жизни людей при полном сохранении базовых элементов. Соответственно формировалась и развивалась технология гражданского строительства, без которой строительство современных гражданских зданий просто невозможно.

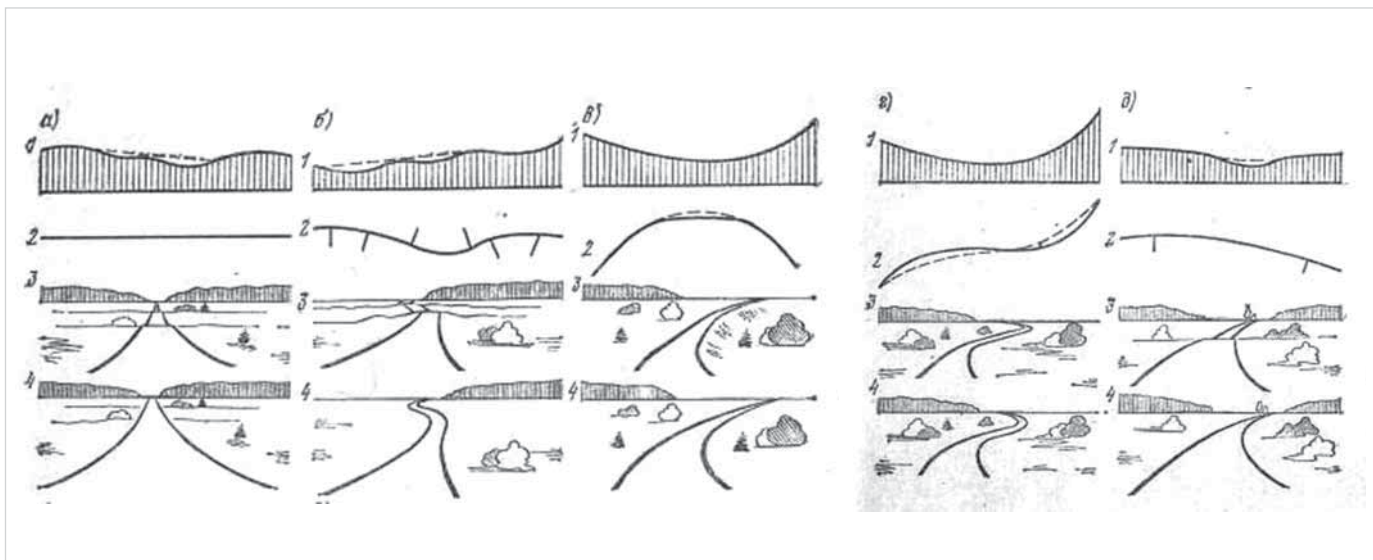


Рис. 2. Неблагоприятные сочетания элементов плана дороги, при которых водителю остаются неясными условия и направление движения: а) частые переломы продольного профиля в пределах прямых участков в плане; б) чрезмерная извилистость продольного профиля; в) устройство коротких прямых вставок между горизонтальными кривыми, направленными в одну сторону; г) то же между обратными кривыми в плане; д) короткие вогнутые участки продольного профиля. 1 – продольный профиль; 2 – план трассы; 3 – перспективный вид дороги до улучшения плавности трассы; 4 – то же, после улучшения плавности трассы (пунктиром показано рекомендуемое продолжение дороги)



Рис. 3. Обеспечение сцепных качеств мокрых и заснеженных дорожных покрытий

### Технология (методология) проектирования автомобильных дорог

В основу методологии положены следующие принципы:

1. Представление автодороги в качестве транспортного коридора – транспортной коммуникации, обеспечивающей беспрепятственную, непрерывную и безопасную доставку пассажиров и грузов при сохранении на всем протяжении одинаковых условий движения для автомобильного транспорта.
2. Полное сохранение накопленных знаний и опыта проектирования автодорог предшествующих лет.
3. Приемлемость технологии к восприятию и включению в процесс проектирования новых решений и требований.
4. Представление автомобильной дороги в виде отдельных элементов, требующих взаимной увязки и согласования с целью формирования конечного продукта – проекта автодороги, полностью отвечающего современному уровню развития науки и техники.
5. Формирование логической связанной последовательности процесса проектирования дороги из взаимно увязываемых отдельных элементов.
6. Обеспечение прочности и необходимой долговечности.

Основные элементы проекта автомобильной дороги: план; продольный профиль; земляное полотно; дорожная одежда; транспортные узлы; дорожные гидротехнические сооружения; средства обеспечения безопасности дорожного движения; организация движения автотранспорта; управления движением; техническое обеспечение движения; содержание и ремонт дороги; экономическая оценка проекта.

Элемент «дорожные гидротехнические сооружения» рассматривает водопропускные, водоотводные и водопонижающие сооружения. Элемент «организация движения» рассматривает процесс движения автомобилей – по полосам движения, перестроения, пересечение и взаимодействие потоков автомобилей. Элемент «управле-

ние движением» рассматривает процесс изменения организации движения – регулирование, изменение организации движения, способы электронного управления. Элемент «обеспечение движения» рассматривает вопросы обеспечения топливом и маслами (автомобилей), питанием, отдыхом и информацией участников движения. Все элементы проекта (на своем уровне, вне специального элемента проекта) решают вопросы обеспечения безопасности дорожного движения.

### Перечень операций технологии (методологии) проектирования

#### 1. Тщательное расширенное изучение природных условий района строительства автомобильной дороги:

- гидрогеологических (типы грунтов и их свойства в сухом и влажном состояниях, при положительных и отрицательных температурах; поверхностные и грунтовые воды – водотоки, водоемы, переувлажненные и заболоченные территории, направления стока поверхностных и грунтовых вод);
- рельеф, растительный и животный мир, требования к сохранению естественной местной флоры и фауны;
- населенные пункты, границы их территорий, существующие транспортные коммуникации (в том числе маршруты общественного транспорта);
- климат (температуры летом и зимой, господствующие ветры по направлениям, жидкие и твердые атмосферные осадки);
- погодно-климатические явления – метели, туманы, оттепели, гололед;
- особые природные явления – землетрясения, цунами, наводнения, карстовые явления, смерчи и другие, характерные для района строительства (извержения вулканов, наличие выхода на поверхность земли природных вод и грязевых потоков и пр.);
- поиск и оценка ресурсов местных и привозных строительных материалов, оценка их физико-механических свойств, логистических цепей доставки и пунктов получения;

■ оценка влияния природных условий на сохранение прочности материалов и обеспечение долговечности дорожных сооружений и конструкций.

#### 2. Оценка перспективных характеристик вероятных транспортных и пешеходных потоков, их направлений, сезонности и цикличности:

- для автомобильного транспорта: интенсивность, состав транспортного потока, скорости движения, потребности района в обслуживании общественным пассажирским транспортом;
- расчет требуемой пропускной способности и ширины проезжей части перегонных участков дороги;
- оценка государственной значимости проектируемой автомобильной дороги (государственного значения, межрегионального, внутрирегионального, местного), назначение технического уровня дороги (автомагистраль, скоростная дорога, дороги более низкого технического уровня (I-V категорий), назначение (в соответствии с нормами и природными условиями) минимально допустимых геометрических параметров дороги;
- расчет показателей, характеризующих современный технический уровень дороги, требуемых потребительских свойств [1]: коэффициент обеспеченности расчетной скорости, уровень загрузки движением –  $Z$ , показатели безопасности движения (вероятные величины коэффициентов происшествий –  $I$ , аварийности –  $K_a$ , а также безопасности  $K_6$ ;
- коэффициент ДТП (на 1 млн авт./км) –  $I = 10^6 A / 365 L N n$  ( $A$  – число ДТП в год;  $L$  – длина участка дороги, км;  $N$  – среднегодовая суточная интенсивность движения;  $n$  – число лет, за которое произошли ДТП);
- итоговый коэффициент аварийности  $K_a = K_1 K_2 \dots K_{18}$  ( $K_1, K_2, \dots$  – частные коэффициенты аварийности, учитывающие влияние отдельных элементов плана, профиля, характеристик покрытия, интенсивности движения и т. д.) [5];



Табл. 2. Уровень опасности движения автомобилей

$K_6$	0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	Более 0,8
Характеристика участка	Очень опасный	Опасный	Мало опасный	Не опасный

■ коэффициент безопасности  $K_6 = V_{ф\max}^{уч} / V_{ф\max}^{вх}$  ( $V_{ф\max}^{уч}$  – максимальная фактическая (в проекте – расчетная) скорость на предшествующем участке дороги,  $V_{ф\max}^{вх}$  – максимальная фактическая (расчетная) скорость на входе на последующий участок)), табл. 2 [1];

■ корректировка параметров дороги для единого уровня обеспеченности движения.

### 3. Разработка плана автомобильной дороги:

■ прокладка по карте или плану (с горизонталями) оси дороги на местности с указанием границ полосы отвода;

■ разработка поперечного профиля проезжей части и обочин;

■ разработка схематичного плана автомобильной дороги с размещением и выделением территории предполагаемых транспортных узлов, пересечений с водотоками, железными и автомобильными дорогами;

■ разработка схемы организации обслуживания населенных пунктов района строительства дороги общественным транспортом (с размещением остановок общественного транспорта и подходов к ним);

■ разработка схемы инфраструктурного обеспечения и обслуживания движения: размещение АЗС, мест отдыха, питания, пунктов пропуска и оплаты (на платных участках), и пр.

### 4. Построение продольного профиля по оси дороги.

### 5. Оценка уровня комфортности и удобства движения по плану дороги (в горизонталях):

■ оценка расстояния видимости;

■ архитектурно-ландшафтная оценка;

■ обеспечение зрительной плавности и ясности участка дороги;

■ оценка сохранности рельефа местности и согласованности плана дороги с ландшафтом;



Рис. 4. Пример вписывания автомобильной дороги в природный ландшафт

■ оценка сохранности природной среды на территории, прилегающей к дороге (вероятность осушения и подтопления поверхностными водами, обеспечение естественных условий жизни животных (больших и малых, вероятных путей их миграции), растительности);

### 6. Разработка принципиальных схем транспортных узлов (уточнение возможной конфигурации их территории).

### 7. Оценка снежных отложений на дороге (оценка снегозаносимости проезжей части дорог при снегопадах и метелях, расчет вероятного количества снега и толщины снежных отложений при снегопадах и метелях).

### 8. Корректировка плана дороги в соответствии с результатами анализа материалов п. п. 4–7 (размещение на местности, геометрических параметров).



Рис. 5. Пример конструкции земляного полотна и сооружений водозащиты

9. Оценка технического уровня, уровня безопасности, возможности непрерывного и безопасного движения автомобилей проектируемой автомобильной дороги – транспортного коридора (см. п. 2).

10. Внесение коррективов в план и профиль дороги (при необходимости).

11. Разработка системы водо-защиты автомобильной дороги (защиты дороги, дорожных сооружений и конструкций от неблагоприятного воздействия воды):

- схемы защиты дороги от подтопления поверхностными водами с прилегающей территории (схема размещения перехватывающих канав и мест сброса воды из них);
- схемы сбора поверхностных вод (дождевых и талых) в пределах полосы отвода автомобильной дороги (схема размещения водосборных и водоотводящих канав), с указанием мест сброса воды;
- размещение и назначение типов водопропускных сооружений на водотоках и суходолах;
- оценка вероятности подтопления земляного полотна грунтовыми водами;
- схемы дренажа полосы отвода, назначение типа дренажной системы, ее гидравлический расчет и конструирование, организация сброса воды из дренажной системы;
- оценка скопления воды (дождевых и талых вод) на поверхности проезжей части (расчет толщины слоя стока) и вероятности возникновения явления глассирования автомобильных шин по дорожному покрытию;
- разработка мер по осушению поверхности проезжей части дороги (поперечный уклон, водосбросы, текстура поверхности покрытия проезжей части);
- разработка конструкций сооружений водозащитной системы.

12. Проектирование земляного полотна:

- поперечные профили (тип профиля – в нулевых отметках, в насыпи, в выемке; уклон откосов, устройства водосбора и водоотвода);



Рис. 6. Эксплуатация дороги: пропуск автомобильного транспорта, содержание в чистоте и порядке, текущие ремонты

- грунты, их размещение, конструкция земляного полотна;
- схема понижения уровня грунтовых вод и конструкция водоотводных устройств (кюветов, путевого дренажа).

13. Проектирование дорожной одежды:

- расчет нагрузки на дорожную одежду;
- выбор материалов для строительства отдельных слоев (по прочности на сжатие и сохранности прочности при увлажнении);
- назначение конструкции одежды (прочностные слои, теплоизоляция, водоизолирующие (водопрерывающие, водопропускающие прокладки));
- конструирование рабочего слоя дорожной одежды;
- решение защиты материала слоев дорожной одежды и рабочего слоя от переувлажнения поверхностными и грунтовыми водами (через дорожную одежду, обочины, грунт земляного полотна: препятствие прониканию воды, водоотвод (с учетом зимних температур));
- расчет одежды по прочности (расчет толщины отдельных слоев и одежды в целом по условиям прочности);
- назначение (расчет) текстуры поверхности дорожного покрытия (в интересах обеспечения высоких сцепных качеств покрытия и удаления воды из зоны контакта ав-

томобильных шин с покрытием дороги);

- разработка технологии строительства одежды, обеспечивающей ее защиту от переувлажнения и создание требуемой текстуры поверхности покрытия;

- в случае необходимости – коррекция поперечного профиля проезжей части для недопущения формирования на ее поверхности опасного, по условиям глассирования автомобильных шин, водного слоя (от дождевых и талых вод).

14. Проектирование мостов и малых водопропускных сооружений (гидравлический расчет отверстий и размывов русла, конструирование водопропускных сооружений, струенаправляющие сооружения, пойменные насыпи подходов, укрепление русел).

15. Детальное проектирование транспортных узлов (пересечений дорог, мест въезда и съезда с проектируемой дороги): схем движения транспортных потоков по направлениям, планировка транспортного узла с обязательным сохранением назначенных условий движения (скорости, непрерывности, безопасности) по основному направлению – проектируемой дороге (то есть обеспечение транспортного коридора).



16. *Детальная разработка схем организации и управления движением автотранспорта (в том числе средствами регулирования), системы обеспечения безопасности (ограждения безопасности, аварийные съезды, средства информации об опасности и т. д.), отдыха водителей и пассажиров (пользователей дороги), системы технического обеспечения движения автотранспорта (размещение и планировка территорий АЗС и подходов к ним, мест технического обслуживания). Разработка системы линейной связи (эксплуатационной службы, вызова помощи МЧС и т. д.).*

17. *Проект содержания автомобильной дороги, включающий:*

а) анализ организации службы эксплуатации дороги (муниципальные или частные предприятия, оценка потребного объема работ по летнему (скашивание травы, очистка и мойка, озеленение и т. д.) и зимнему (очистка от снега, снегозадерживающие работы, борьба с гололедом и пр.) содержанию, текущим ремонтам).

б) оценка потребности в технике для содержаний дороги (для летних и зимних работ), разработка оптимальных схем снегуборки – патрульной. В случае формирования снежного заноса – оценка времени очистки дороги от снега, оценка наиболее вероятного типа гололеда (по местным природным условиям, интенсивности движения и составу транспортного потока), разработка (назначение) технологии профилактики и удаления гололеда.

в) решения по видам и вероятным объемам работ по текущему со-

держанию и ремонтам дорожных сооружений и конструкций (водопропускных труб и малых мостов, дорожной одежды, зданий и сооружений дорожной службы, подпорных стенок и т. д.).

г) текущие работы по организации, обеспечению безопасности и управлению дорожным движением (включая техническое обеспечение организации, управления и обеспечения безопасности дорожного движения).

д) организация линейной связи и технической помощи на дороге (выбор типа связи, размещение пунктов связи, кто оказывает помощь, места размещения техпомощи, оценочный расчет потребной мощности пункта техпомощи, и пр.).

18. *Проект организации строительства. Содержание проекта повторяет существующие проекты организации строительства автомобильных дорог (расчет объема потребных материалов, выбор технологий строительства, построение календарного графика строительства [6, 7]).*

19. *Экономическая оценка проекта (выполняется в соответствии с действующими нормативами и методами экономических расчетов).*

*Примечание:* Проектирование отдельных дорожных сооружений и конструкций, других элементов проекта автомобильной дороги производится по известным апробированным методам и технологиям. Оценку перспективной интенсивности движения и состава транспортного потока целесоо-

бразно проводить методом аналогии [8, 9].

### Заключение

1. Для обеспечения фактического и обязательного внедрения в практику работ проектных организаций автодорожного профиля достижений отечественной и зарубежной науки и практики необходимо включение раздела «Технология (методология) проектирования автомобильных дорог» в учебную литературу для подготовки специалистов (всех уровней отраслевого образования) и нормативную документацию дорожной отрасли страны, издаваемую Минтрансом РФ, Стандартиформом РФ.

2. Для упрощения процесса оценки потребительских качеств автомобильных дорог на стадии их проектирования необходима определенная литература (в том числе научная), целесообразна доработка методов оценки коэффициентов аварийности и расстояния видимости, архитектурно-ландшафтного проектирования и согласования дороги с природной средой на основе ранее проведенных исследований (хранятся в научно-технической библиотеке МАДИ и ВАК Минобразования РФ).

3. Возможна доработка предложенной методологии, ее развитие и дальнейшее совершенствование – с условием сохранения требования создания автомобильной дороги – «транспортного коридора».

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

### Литература

1. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. М.: Транспорт, 1990.
2. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1, 2. Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1979.
3. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. Книга 1. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2009.
4. Немчинов М.В. Текстура поверхности дорожных покрытий. Том 1. М.: Центрполиграф, 2010.
5. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность дорожного движения автомобилей в сложных природных условиях. М.: Транспорт, 1976.
6. Немчинов М.В., Осинская В.А., Рудакова В.В. Строительство городских улиц и дорог. Часть 1. Технологии земляных работ. М.: ЗАО «Экон-информ», 2014.
7. Немчинов М.В., Рудакова В.В. Строительство городских улиц и дорог. Часть 2. Технологии строительства дорожных одежд, инженерного оборудования и благоустройства городских улиц и дорог. М.: ЗАО «Экон-информ», 2010.
8. Немчинов М.В., Холин А.С., Корочкин А.В. Дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием. Физика работы. Методология проектирования и расчета. Прочность и долговечность. М.: Изд-во АСВ, 2019.
9. Немчинов М.В., Холин А.С. Методология проектирования дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями. Как запроектировать дорожную одежду и что надо знать для этого? М.: Изд-во АСВ, 2023.

# БУРОВЗРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ СЛАБЫХ ГРУНТОВ

В ходе строительства приходится встречаться с различными инженерно-геологическими условиями. К сложным условиям можно отнести участки с присутствием в геологическом разрезе мощной толщи торфов, а также глинистых грунтов с консистенциями от текучей до мягкопластичной.

Как известно, для улучшения свойств грунтов применяются различные методы, такие как динамическое уплотнение (трамбование), замена грунта, виброуплотнение, инъекционный способ закрепления и другие. Однако особая ситуация возникает при возведении крупных объектов, к которым относятся гидротехнические сооружения (дамбы), линейные в виде дорожного полотна и аэродромы. При возведении таких объектов возникает необходимость уплотнения большого объема грунтовой массы, особенно в случае, когда слабые слои грунтов залегают на большой глубине. В этой связи одним из наиболее перспективных методов является уплотнение грунтов с использованием буровзрывной технологии.

Последовательность уплотнения грунтов глубинными взрывами, рассредоточенными зарядами малой мощности, заключается в следующем. На поверхность участка проектируемого земляного полотна отсыпается слой

рабочей платформы (песок различной крупности), который в последующем войдет в состав насыпи. Бурение скважин осуществляется с песчаной платформы высотой не менее 1,5 м. Далее рассредоточенные заряды погружаются в скважины, пробуренные с определенным шагом на заданную глубину. После обустройства скважин производится их последовательное взрывание. Как правило, очередность взрывания назначается в соответствии с инженерно-геологическими условиями участка.

Максимальная глубина стабилизации основания с использованием буровзрывной технологии зависит от возможностей буровой установки, которая используется для устройства буровых скважин. Глубинное уплотнение грунта при помощи энергии взрыва происходит за счет обжата его действующим взрывной волной. Речь идет об уменьшении пористости, переориентации частиц и отжатии воды по сформированной песчаной дрене. Эффективность уплотнения

зависит от структурно-текстурных особенностей грунтов, структурных связей и состояния грунта (плотности, влажности), а также от мощности взрывчатых веществ и технологии работ.

Начальная рыхлая структура грунта часто характеризуется естественной цементацией в результате процессов старения, что является причиной высокой податливости к нормальной консолидации. В результате детонации заряда происходит резкий рост давления воды в порах грунта, который способствует разрушению существующей структуры.

В связном грунте при детонации образуется полость (0,7–2,0 м), а вокруг создается большое поровое давление. Обводненный слой несвязного грунта при взрыве переходит в плавунное состояние, заполняя пустоты и образуя песчаную дрину. На поверхности участка образуется характерная воронка. Избыточное поровое давление подвергается быстрой диссипации (рассеиванию) энергии через образовавшиеся дрены при последующих взрывах (рис. 1).

Данная технология нашла широкое распространение как в

1. Образование полости в грунте при детонации

2. Заполнение полости материалом рабочей платформы

3. Отжатие воды в сформированную дрину

4. Ускорение отжатия воды в результате взрыва заряда в соседних скважинах

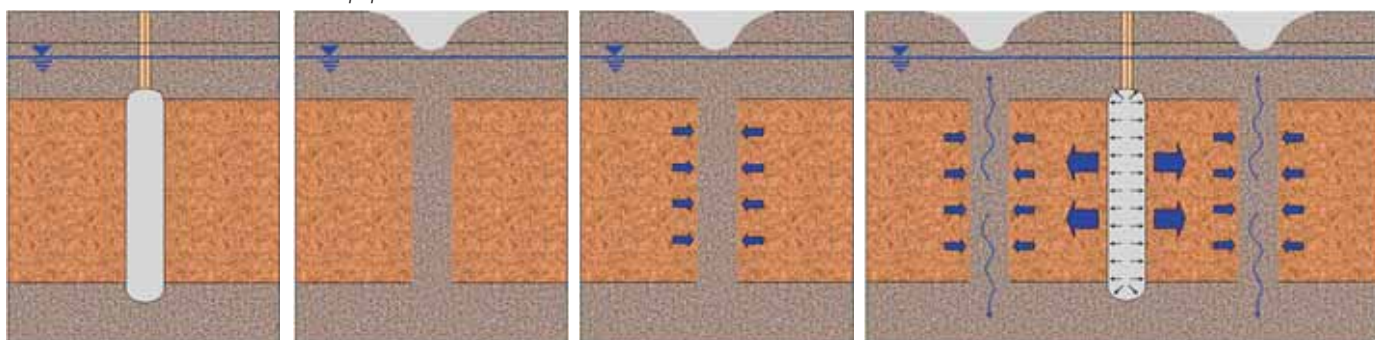


Рис. 1. Этапность консолидации (отжатия воды) в грунтовом основании



России, так и за рубежом: широко использовали буровзрывную технологию в США, Канаде, странах Восточной Европы, Юго-Восточной Азии и других. Использование технологии за рубежом началось в 1939–1940 годах в США. Глубинными взрывами уплотнялись рыхлые водонасыщенные мелкие и средние пески в основании плотины Франклин-Фолс, расположенной на реке Пемигевассет в городе Франклин, штат Нью-Йорк. Это было одно из первых успешных применений буровзрывной технологии в США. Подтверждение эффективности энергии взрывания зарядов в грунте способствовало дальнейшему его использованию при уплотнении намывной насыпи канала Кейп-Код в Техасе и плотины Алмонд в Нью-Йорке.

С 1954 по 1962 года буровзрывная технология применялись на дамбе реки Карнафулли в Бангладеш. Ее использование привело к быстрому укреплению основания и сокращению затрат на строительство.

В 1983 году еще одно гидротехническое сооружение было возведено с помощью буровзрывной технологии – дамба Джебба в Нигерии. Были уплотнены аллювиальные отложения (средне-крупнозернистый песок, смешанный с гравием), залегающие на глубине от 30 до 45 м, которые могли дать существенную осадку основания дамбы. Для такой глубины подошла именно эта технология, так как она позволила уплотнить грунты от 30 до 45 м. Участок был поделен на пять зон с шагом 5 м, вес зарядов составил от 1 до 3 кг.

При строительстве дороги Сёдерхамн – Энонгер в центральной части Швеции также применялся метод уплотнения грунтов с использованием энергии взрывов. При строительстве органический грунт был выкопан и заменен на мелкозернистый заполнитель. Уплотнение взрывами выполнялось в виде сети треугольников за-

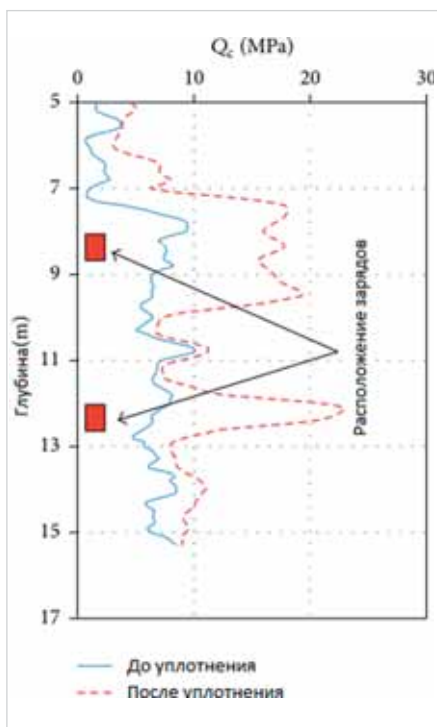


Рис. 2. Результаты статического зондирования с указанием мест установки рассредоточенных зарядов по глубине

рядами от 1 до 3 кг. В результате проведенных взрывов осадка составила от 3% до 5%, в зависимости от толщины заполнения. По результатам статического зондирования, изображенного на рис. 2, видно, что лобовое сопротивление погружению конуса увеличилось, что означало, что уплотнение прошло успешно.

Широкое распространение данная технология получила в Польше, благодаря исследователям польских ученых и специалистов (Dembicki E., Imiolek R., Kisielowa N.). В 1979 и 1980 годах при помощи подводных и прибрежных взрывов в Северном порту Гданьска было стабилизировано около 2,262 млн куб. м грунта. С 1983 по 1985 год проводились непрерывные работы по стабилизации грунта под атомную станцию в городе Жарновец (Польша). В процессе реализации этого проекта около было уплотнено 1,6 млн куб. м рыхлого песчаного грунта. В 1988 году на канализационных очистных сооружениях в городе Тчев (Польша) при помощи удлиненных зарядов было стабилизировано около 0,51 млн куб. м торфов и илов.

В отечественном строительстве опыт использования буровзрывной технологии начался в 1936 году – при стабилизации основания земляного полотна железнодорожной насыпи, расположенного недалеко от Верхне-Свирской гидроэлектростанции. В дальнейшем уплотнение грунтовых оснований взрывами в больших объемах проводилось в период с 1951-го по 1953 год при строительстве Волжской и Горьковской ГЭС. Глубинными и поверхностными взрывами было уплотнено более 150 тыс. куб. м песчаных грунтов, намывных под воду. В дальнейшем, с 1956 по 1963 годы, работы по уплотнению мелкозернистых песков выполнялись при строительстве других гидротехнических объектов, таких как Шульбинская, Братская и Чарда-ринская ГЭС.

Уплотнению подвергался широкий спектр слабосвязных грунтов оснований: от пылеватых супесей и песков. Так, в Ленинграде (Санкт-Петербурге) осуществлен подводный намыв территорий Васильевского и Вольного островов в период с 1960-го по 1973 год. На комплексе защитных сооружений от наводнений в Ленинграде подобные работы проводились в 1987–1988 годах.

Глубинным уплотнением грунтов в России занимались известные российские ученые: В.А. Флорин, П.Л. Иванов, О.А. Савин. Благодаря выполненным исследованиям выявлены явления разжижения и уплотнения водонасыщенных грунтов при динамических воздействиях, предложены методики оценки плотности, динамической устойчивости структуры несвязных грунтов и способов уплотнения несвязных и малосвязных водонасыщенных грунтов взрывами. Были получены и экспериментально апробированы расчетные зависимости для определения массы сосредоточенного заряда, глубины его заложения, глубины уплотнения и радиуса действия взрыва.

В работах О.П. Минаева были выполнены сравнительные опытные



Рис. 3. Используемое буровое оборудование УРБ 2-А2

испытания способов последовательного и одновременного взрывания зарядов, которые периодически осуществлялись на различных объектах при строительстве комплекса защитных сооружений Ленинграда от наводнений.

Большой вклад в развитие технологии взрывов сделан специалистами ПГУПС (бывший ЛИИЖТ) под руководством В.М. Улицкого. В настоящее время с использованием этого метода выполнено устройство основания земляного полотна высокоскоростной ма-

гистральной М-11 «Нева» в Тверской области. Участок пересекает реку Коломенку и расположен в болотистой местности.

Для создания вертикальных песчаных дрен и ускорения консолидации пылевато-глинистых грунтов применены рассредоточенные заряды малой мощности. В процессе работ проведены геофизические и инженерно-геологические изыскания, включающие мониторинг изменения порового давления в слабых грунтах, а также геодезический мониторинг за развитием осадок. Результаты

показали, что примененная технология позволила быстро уплотнить большой объем песчаных грунтов (более 500 тыс. куб. м за 3,5 месяца) земляного полотна дороги в результате создания избыточного порового давления.

Никакая другая технология не могла бы быть использована в данных условиях из-за наличия в массиве слабых грунтов (на глубине более 10 м) и заболоченности участка. Наблюдения за уменьшением деформаций основания и данные статического зондирования показали, что основание насыпи дороги было уплотнено. Этот факт подтвержден и геофизическими исследованиями. Технология буровзрывных работ в сравнении с другими технологиями является весьма эффективной как в экологическом, так и в экономическом плане. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность сохранения болот для защиты истоков рек.

Основным отличием данной технологии от других является то, что при производстве работ используется достаточно дешевое, широко распространенное отечественное буровое оборудование (рис. 3). Материалы также имеют низкую стоимость, поскольку основным компонентом взрывчатого вещества является аммиачная селитра. При нарушении гидроизоляции оболочки заряд рас-

Табл. 1. Сопоставление затрат на стабилизацию 1 куб. м. грунта

	Глубина залегания слабого грунта					Сравнение затрат на 1 куб. м (в рублях)
	до 2-3 м от планировочной отметки (DL)	до 5-6 м от (DL)	до 10-12 м от (DL)	до 18 м от (DL)	более 18 м от (DL)	
Метод / Технология	Буровзрывная технология с рассредоточенными зарядами					300÷400
	JetGrouting (струйный метод закрепления)					2500÷3000
	Виброфлотация					360÷720
	Виброзамена					900÷1200
	Вибробетонные колонны (сваи в утрамбованной скважине)					1500÷1800
	Бурунабивные сваи					750÷1100
	Deep Soil Mixing (глубинное перемешивание грунта)					1200÷1500
	Дрены (предварительно изготовленные)					450÷600
	Разрядно-импульсное уплотнение					500÷700
	Замена грунта (выторфовка)					1500÷1800
	Динамическое уплотнение (трамбование)					450÷600





Рис. 4. Вид участка строительства до начала работ по уплотнению основания и в процессе эксплуатации

падает и становится минеральным удобрением. Песок в составе рабочей платформы используется без предъявления специальных требований по крупности частиц.

Сочетание перечисленных факторов гарантирует низкую общую стоимость работ по сравнению с аналогами. В табл. 1 представлены методы укрепления оснований насыпей, при которых используется дорогостоящее оборудование, оснастка и расходные материалы в основном зарубежного производства. Из данных таблицы видно, что глубина уплотнения слабого грунта по буровзрывной технологии, в отличие от альтернатив, не ограничена.

Проект усиления основания насыпи на подходе к мостовому переходу через реку Коломенку на трассе М-11 реализован при поддержке строительной компании «Трансстроймеханизация» и проектного института АО «АвтоДорсервис». Практически доказана возможность укреплять грунты до глубины 40 м независимо от их степени водонасыщения. Технология гарантирует сохранение ландшафта и экологического равновесия уникальных водных систем уже за пределами стройплощадки, что является неоспоримым преимуществом при сравнении с методом

Jet-grouting, применение которого сопровождается выбросом цементосодержащих растворов.

Консолидация грунтов в основании дорожных насыпей по сравнению с альтернативными методами происходит в 3–5 раз быстрее, что является актуальным для обеспечения их устойчивости в условиях растущих требований к срокам строительства. Технология обеспечивает сокращение времени и ресурсов на мобилизацию, подготовительные этапы работ и ее реализацию (рис. 4).

Производительность работ даже при наличии одной мобильной буровой машины на шасси высокой проходимости позволяет уплотнить до 10 млн куб. м грунтового основания в месяц.

После реализации работ заметно снижается скорость развития осадки основания при воздействии эксплуатационных нагрузок до значений более низких, чем установленные строительными нормами (СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85\* Автомобильные дороги»).

По эффективности технология дает возможность получить более высокие значения прочностных свойств грунтового основания, так

как позволяет осуществлять постоянный контроль качества в ходе выполнения бурения скважин для размещения рассредоточенных зарядов малой мощности. Высокая скорость выполнения связана с быстрым сроком достижения требуемых параметров консолидации грунтового основания (СП 34.13330.2021 к насыпи на слабом основании предъявляет следующие требования: «завершение интенсивной части осадки допускается принимать момент достижения 90% консолидации основания или интенсивности осадки не более 2,0 см/год при дорожных одеждах капитального типа»).

Предложенная технология позволила существенно сократить затраты и повысить производительность труда.

Специалисты Санкт-Петербургского государственного университета путей сообщения неизменно готовы к практическому сотрудничеству в освоении и применении данной технологии, включая проектирование, выполнение необходимых расчетов и производство работ.

**Е.В. Городнова,**  
канд. техн. наук,  
доцент ФГБОУ ВО ПГУПС

# К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА

Впервые проблемы массового разрушения мостовых конструкций были обнаружены почти сто лет назад в США, исследованы и описаны Томасом Стэнтоном (Калифорнийский государственный департамент автомобильных дорог) в 1940 году.

В связи с массовым появлением трещин в бетонах дорожных и мостовых сооружений в штатах Джорджия и Алабама Цементная ассоциация США инициировала детальное обследование 294 бетонных мостов на автомобильных дорогах, в которых применяли гравий различных месторождений и портландцемент, содержащий от 0,5% до 1,0% щелочи. Масштабные исследования были начаты в 1947 году и продолжались до 1963 года.

В 170 мостах, где для производства бетона применяли потенциально-реакционноспособные заполнители и цементы с содержанием щелочей более 0,5%, были обнаружены трещины характерной формы, а отдельные зерна гравия размером более 9 мм были окружены реакционной каймой вокруг них в виде геля. Исследованием Стэнтона впервые установлено, что на расширение цементного раствора влияло содержание щелочного эквивалента 0,6% и более в составе цемента, количество реакционноспособного аморфного кремнезема в заполнителе, а также температура эксплуатации и наличие повышенной влажности.

Вопросами щелочной коррозии в нашей стране начали заниматься в 1950-е годы. В трудах В.М. Москвина, Г.С. Рояка, Ф.М. Иванова, Н.К. Розенталя, В.М. Викторова и других отечественных ученых установлены основные закономерности процессов взаимодействия щелочей цемента и бетона с реакционноспособными заполнителями и предложен ряд мер защиты бетона от коррозии.

Одним из первых отечественных нормативных документов стали изданные в 1972 году в НИИЖБ «Рекомендации по определению реакционной способности заполнителей бетона со щелочами цемента».

Авторами документа даны четкие рекомендации определять потенциальную реакционную способность заполнителей на стадии геологоразведочных работ, что, как показала практика, практически не производилось. Именно в «Рекомендациях» сохранились требования о проверке заполнителей минералого-петрографическим и химическими методами, а затем, при наличии содержания растворенного кремнезема больше 50 ммоль/л, – об измерении деформаций у образцов-балочек мелкозернистого бетона на исследуемых заполнителях и цементах с содержанием щелочей до 1,5% в пересчете на эквивалент  $\text{Na}_2\text{O}$ .

В Рекомендациях был также дан перечень потенциально реакционноспособных пород и описание предлагаемых методов испытаний. «Рекомендации» НИИЖБ стали основой при разработке государственных стандартов ГОСТ 8269.0 и 8269.1 на щебень из плотных горных пород и методы испытаний (табл. 1).

Роль перечисленных в таблице пород в сырьевой базе производства щебня России весьма различна. Часть из этих пород имеют широкое распространение и слагают полезную толщу большого количества месторождений. К ним

относятся известняки, доломиты, базальты, в меньшей степени песчаники и кварциты. Роговики, сланцы, обсидианы, перлиты, липариты, дациты, туфы (и пр.) как сырье для производства щебня распространены значительно меньше и компактно.

Месторождений, полезная толща которых в основном была бы сложена этими породами, в России немного, то есть на долю месторождений каждого из этих видов пород приходится доли процента от общего количества разведанных в качестве сырья для производства щебня месторождений скальных пород РФ.

Две породы из приведенных в таблице – кремни и яшмы – самостоятельных месторождений сырья в РФ для производства щебня практически не образуют. Вместе с тем, из перечисленных в таблице пород и минералов кремни и яшмы имеют наибольшее значение для общей оценки роли в сырьевой базе производства щебня России месторождений, породы полезной толщи которых могут быть потенциально реакционноспособными.

Группа месторождений песчано-гравийных пород характеризуется почти повсеместным присутствием в составе полезной толщи месторождений, входящих в эту группу, гравия и валунов, сложенных кремнистыми породами, представленными обычно кремнем, в некоторых регионах – яшмой. Исходя из сказанного, месторождения песчано-гравийных материалов могут быть охарактеризованы как группа месторождений с высокой степенью вероятности присутствия в полезной толще потенциально реакционноспособных пород, более или менее равномерно распределенных по всей полезной толще.



Табл. 1. Потенциально реакционноспособные породы и минералы (по ГОСТ 8269.0)

Минерал и вид кремнезема	Виды потенциально реакционноспособных пород	Минимальное содержание минерала, % по массе, при котором возможна щелочная коррозия бетона
Опал	Базальты и другие лавы, известняки, роговики, сланцы опоковидные	0,25
Стекло кислое, аморфное	Обсидианы, перлиты, липариты, дациты, туфы этих пород, имеющие стекловидную основу	3,0
Халцедон криптомикросталлический	Кремни, известняки, доломиты, песчаники с опал-халцедоновым и халцедонокварцевым цементом, яшмы, роговики	5,0
Кристаллит, тридимит кристаллические	Расплавы, состоящие из кремнезема (материалы, полученные плавлением)	1,0
Кварц выветрелый, деформированный	Кварцевые витрофиры, кварциты, песчаники, вулканические и метаморфические кислые породы	3,0

Среди месторождений изверженных пород резко различаются между собой месторождения интрузивных и эффузивных пород. Интрузивные породы представлены обычно хорошо раскристаллизованными разностями, и минералы, содержащие аморфный кремнезем, могут появиться среди них только в результате процессов выветривания этих пород. Так как при разведке месторождений строительного камня породы зоны выветривания из подсчета запасов исключаются, ожидать сколько-нибудь значительного содержания минералов, содержащих аморфный кремнезем, в полезной толще месторождений интрузивных пород нет оснований, то есть группа месторождений интрузивных пород обладает очень малой вероятностью присутствия потенциально реакционноспособных пород.

Изверженные эффузивные породы и метаморфические породы с низкой степенью метаморфизации представлены обычно плохо раскристаллизованными разностями. Поэтому эффузивные и метаморфические (с низкой степенью метаморфизации) породы могут быть охарактеризованы как потенциально реакционноспособные.

Месторождения группы карбонатных пород представляют опас-

ность, когда в толще карбонатных пород содержатся линзовидные включения кремня, иногда вытянутые в цепочки по плоскостям напластования, либо когда та или иная часть карбонатных пород подверглась процессам окремнения. Так как в присутствии углекислого кальция кристаллизация аморфного кремнезема идет особенно быстро, опал в известняках почти не встречается, а кремневые включения составляют очень незначительную часть объема полезной толщи, то и месторождения карбонатных пород представляют малую вероятность потенциальной реакционноспособности при спорадическом характере распространения в их полезной толще пород, содержащих аморфный кремнезем.

Месторождения группы песчаников представляют серьезную опасность в случае, когда цемент этих песчаников имеет опал-халцедоновый или халцедон-кварцевый состав. Таким образом, в отличие от месторождений группы карбонатных пород, для которых присущ спорадический характер распределения в их полезной толще потенциально реакционноспособных пород, полезная толща месторождений песчаников является таковой во всем ее объеме или не является потенциально реакционноспособной в целом.

Важно отметить, что потенциально реакционноспособные породы, имеющие водопоглощение более 2,5%, могут быть отнесены к мало- или не реакционноспособным. Опытами доказано, что продукты реакции (кремнегель) в этих породах отчасти поглощаются порами пород, предотвращая тем самым появление в бетоне вредной оболочки вокруг заполнителей.

Интерес к проблемам взаимодействия щелочей в цементе и бетоне с реакционноспособными заполнителями возрастает по мере накопления знаний ученых о влиянии на происходящие реакции структурно-текстурных особенностей различных видов пород, условий производства бетона и эксплуатации изделий, конструкций и сооружений.

Так, сегодня признано, что процессы внутренней коррозии можно условно разделить на три основные группы:

■ РЩК (ASR) – реакция взаимодействия между щелочами цемента и реакционноспособным кремнеземом заполнителя. Химическая реакция, протекающая в бетоне или цементном растворе между гидроксид-ионами (OH<sup>-</sup>) щелочи (натрий, калий) цемента и определенными кислотными горными породами, и минералами, например

опалом, кремнистым роговиком, микрокристаллическим кварцем и кислым вулканическим стеклом, присутствующим в некоторых заполнителях. Реакция и образование кремнегеля как продукта реакции может при определенных обстоятельствах приводить к непредусмотренному расширению, растрескиванию бетона, вплоть до потери несущей способности конструкции.

■ РЩГ (AAR) – реакция взаимодействия между щелочами цемента с монтмориллонитом, вермикулитом и иллитом, как глинистыми составляющими заполнителя; при определенных влажностных условиях может приводить к разрушающему расширению бетона.

■ РЩД (ACR) – реакция взаимодействия между щелочами цемента и карбонатными породами, имеющего место при применении в качестве заполнителя доломита или доломитизированных известняков. Химическая реакция, протекающая в бетоне или цементном растворе между гидроксид-ионами (ОН<sup>-</sup>) щелочи (натрий, калий) цемента и определенными карбонатными породами, в частности, доломитом или доломитизированными известняками, присутствующими в некоторых заполнителях. Реакция сопровождается дедоломитизацией и расширением подвергшихся воздействию частиц заполнителя, приводит к непредусмотренному расширению и отстрелам бетона конструкций в процессе эксплуатации.

Экспериментальными исследованиями В.М. Москвина и Г.С. Рояка, а также других известнейших мировых и отечественных ученых установлено, что значительное расширение происходит только тогда, когда имеется достаточное количество кальция в виде гидроксида кальция Ca(OH)<sub>2</sub>. В системах с высоким содержанием гидроксидов щелочи и химически активного кремнезема, но отсутствием гидроксида кальция, кремнезем растворяется и остается в растворе. Кальций, заменяя щелочи в продукте реакции, способствует «рециркуляции щелочей» и, тем

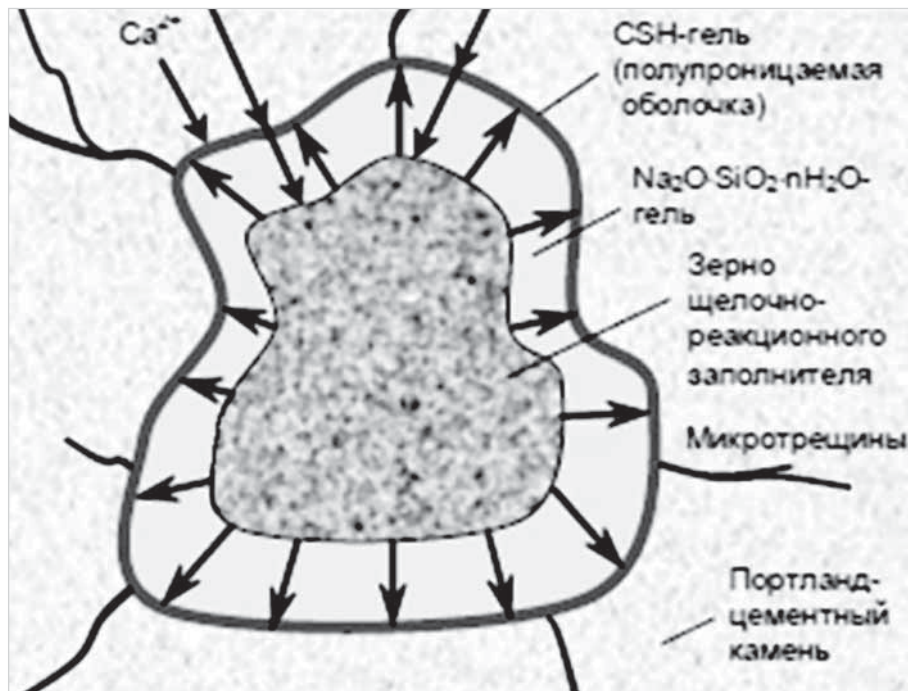


Рис. 1. Этапы протекания РЩК:  
Если кремнезем в составе заполнителя реакционноспособный, то ОН<sup>-</sup>, а потом Na и K вступят в реакцию с SiO<sub>2</sub>. Продукт реакции – гель, состоящий из Na, K, Ca и Si. Гель формируется вокруг и внутри частиц заполнителя. Гель впитывает воду из окружающей цементной пасты, расширяется, и давление набухания вызывает последующее растрескивание бетона

самым, повторному использованию щелочи для дальнейшего участия в реакции.

Ca(OH)<sub>2</sub> представляет собой резервуар ионов ОН<sup>-</sup> для поддержания высокого уровня ОН<sup>-</sup> в растворе. Высокая концентрация кальция в поровом растворе препятствует диффузии кремнезема из участвующих в реакции частиц заполнителя. Если кальций недоступен, реакционноспособный кремнезем смешивается с раствором гидроксида щелочи, не вызывая повреждений. Пуццоланы эффективны для контроля расширения бетонов, что объясняется участием Ca(OH)<sub>2</sub> в пуццолановой реакции, снижающей количество доступного кальция для участия в РЩК.

Хотя точная роль Ca(OH)<sub>2</sub> остается до конца не ясной, очевидно, что для возникновения разрушающего эффекта реакции должен быть доступен кальций. Следовательно, снижение содержания кальция, например, за счет потребления Ca(OH)<sub>2</sub> в ходе пуццолановых реакций, должно приводить к снижению расширения, вызванного РЩК.

Важно отметить, что одной из основных мер предупреждения возникновения РЩК, как и 80 лет назад, по-прежнему является ограничение щелочей цемента. На основании работ Стэнтона учеными разных стран было установлено, что расширение в результате РЩК маловероятно, если содержание щелочи в цементе ниже 0,6% Na<sub>2</sub>O экв. Однако в настоящее время признано, что одно лишь ограничение содержания щелочи в портландцементе не является эффективным способом предотвращения разрушений, вызванных РЩК, поскольку данный подход не учитывает общее содержание щелочи в бетонной смеси.

Щелочность бетона зависит не только от процентного содержания щелочных оксидов цемента, но и от применяемых химических модификаторов, использования тех или иных видов наполнителей, других причин. Выявлены случаи увеличения содержания щелочи в бетоне во время эксплуатации из-за миграции щелочи, вызванной движением влаги или воздействия электрического тока, проникновения щелочей из внешних источников (напри-



мер, противогололедных солей) или длительного высвобождения щелочи из заполнителя. Все эти факторы следует учитывать при определении пороговых пределов содержания щелочи в бетоне, содержащем реакционноспособные заполнители.

В публикации японских исследователей «Безопасное содержание щелочей при возможном их взаимодействии с кремнеземом», опубликованной в Токио в журнале Цементной ассоциации в 1985 году (Kishitani Koichi, Yoon Jai Hwan. Safe Limit of Alkali Content in Alkali-Silica Reaction // Rev. 39nd Gen. Meet. Cem. Assoc. Jap. Techn. Sess., Tokyo, 1985, Synops. Tokyo. 1985), обосновано предельное содержание щелочей, которое должно быть: в растворе от 3 до 5, а в бетоне не более 5 кг/м<sup>3</sup> в расчете на Na<sub>2</sub>O экв.

Еще в 1962 году в работе В.М. Москвина и Г.С. Рояка «Коррозия бетона при действии щелочей цемента на кремнезем заполнителя» были исследованы вопросы распределения натриевых и калиевых щелочей в жидкой и твердой фазах твердеющего портландцементного камня. Установлено, что около 70% от общего количества натриевых щелочей содержится в твердых продуктах гидратации портландцемента, а только треть от общего количества переходит в жидкую фазу, находящуюся в порах цементного камня. В случае калиевых щелочей распределение совершенно обратное: 75% находится в жидкой фазе и около 25% – в твердой.

Более того, В.М. Москвиным на основе исследований был подтвержден вывод, что основное количество калиевых щелочей находится в алюминатных фазах, в частности, в СЗА. Аналогичные выводы сделали спустя почти 20 лет итальянские исследователи Ф. Глассер и Ж. Марр в публикации 1985 года в журнале «Cemento». Напрашивается вопрос: нет ли необходимости в дополнительном нормировании калиевых щелочей в цементе в нормативно-техниче-

ской документации с тем, чтобы усилить защитные мероприятия по отношению к долговечности бетона и сделать их максимально эффективными?

Рассуждая о необходимых и достаточных условиях поддержания химической реакции щелочей цемента с кремнеземом заполнителя, следует учитывать уровень влажности при эксплуатации бетона конструкций. Принято считать, что химическая реакция прекращается, если внутренняя относительная влажность внутри бетона падает ниже 80%.

Локальные различия в наличии влаги внутри одной и той же конструкции могут привести к очень разным уровням повреждений в результате РЩК, возникающих внутри этой конструкции. Так, части конструкции, подвергающиеся воздействию постоянного и стабильного источника влаги (например, в результате плохого дренажа или дополнительного регулярного увлажнения), могут иметь значительные повреждения, вызванные РЩК, в то время как в других частях той же конструкции, остающихся практически сухими, повреждения незначительны или отсутствуют вовсе. Иллюстрацией этому факту может служить фото одного из жилых зданий Москвы, построенного в 1978 году и носящего имя «Дом Авиаторов» (рис. 2).

Здание – необычное: под одной из «ног» фундаментной конструкции находится лифтовая шахта. В силу эксплуатационных особенностей «нога» перед шахтой постоянно увлажняется. На кусочке отобранного шлифа при микроскопическом исследовании, проведенном в 2005–2006 годах в одной из европейских лабораторий, отчетливо виден продукт реакции – кремнегель. Ни на одной из остальных «ног» нет никаких следов трещин, отстрелов или иных разрушений.

Возвращаясь к распространению РЩК и других видов внутренней коррозии бетона, нужно отметить, что случаи массовых разрушений конструкций мостовых, дорожных, гидротехнических и иных ответственных и инфраструктурных сооружений встречаются на территории России гораздо реже, чем у коллег из США, Канады, Австралии и др.

Одно из наиболее реалистичных объяснений связано с тем, что внешние проявления РЩК нередко почти неотличимы от повреждений бетона при циклическом замораживании и оттаивании, при воздействии сульфатов и пр. Кроме того, в отечественных нормативах заложен ряд мероприятий по обеспечению защиты от морозной деструкции и сульфатной агрессии, а также по вторичной защите конструкций, которые вместе сущест-

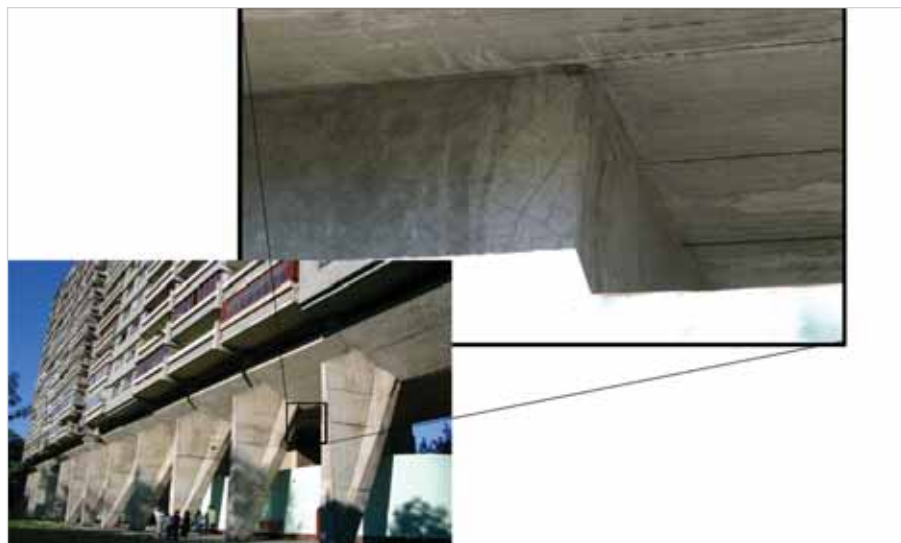


Рис. 2

но снижают риск развития РЩК и других коррозионных процессов.

Однако с ростом требований к скорости возведения зданий и сооружений, с удешевлением себестоимости производства и, увы, со снижением общего уровня культуры строительства, особенно возрастает роль обязательных про-

филактических мероприятий при разработке проекта, таких как:

- дополнительные требования к минералого-петрографическому составу заполнителей для бетона и оценке их потенциальной реакционной способности;
- требования к максимально допустимому содержанию щелочей в бетоне;

- обязательность использования воздуховлекающих или газообразующих модификаторов;
- требования к химико-минералогическому составу используемого цемента и др.

Следует отметить, что попытка систематизировать и создать карту распространения месторождений

Табл. 1

Страна	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O экв.	Возможность применения данного завода для производства низкощелочных цементов	Подробная карта месторождений с оценкой их реакционной способности	Потенциально реакционно-способные породы в регионе	Требования к низкощелочным цементам заложены в НТД	Ограничения по щелочам в бетоне отражены в НТД	Test methods available	Оценка риска РЩК
Германия	1,13	0,19	0,93	N	Y	граувакка, опал, песчаник, микрокристаллический кварц	Y	Y	Y	medium to low
	1,05	0,19	0,88	N						
	0,77	0,10	0,61	N						
	1,12	0,18	0,92	N						
	0,99	0,20	0,85	N						
	1,01	0,18	0,84	N						
	1,07	0,20	0,90	N						
	0,96	0,20	0,83	N						
	0,96	0,22	0,85	N						
	0,81	0,24	0,77	N						
	0,96	0,22	0,85	N						
	0,79	0,25	0,77	N						
	0,70	0,30	0,76	Y						
	0,69	0,27	0,72	Y						
	0,58	0,28	0,66	Y						
	1,01	0,18	0,84	N						
	0,98	0,17	0,81	N						
	1,22	0,17	0,97	N						
	1,28	0,12	0,96	N						
	0,96	0,13	0,76	Y						
1,34	0,36	1,24	N							
1,46	0,38	1,34	N							
1,46	0,37	1,33	N							
1,45	0,28	1,23	N							
1,40	0,26	1,18	N							
0,93	0,38	0,99	Y							
0,67	0,35	0,79	Y							



Польша	0,68	0,23	0,68	N	Y	Халцедон, опал, песчаник, доломитизиро- ванные известняки, андезиты	Y	Y	Y	high (2004)
	0,68	0,23	0,68	N						
	0,95	0,24	0,87	N						
	0,92	0,24	0,85	N						
	1,10	0,24	0,96	N						
	1,00	0,13	0,79	N						
	1,08	0,14	0,85	N						
	1,07	0,14	0,84	N						
	0,99	0,18	0,83	N						
	1,26	0,34	1,17	N						
	0,81	0,31	0,84	Y						
Словения	0,83	0,35	0,90	N	Y	Микрокристаллический кварц, кварцитопесчаник	N	N	N	high
	0,87	0,35	0,92	N						
	0,98	0,48	1,12	N						
	1,05	0,51	1,20	N						
	0,97	0,62	1,26	N						

потенциально реакционноспособных пород была предпринята отечественным ученым М.Б. Григоровичем в 1960 году.

Позже, как в Советском Союзе, так и в современной России, такие работы были фрагментарными или несистемными – по крайней мере, в существующих публикациях не встречаются законченные и полноценные карты месторождений РФ, пригодных для производства заполнителей для бетона, с оценкой их потенциальной реакционной способности.

Примеры уточненной информации, создания справочников и карт распространения потенциально реакционноспособных месторождений имеются у наших западных соседей (табл. 1). Возможно, необходимость создания таких справочников для российских проектировщиков, подрядных организаций и производителей бетона уже назрела?

Подводя итог, позволю дать волю эмоциям:

■ Вклад отечественной науки в мировую копилку знаний о механизме возникновения внутренней коррозии весьма значим, резуль-

таты исследований часто пересекаются с аналогичными работами зарубежных коллег, занятых этой тематикой; частично современные знания и представления отражены в нормативной документации, но остро не хватает системного подхода. В связи с этим необходимо предусмотреть разработку карты месторождений потенциально реакционноспособных заполнителей РФ с подробным описанием месторождения, данными петрографии и минералогии полезной толщи, другими важными показателями. Провести эту работу масштабно с тем, чтобы избежать указания в документах о качестве дежурных фраз «содержание аморфного кремнезема менее 50 ммоль», так, чтобы оценка риска была реалистичной, а защитные мероприятия – действенными и эффективными.

■ Термин «низкощелочные портландцементы» в стране отражен в ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия», но не нашел отражения в основных документах проектировщиков и производителей бетона. Необходимо предусмотреть разработку и внесение изменений в требования ГОСТ 31384-2017 и СП 28.13330.2017.

■ При необходимости использования потенциально реакционноспособных заполнителей или при отсутствии достоверной информации об основных породах месторождения ввести обязательное требование по организации мероприятий вторичной защиты конструкций.

■ Ввести обязательное требование по применению низкоалюминатных цементов в случаях, когда использование потенциально реакционноспособных заполнителей является безальтернативным.

Мировые научные исследования, приумноженные и подкрепленные системным практическим подходом к разработке и внедрению современных требований к производству бетона, позволят украсить нашу страну долговечными зданиями и сооружениями на века. Будущие научные прорывы и открытия станут обыденностью россиян, если мы сообща выстроим фундамент системы знаний и научимся использовать то, что уже было сделано нашей страной.

**Н.В. Стржалковская,**  
руководитель департамента  
по техническому маркетингу  
АО «ЦЕМРОС»

**ЦЕМРОС**

121357, Москва, ул. Вере́йская, д. 29, стр. 34  
тел.: 8 800 700-63-63, +7 495 737-55-00, +7 495 795-25-80  
e-mail: info@cemros.ru, https://cemros.ru

ВЫСТАВКА-ФОРУМ

# ДОРОЖНЫЙ СЕЗОН: ОПЫТ. РАЗВИТИЕ. ИННОВАЦИИ.



## 18-19 АПРЕЛЯ

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

Генеральные информационные партнеры:

**CHEL.DK.RU**

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

 АВТОМОБИЛЬНЫЕ  
**ДОРОГИ**  
Издается с 1927 года

 **ЭКСПОЧЕЛ**  
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ  
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

[www.expochel.ru](http://www.expochel.ru)  
8 (951) 437 40 82



# РОССИЙСКИЙ РЫНОК ЦЕМЕНТА: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ 2023 ГОДА

По итогам 10 месяцев 2023 года, по данным Росстата, в России было произведено 55 млн т цемента (+2,5% к уровню аналогичного периода предыдущего, 2022 года). При этом начало 2023 года характеризовалось снижением объемов производства, и ряд отраслевых аналитиков прогнозировали падение объемов производства и потребления цемента в стране в 2023 году на 10–20%. Однако начиная с апреля 2023 года рост объемов производства возобновился. По оценкам аналитиков «ГС-Эксперт», по итогам 2023 года объем производства цемента в России составляет 63,0–63,4 млн т (+4,0%...+4,3% к уровню 2022 года).

В январе – октябре 2023 года рост производства цемента наблюдался во всех федеральных округах, за исключением Северо-Кавказского и Уральского.

За 10 месяцев 2023 года объем отгрузки цемента на внутренний рынок железнодорожным транспортом снизился на 4,1%, по сравнению с аналогичным периодом 2022 года, – до 20,5 млн т. Доля железнодорожного транспорта снизилась на 5,8 п. п. (к аналогичному периоду предыдущего года), до 34,8%. Негативное влияние на поставки цемента оказали логистические проблемы: дефицит вагонов, рост ставок их аренды, увеличение сроков доставки и т. д.

В связи с проведением СВО на Украине ФТС РФ с марта прекратила публикацию данных по экспорту и импорту товаров, чтобы «избежать некорректных оценок, спекуляций и разночтений». Аналогично данные по объемам внешнеэкономических операций между Республикой Беларусь и Российской Федерацией были закрыты (со стороны Республики Беларусь). Данные по объемам внешнеэкономических операций получены на основе комплексной оценки «ГС-Эксперт» на основе данных таможенной статистики основных стран – торговых партнеров РФ.

Импорт цемента, по итогам 10 месяцев 2023 года, вырос на 57%, в сравнении с аналогичным периодом 2022 года, до 2,6 млн т. По

оценкам «ГС-Эксперт», по итогам года объем импорта цемента превышает 3 млн т.

В 2023 году поставки цемента в Россию осуществлялись из шести стран мира. Основной объем поставок (около 71%) традиционно пришелся на долю Республики Беларусь. Объемы импорта цемента из этой страны за 10 месяцев 2023 года выросли примерно в 1,8 раза, по сравнению с аналогичным периодом 2022 года. Второе место с долей около 17% занимает Иран (поставки из этой страны выросли

более чем в 2,2 раза), на третьем месте – Казахстан с долей около 11% (рост объемов поставок на 35% к аналогичному периоду 2022 года).

В январе – октябре 2023 года экспорт цемента вырос на 5% по сравнению с аналогичным периодом 2022 года, до 0,9 млн т. По итогам года, на зарубежные рынки отгружено немногим более 1 млн т цемента.

Экспортные поставки российского цемента в 2023 году осуществлялись в восемь стран мира (в 2022-м – в 18 стран), однако основными рынками сбыта были Республика Казахстан и Республика Беларусь, на долю которых суммарно пришлось около 92% российского экспорта.

По итогам 10 месяцев 2023 года объем рынка российского рынка

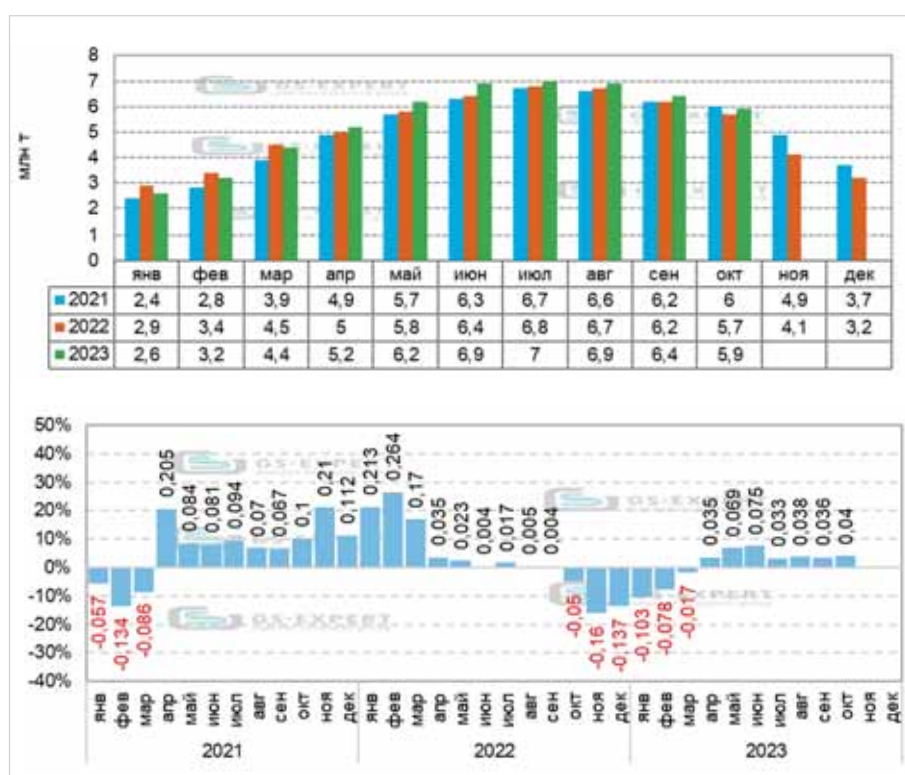


Рис. 1. Динамика производства цемента в РФ в 2021–2023 годах. Источник: Росстат

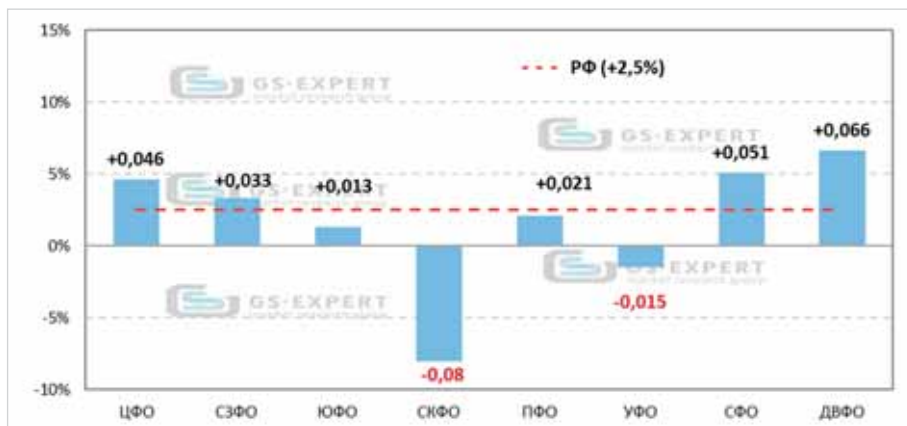


Рис. 2. Темпы роста производства цемента в разрезе федеральных округов в январе – октябре 2023 года  
 Источник: Росстат, оценка «ГС-Эксперт»



Рис. 3. Доля железнодорожного транспорта в структуре отгрузок цемента на внутренний рынок в 2021–2023 годах  
 Источник: Росстат, оценка «ГС-Эксперт»



Рис. 4. Динамика импорта цемента в Россию в 2021–2023 годах  
 Источник: оценка «ГС-Эксперт»



Рис. 5. Динамика экспорта цемента в Россию в 2021–2023 годах  
 Источник: оценка «ГС-Эксперт»

цемента оценивался в 56,9 млн т, что на 5,4% превысило показатели аналогичного периода 2022 года. В 2023 году падение спроса на цемент отмечалось только в январе – феврале. Начиная с марта наблюдалось устойчивое восстановление положительной динамики. Согласно оценкам «ГС-Эксперт» по итогам 2023 года, возобновился рост потребления на 7,3–8,0% год к году, до 66,0–66,5 млн т.

Стоит отметить, что отечественные цементные заводы оказались фактически не готовы к такому росту спроса. Еще в начале 2023 года ведущие отраслевые аналитики и Союзцемент ожидали падения спроса на цемент на 10–20% по сравнению с уровнем 2022 г. Это привело к возникновению дефицита цемента в ряде регионов и существенному росту цен на него, увеличению объемов импорта из Беларуси и Ирана, а также к необходимости регулировать поставки «в ручном режиме».

Дополнительно негативное влияние на поставки цемента оказали и проблемы логистики. При этом основное увеличение объемов потребления цемента в летний период было обусловлено неожиданно возникшим высоким спросом со стороны компаний, реализующих инфраструктурные проекты и работающих в дорожном строительстве, которые получили к этому времени бюджетное финансирование и стали искать поставщиков цемента.

При этом цементные заводы планировали свою деятельность, исходя из существующих долгосрочных контрактов на поставки, данных отраслевых прогнозов развития рынка и ряда других параметров, с целью оптимальной загрузки имеющихся производственных мощностей и, как правило, не имели возможности оперативно нарастить объемы производства цемента. Тем не менее отечественные цементные заводы успешно прошли период внезапного ажиотажного спроса, а для минимизации подобных негативных ситуаций на рынке, без-



условно, необходимо более тесное взаимодействие потребителей и цементных заводов для планирования производственной деятельности последних.

Рост объемов потребления цемента по итогам 9 месяцев 2023 года наблюдался во всех федеральных округах, за исключением Северо-Западного. Наиболее высокие темпы роста спроса отмечены в Уральском (+10,9% к аналогичному периоду предыдущего года), Дальневосточном (+8,1%) и Центральном (+6,6%) федеральных округах. Падение спроса на цемент по итогам января – сентября 2023 года наблюдалось в 25 регионах РФ.

Среди субъектов Федерации основным рынком сбыта цемента в 2023 году традиционно был Московский регион (Москва и Московская область), где за 9 месяцев было реализовано, по оценкам «ГС-Эксперт», около 8,2 млн т цемента или порядка 16% от общероссийского потребления этой продукции. Второе место по объемам потребления занял Краснодарский край – 3,6 млн т (около 7% общероссийского потребления), на третьем месте оказался Ленинградский регион (Санкт-Петербург и Ленинградская область) – около 3,1 млн т (6% общероссийского потребления).

На протяжении 2023 года наблюдался устойчивый рост цен на цемент. По итогам 10 месяцев средняя цена производителей (без учета НДС, стоимости доставки, сбытовых и посреднических расходов) выросла на 13,5% по сравнению с уровнем аналогичного периода 2022 г., составив 5443 руб./т.

В октябре средняя цена производителей на цемент достигла 5993 руб./т. По сравнению с концом 2022 года, средняя цена производителей выросла на 16,1%. Среди федеральных округов наиболее высокие цены производителей на цемент традиционно характерны для предприятий Северо-Западного, Южного, Северо-Кавказского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Минимальные цены от-

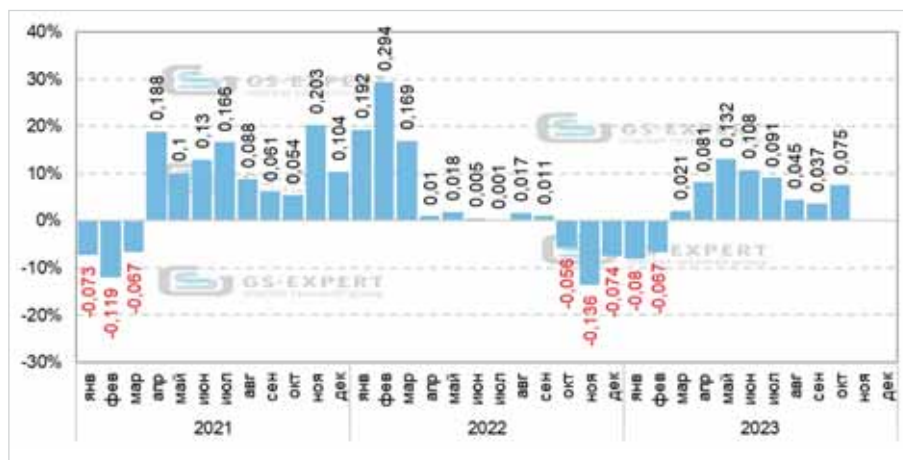


Рис. 6. Темпы роста потребления цемента в РФ в 2021–2023 годах  
Источник: оценка «ГС-Эксперт»



Рис. 7. Динамика средних цен производителей на цемент в России в 2021–2023 годах  
Источник: Росстат



Рис. 8. Динамика средних цен приобретения цемента в России в 2021–2023 годах  
Источник: Росстат

мечались в Приволжском и Уральском федеральных округах.

Средняя цена приобретения цемента строительными и подрядными организациями (с учетом НДС, доставки, сбытовых и посреднических расходов), по данным Росстата, за 10 месяцев 2023 года выросла на 13,4%, по сравнению с уровнем аналогичного периода

2022 года, до 7378 руб./т. В октябре средняя цена приобретения цемента достигла 7935 руб./т, а по сравнению с концом 2022 года средняя цена производителей выросла на 18,8%.

**А.А. Семенов,**  
канд. техн. наук,  
генеральный директор  
ООО «ГС-Эксперт»

V МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# «ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ»



4–5  
АПРЕЛЯ  
/ 2024

СОЧИ

Организатор конференции



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор



Официальная поддержка



Генеральные информационные партнеры



[www.fc-union.com](http://www.fc-union.com), [info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com), +7 (495) 66-55-014, +7 925 57-57-810

12+





# УСТРОЙСТВО ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

Комплексные минеральные вяжущие (КМВ) – это готовые к применению вяжущие, используемые для устройства слоев дорожных оснований, слоев земляного полотна и покрытий (дороги V категории) при укреплении, стабилизации, осушении и улучшении грунтов. КМВ обладают гидравлической активностью и содержат минеральные компоненты, придающие вяжущему дополнительные функциональные свойства.

КМВ DOROMIX от компании ЦЕМЕНТУМ, выпускаемые по стандарту организации (СТО), могут использоваться для укрепления и стабилизации грунтов различного генезиса и гранулометрического состава. Это касается как природных, так и техногенных грунтов. В состав КМВ могут входить различные минеральные компоненты (шлаки, золы уноса, фосфогипсы, известь и прочее). КМВ DOROMIX также могут применяться для холодной регенерации в составе асфальтогранулобетонных или органоминеральных смесей, включающих отфрезерованный слой покрытия (асфальтогранулят из измельченного старого покрытия дороги).

ЦЕМЕНТУМ разрабатывает и активно внедряет строительные технологии со сниженной материалоемкостью и углеродным следом, к которым относятся технологии укрепления грунта и холодной регенерации, а также так называемые «зеленые» продукты со сниженным углеродным следом и с содержанием вторичных материалов в составе продукта.

Линейка КМВ DOROMIX разработана специально для плоскостного укрепления различных видов и типов грунтов и холодной регенерации слоев дорожной одежды и делится на четыре типа: Base, Standard, Extra и Special.

Марка и дозировка конкретного КМВ подбираются в зависимости от результатов лабораторных испытаний, в ходе которых оцениваются эффективность физико-химического взаимодействия КМВ с различными типами грунтов и требования конкретного проекта.

КМВ DOROMIX производятся из портландцементного клинкера и минеральных компонентов на цементных заводах компании: в Вольске (Саратовская область), Ферзиково (Калужская область) и Коломне (Московская область). На предприятиях компании применяется альтернативное топливо: при сжигании в печах твердые коммунальные отходы выделяют тепловую энергию, что позволяет частично заменить ими природный газ, сократив его потребление в среднем на 17% в год. Технология полностью безопасна для окружающей среды.

КМВ DOROMIX эффективны на всех типах грунтов, включая сложные (переувлажненные грунты, кислые грунты с pH <7, грунты с числом пластичности >12, грунты с содержанием органики >2,5%). За счет применения DOROMIX обеспечивается достижение технических требований проекта. КМВ позволяют успешно улучшить, стабилизировать и укрепить глинистые грунты, в том числе засоленные, переувлажненные, имеющие сложный химический

состав и содержащие органику. При помощи DOROMIX эффективно решаются типовые проблемы на объектах, где требуется укрепление грунтов.

## Технология плоскостного укрепления грунтов

Технология плоскостного укрепления грунта представляет собой процесс тщательного измельчения и перемешивания грунта с минеральными вяжущими материалами (цементом, КМВ), добавленными в количестве 3–10% от массы грунта, с последующим уплотнением смеси грунта с вяжущим катками. Дозировка вяжущего подбирается индивидуально и зависит от физико-механических характеристик исходного грунта и требований проекта.

После уплотнения катками и набора прочности укрепленный грунт становится более плотным и прочным, обеспечивая тем самым высокую несущую способность основания автомобильной дороги.

## Преимущества технологии

При строительстве автомобильных дорог использование технологии укрепления грунта с применением КМВ DOROMIX позволяет снизить стоимость конструкции более чем на 15%, а стоимость слоев основания – более чем на 25%, существенно сократить сроки строительства, снизить число прибывающих на объект грузовиков в 6–8 раз, а также объем вывоза грунта с объекта – до 100%, в сравнении с классической технологией устройства слоев основания дорожных одежд из щебня и песка.

Приведем пример. На 4-м и 6-м этапах строительства автомобиль-

ной дороги М-12 «Восток» был успешно проведен комплекс работ по осушению, стабилизации и укреплению слоя основания рабочего слоя земляного полотна автомобильной дороги с применением более 13 тыс. т КМВ DOROMIX Special III CL-Q 60, в состав которого входят, в частности, цемент и известь.

Согласно требованиям рабочей документации, показатель  $Ev_2$  (на третьи сутки) и отношение  $Ev_2/Ev_1$  должны были составлять:  $Ev_2 \geq 96$  МПа,  $Ev_2/Ev_1 \leq 2,5^*$ . Применение DOROMIX Special III CL-Q 60 при работе со сложными грунтами (переувлажненными суглинками) позволило успешно выполнить требования проекта.

Традиционная технология работ предусматривает, что при укреплении и стабилизации переувлажненных глинистых грунтов подрядчики должны отдельно применять известь для их осушения. Это дополнительная технологическая операция, требующая затрат времени и средств, поскольку необходимы отдельный завоз на объект извести, работа дорожной техники и персонала. После осушения глинистых грунтов известью для их укрепления применяется цемент.

Применение DOROMIX Special III CL-Q 60 в рамках обсуждаемого проекта позволило повысить темпы работ по укреплению основания рабочего слоя земляного полотна автомобильной дороги почти в 2 раза – за счет исключения необходимости использовать для стабилизации переувлажненных глинистых грунтов цемент и известь по отдельности.

### Технология холодной регенерации

Холодная регенерация (ресайклинг) – это технология восстановления (ремонта) дорожных одежд с повторным использованием старого асфальтобетонного покрытия без необходимости его вывоза. При холодной регенерации все технологические операции производятся преимущественно

на дороге с помощью ресайклера путем измельчения старого покрытия с добавлением при необходимости некоторого количества минерального заполнителя и вяжущего с последующим уплотнением смеси катками.

Существует несколько разновидностей технологии холодной регенерации:

1. регенерация на полную глубину – метод восстановления асфальтобетонной дорожной конструкции за счет создания нового слоя основания путем фрезерования существующего слоя асфальтобетона на полную толщину с захватом слоев основания;

2. регенерация слоя асфальтобетонного покрытия – метод создания нового слоя основания или покрытия путем фрезерования части асфальтобетонного покрытия без захвата нижележащих слоев основания.

Важно отметить, что в обоих случаях возможно применение комплексных минеральных вяжущих на основе цемента и специально подобранных минеральных компонентов в составе органоминеральной или асфальтогранулобетонной смеси.

Регенерация старого асфальтобетонного материала может осуществляться двумя основными способами:

- на заводе, когда переработка (обогащение) предварительно снятого старого асфальтобетонного материала осуществляется в стационарных или передвижных смесительных установках;
- на месте проведения работ, когда регенерация старого асфальтобетонного материала осуществляется непосредственно на объекте производства работ с помощью специальной дорожно-строительной техники.

### Преимущества холодной регенерации

Основными преимуществами технологии холодной регенерации являются уменьшение сроков строительства, экономичность, высокое качество, снижение на-

грузки и защита окружающей среды, а также безопасность производства работ.

### Сопровождение проектов и сервисная поддержка

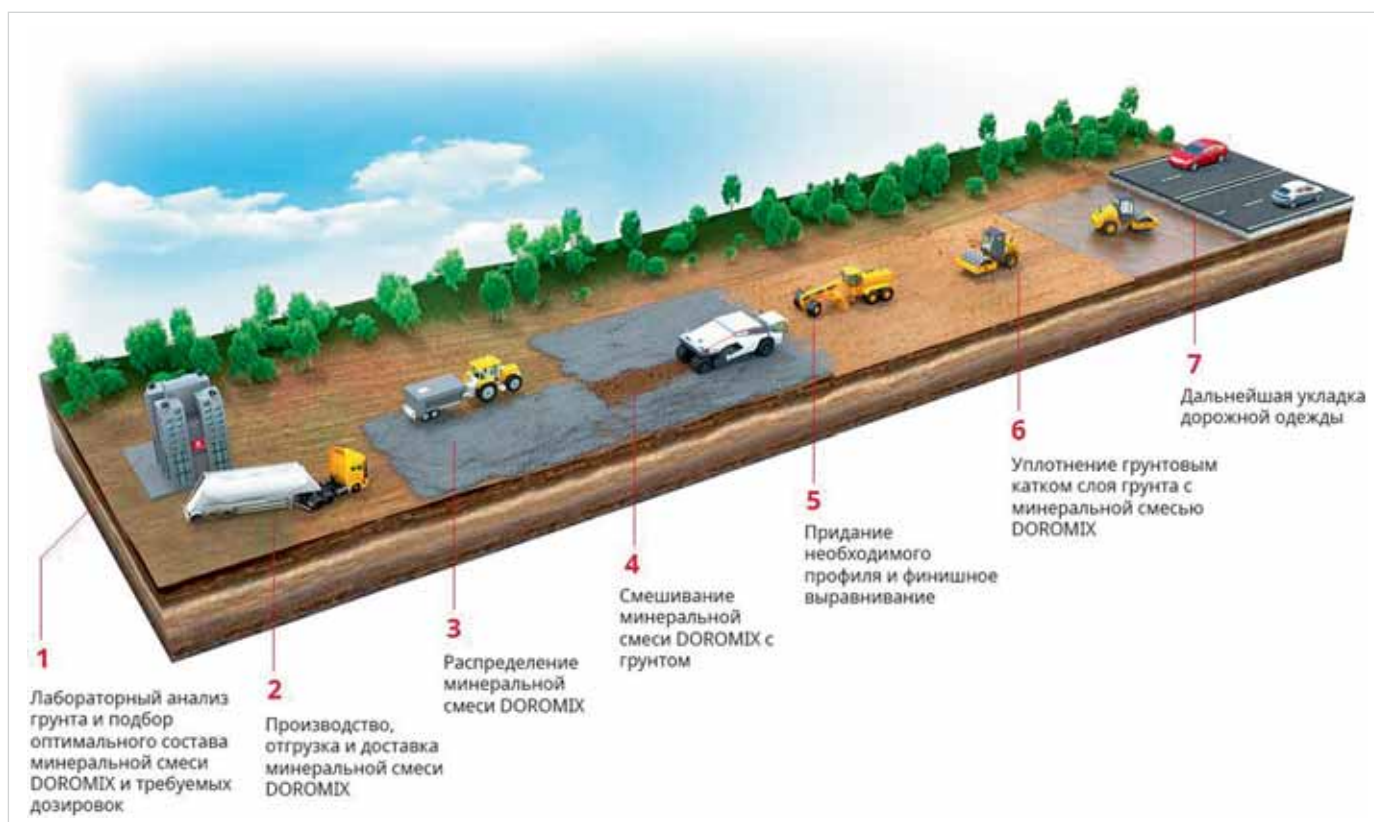
При использовании КМВ DOROMIX дорожные инженеры ЦЕМЕНТУМ оказывают техническую поддержку на всех производственных этапах, в том числе в ходе пуска наладки, что позволяет обеспечить высокое качество и технологичность работ по стабилизации и укреплению грунтов, а также по устройству слоев дорожных одежд из холодных органоминеральных и асфальтогранулобетонных смесей с использованием вторичного асфальтобетона.

Широкий набор сервисов, предоставляемых компанией ЦЕМЕНТУМ ее заказчикам в рамках реализации технологий укрепления грунта и холодной регенерации, включает в себя:

- техническую поддержку при пусконаладочных работах,
- штамповые испытания;
- разработку индивидуальной рецептуры укрепленного грунта (смеси грунта с вяжущим) для каждого участка работ;
- тестирование грунтов до укрепления;
- тестирование укрепленных грунтов;
- определение коэффициента уплотнения укрепленного грунта;
- операционный контроль однородности уплотнения укрепленного слоя динамическим штампом;
- отбор и испытание кернов из укрепленных грунтов;
- подбор состава асфальтогранулобетонных и органоминеральных смесей;
- отбор и испытания кернов из асфальтобетона;
- разработку технико-экономического обоснования.

Сервисы ЦЕМЕНТУМ способствуют достижению проектных требований к устраиваемым с применением DOROMIX конструктивам дорожных одежд в промежуточном и проектном возрастах, сокращению проектной





#### Этапы укрепления грунтов

стоимости работ и своевременной сдаче объекта.

Одним из видов контроля качества и состояния дорожного полотна является проведение постмониторинга объекта ремонта автомобильной дороги. Для этого технический эксперт ЦЕМЕНТУМ выезжает для визуального осмотра верхнего слоя покрытия на наличие трещин и дефектов, связанных с разрушением верхнего слоя основания.

#### Заключение

Технологии укрепления грунтов и холодной регенерации пользуются все большей популярностью в дорожном строительстве. Если работы предстоит вести в сложных условиях, сроки поджимают, грунт на площадке переувлажнен, а организовать подвоз нового грунта на замену

дорого, то технология укрепления грунта особенно актуальна, а КМВ становится незаменимым инструментом.

Использование КМВ позволяет укрепить существующий грунт, не нагружать дорожную сеть, завозя новый, завершить строительство в сжатые сроки и при этом сэкономить до 15–30% средств на строительство или реконструкцию объекта.

Технология холодной регенерации позволяет оптимизировать сроки реализации и стоимость проекта за счет сокращения затрат на демонтаж и утилизацию существующего покрытия, закупку щебня и песка для дорожных одежд.

Эта технология успешно показала себя при ремонте целого ряда дорог в рамках исполнения нацио-

нального проекта «Безопасные качественные дороги».

Кроме того, спрос на обе технологии растет благодаря поддержке со стороны правительства РФ инфраструктурных проектов, включая дорожные. Так, в 2023–2027 годах на строительство, ремонт и реконструкцию дорог по всей России будет выделено более 13 трлн рублей. Планируется ввести в эксплуатацию более 4 тыс. км новых магистралей и отремонтировать свыше 110 тыс. км автодорог.

**Екатерина Хрищатая,**  
руководитель направления  
«Транспортная инфраструктура»,  
**Дмитрий Воробьев,**  
менеджер по продукции,  
**Артур Ахтямов,**  
инженер  
технической поддержки проектов  
ЦЕМЕНТУМ



109028, Москва  
Серебряническая наб., д. 29  
тел. +7 495 745 71 31  
<https://cementum.ru>  
[secretary@cementum.ru](mailto:secretary@cementum.ru)

# ОПЫТ МОДИФИКАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Республика Беларусь в силу своего географического положения является транспортным коридором, обеспечивающим грузопоток между Европой и Российской Федерацией, поэтому вопрос повышения долговечности асфальтобетонных покрытий является весьма актуальным. Одним из способов повышения долговечности покрытий автомобильных дорог является применение модифицирующих добавок в составе асфальтобетонных смесей.

В рамках программы импортозамещения в 2012 году государственным предприятием «БелдорНИИ» была разработана отечественная многокомпонентная комплексная добавка для асфальтобетонных смесей (рис. 1), одним из компонентов которой является продукт переработки старых автомобильных покрышек – резиновая крошка.

Поскольку областью применения отечественного продукта являлись щебеночно-мастичные смеси, то добавка разрабатывалась как комплексная – модифицирующая и структурирующая. При использовании отечественной добавки не требуется дополнительно применять стабилизирующую добавку на основе целлюлозного волокна, при этом схема производства ас-

фальтобетонной смеси остается традиционной: разработанная добавка подается в смеситель по линии подачи стабилизирующей добавки.

Результаты проведенных исследований показали, что отечественная добавка позволяет существенно улучшить эксплуатационные свойства асфальтобетонных смесей, увеличить срок службы асфальтобетона до 70% и особенно эффективна при тяжелых условиях эксплуатации асфальтобетонного покрытия. При этом применение добавки позволяет отказаться от импортных полимеров, что значительно (около 20%) снижает стоимость выполненных работ при устройстве асфальтобетонных покрытий.

Апробация отечественной добавки произошла в 2012 году на автомобильной дороге М-4 Минск – Могилев, где разработанный продукт показал высокую эффективность. Поэтому уже в 2013 году отечественный продукт применен на автомобильной дороге М-5 Минск – Гомель. Со временем география применения добавки расширяется, и в настоящий момент при модификации щебеночно-мастичных смесей применяется отечественный продукт, а его использование в составе асфальтобетонных смесей прописано в национальном стандарте СТБ 1033-2016 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия».

В дальнейшем эффективность применения отечественной добавки в составе щебеночно-мастичных смесей была подтверждена путем определения глубины колеи на установке прокатывания колесом (рис. 2).



Рис. 1. Многокомпонентная комплексная добавка



Рис. 2. Установка прокатывания колесом





Рис. 3. Внешний вид образца после 20 тыс. проходов колеса при температуре 60°C



Рис. 4. Внешний вид покрытия из асфальтобетона АВГ

Табл. 1

Глубина колеи	
Требования ГОСТ Р 58401.2, мм, не более	Фактическое значение, мм
3,5	1,0

После 20 тыс. проходов колеса при температуре 60°C глубина колеи не превысила 1 мм, что соответствует требованиям ГОСТ Р 58401.2-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования» (рис. 3; табл. 1).

Также в рамках программы импортозамещения расширяется и область применения добавки: перерабатываются технологии, предусматривающие применение модифицированного битума. Так, применение добавки предусматривается на мостовых сооружениях – вибролитой асфальтобетон, в несущих слоях покрытий, в защитных слоях – мембранная технология и технология «ТОНФРИЗ». Кроме того, разрабатываются новые технологии с применением отечественного модификатора – устройство защитных слоев из высокощебенистого гидроизоляционного асфальтобетона АВГ. Данная технология по своим свойствам является аналогом технологии «ТОНФРИЗ», а также мембран-

ной технологии устройства защитных слоев. Однако новая технология является более простой и дешевой. При производстве и укладке асфальтобетона АВГ не нужно применять специализированные укладчики (используется обычное оборудование, как для горячих асфальтобетонных смесей) и не требуется устраивать мембрану из модифицированного битума (исключается наиболее дорогостоящий компонент технологии). В асфальтобетоне АВГ водонепроницаемая мембрана формируется за счет асфальтовяжущего вещества, присутствующего в составе асфальтобетона. Асфальтовяжущее вещество состоит из большого количества минерального порошка, вязкого битума и отечественной добавки, либо модифицированного битума и отечественной добавки. При укладке такое асфальтовяжущее вещество опускается в нижнюю часть слоя по порам, содержащимся в высокощебенистом каркасе (до 77% щебня), формируя водонепроницаемую мембрану. Кроме того, асфальтобетон АВГ обладает развитой текстурой поверхности (рис. 4), обеспечивающей надежное сцепление колеса с по-

крытием и снижающей эффект аквапланирования.

Пористая текстура поверхности защитного слоя в сочетании с асфальтовяжущим, входящим в состав асфальтобетона, позволяет снизить уровень шума от движущегося транспорта, что является актуальным для условий городского движения. Кроме того, резинобитумное вяжущее, входящее в состав добавки, при сочетании с модифицированным битумом дополнительно его структурирует, придавая смеси большую вязкость, что обеспечивает высокое сопротивление асфальтобетона АВГ воздействию шипованной резины.

Таким образом, разработка отечественной добавки позволила решить ряд задач: повысить долговечность асфальтобетонных покрытий, отказаться от импортных полимеров, снизить стоимость асфальтобетонных смесей, решить вопрос утилизации старых автомобильных покрышек.

Государственное предприятие «БелдорНИИ» смогло успешно разработать, наладить выпуск, включить в нормативные документы и применить отечественную добавку в составе асфальтобетонных смесей.

**С.А. Тимофеев,**  
начальник отдела асфальтобетона  
и дорожных технологий  
Государственного предприятия  
«БелдорНИИ»

# МОДИФИКАЦИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА ВТОРИЧНОЙ РЕЗИНОЙ

Весной 2021 года в статье «Перспективы применения резиновой крошки в асфальтобетоне» («Дорожная держава», №102) затрагивались нюансы и специфика применения асфальтобетонных модификаторов на основе резиновой крошки, получаемой посредством утилизации изношенных шин. На тот момент сказать что-либо о системном подходе к применению таких модификаторов в масштабе страны было сложно.

В этой статье сделана попытка проследить, что изменилось за это время и можно ли сейчас говорить о положительных сдвигах в части применения РБВ (резино-битумных вяжущих) и модификаторов на основе АРП (активного резинового порошка, фракция <0,62 мм) для строительства автомобильных дорог.

Предприятия со сколь-нибудь значимыми объемами производства модификаторов на базе вторичной резины можно посчитать по пальцам. Тем не менее, положительные изменения в нашей стране в этой области есть.

Одно из ведущих предприятий по производству модификаторов на основе активного резинового порошка – компания «Новые технологии строительства» (ООО «НТС», г. Подольск Московской области). Дистрибьюторы их модификатора «Эладорм» имеются уже более чем в 20 субъектах Федерации, а также в странах ближнего зарубежья. По словам их иркутского дистрибьютора, компании ООО «ЭкоСтэйп Иркутск», в первый год сотрудничества было реализовано более 500 т модификатора.

Сейчас дистрибьютор работает с проектировщиками по включению модификатора в АБС (асфальтобетонные смеси) на часто выходящих из строя участках дорог в районе городов Братска и Усть-Илимска. Будут положены экспериментальные километры дорог с целью получить неоспоримую аргументацию эффективности модификатора в данных климатических условиях.

Удобство использования данного модификатора, по сравнению с полимерами, которые необходимо добавлять непосредственно в битум, заключается в том, что асфальтобетонному заводу нет необходимости в строительстве дополнительных мощностей по производству ПБВ. При подготовке ЩМА (щебеночно-мастичного асфальтобетона) любой АБЗ использует стабилизирующие добавки (например, на основе целлюлозы или асбестовых волокон); для их добавления на АБЗ предусмотрены специальные линии ввода. И в случае использования модификатора «Эладорм» его вводят таким же способом. То есть модернизация заводу для введения модификатора не требуется.

Хотелось бы отметить, что в составе модификатора «Эладорм», помимо вторичной резины, также содержатся продукты переработки вторичных полимеров, таким образом, доля вторичных ресурсов в модификаторе достигает 90%.

За Уралом ПБВ (полимерно-битумное вяжущее) практически не используют, поэтому Иркутская область претендует быть лидером в модификации асфальтобетона «сухим способом». Компания ООО «ЭкоСтэйп Иркутск» планирует в 2024 году увеличить реализацию модификатора на основе АРП в 4 раза, а также включить в географию использования соседний Красноярский край.

Напомню, что модификаторы на основе резиновой крошки, изготовленные правильно, ведут к улуч-

шению свойств асфальтобетонной смеси: в частности, уменьшается колебательность, возрастает устойчивость к трещинам, сокращается тормозной путь, вырастает морозостойкость, уменьшаются показатели уровня шумов от транспортного потока.

Есть и другие региональные разработки инновационных материалов для использования в качестве модификаторов для АБС. Так, некоторые компании в Приморском крае, совместно с локальными научно-исследовательскими институтами, разработали свой модификатор, содержащий 30–40% резиновой крошки. Сейчас материал проходит тестирование на местных асфальтобетонных заводах.

В завершение хотелось бы сделать акцент на необходимости запуска программ государственной поддержки, без которых эта тема, позволяющая решить сразу две глобальные задачи (увеличение объемов утилизации отходов от использованных шин и улучшение эксплуатационных свойств дорожных покрытий), не получит масштабного распространения в нашей стране. Требуется законодательное закрепление обязательных норм использования модификаторов, изготовленных на основе продуктов утилизации отходов от использования товаров, при строительстве определенных типов дорог.

Подобная практика введения норм использования материалов, изготовленных с применением продуктов переработки отходов, уже существует. Осталось распространить ее на такой важный сегмент экономики страны, как дорожное строительство, в части использования модификаторов, улучшающих свойства и увеличивающих долговечность дорог.

**С.А. Подойников,**  
исполнительный директор  
Ассоциации «ЭкоШинСоюз»



# ООО «ЭкоСтэп Иркутск»



входит в состав холдинга GM GROUP

Выпускаемый компанией модификатор – это композиционный материал, содержащий в качестве основы активный резиновый порошок и полимеры класса СБС, а также функциональные добавки. Продукт создан на основе разработок российских ученых из Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

## Преимущества модификатора «Эладорм»

- Увеличивает межремонтный срок
- Вводится в асфальтобетонную смесь «сухим» способом и не требует модернизации оборудования АБЗ
- Увеличивает устойчивость к образованию трещин, колеи, в т.ч. при экстремальных температурах

## Применение модификатора повышает:

- Сдвигоустойчивость
- Устойчивость к колее- и трещинообразованию
- Водостойкость
- Ударную прочность при отрицательных температурах

## Модификатор торговой марки «Эладорм»

- Входит в реестр инновационных продуктов, технологий и услуг, рекомендуемых к использованию в РФ
- Эффективность модификатора подтверждена как ведущими независимыми лабораторными центрами, так и в ходе опытных укладок, а также мониторинговых исследований

Иркутск, ул. Безбокова, 7/3 ● тел. +7 (3952) 68-88-82 ● [www.gmgrouppconstruction.ru](http://www.gmgrouppconstruction.ru)



# 17-19 АПРЕЛЯ

# ТРАНСПОРТ И ДОРОГИ СИБИРИ. СПЕЦТЕХНИКА

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



**SIBEXPO**  
CENTRE  
ИРКУТСК 2024



**Preüger**



# МОДИФИКАЦИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ – БУДУЩЕЕ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Подавляющая часть покрытий автомобильных дорог представляет собой асфальтобетон различных типов. На фоне ряда преимуществ такие покрытия не лишены недостатков. В частности, в связи с меньшей жесткостью по сравнению с бетонными покрытиями, они подвержены образованию пластических деформаций и потере жесткости под воздействием усталостных деформаций.

Изменившиеся условия эксплуатации, связанные с резким ростом интенсивности дорожного движения, климатические изменения, в том числе чередование морозов и оттепелей в периоды межсезонья и в зимнее время, усугубляют проблему и выдвигают новые требования к качеству дорожных покрытий.

Сложность получения качественных дорожно-строительных материалов заключается в том, что эффективность применяемых компонентов, удовлетворяющих всем требованиям климатических условий и транспортным нагрузкам в процессе эксплуатации в долгосрочной перспективе, недостаточно изучена.

Органическое вяжущее на основе битума, входящее в состав асфальтобетона, обеспечивает связь между минеральными компонентами смеси. Эффективным методом улучшения качества асфальтобетонных покрытий является использование в их составе полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) – битумных композиций, содержащих добавки синтетических полимеров. ПБВ, в отличие от обычных дорожных битумов, обладают эластичностью, имеют широкий температурный интервал работоспособности, а получаемые на их основе асфальтобетонные смеси характеризуются высокими физико-механическими показателями, что в результате обеспечивает высокое качество автомобильного покрытия и длительные сроки его эксплуатации.

При всех своих преимуществах ПБВ не лишены недостатков,



ограничивающих их применение в дорожном строительстве. Это касается и довольно высокой стоимости заводского производства, и сложностей, связанных с логистикой и транспортировкой. В свою очередь, производство ПБВ силами подрядных организаций требует наличия специализированного оборудования, что делает процесс нерентабельным при больших объемах.

Кроме того, выпуск ПБВ, сильно зависящий от соблюдения рецептурно-технологических факторов, требует многостадийного контроля качества и характеристики готового продукта. Альтернативой традиционным ПБВ служит гранулированный модификатор, вводимый в асфальтобетонную

смесь на стадии приготовления асфальтобетонной смеси сухим способом.

Однако многие модификаторы асфальтобетонных смесей имеют узконаправленный профиль и недостаточную функциональность: одни улучшают высокотемпературные свойства, другие – низкотемпературные, а третьи – технологические свойства. Кроме того, не все модификаторы решают одновременно проблемы и усталостной долговечности, стойкости к пластическим деформациям при высоких летних температурах, и ударной прочности покрытий автомобильных дорог при отрицательных температурах в зимний период времени и экстремальных нагрузках от большегрузного автомобильного транспорта.

Именно разработке и изучению влияния модификатора такого класса и посвящена данная исследовательская статья.

Для решения проблемы долговечности автомобильных дорог компанией НПП «БелПолимер» совместно с БГТУ им. В.Г. Шухова за менее чем 12 месяцев ежедневных испытаний большого количества экспериментальных образцов модификатора был разработан композиционный модификатор, состоящий из полиолефинов, эластомеров, низкомолекулярных термопластичных полимеров, пластификатора, антиоксидантов и каменных волокон. Каждый из компонентов выполняет свою функцию:

- полиолефины повышают стойкость асфальтобетонных покрытий к колеобразованию;
- эластомеры повышают усталостную долговечность покрытий;
- поверхностно-активные вещества повышают адгезию битума к каменному материалу;

Табл. 1. Физико-механические характеристики асфальтобетонных смесей ЩМА-16

Показатели	Требования ГОСТ Р 58401.2	Вид вяжущего	
		БНД 70/100 стаб. добавка 0,4%	БНД 70/100 + Полидорм 0,4%
Содержание воздушных пустот, %	От 2,0 до 4,0	3,80	3,80
Содержание пустот в минеральном заполнителе, %	Не менее 16	16,8	16,8
Стекание вяжущего, %	Не более 0,2	0,08	0,02
Водостойкость TSR	Не менее 0,85	0,87	0,91

Табл. 2. Физико-механические характеристики асфальтобетонных смесей А16Нт

Показатели	Требования ГОСТ Р 58401.2	Вид вяжущего	
		БНД 70/100	БНД 70/100 + Полидорм 0,4%
Содержание воздушных пустот, %	От 3,5 до 5,5	3,58	3,58
Содержание пустот в минеральном заполнителе, %	Не менее 13,0	15,32	15,32
Пустоты, наполненные битумом (ПНБ), %	От 65,0 до 75,0	74,54	74,54

Табл. 3. Результаты испытаний на колеестойкость ЩМА-16

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативные требования	Фактический результат	
			БНД 70/100 стаб. добавка 0,4%	БНД 70/100 + Полидорм 0,4%
Толщина плиты	мм	55±5	55	55
Температура уплотнения образца	°С	Не нормируется	140	150
Время термостатирования образца	час	Не менее 6	6	6
Температура проведения испытания	°С	60±1	60	60
Итоговая колея	мм	Не более 4,0	6,0	2,4
Угол наклона кривой колееобразования	мм/1000 циклов	Не более 0,15	0,18	0,05

Табл. 4. Результаты испытаний на колеестойкость А16Нт

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативные требования	Фактический результат	
			БНД 70/100	БНД 70/100 + Полидорм
Толщина плиты	мм	55±5	55	55
Температура уплотнения образца	°С	Не нормируется	140	150
Время термостатирования образца	час	Не менее 6	6	6
Температура проведения испытания	°С	60±1	60	60
Итоговая колея	мм	Не более 5,5	8,3	2,6
Угол наклона кривой колееобразования	мм/1000 циклов	Не более 0,25	0,30	0,04

- пластификатор улучшает низкотемпературные свойства асфальтобетонных покрытий;
- антиоксиданты позволяют значительно замедлить старение битума;
- каменные волокна выполняют армирующую и стабилизирующую функцию.

Для оценки свойств модифицированных смесей были подобраны составы асфальтобетонных смесей по ГОСТ Р 58406.1-2020 и ГОСТ Р 58406.2-2020. После определения оптимального содержания вяжущего в каждой асфальтобетонной смеси были проведены исследования основных физико-механических характеристик.

По результатам испытаний отмечено, что образцы с модификатором «Полидорм» соответствуют требованиям ГОСТ для ЩМА-16 и А16Нт по показателю «стойкость к образованию колеи», в то время как контрольные образцы не соответствуют требованиям ГОСТ как по глубине итоговой колеи, так и по углу наклона колееобра-



зования. Применение модификатора «Полидорм» позволило уменьшить интенсивность колеобразования более чем в 2 раза, а итоговую колею – на 55%. Этот факт свидетельствует о положительном влиянии модификатора на стойкость к накоплению остаточных деформаций.

Для оценки усталостных свойств лабораторные образцы асфальтобетона А16Нт были испытаны по ГОСТ Р 59280–2020 с целью оценки усталостной долговечности при непрямом растяжении в сравнении с контрольным образцом. В качестве контрольных образцов для данного испытания применялся асфальтобетон, приготовленный с применением полимерно-битумного вяжущего ПБВ 60.

По результатам проведенных исследований асфальтобетон с применением модификатора «Полидорм» демонстрирует преимущество по сравнению с асфальтобетоном с применением ПБВ 60 как по критерию относительной растягивающей деформации, при разрушении образца на 1 000 000 циклов (18%), так и по числу циклов до разрушения при заданной начальной относительной деформации 100 относительных единиц (30%).

Применение модификатора «Полидорм» в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях позволяет получить материал, соответствующий по физико-механическим характеристикам требованиям ГОСТ Р 58406.1-2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон».

В таких смесях не требуется применения стабилизирующей добавки. Экспериментально установлено, что модификатор «Полидорм» обеспечивает стойкость щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси к расслаиванию, при этом показатель стекания не уступает контрольному образцу, изготовленному с применением класси-

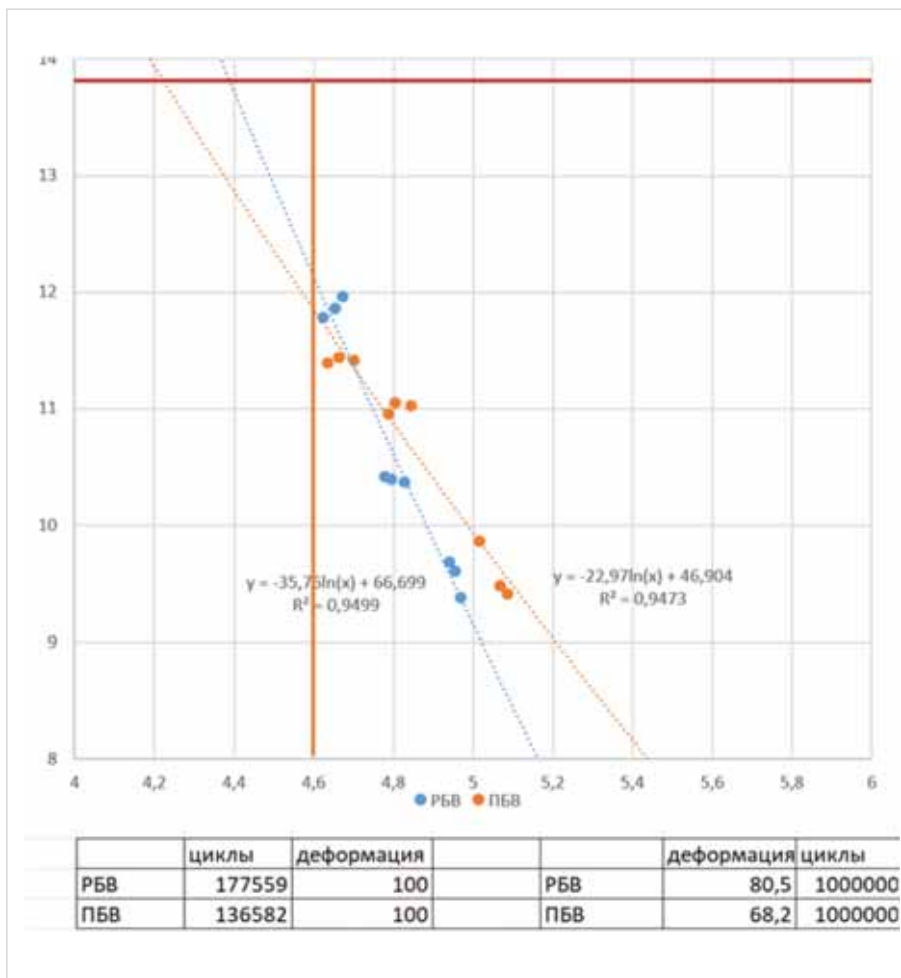


Рис. 1. Построение линий тренда стойкости к накоплению усталостных напряжений образцов асфальтобетона А16Нт на контрольном вяжущем (ПБВ-60) и исследуемом (БНД 70/100 + «Полидорм»)

ческой стабилизирующей добавки из целлюлозы.

Использование модификатора «Полидорм» позволило значительно улучшить стойкость щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей к накоплению пластических деформаций. Глубина колеи при применении исследуемого модификатора уменьшилась на 55%, а интенсивность ее образования – более чем в 2 раза.

Применение модификатора «Полидорм» в плотных смесях позволяет получить асфальтобетонную смесь, соответствующую требованиям ГОСТ Р 58406.2–2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей горячие асфальтобетонные и асфальтобетон». При этом исследуемая асфальтобетонная смесь превосходит контрольные образцы на вяжущем ПБВ 60 не только по показателю стойкости к колее, но и по устойчивости

к накоплению усталостных напряжений.

Таким образом, применение модификатора «Полидорм» рекомендуется в верхних и нижних слоях покрытия с целью продления сроков эксплуатации автомобильной дороги по критериям:

- образование критической колеи;
- отказ дорожной одежды по усталостному разрушению нижних слоев.

**М.И. Самойлов,  
В.П. Денисов,  
ООО «НПП БелПолимер»**



г. Белгород, ул. Рабочая 14А  
тел. +7 (4722) 424 777  
info@полидорм.рф  
https://полидорм.рф

# РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ

## ГЕРМЕТИК И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С ДЕФОРМАЦИОННЫМИ ШВАМИ В ПОКРЫТИЯХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

В статье представлены два развернутых информационных сообщения о недавно завершённых разработках российских ученых. Разработки уже включены в серийное производство.

### 1. Полисульфидный герметик «Лепта Ъ».

Производимые компанией «САЗИ» герметики «Сазиласт» достаточно часто применяются в строительстве и ремонте автодорожной инфраструктуры.

В последние несколько лет компания стала активно заниматься практическим освоением герметиков «Лепта Ъ» и «Сазиласт 502» для заливки швов в покрытиях цементобетонных дорог и аэродромов; к настоящему времени проведены испытания этих материалов, организованные ФГУП ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект». По результатам испытаний материалы допущены к использованию в аэродромах; проведено несколько десятков демонстрационных работ на объектах в разных регионах России, а также в ряде стран-партнеров; есть несколько объектов, выполненных с использованием этих материалов.

Специалисты компании «САЗИ» отмечают некоторые практические аспекты, довольно интересные с научно-технической точки зрения. Вот некоторые из них:

1.1. В автодорожной и аэродромной отраслях мало внимания, в сравнении со многими отраслями общего строительства, уделяется «заданной деформативности шва», то есть обеспечению такой ширины шва и габарита плит, чтобы на сезонных перепадах температур шов работал в пределах заданной максимальной деформации.

Нас, производителей герметиков с 30-летним стажем, данный

факт не смутил, но мы отдаем себе отчет, что в такой ситуации нельзя уверенно говорить об ожидаемом сроке службы шва – в случае, если деформации будут существенно превышать заданные, герметик по понятным причинам будет служить меньше. Для примера: на одном из аэродромов мы увидели необычно узкий шов при обычном размере плиты. Оценка деформации – около 70% за год (при обычных 30%). Наш прогноз срока службы герметика «Лепта Ъ» (там был применен он) – не более 5 лет, при норме 10÷15 лет.

1.2. В своей работе мы увидели очень много разрушений на стыках «асфальтобетон с цементобетоном, металлом, искусственным камнем», распространяющихся вокруг этих стыков по дорожному полотну.

Мы решили заняться технологией ремонта и, главное, предупреждением таких дефектов. Тем более понятно, что материалы на основе битумов, традиционно применяемые в этих стыках, не в состоянии компенсировать возникающие там деформации (так как битумные материалы не являются эластичными).

Первой инженерной проблемой в разработке этой технологии было то, что герметики на основе полисульфида («Лепта Ъ» и «Сазиласт 502» в том числе) не имеют адгезии к би-

тумным материалам, и это всегда и всеми считалось безусловно верным.

Через три месяца после начала данной работы ученые нашего Научно-исследовательского центра разработали, а завод изготовил праймер, обеспечивающий надежную адгезию герметиков к асфальту.

Но вслед за этим появилась вторая проблема. При испытании шва «асфальтобетон – «Лепта Ъ» с праймером – цементобетон» на растяжение до разрыва адгезия сохранялась, но шов разрушался по телу асфальта (фото 1). Понятно, что такая ситуация недопустима.

Решение пришло при возобновлении «архивной» разработки – герметика «Лепта Ъ». (Созвучие названий не случайно: «Лепта Ъ» и «Лепта Ъ» были запущены в разработку одновременно, но потом «Лепта Ъ» был остановлен). Особенность материала (отсюда и название) – в том, что «Лепта Ъ» имеет низкий модуль упругости: герметик очень мягкий, податливый и почти не оказывает сопротивления при растяжении. Поэтому он не создаст таких нагрузок на асфальт, как «Лепта Ъ». Это позволит битумной составляющей не разрушиться при растяжении шва.

Есть ли ограничения? Да, есть. Это поперечные механические нагрузки на шов (например, кусок щебня под колесом).

Есть ли способ преодолеть указанное ограничение? Да, есть. В частности, это шов, показанный на рис. 1.



Фото 1



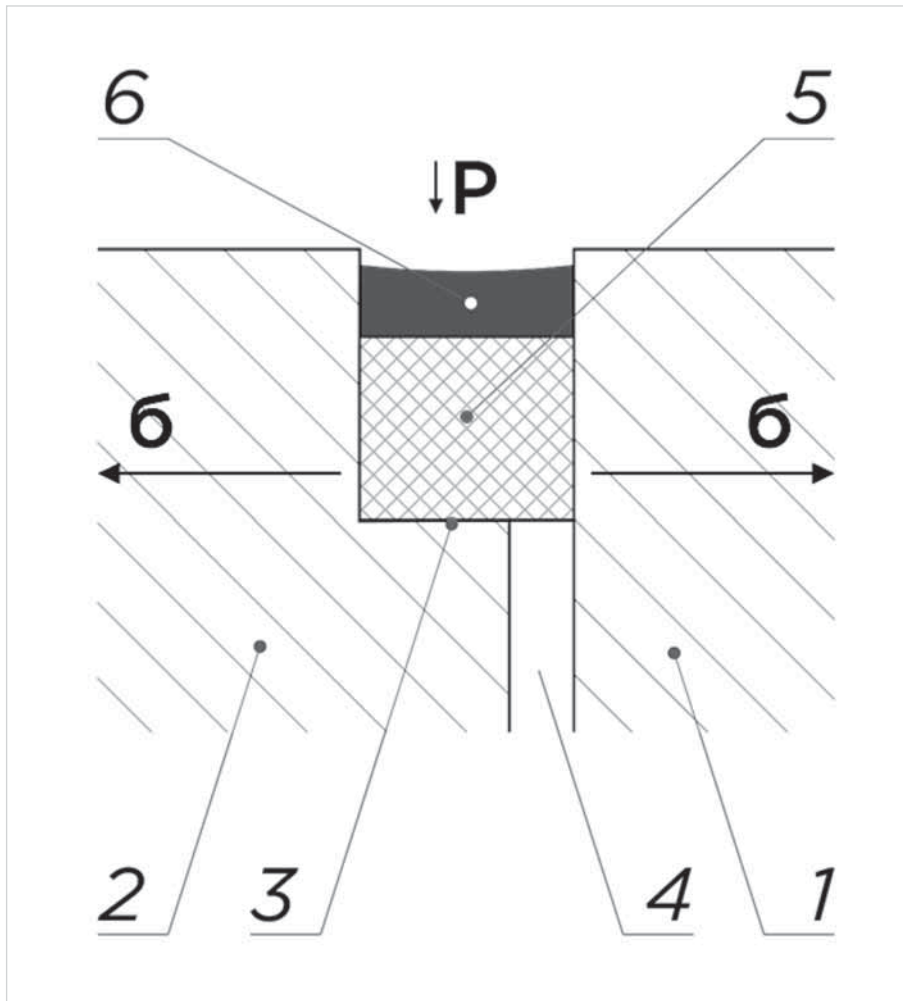


Рис. 1. Деформационный шов: 1 – первый строительный элемент; 2 – второй строительный элемент; 3 – прямоугольный уступ; 4 – зазор между первым и вторым строительными элементами; 5 – опорная прокладка; 6 – слой герметика. Герметик имеет низкую жесткость и высокую адгезию к стенкам элементов поз. 1. Благодаря этому герметик будет надежно работать в деформациях б, а сопротивление нагрузкам Р будет обеспечиваться жесткостью прокладки, опирающейся на уступ поз. 4 в основании одного из элементов поз. 1.

В нем функции герметика разделены: слой «Лепта Б» обеспечивает сплошность и непроницаемость стыка, а слой поз. 6 под ним – механическую защиту «Лепта Б» от нагрузок с проезжей части («кусочка щебня»). Данное техническое решение заявлено нами в правовую защиту, и приоритет получен.

Серийное производство герметика «Лепта Б» начнется в конце марта, а в начале апреля специалисты «САЗИ» рассчитывают получить допуск на использование его в аэродромных покрытиях (включение в Перечень материалов,

предназначенных для эксплуатации деформационного содержания) и текущего ремонта аэродромов).

## 2. Устройство для заливки герметиков «Лепта Б» и «Сазиласт 502» (и «Лепта Б») в деформационные швы цементобетонных дорог и покрытий аэродромов «Мушкет 11».

Одним из существующих технологических факторов применения полисульфидных герметиков на указанных объектах является наличие надежного и производительного оборудования для их заливки в швы.

Производство средств технологического оснащения для применения материалов САЗИ – одна из сторон повседневной деятельности компании.

Учитывая отсутствие такой техники в нашей стране, специалисты компании «САЗИ» три года назад приняли решение разработать такое устройство и организовать его производство у себя. К настоящему времени производство организовано.

«Мушкет 11» прост и надежен. В его производстве не применялись сложные и/или дефицитные материалы и комплектующие.

Но выбрав такой путь (использовать только доступные компоненты), сотрудники предприятия были вынуждены прибегнуть к ряду инженерных изысков для обеспечения надежности и, главное, безопасности устройств (убедительная просьба – не использовать неоригинальные компоненты, поскольку это крайне небезопасно).

Для работы с устройством «Мушкет 11» требуется бригада из двух человек, стандартный компрессор, генератор от автомобиля и задание бригаде на смену. Требуемая квалификация рабочих не превышает обычную. Производительность заливки, выполняемая такой бригадой, – около 180 м в час.

Все, что необходимо для работы, точно и подробно описано в инструкции по использованию «Мушкета 11». Кроме того, компания «САЗИ» готова прислать специалиста на освоение устройства – это будет и интересно, и полезно.

Подробнее о комплектации, эксплуатации, порядке заказа и доставки устройства «Мушкет 11» можно узнать, обратившись по ссылке: <https://www.sazi-group.ru/others/mushket-11/>.



# ГЕОСИНТЕТИКА 2024

22-23 мая 2024

Рязань • РОССИЯ

[geo.3kevents.org](http://geo.3kevents.org)



## ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- ✓ Анализ рынка геосинтетических материалов и прогноз по дальнейшему развитию
- ✓ Видение государства на необходимость появления нормативной базы единых стандартов по отраслям
- ✓ Преимущество использования геосинтетиков в дорожном и ж/д строительстве
- ✓ Забота об экологии: строительство и рекультивация полигонов ТБО с использованием геосинтетиков
- ✓ Особенности проектирования дорожных, гражданских и промышленных объектов с использованием геосинтетических материалов
- ✓ Совершенствование методов контроля качества геосинтетических материалов на производстве и объектах применения
- ✓ Определение механизма отсеивания фальсификата на рынке

12+

В рамках конференции пройдёт технический визит на производственную площадку компании «Технониколь»



При регистрации используйте промокод **ГЕО\_ДЕРЖАВА** и получите скидку на участие

**10%**

[info@3kevents.org](mailto:info@3kevents.org) | +7 (495) 120-35-82

[3kevents.org](http://3kevents.org)

Организатор:

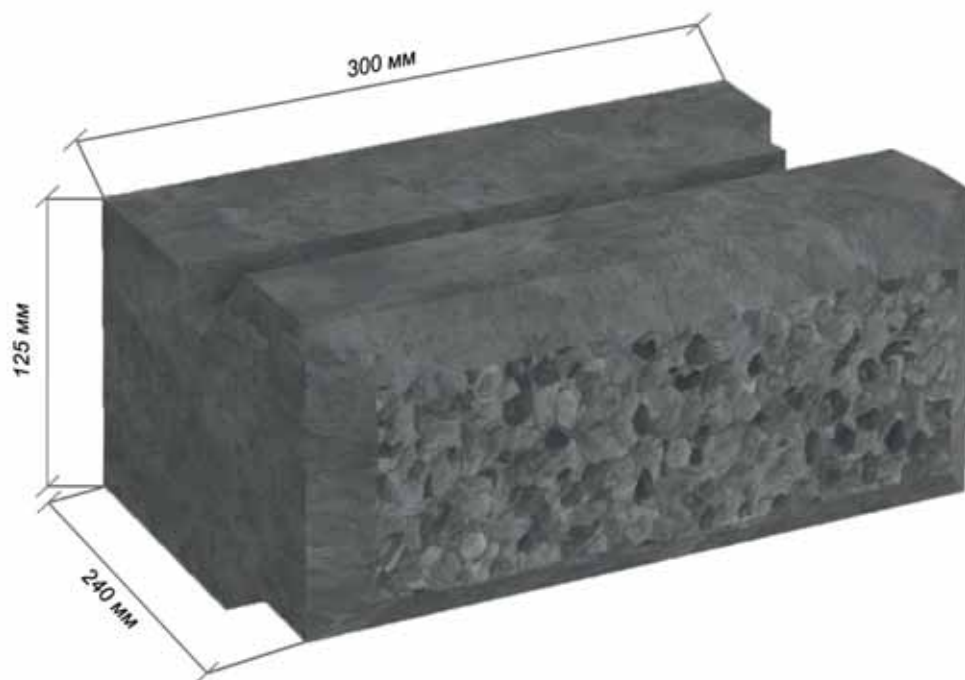






## ИнорБлок®/InorBlock®

Блочная система для возведения подпорных стен



Вибропрессованные бетонные блоки InorBlock®



Георешетка Fortrac®



Обратная засыпка



Дренажный слой

Более 30-ти лет система ИнорБлок® / InorBlock® применяется в различных сооружениях автомобильного строительства в качестве пассивной и активной армогрунтовой конструкции: при строительстве съездов и подъездных дорог к инженерным сооружениям, мостовых устоев и подпорных стен (в качестве альтернативы традиционным железобетонным подпорным стенам), армировании откосов повышенной крутизны и защите оползневых участков.



ООО «ХЮСКЕР»,  
123103, г.Москва,  
Ленинградское шоссе д.69 к.1  
Тел.: +7 495 221 42 58  
Эл. почта: info@HUESKER.ru  
Сайт: www.HUESKER.ru



# КРАСОТА ТРЕБУЕТ ЖЕРТВ?!

## О ПРОТИВОРЕЧИЯХ НЕКОТОРЫХ НОРМ СТАНДАРТОВ НА ДОРОЖНУЮ РАЗМЕТКУ

Догадка вспыхнула багрово,  
Седые обожгла виски.  
А. Иванов

Не в первый раз приходится писать о противоречивости норм, содержащихся в действующих национальных и межнациональных стандартах на дорожную разметку, которые порой обнаруживаются при очередном тщательном прочтении этих документов.

Вот и сейчас, при просмотре ГОСТ Р 51256-2018, глаз зацепился за пункт 3.1.5: «...горизонтальная дорожная разметка со структурной поверхностью: Разметка, выполненная из отдельных фрагментов, степень заполнения линий которой при нанесении составляет от 25 до 75% (выделено нами) и толщиной не менее 1,5 мм». Что-то вдруг показалось странным в этой формулировке. Может быть, вот эти 1,5 мм? Да нет. Чуть выше в ГОСТе было сказано, что толстослойная разметка пластиком выполняется толщиной от 1,5 мм. То есть налицо просто констатация факта, что разметка со структурной или профильной поверхностью является толстослойной разметкой и должна выполняться исключительно пластиком! Но тогда что? Как-то цепляет число 25%! Но чем? Степень заполнения 25% – да ничего странного! Это просто означает, что 25% площади линии разметки покрывает пластик, а остальные 75% площади – не покрытое пластиком дорожное полотно. Не покрытое?! Стоп!

Но ведь пункт 5.1.14 того же ГОСТа утверждает:  
«Разрушение и износ горизонтальной разметки по площади не должны превышать следующих значений:

- для разметки, выполненной термопластиком, холодными пластиком с толщиной нанесения 1,5 мм и более... – 25%».

Значит, в случае износа, разрушения пластиковой разметки, площадь обнажившегося из-под разрушенной разметки асфальта (дорожного покрытия) не должна превышать 25% от площади линии разметки. В противном случае разметка признается утратившей функциональную долговечность и ее требуется восстанавливать!

Но тогда получается, что, нанося пластиковую разметку со структурной поверхностью со степенью заполнения от 25 до 75%, как предусмотрено пунктом 3.1.5 стандар-

та, мы сразу нарушаем пункт 5.1.4 этого же национального стандарта и заведомо наносим бракованную разметку?!

Быть может, какие-то пояснения на этот счет есть в «Методических рекомендациях по нанесению» ОДМ 218.6.020-2016? Нет, никаких разъяснений по данному вопросу нет. Зато имеется рисунок (рис. 1).

И хотя на рисунке никакие размеры не указаны, по его фрагменту 1б несложно определить, что степень заполнения линии разметки структурными элементами на нем составляет 50%, то есть она однозначно не соответствует требованиям пункта 5.1.14 ГОСТ Р 51256-2018 и должна быть забракована при первом же контроле качества.

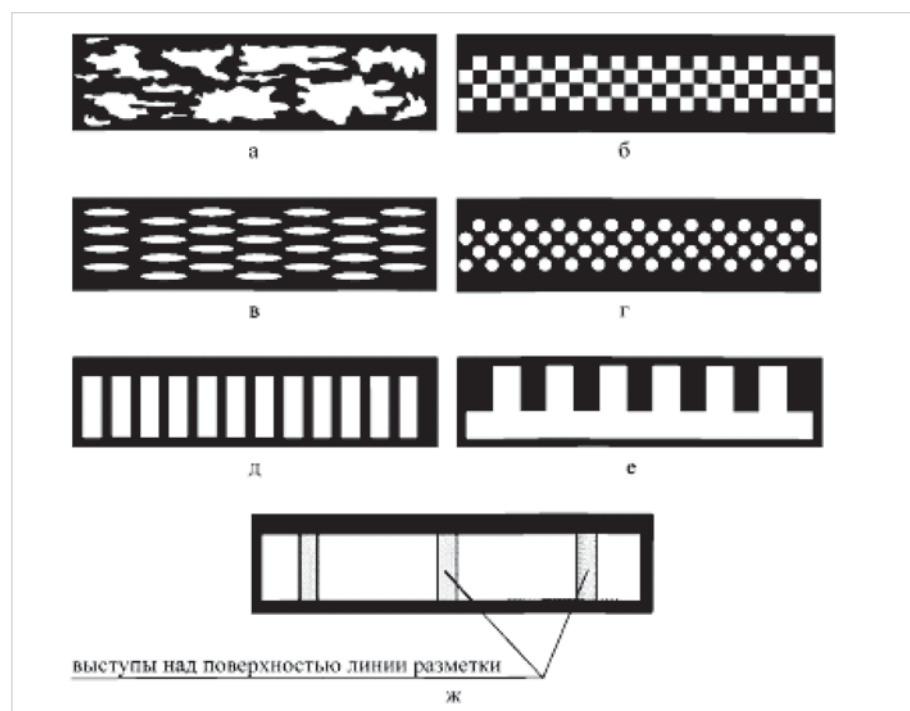


Рис. 1. Примеры горизонтальной дорожной разметки со структурной и профильной поверхностью (внешний вид)  
а, б, в, г, д, е – примеры горизонтальной дорожной разметки со структурной поверхностью;  
ж – пример горизонтальной разметки с профильной поверхностью



Более того, в пункте 9.9.1 ОДМ 218.6.020–2016 говорится, что «целью нанесения горизонтальной дорожной разметки со структурной и профильной поверхностью является обеспечение более высоких значений коэффициента световозвращения при сухом и мокром состоянии покрытия, а также возникновение вибрационного (шумового) эффекта при наезде колеса транспортного средства на данные типы горизонтальной дорожной разметки. *Указанный эффект возрастает при увеличении высоты и шага выступов (выделено нами)* горизонтальной дорожной разметки со структурной и профильной поверхностью». Это означает, что чем больший эффект от применения структурной разметки мы хотим получить, тем на большее нарушение пункта 5.1.14 ГОСТа по допустимому износу следует пойти!

Наиболее вездливые читатели могут возразить, что в пункте 5.1.14 речь идет об износе, а на рисунке из ОДМ, на который мы ссылаемся, никакого износа нет еще и в помине, а потому применять к нему требования пункта 5.1.14 некорректно. Отвечаем: требования по допустимой величине износа сформулированы в стандартах исходя из возможности зрительного восприятия водителем разметки как целостной структуры. Поэтому если мы считаем, что с позиций зрительного восприятия требования стандартов к горизонтальной разметке сформулированы обоснованно, то и к структурной разметке должны применяться те же самые требования – и именно по тем же основаниям! Впрочем, мы когда-то уже писали о том, что с этих позиций большой загадкой представляется и тот факт, что стандарты допускают 50-процентный износ тонкослойной разметки, но лишь 25-процентный износ разметки толстослойной. И если для структурной разметки допустимо заполнение 25% (а это фактически эквивалентно износу сплошной разметки, равному 75%), то почему такой же подход не применим для обычной продольной разметки?!

Мы не знаем, предъявлял ли кто-нибудь претензии подрядчикам за несоответствие «износа» структурной разметки норме ГОСТа, но юридически такой казус вполне возможен.

Ситуация крайне противоречива и требует корректировки.

Вместе с тем само существование в национальном стандарте структурной разметки доказывает, что нормальное (с позиции обеспечения безопасности дорожного движения) восприятие разметки водителем возможно и при степени заполнения в 25%. Почему же при одинаковой «степени заполнения» считается, что структурная разметка нормально воспринимается водителями, а обычная, но изношенная до такой же «остаточной степени заполнения», – нет?! Почему в таком случае тонкослойная разметка зрительно может нормально восприниматься при износе 50%, а толстослойная – только до 25% износа? Тем более что если посмотреть на рекомендованный вариант структурной разметки на приведенном выше рисунке (1а) из ОДМ 218.6.020–2016, то его можно считать за иллюстра-

цию износа горизонтальной разметки – хоть тонкослойной, хоть толстослойной. Для зрительного восприятия человека нет никакой разницы в том, нанесена разметка тонким или толстым слоем. При одинаковой степени износа и та, и другая будут восприниматься глазом совершенно одинаково. В действительности для безопасности дорожного движения важна только минимально допустимая степень заполнения материалом площади линии разметки.

Если отсутствие разметочного материала более чем на 25% площади линии опасно для участников дорожного движения, как это следует из норм стандартов для толстослойной разметки, то нельзя в национальном стандарте признавать работоспособной тонкослойную разметку с износом 50%.

Если же износ разметки в 50% допустим для безопасности дорожного движения, то государство напрасно тратит огромные бюджетные средства, ежегодно обновляя функциональную, обеспечивающую безопасность движения толстослойную разметку. А заставляя подрядчиков





по гарантийным обязательствам восстанавливать фактически работоспособную разметку, подрывает их бизнес.

Мы вовсе не утверждаем, что нужно немедленно установить допустимый износ любой разметки в 75%. Но, возможно, требуется изменение подходов к методологии определения допустимого износа разметки, и эти вопросы ждут своего разрешения!

И поскольку мы заговорили о необходимости применять единые требования к разным типам материалов при решении задачи обеспечения безопасности ДД, то вынуждены в очередной раз напомнить об избыточности требований в национальных стандартах к их коэффициенту яркости.

Как известно, требования к нему содержатся в национальном стандарте ГОСТ 52575–2021 и в межгосударственном ГОСТ 32830–2014 с аналогичными российскому стандарту классами и значениями коэффициента яркости, где он установлен для белых материалов класса В6 – не менее 70%, а класса В7 – не менее 80%. Требования же к коэффициенту яркости дорожной разметки содержатся в национальном ГОСТ Р 51256–2018 и международном ГОСТ 32953–2014, где максимальный класс по яркости

белой разметки В5 имеет коэффициент не менее 60%.

Одновременно действующий ГОСТ 52289–2019 устанавливает допустимые значения светотехнических параметров в зависимости от категории дороги, на которых разметка применяется. В нем максимальный коэффициент яркости установлен для дорог I категории равным 60% (класс В5). На дорогах других категорий допустимые классы разметки по яркости ниже, чем для дорог I категории, соответственно ниже и требования к значениям коэффициентов яркости.

Снова обратимся к «Методическим рекомендациям», которые разрабатывались на основе действующих стандартов. В них найдем таблицу с указаниями на то, какие типы разметочных материалов для каких категорий дорог должны применяться.

Из таблиц 13–16 названного документа видно, что эмали не подходят для использования на дорогах I категории, а на дорогах II категории они могут применяться только при интенсивности трафика менее 3 тыс. автомобилей в сутки. На дорогах III категории применение эмалей допускается уже шире – при интенсивности движения до 7 тыс. автомобилей

в сутки. А на дорогах IV категории ограничения на применение эмалей отсутствуют, но на них не рекомендовано применять термопластики, холодные пластики и штучные формы!

Как известно, практически невозможно на сегодняшний день достичь в термопластике тех максимальных значений коэффициента яркости, которые возможны для эмалей и холодных пластиков, что, собственно, и отражено в требованиях ГОСТ 52575–2021 и ГОСТ 32830–2014. Это объясняется содержанием в рецептурах термопластиков большого количества минеральных наполнителей, яркость которых ниже яркости белых пигментов, и наличием цветности у термопластичных смол.

Тем не менее, нанесение термопластиков рекомендовано на дорогах I, II и III категорий, тогда как применение эмалей не предусмотрено на дорогах I категории и ограничено рекомендовано на дорогах II категории.

Возникают резонные вопросы: если термопластики класса В6 обеспечивают необходимую на дорогах I категории яркость (читай – видимость) разметки класса В5, то почему для холодных пластиков не достаточно класса В6, что обеспечит такую же яркость разметки, как и у термопластиков, почему непременно требуются более яркие, а значит, и более дорогие, в отличие от класса В6, холодные пластики с коэффициентом яркости по классу В7? Термопластики в силу своих свойств подвергаются большему загрязнению в процессе эксплуатации, чем холодные пластики и эмали. Значит, холодный пластик класса В6 заведомо обеспечит коэффициент яркости, требуемый для разметки класса В5, совершенно так же, как класс яркости В5 обеспечивает термопластик.

Эмаль же не рекомендована к применению на дорогах I категории, а на тех дорогах, где она может использоваться, требования к яркости



разметки ниже, чем на дорогах I категории. Это означает, что необходимость в производстве и применении для горизонтальной дорожной разметки эмалей класса яркости В7 вообще отсутствует!

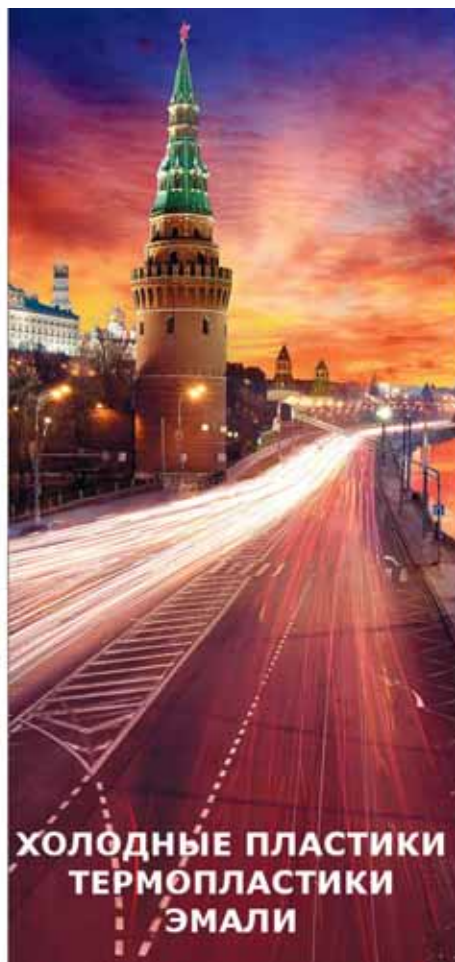
То есть, если исходить из требований ГОСТ 52289-2019, на всех без исключения российских дорогах нет необходимости в применении разметочных материалов с коэффициентом яркости по классу В7! Тогда зачем ГОСТ 52575-2021 и ГОСТ 32830-2014 требуют производства материалов с такими характеристиками? Характеристики эти заказчики автоматически вносят в требования контрактов на разметку, а в результате отказываются от более дешевых, но качественных материалов в пользу более дорогих, характеристики которых являются избыточными, если исходить из норм безопасности дорожного движения?

Единственное разумное объяснение этому такое: на дорогах III и IV

категорий из-за худшего состояния дорожного покрытия разметка может подвергаться большему загрязнению, чем на дорогах I и II категорий, почему на них и следует применять более яркие материалы. Но такое объяснение тоже не совсем логично: требования ГОСТ Р 51256-2018 и ГОСТ 32953-2014 относятся к яркости разметки в начале ее эксплуатации, сразу после нанесения, а не в конце срока функциональной долговечности! И если причина заведомо завышенных требований к коэффициенту яркости эмалей состоит в предполагаемом загрязнении разметки, то придется признать, что проблему разумней решать через повышение качества содержания дороги и доведение его до уровня, присущего дорогам I и II категорий, а не через увеличение требований к яркости разметочных материалов. Да и само состояние дорожного полотна ничуть не менее важно для безопасности движения, чем яркость разметки на нем.

И здесь, как и в приведенном ранее примере с допустимым износом разметки, возникает тот же вопрос обоснованности и разумности затрат на решение задачи обеспечения безопасности движения. Зачем повышать требования к яркости одних типов материалов, если в случае с другими их типами официально, вплоть до включения в национальные и межгосударственные стандарты, признано, что безопасность движения можно обеспечивать и меньшими значениями коэффициентов яркости?! Или более яркая разметка просто более эстетична, а красота, как известно, требует жертв, ведь чем выше яркость, тем выше стоимость материала и больше затраты на нанесение разметки. В масштабах страны суммы немаленькие...

**С.И. Возный,  
А.В. Мурашов,  
В.В. Рабенау,  
А.Г. Фитькал**



# РОЛЬ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

## ЧАСТЬ 2

Стратегией БКД провозглашается стремление достичь к 2030 году нулевой смертности на дорогах. Сохранение жизни, здоровья и имущества граждан – одно из приоритетных направлений государственной политики, важнейший фактор обеспечения устойчивого социально-экономического и демографического развития страны.

В этой части статьи рассматривается еще один важнейший вопрос – влияние материалов, которые используются для производства дорожных ограждений, на их фактические потребительские характеристики, обеспечивающие безопасность при наезде транспортных средств (ТС).

В обновленной редакции ГОСТ 33 128 «Дороги общего пользования. Ограждения дорожные. Технические требования» приводятся требования к применению виртуальных цифровых испытаний с выбором семейства ограждений для их различных типов, в первую очередь для барьерных дорожных ограждений (БДО). Условием объединения разных марок ограждений одной конструкции в семейство является, в частности, обеспечение идентичности материалов одинаковых элементов ограждений. Практика предполагает обеспечение идентичности, как было предусмотрено первыми редакциями этого ГОСТ (2014 г.), при 30% близости механических характеристик материалов.

Основным материалом для большинства традиционных конструкций БДО являются низколегированные (строительные) стали, из которых чаще всего используется Сталь 3. Однако большинство отечественных производителей БДО применяют стали с различными механическими характеристиками, что, несо-

мненно, сказывается на рабочих характеристиках ограждения. Кроме того, даже при использовании одной марки стали механические характеристики конкретных изделий могут существенно (более чем на 30%) отличаться из-за различия свойств в различных поставках металлов.

Металлическое БДО представляет собой пространственную конструкцию, выполненную из тонколистовых стальных гнутых профилей. В типовых конструкциях этих ограждений нагрузка от наезжающего транспортного средства (ТС) воспринимается горизонтально расположенной профилированной балкой, выполненной из тонколистовой (2,5–4 мм) стали, и через консоли передается стойкам ограждения. Гашение энергии удара ТС при наезде на ДО происходит за счет упругопластических деформаций элементов конструкции ограждения. Как показали наши исследования, проводившиеся для отработки методик валидации цифровых моделей виртуальных испытаний (краш-тестов), основные механические характеристики материала конструктивных элементов БДО, в первую очередь, предел текучести ( $\sigma_T$ ) и предел прочности ( $\sigma_B$ ), существенно влияют на значения основных потребительских характеристик ограждения: динамический прогиб, индекс тяжести травмирования, рабочую ширину.

### Валидация цифровых виртуальных краш-тестов БДО

Для получения адекватных результатов цифровых виртуальных испытаний конструкций ДО, которые, как было сказано выше, проводятся для марок выделенного семейства ДО, используется экспериментальная валидация краш-тестов [2] – на основе полномасштабных натурных испытаний. На рис. 1 показана такая модель для виртуального краш-теста ограждения БДО, прошедшего натурные испытания на наезд автобуса.

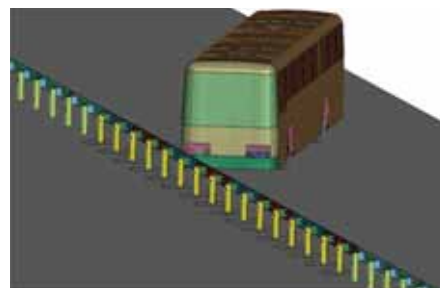


Рис. 1. Пример виртуальной полномасштабной цифровой модели БДО, наезд автобусом

При создании виртуальной модели краш-теста в программном комплексе (применен программный сертифицированный в РФ комплекс LS-Dyna (ANSYS)) необходимо задать физико-математические модели материалов конструкций [1]. В данном исследовании использовалась модель материала \*MAT\_024 из библиотеки LS-DYNA. Указанная модель реализует модель материала Прандтля-Рейсса, которая достаточно хорошо описывает поведение металлов в случае сложного напряженного состояния при упругопластических деформациях. Эта модель требует задания истинной диаграммы деформирования.



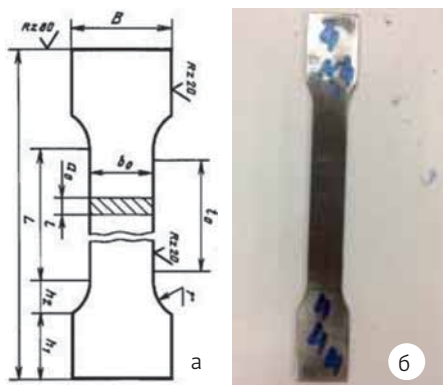


Рис. 2. Плоский образец для испытаний на растяжение: а) эскиз образца; б) натуральный образец

Истинная диаграмма деформирования может быть получена путем перестроения условной диаграммы, полученной при статических испытаниях на одноосное растяжение образцов по ГОСТ 1497-83 (рис. 2), которые вырезаны из конструктивных элементов ограждений. Методика перестроения условных диаграмм в истинные, с учетом статистической обработки результатов эксперимента, изложена в работе Б.Е. Васильева [3].

В табл. 1 приведены основные механические характеристики, а на рис. 3 показана истинная диаграмма деформирования материала, использованная в цифровой модели (рис. 3) для базовой марки ограждения, прошедшего натурные испытания.

Основные потребительские характеристики ограждения, полученные путем виртуального цифрового испытания с использованием данных материала базовой конструкции (табл. 1), прошедшей натурные испытания, и их сравнение с результатами натурных испытаний этой марки (базовой) ограждения приведены в табл. 2. Полученные результаты: график перемещений лицевой поверхности балки ограждения дан на рис. 4; динамический прогиб ограждения по результатам виртуального краш-теста составил 1,19 м; график изменения индекса тяжести травмирования по времени дан на рис. 5 (максимальное значение составило 0,31).

Повременное сравнение кинограмм натурных испытаний и

Табл. 1. Основные механические характеристики материала, принятые в виртуальной цифровой базовой модели ограждения БДО

Параметр	Значение
Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	7850
Модуль упругости E, МПа	200 000
Коэффициент Пуассона $\nu$	0,3
Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	355
Предел прочности $\sigma_B$ , МПа	445
Относительное удлинение при разрыве $\delta$ , %	30

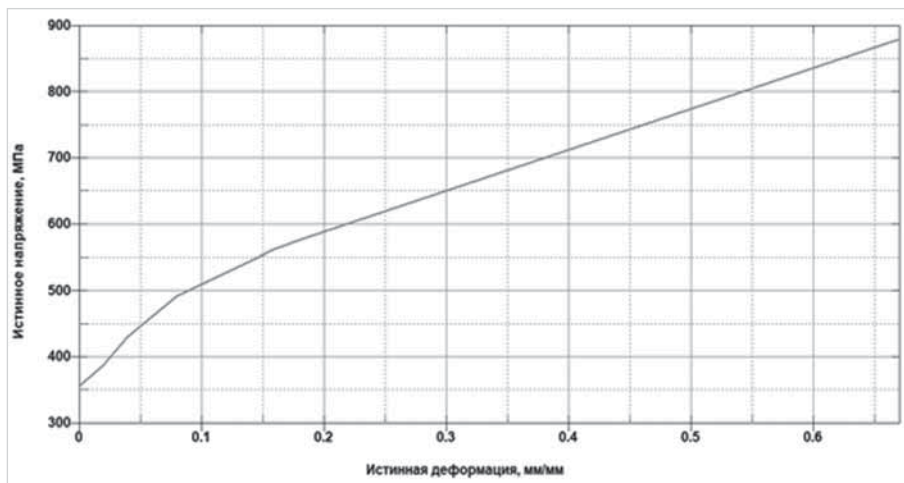


Рис. 3. Истинная диаграмма деформирования для базовой модели материала (построена по средним значениям условной экспериментальной диаграммы)

Табл. 2. Сравнение результатов виртуальных и натуральных испытаний

Наименование	Ед. изм.	Результаты натуральных испытаний	Результаты виртуальных испытаний	Различие результатов, %
Удерживающая способность	кДж	248	250,2	0,89
Остаточный прогиб	м	0,95	0,98	3,16
Индекс тяжести травмирования	-	0,29	0,31	6,70

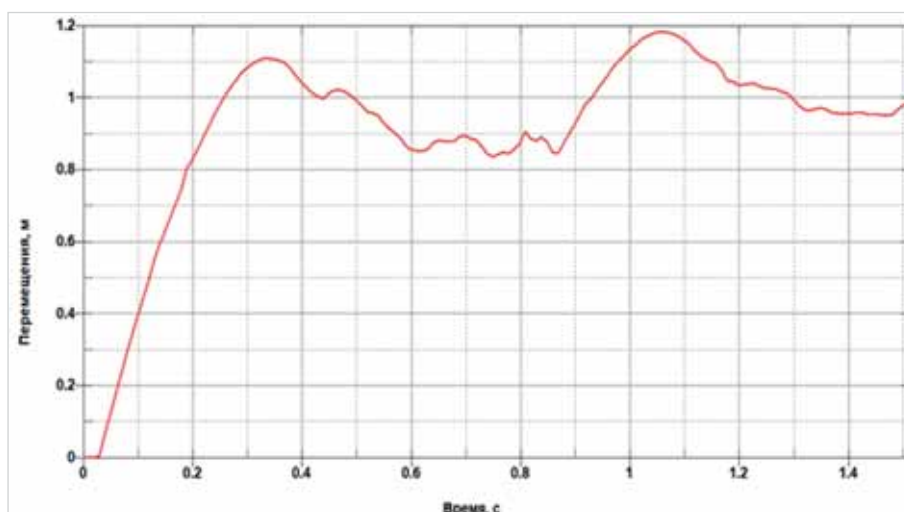


Рис. 4. График перемещений лицевой поверхности балки ограждения

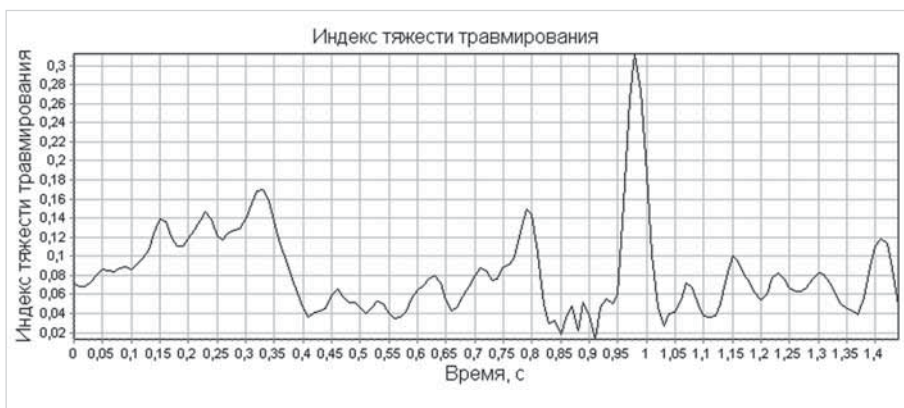


Рис. 5. График изменения индекса тяжести травмирования по времени

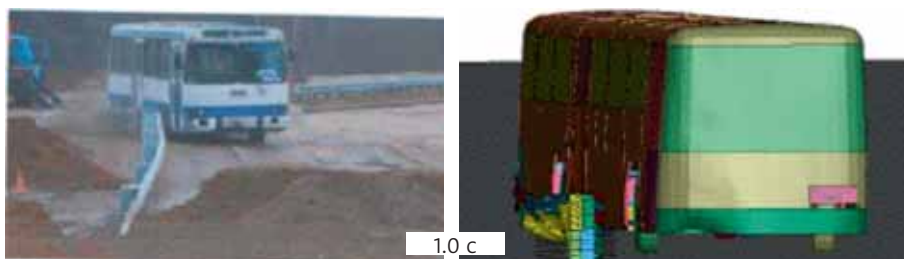


Рис. 6. Кадры кинограмм процесса наезда ТС на ограждение БДО  
а) натурные испытания, б) виртуальные испытания

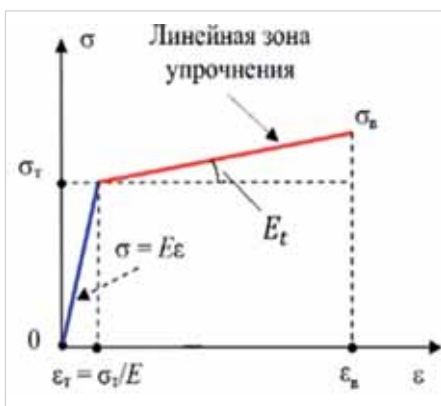


Рис. 7. Вид схематизированной диаграммы деформирования с линейным упрочнением

цифрового моделирования позволяет убедиться в совпадении процесса наезда ТС на ограждение для базовой марки, и, таким образом, с учетом величин отклонений параметров (табл. 2), которые не превышают 10%, **цифровая модель полномасштабного испытания считается валидированной базовой моделью.** Она представляет собой так называемый «цифровой двойник» натуральных полномасштабных испытаний. На рис. 5 показан кадр кинограммы натурального и цифрового испытания.

Табл. 3. Варианты сочетаний основных механических характеристик Стали 3

Варианты	Основные механические характеристики материала			
	$\sigma_t$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	$E_t$ , МПа
1 (базовый)	355	445	30	1200
2	270	465	31	2000
3	315	425	30	1340
4	340	420	29	1110
5	375	470	27	1350

Табл. 4. Суммарное отличие по свойствам материала по сравнению с базовой моделью

Механические характеристики	Отличие, %
Вариант №2	31,77
Вариант №3	15,76
Вариант №4	13,18
Вариант №5	21,25

Полученная базовая цифровая модель наезда ТА (автобуса) на исследованное БДО использована для проведения дальнейшего исследования влияния механических характеристик материала на потребительские характеристики ограждений в семействе конструкций БДО.

### Анализ влияния свойств материала на потребительские характеристики БДО

Для исследования влияния основных механических характеристик материала ограждения на его потребительские характеристики был проведен обзор встречающихся вариантов механических характеристик материала Сталь 3 по паспортным данным различных заводов-изготовителей – основных поставщиков материала для ДО. В качестве основных рассматриваемых характеристик были приняты: предел текучести ( $\sigma_t$ ), предел прочности ( $\sigma_b$ ) и относительное удлинение при разрыве ( $\delta$ %).

При варьировании механических характеристик стали в качестве истинных диаграмм использовались осредненные схематизированные диаграммы деформирования материала с линейным упрочнением (рис. 7). Основной величиной, характеризующей участок упрочнения, является касательный модуль  $E_t$ .

На основании данных различных сертификатов на материал были выделены для исследований пять различных комбинаций (вариантов) упомянутых механических характеристик, приведенные в табл. 3. Эти данные применены в пяти вариантах цифрового виртуального анализа, проведенного путем испытаний базовой модели с использованием этих вариантов характеристик материала, включая базовую.

Следует отметить, что при выбранных вариантах свойств материала их суммарное отличие (табл. 4) от свойств материала в базовой модели практически не превышает 30% (за исключением варианта № 2), что в принципе позволяло бы по ГОСТ 33128 объединить рассмотренные конструкции в одно семейство ограждений.



Отдельные характерные кадры кинограмм виртуальных краш-тестов в характерные моменты движения ТС при различных вариантах свойств материала элементов БДО приведены на рис. 8, 9.

Графики перемещений лицевой поверхности балки ограждения при различных вариантах свойств стали представлены на рис. 10. Основные полученные характеристики исследуемой конструкции БДО по результатам пяти проведенных виртуальных краш-тестов (включая базовую валидацию) приведены в табл. 5.

Анализируя результаты проведенных виртуальных краш-тестов, можно убедиться в значительном влиянии основных механических характеристик материала (Сталь 3) на важные потребительские характеристики (динамический прогиб и индекс тяжести травмирования) металлического барьерного ограждения, определяющие обеспечение безопасности при наезде ТС на ДО.

Проводя сравнение графиков перемещений лицевой поверхности балки ограждения (рис. 10), можно видеть, что максимальные перемещения (динамический прогиб), в зависимости от механических характеристик применяемой стали, достигаются в различные временные интервалы. Это связано с повышением прочностных показателей ДО (предела текучести и предела прочности) материала, что приводит к увеличению деформации кузова ТС и силы сопротивления ограждения, вследствие чего в некоторой степени изменяется кинематика ТС.

Таким образом, результаты проведенных цифровых виртуальных испытаний показали, что величины рассматриваемых механических характеристик стандартно применяемого при изготовлении элементов БДО материала (Сталь 3) оказывают существенное влияние на его основные рабочие характеристики и кинематику наезжающего ТС.

При увеличении предела текучести и предела прочности материала

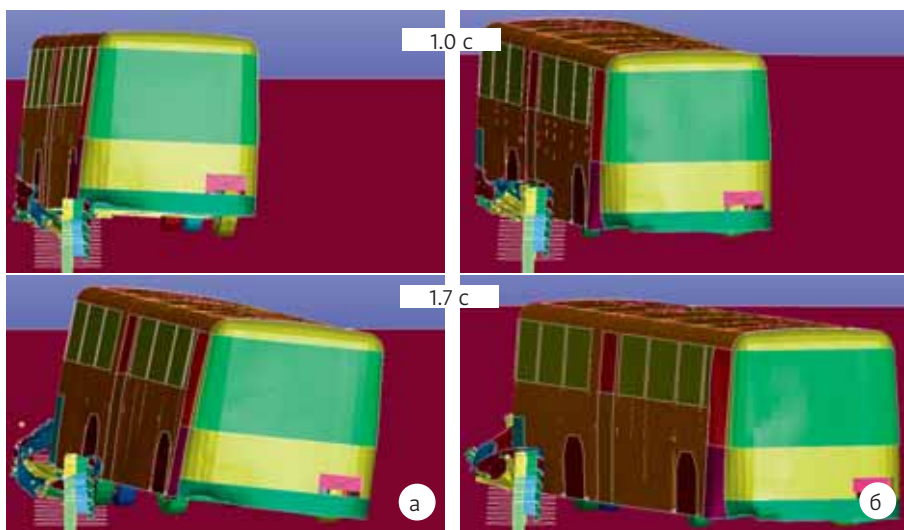


Рис. 8. Кадры кинограмм виртуальных краш-тестов БДО с различными вариантами свойств применяемой стали: а) вариант №2; б) вариант №3

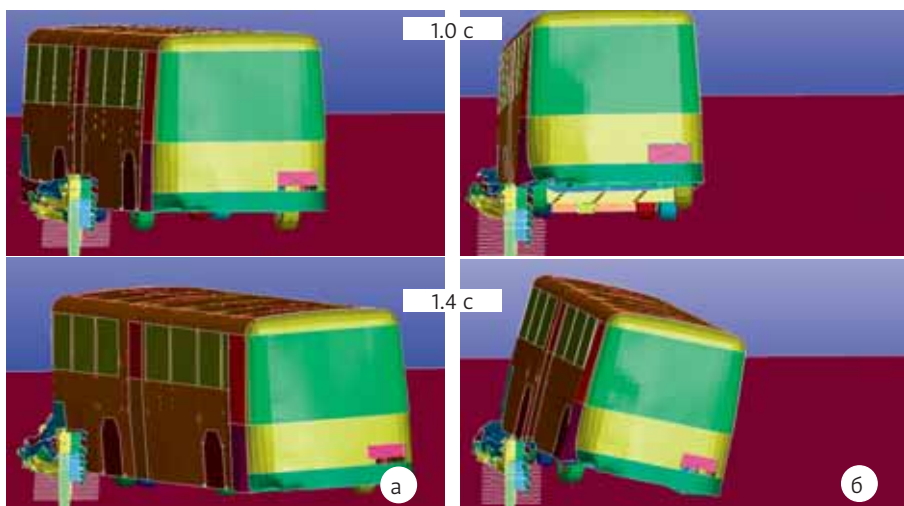


Рис. 9. Характерные кадры кинограмм виртуальных краш-тестов БДО с различными комбинациями свойств применяемой стали: а) вариант 4; б) вариант 5

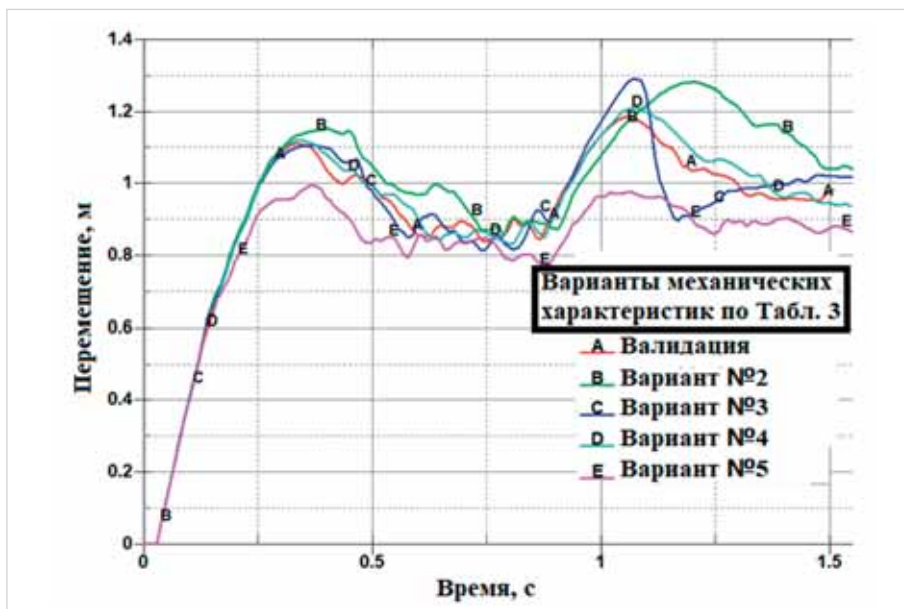


Рис. 10. Графики зависимости перемещений лицевой поверхности балки ограждения от механических характеристик стали (Сталь 3)

ла имеется тенденция к снижению динамического прогиба, что повышает рабочие характеристики рассматриваемого ограждения. При этом величина индекса тяжести травмирования (И) остается в до-

Табл. 5. Потребительские характеристики исследуемой конструкции БДО в зависимости от свойств применяемой стали

Варианты свойств Стали 3	Потребительские характеристики		Отличие, %	
	Динамический прогиб, м	Индекс травмирования	Динамический прогиб, м	Индекс травмирования
Валидация (базовый)	1,19	0,31	-	-
№2	1,28	0,19	+7,56	-38,71
№3	1,29	0,18	+8,40	-41,94
№4	1,22	0,24	+2,52	-22,58
№5	1,00	0,22	-15,97	-29,03

пускаемом диапазоне значений и не превышает допускаемого нормативного значения 1,0. Однако из-за повышения прочностных показателей (предела текучести и предела прочности) материала ограждения возрастает степень деформации кузова, вследствие чего изменяется кинематика наезжающего ТС.

На основании вышеизложенного очевидно, что при рациональном подборе механических характеристик материала ограждения можно добиться необходимых рабочих характеристик БДО путем уменьшения толщины проката для балки и стойки ограждения, а также изменения шага расположения стоек, затратив тем самым при конструировании ограждения меньший объем материала.

Проведенные работы по изучению влияния свойств материала на потребительские характеристики ДО позволили выявить и объяснить ряд проблем, возникающих при сравнительном анализе идентичных конструкций ограждений – в первую очередь, в наблюдаемых при анализе СТО разных производителей отличиях потребительских характеристик ДО одинаковой конструкции.

Одной из причин здесь является использование при проведении полномасштабных натурных

испытаний (и при виртуальных цифровых испытаниях, проведенных не в аккредитованной лаборатории) элементов конструкций, изготовленных из тех же материалов, но с более высокими механическими характеристиками. Это позволяет получить лучшие (как было показано выше) значения динамического прогиба и рабочей ширины.

В дальнейшем, при установке в конструкции сертифицированного таким образом ограждения непосредственно на дороге, применяются «реальные» свойства материала (по документации и СТО), которые в большинстве случаев отличны (занижены) по сравнению с теми, что были при натурных испытаниях.

Стремление за конкурентным (необоснованным) улучшением значений потребительских характеристик приводит к снижению показателей безопасности. Так, ввиду того что механические свойства ограждения напрямую влияют на кинематику наезжающего ТС, в процессе наезда могут возникать неблагоприятные ситуации, например, место вторичного удара задней частью ТС (автобуса) в сильно деформированный после первого удара участок ограждения, что приводит к повышению динамического прогиба и рабочей ширины.

Кроме того, повышение жесткости элементов ограждения путем применения материалов с повышенными механическими свойствами может привести к неблагоприятному распределению усилий (нагрузки) по элементам ДО, впоследствии – к разрыву секции балки, и, как следствие, к переезду ТС через ограждение.

### Заключение

Проведенные исследования показали необходимость внимательного отношения к выбору материалов ДО, учета при виртуальных цифровых испытаниях фактических свойств материалов, полученных на образцах, вырезанных из конструкций, определения этих свойств при отборе образцов для натурных испытаний и обеспечения их соответствия при цифровых испытаниях.

**От авторов:** Выражаем благодарность всем участникам публичного обсуждения разработанных стандартов по ДО при содействии ФДА «Росавтодор» и ТК 418 «Дорожное хозяйство». Предлагаемая статья написана по материалам НИР, проводимых при поддержке ФДА.

**Финансовая поддержка.** Работа выполнялась при содействии Федерального дорожного агентства (Росавтодор) и Фонда содействия инновациям (№ 47ГРЦГС10-D5/56182).»

**И.В. Демьянушко,**

заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф., акад. РАТ, заведующий кафедрой строительной механики МАДИ,

**Б.Т. Гавшавадзе,**

канд. техн. наук, доцент МАДИ, заместитель генерального директора ООО «МиПК»,

**О.В. Титов,**

ст. преподаватель кафедры Строительной механики МАДИ

#### Список литературы

1. Demianushko, I.V. Applications FEM analysis in researches reliability and dynamics of road safety barriers at collisions with cars / I.V. Demianushko, I.A. Karpov // Advances in Mechanism and Machine Science: Proceedings of the 15th IFToMM World Congress on Mechanism and Machine Science 15. - Springer International Publishing, 2019. - P. 1651-1658. - DOI 10.1007/978-3-030-20131-9\_163
2. Демьянушко, И.В. Виртуальный цифровой испытательный полигон для проведения испытаний элементов дорожного обустройства при наездах транспортных средств / И.В. Демьянушко // XXXII Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения: Сборник трудов конференции, Москва, 02–04 декабря 2020 года. - Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2021. - С. 4-16.
3. Васильев, Б.Е. Построение расчетных кривых деформирования в обеспечение наполнения банка данных по конструкционной прочности материалов авиационных двигателей / Б.Е. Васильев, М.Е. Волков, Е.Н. Бредихина, И.И. Плещеев // Физика и механика материалов. - 2019. - Т. 42, № 5. - С. 656-670. - DOI 10.18720/MPM.4252019\_19.



XI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

29–30  
МАЯ  
/ 2024

МОСКВА

МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»  
ОТЕЛЬ «АКВАРИУМ»

Организатор конференции



INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Официальная поддержка

СТТ ЭКСПО



НИЦ строительство

научно-исследовательский центр



Генеральный спонсор



Спонсор конференции



Генеральные информационные партнеры



# АНАЛИЗ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЙ НА НОВУЮ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНУЮ ТЕХНИКУ В 2023 ГОДУ

Согласно данным анализа, который был проведен специалистами популярной онлайн-платформы «Авито Спецтехника», в 2023 году увеличились (в сравнении с предыдущим годом) спрос и предложение на экскаваторы, погрузчики, строительную технику, бульдозеры. Так, спрос на новую дорожно-строительную технику увеличился на 43%, на технику с наработкой – на 7%. Такой заметный рост спроса на дорожно-строительную технику связан с увеличением популярности техники китайских производителей и приходом новых дилеров.

## Экскаваторы

Согласно результатам исследования, доля предложений на новые экскаваторы увеличилась на 1145% в 2023 году, а у техники с наработкой – на 61%.

Спрос на новые экскаваторы увеличился на 70% в 2023 году, с наработкой – на 15,5%. Доля спроса на новые экскаваторы составила 13% против 87% у техники с наработкой.

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы экскаваторов с наработкой

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Экскаватор-погрузчик	52%	6 650 000
Гусеничный экскаватор	18%	7 700 000
Мини-экскаватор	16%	2 200 000

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы новых экскаваторов

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Экскаватор-погрузчик	7,5%	7 500 000
Гусеничный экскаватор	4,3%	13 700 000
Мини-экскаватор	2%	4 900 000

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы погрузчиков с наработкой

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Фронтальный погрузчик	36%	2 700 000
Вилочный погрузчик	32%	1 120 000
Мини-погрузчик	27%	2 600 000

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы новых погрузчиков

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Фронтальный погрузчик	9%	4 000 000
Вилочный погрузчик	7%	2 000 000
Мини-погрузчик	5%	3 400 000

Средняя стоимость новых экскаваторов составила 11 млн рублей, а на технику с наработкой – 5,3 млн рублей.

Среди типов экскаваторов лидирующими по популярности стали экскаватор-погрузчик, гусеничный экскаватор, мини-экскаватор.

## Погрузчики

Прирост предложений на новые погрузчики составил 361%, тогда как на погрузчики с наработкой показатель достиг 82,3% в 2023 году. Доля предложений на новые погрузчики составила 87%, на технику с наработкой – 13%.

Спрос на новые погрузчики увеличился на 29%, а на погрузчики с наработкой – на 9,3%. Доля спроса превалирует у погрузчиков с наработкой: 82,4% против 17,6% – у новых.

Средняя стоимость новых погрузчиков составила 3 млн рублей, а погрузчик с наработкой обошелся бы в среднем в 2,2 млн рублей.

В топе самых популярных типов погрузчиков оказались фронтальный, вилочный и мини-погрузчик.

## Строительная техника

Предложения на новую строительную технику возросли на 314% в 2023 году против прироста в 10% у техники с наработкой.

Спрос на новую строительную технику увеличился на 23% в 2023 году. Доля спроса на новую строительную технику составила 11% – против доли спроса у техники с наработкой в 89%.

Средняя стоимость новой строительной техники составила 9,7



млн рублей. Технику с наработкой можно было приобрести в среднем за 4,25 млн рублей.

Самыми популярными по спросу типами строительной техники стали автобетоносмеситель, дорожный каток, буровая установка, автогрейдер.

### Бульдозеры

Предложение на новые бульдозеры в 2023 году выросло на 965% год к году. При этом доля предложения на бульдозеры с наработкой увеличилась на 17% в 2023 году, на новые бульдозеры она составила 78%, на технику с наработкой – 22%.

Спрос на новые бульдозеры увеличился на 58%, а прирост на бульдозеры с наработкой – на 5,5%. По доле спроса преобладают вторые – 89%, тогда как у новых только 11%.

Средняя стоимость новых бульдозеров составила 18,8 млн рублей, а покупка бульдозера с наработкой обошлась бы в среднем в 4,9 млн рублей.

По материалам  
«Авито Спецтехника»

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы строительной техники с наработкой

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Автобетоносмеситель	39%	3 400 000
Дорожный каток	17,2%	3 450 000
Буровая установка	7,6%	7 000 000

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы новой строительной техники

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Автобетоносмеситель	4%	9 200 000
Дорожный каток	3,5%	7 400 000
Автогрейдер	1,2%	12 100 000

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы бульдозеров с наработкой

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Гусеничный	99%	4 900 000
Колесный	1%	6 500 000

Лидирующие по спросу (вся Россия, 2023 г.) типы новых бульдозеров

Тип	Доля спроса по типу техники	Средняя цена (руб.)
Гусеничный	12%	18 800 000
Колесный	1%	14 500 000

## Уважаемые господа!

Предлагаем оформить подписку на журнал «Дорожная держава».

Стоимость годовой подписки (7 номеров) – 6 300 рублей

Стоимость подписки на полгода (4 номера) – 3 600 рублей

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

**(812) 320-04-08 или (812) 320-04-09**



# КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

История компании «РОСДОРТЕХ» началась в 1988 году – с выделения из состава Саратовского филиала ГипродорНИИ научной части предприятия. При этом вплоть до 1991 года созданная компания продолжала оставаться в структуре научно-производственного объединения РосдорНИИ. В 1995 году предприятие получило статус федерального государственного унитарного предприятия (ФГУП). В декабре 2005 года произошло преобразование в открытое акционерное общество «РОСДОРТЕХ» – с единственным акционером в лице Российской Федерации.

Позднее, после приватизации предприятия, к управлению пришла сплоченная команда под руководством генерального директора А.А. Багдасаряна. Благодаря сплоченной работе коллектива, состоящего из компетентных руководителей и специалистов, в 2011 году компания фактически пережила второе рождение, войдя в число лидеров российского отраслевого рынка и заработав высокоую репутацию.

Сегодня «РОСДОРТЕХ» – это надежный подрядчик с постоянно расширяющейся командой квалифицированных специалистов, активно развивающейся производственной площадкой, новейшими интеллектуальными разработками, с широким спектром оборудования и сопутствующих услуг, предназначенных для решения задач любой сложности.

Основными направлениями деятельности компании являются разработка, производство и поставка современных комплексных передвижных, мобильных и стационарных лабораторий различного профиля, измерительных систем, приборов, оборудования и специализированного программного обеспечения.

Специалисты компании «РОСДОРТЕХ» имеют богатый опыт разработки и внедрения различ-

ных инновационных решений на дорогах федерального, регионального и муниципального значения. Компетенция сотрудников предприятия позволяет им переделывать обычные микроавтобусы, вагончики или морские контейнеры в современные многофункциональные лаборатории, оснащенные всем необходимым оборудованием и используемые дорожными службами и ГИБДД.

Качество выпускаемой продукции строго контролируется сотрудниками лабораторий метрологии, сертификации и контроля качества. Метрологическое обеспечение всей реализуемой продукции ведется с соблюдением подтвержденных методик поверки и калибровки.

«РОСДОРТЕХ» проводит обучение персонала заказчика работе с измерительными системами и оборудованием, с последующей выдачей сертификатов, подтверждающих прохождение курса.

## Передвижная дорожная лаборатория

От передвижных лабораторий прошлых поколений комплекс RDT-Line отличается наличием новейших систем, позволяющих сформировать цифровую пространственную модель автомобильной дороги (цифровой

двойник) для более полной оценки ее транспортно-эксплуатационных показателей.

Комплект оборудования и программного обеспечения передвижной лаборатории для создания цифровых пространственных моделей автомобильных дорог позволяет:

- измерять длину пройденного пути и базисов;
- определять географические координаты;
- определять планово-высотное положение объектов с построением 3D модели объектов в виде облака точек;
- определять линейные размеры объектов по изображению при видеосъемке и сканировании;
- измерять геометрические параметры автомобильных дорог;
- измерять расстояния видимости в продольном профиле;
- получать информацию о геометрических параметрах горизонтальной дорожной разметки;
- определять параметры шероховатости дорожного покрытия;
- контролировать уровень освещенности дорожного покрытия;
- определять расстояния до неоднородных объектов при подповерхностном зондировании.

## Мобильная лазерная система построения трехмерной модели сканируемых окружающих объектов

Система предназначена для сканирования рельефа местности и дорожного полотна на скоростях транспортного потока с использованием технологии LIDAR, с помощью установленной на автомобиль системы мобильного сканирования (картографирования).





Мобильная лазерная система построения трехмерной модели сканируемых окружающих объектов

Результатом сканирования является облако точек, содержащее объекты на местности, придорожную инфраструктуру, элементы обустройства, искусственные сооружения, наземные инженерные коммуникации и т. д.

Помимо определения линейных и плоскостных размеров объектов обустройства, система позволяет в дальнейшем проводить визуальную оценку состояния автомобильных дорог в камеральных условиях.

Преимущества технологии лазерного сканирования:

- Высокая скорость и точность сбора данных и производства полевых работ
- Исследование труднодоступных районов
- Экономичный процесс сбора и обработки данных
- Автоматизация и упрощение камеральной обработки
- Отсутствие геометрических искажений
- Высокое разрешение изображения по сравнению с другими методами
- Возможность получить детальную и точную информацию, что позволяет зафиксировать абсолют-

но все формы рельефа и объектов, присутствующие в зоне съемки, получить трехмерные модели всех наземных объектов

- Возможность съемки труднодоступных и опасных объектов
- Отсутствие зависимости от интенсивности света в окружающей среде (можно использовать ночью или при ярком солнце)
- Легко интегрируется с другими методами сбора
- Лазерное сканирование позволяет получать точную и детальную трехмерную модель местности, в том числе под кронами деревьев
- Минимизация ошибок

#### **Система сканирования и измерений линейных размеров**

Предназначена для получения панорамных видеоизображений автодорог, состоит из лазерного дальномера и панорамной фотокамеры высокого разрешения; обеспечивает определение линейных и плоскостных размеров объектов обустройства, а также возможность проведения визуальной оценки состояния автомобильных дорог в камеральных условиях.

Сканирование окружающих объектов производится при скорости движения автомобиля до 80 км/ч.

#### **Система привязки к географическим координатам**

Основана на геодезической спутниковой аппаратуре, принимающей сигналы ГЛОНАСС и GPS (мультисистемных высокоточных навигационных приемниках NV08C-RTK / NVS-RTK / NVS-RTK-M), предназначена для сбора геодезической информации о траектории движения лаборатории, положения дороги и привязки всех результатов измерений и зафиксированных объектов к географическим координатам.

Полученная информация используется главным образом для экспорта результатов измерений в ГИС и Банки дорожных данных.

#### **Система видеосъемки автомобильных дорог**

Предназначена для проведения сбора видеоинформации по автомобильным дорогам с определением линейных размеров объектов обустройства. Полученные видеоизображения заносятся в базу данных в виде отдельных кадров с привязкой к местоположению, дате съемки и объектам автомобильных дорог.

#### **Система стереовидеосъемки и измерений**

Состоит из двух видеокамер высокого разрешения, производит измерения при скорости движения автомобиля до 80 км/ч. После обработки полученных изображений на бортовом компьютере вычисляются линейные размеры объектов.

#### **Система измерения геометрических параметров**

Выполнена на основе компактной интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системы на микроэлектромеханических чувствительных элементах.

Для устранения погрешности, вносимой колебанием кузова базового автомобиля в процессе проведения измерений геометрических параметров, используется система компенсации положения кузова на основе четырех ультразвуко-



Система видеосъемки автомобильных дорог

вых датчиков, расположенных по углам транспортного средства.

Оптимальная скорость движения передвижной лаборатории в процессе измерений составляет 50 км/ч. Интервал записи исходной информации равен 1 м.

#### **Система измерения длины пройденного пути**

Представляет собой оптоэлектронный или магнитный датчик пройденного пути РДТ-819, устанавливаемый, в зависимости от типа автомобиля, как на элементы привода колеса, так и непосредственно на колесо. Датчик преобразует вращательное движение колеса автомобиля в электрический сигнал, поступающий в бортовой компьютер комплекса для обработки и расчета длины пройденного пути и скорости движения лаборатории.

#### **Система измерения продольной ровности**

Основана на использовании двух бесконтактных датчиков и предназначена для непрерывного измерения неровностей продольного профиля покрытий автомобильных дорог по показателю IRI (производительность 100–300 км/день). Обеспечивает одновременное измерение по двум полосам наката, при сохранении работоспособности во время атмосферных осадков.

#### **Система подповерхностного зондирования**

Основана на георадаре «ОКО-3», предназначена для определения толщин конструктивных слоев дорожной одежды, выявления просадок, разуплотненных и обводненных участков, а также для поиска подземных коммуникаций.

Одновременно на передвижной дорожной лаборатории могут быть установлены два антенных блока с различной глубиной зондирования. Выбор антенного блока зависит от характера решаемых задач. Центральная частота антенного блока (400–2500 МГц) является ключевым фактором, влияющим на глубину зондирования (до 4 м). Чем выше частота антенного блока, тем меньше глубина зондирования. Чем выше центральная частота, тем лучше разрешающая способность антенного блока от 2 до 10 см.

По окончании исследования производится автоматизированная обработка результатов с помощью программы «Анализ».

#### **Георадарная система РДТ-825**

Предназначена для проведения исследований структуры конструктивных слоев дорожной одежды, элементов взлетно-посадочных полос и рулевых дорожек аэродромов – в движении. Может быть укомплектована различным

количеством антенных блоков в зависимости от потребностей заказчика.

По результатам проезда по исследуемому участку производится запись радарограмм. После обработки радарограмм на бортовом компьютере определяются толщина и характер конструктивных слоев искусственного покрытия автомобильных дорог, производится выявление зон повышенной влажности, трещиноватости, зон пучения, а также локализации инородных тел в конструктивных слоях.

#### **Система контроля уровня освещенности дорожного покрытия**

Предназначена для измерения уровня освещенности дорожного покрытия по ГОСТ Р 58107.2-2018 «Освещение автомобильных дорог общего пользования. Метод измерения освещенности на дорожном покрытии мобильным способом».

Состоит из блока сопряжения с бортовым компьютером и четырех фотометрических головок, расположенных в специальных защитных колпаках, установленных спереди и сзади автомобиля, на высоте не более 0,3 м над дорожным покрытием.

Фотометрические головки образуют переднюю и заднюю пары датчи-



ков, работающие по левой и правой колее движения автомобиля. Измерения производятся в темное время суток при скорости движения автомобиля от 5 до 80 км/ч.

#### **Система измерений геометрических параметров горизонтальной дорожной разметки**

Предназначена для автоматического определения геометрических параметров и типа дорожной разметки, а также соответствия измеренных параметров нормативным требованиям (ГОСТ Р 51256-18). Система сканирует поверхность дороги с помощью системы идентификации разметки на основе видеокамеры, лазерного датчика и линейной видеокамеры.

Данные о пройденном пути поступают с датчика, установленного на колесе. С помощью GPS приемника фиксируются географические координаты участков дороги, на которых имеется отклонение параметров разметки от стандартных. Сохраняются фотоснимки проблемных участков.

Информация обрабатывается с помощью прикладного программного обеспечения. В результате программа идентифицирует прерывистые и сплошные линии разметки, определяет среднюю ширину, фактическую длину каждого штриха и пробела разметки.

#### **Система видеодефектации покрытий автомобильных дорог**

Выполнена на базе высокоскоростной линейной камеры, предназначена для получения детальной ведомости дефектов покрытия размером от 1 мм при ширине полосы захвата 4 м за один проезд.

Измерения производятся на скорости до 50 км/ч (в зависимости от условий освещения). Выделение дефектов (трещины, выбоины, проломы и просадки и пр.) и определение их размеров (протяженность, площадь) выполняется в автоматизированном режиме в процессе камеральной обработки.

Вывод итоговых форм возможен как в виде ведомостей по отдельным дефектам, так и с группировкой дефектов по характерным участкам.

#### **Модуль распознавания дефектов покрытия**

- Высокая точность нейронной сети;
- Система обработки файлов с видеозаписи покрытия;
- Формирование отчетов о состоянии дорожного (аэродромного) покрытия;
- Файл записи покрытия загружается в программный интерфейс;
- Производится обработка залитой дороги со скоростью 1–2 минуты на километр;
- Отчет о состоянии дороги с изображениями;
- Производительность модуля в десятки раз превышает классический способ распознавания дефектов.

#### **Система измерения поперечной ровности (колейности) на основе лазерно-оптического сканера**

Предназначена для измерения высотных отметок точек поперечного профиля на полосе шириной 4 м. Полученная информация позволяет определять наличие и глубину колеи на обследуемых участках автомобильных дорог, а также, будучи обработанной совместно с данными системы измерения геометрических параметров, – получать цифровую модель покрытия, которая может быть использована для решения проектных задач и экспорта в САПР.

#### **Система учета интенсивности транспортного потока**

Предназначена для определения интенсивности движения и состава транспортного потока на автомобильных дорогах. По видеоизображению полос движения автоматически определяется количество проходящих транспортных средств, тип и скорость движения.

Режим управления – ручной. Возможен также вариант дистанционного управления джойстиком с поворотной головкой. Высота штанги – до 10 м.



Система учета интенсивности транспортного потока

#### **Система измерения коэффициента сцепления покрытий**

Прицепная система предназначена для:

- измерений коэффициента сцепления на основе определения тормозной силы, возникающей в площади контакта полностью заблокированного измерительного колеса стандартного и увлажненного покрытия;
- измерений амплитуды колебаний неподрессоренной массы подвески ПКРС-2 РДТ относительно поддрессоренной массы при скорости движения ТС  $50 \pm 2$  км/час и последующей оценки ровности по толчкомеру покрытия автомобильной дороги в составе комплекса.

#### **Установка динамического нагружения «Прогибомер FWD-RDT»**

Предназначена для определения несущей способности нежестких дорожных одежд автомобильных дорог и аэродромов путем измерения упругого прогиба поверхности дороги под динамическим воздействием, в соответствии с требованиями ГОСТ 32729-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Метод измерения упругого прогиба нежестких дорожных одежд для определения прочности».

Отличается высокой курсовой устойчивостью при транспортировке, удобной конструкцией и простым интерфейсом.

### Система измерений ординат продольного микропрофиля поверхности дорожного покрытия

Ручной профилометр РДТ-125, снабженный акселерометрическим датчиком угла наклона, производит измерения при перемещении по поверхности дорожного покрытия с постоянной скоростью, задаваемой в пределах от 1 до 2 км/ч. Постоянная скорость движения поддерживается электрическим двигателем, расположенным внутри прибора и передающим крутящий момент на задние колеса профилометра.

Оператор прибора поворотом рукоятки только задает направления движения прибора по заранее размеченной траектории движения – коридору измерений в полосе наката.

В результате измерений в профилометре формируется информационный файл (с точками продольного микропрофиля исследуемой поверхности дорожного покрытия с шагом 0,125 метра), который передается на бортовой компьютер комплекса для дальнейшего расчета международного индекса ровности IRI.

### Мобильный комплект МК-RDT на основе комплекса измерительного КП-514 RDT

Предназначен для измерений технико-эксплуатационных параметров при строительстве, эксплуатации и ремонте автомобильных дорог и аэродромов.

Благодаря применению быстросъемного крепления (магнитное, пневматическое, цанговое), оборудование устанавливается на автомобиль в течение 20 минут.

Незаменим при работе в отдаленных районах, на небольших участках автодорог, при малых объемах работ, когда перегон передвижной дорожной лаборатории на рассто-



Мобильный комплект МК-RDT

яния в несколько тысяч километров экономически невыгоден.

В состав комплекта входят:

- Компьютер (ноутбук);
- Модуль управления;
- Датчик пройденного пути;
- Спутниковый приемник;
- Цифровая видеокамера;
- Регистратор продольной ровности;
- Комплект кабелей;
- Программно-измерительный комплекс RDT LINE
- Специальный футляр на колесах.

Банк данных диагностики за любой период времени

- Импорт данных диагностики из дорожных лабораторий;
- Участки диагностики с точной координатной привязкой;
- Картограммы измерений на карте;
- Формирование отчетных документов.

### Планирование дорожно-ремонтных работ

- Назначение дорожно-ремонтных мероприятий на основе данных диагностики согласно ОДМ 218.4.039-2018;
- Визуальная оценка выявленных участков непосредственно на карте;
- Формирование итоговой ведомости ремонтных мероприятий;

- Планирование дорожно-ремонтных работ основано на методике РОСДОРНИИ (Методические рекомендации по ранжированию и отбору мероприятий от 18.05.2022);
- Вычисление стоимости ремонтных работ (согласно Постановлению Правительства РФ № 658 от 30.05.2017).

### Лаборатория контроля качества

Выполнена в виде вагончика с теплоизолированными стенами. Внутреннее помещение имеет приточно-вытяжную систему вентиляции, а дополнительный подогрев и кондиционирование воздуха позволяют эксплуатировать ее в различных регионах России.

Внутреннее обустройство и оборудование позволяют проводить детальный лабораторный контроль и испытания дорожно-строительных материалов, в том числе в полевых условиях.

Хорошее освещение, рациональное размещение лабораторного оборудования, кондиционирование позволяет персоналу выполнять необходимые работы по контролю и испытаниям без физиологических перегрузок.

Производятся следующие виды работ:

- контроль качества возведения земляного полотна, основания дорожной одежды;
- контроль качества устройства асфальтобетонных и цементобетонных покрытий;
- контроль качества устройства искусственных сооружений;
- измерение геометрических параметров;
- контроль качества органических вяжущих;
- контроль качества инертных материалов.

Осуществляется аттестация оборудования и аттестация лабораторий, передвижных постов контроля качества дорожно-строительных материалов.

**М.В. Сенаторов,**  
коммерческий директор  
АО «СНПЦ РДТ»  
(РОСДОРТЕХ)





## 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

# МЕНЯЙТЕ ДОРОГИ К ЛУЧШЕМУ

ВМЕСТЕ С ГРУНТОСМЕСИТЕЛЬНЫМИ  
УСТАНОВКАМИ **TATMASH**

## В наличии ГСУ Standart-600

- Производительность 600 тонн в час
- Бункеры инертных материалов 4x12 м<sup>3</sup>
- Высокотехнологичный двухвальный смеситель NFLG
- Бункер готовой смеси 8 м<sup>3</sup>

8 (843) 208 66 88 | [info@tatmash.ru](mailto:info@tatmash.ru)

Подробнее об оборудовании в наличии, а также действующих спецпредложениях можно узнать у наших менеджеров по телефону или по e-mail



Информация о грунтосмесительных установках TATMASH серии Standart доступна на нашем сайте [www.tatmash.ru](http://www.tatmash.ru)



# ВЫПУСК СУПЕР АСФАЛЬТА НАЧИНАЕТСЯ С SOLOMATIC

Эффективные решения для выпуска гомогенных АБ смесей всех марок: соответствие отраслевым стандартам, быстрый переход с рецепта на рецепт, передовые технологии NFLG



**SOLOMATIC**  
АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ


Переходите на новый уровень производства с компанией SOLOMATIC. Звоните по телефону **8 800 555 73 40** и получите профессиональную помощь в подборе асфальтобетонных и бетонных заводов, грунтосмесительных установок, а также стационарного дробильного оборудования.





**брит**

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ  
ГАЗПРОМ НЕФТЬ



**Для развития и перспектив  
есть основания**

**брит**

**СОВРЕМЕННЫЕ  
БИТУМОПРОИЗВОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ НАДЕЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ:**

- повышают срок службы дорожного покрытия;
- предотвращают появление дефектов;
- оптимизируют затраты на эксплуатацию;
- применимы во всех климатических зонах;
- допускают нанесение как ручным, так и механизированным методом.



☎ (812) 493 2566

✉ bitum@gazprom-neft.ru