

Подземные горизонты

Underground Horizons

Август

№34

2023

www.techninform-press.ru

АТЛАНТ грунтовые анкера

www.anker-system.ru
info@anker-system.ru
+7 342 258 42 02

MALININ
GROUP



АНКЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ

МЕТРОПОЛИТЕНА

Метростроительство
в Северной столице.
Вчера, сегодня... а завтра?



Стр. 4

ТОННЕЛИ

Тоннель имени Сталина:
новая жизнь железной дороги
под горой



Стр. 10

ИССЛЕДОВАНИЯ

Современное состояние
и перспективы научных
исследований в тоннелестроении



Стр. 20

ФУНДАМЕНТЫ

Решения инженерной защиты
объектов энергетического
комплекса



Стр. 28



акционерное общество

НЬЮ ГРАУНД

С нами строить легко!

• Строительство

- подземные парковки
- гидротехнические сооружения
- новые территории

- Усиление фундаментов и оснований
- Геомассив
- Выполнение работ на объектах культурного наследия
- Усиление грунтов и оснований на мерзлых грунтах
- Проектирование подземных частей зданий и сооружений

подземный паркинг

ограждение котлованов

стена в грунте

закрепление грунтов

Контакты:
614081, г. Пермь,
ул. Кронштадтская, д. 35
тел.: +7 (342) 236-90-70 (многоканальный)
+7 (342) 236-90-64
Office@new-ground.ru
www.new-ground.ru

Москва (495) 643-78-54
Ижевск (3412) 56-62-11
Казань (843) 296-66-61
Нижний Новгород (831) 410-68-66
Уфа (917) 378-07-48
Самара (912) 059-30-83
Краснодар (861) 240-90-82

Ростов-на-дону (863) 311-36-36
Крым (978) 939-38-33
Санкт-Петербург (812) 923-48-15
Тюмень (3452) 74-49-75
Екатеринбург (912) 059-30-83
Красноярск (391) 203-68-20
Новосибирск (383) 286-12-83



Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер:

- Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ
- Объединения подземных строителей и проектировщиков
- Международной Ассоциации Фундаментостроителей

№34 август/2023

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-57244 от 12.03.2014

Учредитель **Регина Фомина**

Издатель **ООО «Техинформ»**

Генеральный директор **Полина Богданова**

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор:

Регина Фомина (info@techinform-press.ru)

Выпускающий редактор:

Сергей Зубарев (sz-fsr@yandex.ru)

Дизайнер, бильд-редактор

Лидия Шундалова (art@techinform-press.ru)

Руководитель отдела подписки

Ирина Вешнякова (dorogipodpisca@mail.ru)

Корректор:

Инна Спиридонова

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

В.Н. Александров, Почетный гражданин Санкт-Петербурга

С.Н. Алпатов, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков, президент Российского общества по внедрению бестраншейных технологий

Андреа Беллоккьо, руководитель проектов компании Rocksoil S.p.A (Италия)

А.И. Брейдбурд, президент МАС ГНБ, генеральный директор ООО «Нефтегазспецстрой»/ГК «ЮНИРУС»

В. А. Гарбер, д.т.н., главный научный сотрудник НИЦ «Тоннели и метрополитены» АО «ЦНИИС»

С.В. Кидяев, первый вице-президент АО «Объединение «ИНГЕКОМ»

А.П. Ледяев, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Тоннели и метрополитены»

К. Н. Матвеев, председатель правления Общероссийской общественной организации «Тоннельная ассоциация России» (ТАР), первый заместитель генерального директора АО «Мосинжпроект»

М.Е. Рыжеский, к.т.н., президент компании MTR Ltd

В.М. Улицкий, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Основания и фундаменты» ПГУПС Императора Александра I

А.Г. Шашкин, генеральный директор ООО «ПИ «Геореконструкция», доктор геолого-минералогических наук, член президиума РОМГГиФ, член Совета по сохранению и развитию территорий исторического центра Санкт-Петербурга, координатор Санкт-Петербургской комиссии по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям

Тел.: (812) 905-94-36, +7-931-256-95-77, +7-921-973-76-44

office@techinform-press.ru

www.techinform-press.ru

Установочный тираж 8 тыс. экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Эталон», г. Санкт-Петербург,

197198, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Пушкарская, д. 10, оф. 16Б
etalonpg.ru

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет. Сертификаты и лицензии на рекламируемую продукцию и услуги обеспечиваются рекламодателем. Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.

Информационное сотрудничество: Интернет-портал undergroundexpert.info

Подписку на журнал можно оформить по телефону

+7 (931)-256-95-77 и на сайте **www.techinform-press.ru**



СОДЕРЖАНИЕ



СТР. 4–7

МЕТРОПОЛИТЕНЫ

- 4 *С. Н. Алпатов.*
Метростроение
в Северной столице.
Вчера, сегодня... а завтра?



СТР. 23–25

исследований
в тоннелестроении

- 23 *А. А. Чуркин.*
Об оптимизации
и регламентации
геофизических
исследований

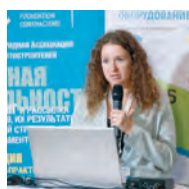
ТОННЕЛИ

- 8 Михаил Беленький
о новых тоннельных
объектах Мосметростроя
для ОАО «РЖД»



СТР. 8–9

- 10 *С. А. Жуков,*
М. Ю. Беленький.
«Тоннель имени Сталина»:
новая жизнь железной
дороги под горой



СТР. 26–27

- 26 Юбилейная конференция
по фундаментам:
в рамках СТТ

- 14 *В. Р. Гоппе.* Модель
комплексной АСУ ТС
железнодорожных
тоннелей



СТР. 10–13

- 28 *П. А. Александров.*
Решения инженерной
защиты объектов
энергетического
комплекса



СТР. 28–30

- 31 Про опоры
и фундаменты для ВЛ

- 18 Современные
вентиляционные системы
для метрополитенов
и тоннелей
(АО «НПП «Аэросила»)



СТР. 18–19

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ

- 32 *В. А. Шмелев,*
Г. Н. Ростовых.
Испытания винтовых
свай для опор
высоковольтных линий
и фундаментов
подстанций



СТР. 32–37

ИССЛЕДОВАНИЯ

- 20 *Л. В. Маковский,*
В. В. Кравченко.
Современное состояние
и перспективы научных



СТР. 20–22

- 38 Инъекционные составы
«АкваВИС»:
русская инновация



СТР. 38–39

V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ»

20–22
СЕНТЯБРЯ 2023



МОСКВА
ОТЕЛЬ HOLIDAY INN SUSCHEVSKY

Организатор конференции



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор
конференции



Спонсор
конференции



Официальная поддержка



Генеральные информационные партнеры



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

12+



На мой взгляд, сегодня в решении проблем подземного строительства самым важным является политический аспект. Необходимо обратить внимание властей на преимущества, которые дает комплексное освоение подземного пространства для того, чтобы они начали привлекать инвестиции в данную отрасль. Не думаю, что технологии являются ключевой проблемой. Они уже существуют, и Россия может их успешно использовать».

Эндрю Виттел,
член совета директоров управления транспорта штата Массачусетс (США)

МЕТРОСТРОЕНИЕ В СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЕ. ВЧЕРА, СЕГОДНЯ... А ЗАВТРА?



С. Н. АЛПАТОВ,
исполнительный директор Тоннельной ассоциации Северо-Запада

ЧТО СЕГОДНЯ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН? ЭТО ФАКТИЧЕСКИ САМАЯ ЗАГРУЖЕННАЯ СИСТЕМА ГОРОДСКОЙ ПОДЗЕМКИ В МИРЕ. УЧИТЫВАЯ ЧИСЛО ЖИТЕЛЕЙ МЕГАПОЛИСА, НА 1 СТАНЦИЮ ПРИХОДИТСЯ 75 ТЫС. ЧЕЛОВЕК, А ОДНА СТАНЦИЯ – В СРЕДНЕМ НА 20 КМ² ТЕРРИТОРИЙ. В ШАГОВОЙ ДОСТУПНОСТИ МЕТРО НЕТ НА 80-90% ГОРОДСКИХ ПЛОЩАДЕЙ, ДО ПОЛОВИНЫ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ МЕТРОПОЛИТЕН НЕ ДОХОДИТ В ПРИНЦИПЕ.

ГОЛЫЕ ФАКТЫ

На сегодняшний день система Петербургского метрополитена включает в себя 72 станции и 143 км путей, хотя, исходя из данных Генеральной схемы планировочной организации и использования подземного пространства Ленинграда, одобренной 5 марта 1983 года решением Исполкома Ленсовета, к 2020 году в городе должны были построить 318 станций и 512 км линий.

За 70 лет в Петербурге в среднем темпы строительства составляли примерно одну станцию в год. А с 2019 года не открыто ни одной!

В ОАО «Метрострой», являвшимся бессменным строителем Ленинградского, а ныне Петербургского метрополитена, работало 10 тыс. человек, сейчас в новой корпорации АО «Метрострой Северной столицы» (МССС) числится порядка 3 тыс. В годы своей деятельности былой Метрострой давал «заказы» на подготовку спе-

циалистов на 10 лет вперед, а сейчас такая работа не ведется в принципе.

Традиционно метро в Петербурге проектировал Ленметрогипротранс, все 72 станции созданы по проектам ЛМГТ. Привлечение института «Метрогипротранс» не дало какого-либо результата, за последний год москвичи освоили в Санкт-Петербурге почти 6 млрд руб, но ни один проект не сдан и не прошел государственную экспертизу. Институт «Ленметрогипротранс» запроектировал, защитил в экспертизе и ввел в эксплуатацию 14 станций в Москве и 5 станций в Санкт-Петербурге, получив за них 2,7 млрд рублей от бюджета города.

ОАО «Метрострой» всегда имел прибыль. МССС 2,5 года своего существования работает в убыток. Метрострой всегда выполнял поставленные городом задачи, а МССС не сдал ни одного объекта, и сроки окончания работ постоянно переносятся.

На сегодняшний день в Санкт-Петербурге, повторю, открыты 72 станции метро. Очевидно, что для такого быстро растущего мегаполиса, каким является Северная столица, это не просто мало, а катастрофически недостаточно. Вот примеры для сравнения: за 68 лет в Санкт-Петербурге было построено 124,8 км метро, в Сингапуре за 32 года — 198,6 км, в Дели за 21 год — 348 км, в Ухане за 19 лет — 435 км.

Наши 75 тыс. человек на одну станцию — это даже больше, чем в Шанхае. Во многих «спальных» районах Петербурга метро попросту отсутствует, находясь в нескольких, а то в десяти и более, километрах от жилых массивов.

Насколько можно судить по опыту последних лет, проблемы начались, когда функции государственного заказчика были переданы СПб ГКУ «Дирекция транспортного строительства», для которого подземное строительство не является профильным. Занижение цены контракта, обвинения Метростроя в монополизме, проблемы с выделением участков под строительство, несвоевременная оплата выполненных работ, организационные сложности и бюрократические проволочки привели к тому, что компания с 80-летней историей была объявлена банкротом, а ее заслуги перед городом стали умалчивать, как будто их и не было вовсе.

В 2020 году создана новая компания по развитию метрополитена — АО «Метрострой Северной столицы», принадлежащая городскому правительству и Банку ВТБ. По заявлениям властей, МССС должна была стать наследником традиций исторического Метростроя. Однако развал старой организации оказался только корнем множества проблем петербургского метростроевения, а создание новой компании еще не стало прорывом в отрасли.

Созданное с нуля и наделенное функциями единого поставщика услуг в области проектирования и строительства метро, АО «Метрострой Северной столицы» не является правопреемником ОАО «Метрострой», не имеет ни многолетнего опыта, ни собственной материально-технической базы (включая проходческое оборудование), ни необходимого количества квалифицированных кадров — как рабочих, так и ИТР. Насколько известно, всё, что сейчас входит в актив МССС, включая людей, практически безвозмездно взято у ОАО «Метрострой».

ОБЕЩАТЬ — НЕ ЗНАЧИТ ПОСТРОИТЬ

Большинство горожан смену генподрядчика на строительстве петербургской подземки не заметило, зато за последние годы, похоже, почувствовало усталость от обещаний властей, не устающих поражать громадьем планов.

В 2019 году губернатор Санкт-Петербурга Александр Беглов заявил, что задача городских властей — открыть 29 новых станций к 2032 году. Дальше — больше? 7 августа 2022 года он заявил о планах строительства 89 станций и 139 км линий метрополитена к 2045 году. Однако 7 февраля 2023 года в предложенном варианте государственной программы развития метро Петербурга, среди прочего, было сказано: «К 2028 году планируется увеличить эксплуатационную длину линий метрополитена до 133,6 км, ввести в действие четыре новые станции». Вроде бы все встало на свои места. Но 14 июня 2023 года Александр Беглов в интервью ТАСС заявил: «Президент России поставил четкие задачи по развитию метрополитена Санкт-Петербурга. До 2032 года нам предстоит построить 20 новых и реконструировать 12 существующих станций метро».

Что же об этом думают эксперты? Как минимум, они глубоко сомневаются.

ЧТО БЫЛО РАНЬШЕ? БЕЗ ПРОЕКТА НЕТ ОБЪЕКТА

Давайте, однако, вспомним историю, которая подтверждает возможность и проектировать, и сдавать в петербургских условиях несколько станций в год достаточно часто. Как был организован процесс?

В 1941 году создали Ленинградский метрострой, и в городе на Неве началось строительство метро. Сооружение шахт велось до начала ВОВ, проектное обеспечение выполнялось московским институтом «Метрогипротранс». Работы возобновились в 1946 году, тогда

метрополитены

Перенос сроков сдачи станций
Петербургского метрополитена

Название станции	Начало строительства станции	Планируемый срок сдачи	Перенос срока сдачи
Путиловская	Декабрь 2015 года	Май 2022 года	Конец 2023 года Конец 2024 года
Казаковская (Юго-Западная)	2013 год	Май 2022 года	Конец 2023 года Конец 2024 года
Театральная (без выхода на поверхность)	Март 2015 года (позже планируемого срока – 2012 года)	2012 года	2015 год 2018 год Конец 2019 года 2024–2025 гг. 2026 год
Горный институт	Апрель 2015 года	2019 год	Конец 2024 года

же в Ленинграде был создан филиал Метрогипротранса – институт «Ленметропроект». Именно им и его преемником Ленметрогипротрансом спроектированы все 143 км линий и 72 станции.

За годы работы в конструкциях метрополитена появились серьезные изменения. Были разработаны, изготовлены и внедрены в строительство все возможные типы железобетонных обделок (вместо применяемых на первом этапе чугунных). Разработаны для условий города Ленинграда новые типы станций и усовершенствованы существующие, внедрены новые прогрессивные схемы управления поездами, аналоги которых отсутствуют в российском метрополитене до настоящего времени, и многое другое. Все дальше расходились московская и ленинградская школы проектирования.

В 1977 году институт «Ленметропроект» стал самостоятельным научно-исследовательским и проектным институтом «Ленметрогипротранс». Расширилась и сфера его деятельности. Так, он начал заодно заниматься проектированием метрополитенов в других городах Советского Союза (Челябинск, Новосибирск, Красноярск, Донецк, Казань, Самара и другие).

В 1987 году приказом Министерства транспортного строительства Ленметрогипротранс был назначен головным в СССР по проектированию железнодорожных тоннелей. Институтом спроектированы, в частности, все тоннели БАМа, «олимпийские» тоннели в Сочи

и масса других. От тоннеля к тоннелю улучшались их конструкции и прочие технические параметры.

Организационно Ленметрогипротранс входил в триумvirат основных тоннельных игроков в Северной столице вместе с Петербургским метрополитеном и Метростроем, что способствовало быстрому продвижению всех идей, возникающих в процессе строительства. Такое состояние дел продолжалось до конца 90-х гг. прошлого столетия.

Первым шагом к началу развала триумvirата послужило принятое городом в 2013 году решение о передаче функций заказчика от Комитета по транспорту, у которого техническим заказчиком была Служба капитального строительства метрополитена, в Комитет по развитию транспортной инфраструктуры. В свою очередь КРТИ создал собственную службу технического заказчика, состоящую, на взгляд экспертов, из недостаточно квалифицированного персонала, не обладавшего необходимым опытом метростроения. Это практически остановило проектирование метрополитена, так как имевшиеся на тот момент договоры не получили своевременно оформленной исходно-разрешительной документации. При полной готовности проекты пылялись на полках несколько лет.

Практически разрушилась связь с метрополитеном, в функции которого больше не входили решения по строительству новых объектов. Из процесса был устранен ранее хорошо функционирующий заказчик. Вместо помощи в строительстве и решения общих вопросов деятельность метрополитена фактически превратилась в «формулирование пожеланий».

С 2015 года, при отсутствии загрузки у института «Ленметрогипротранс», госзаказчиком в лице КРТИ начали предприниматься попытки привлечения генпроектировщиков со стороны, что мотивировалось, в том числе, борьбой с монополизмом. За все время проведения конкурсов, однако, заказчик понес убыток более 1 млрд рублей прямых затрат. И это не учитывая того, что соответствующие налоги «ушли» из Санкт-Петербурга.

Хочется также отметить, что геологические условия Москвы значительно отличаются от условий Санкт-Петербурга. Конструкции для Московского метрополитена могут быть нецелесообразны для строительства в Петербурге, а на разработку новых конструкций у Метрогипротранса нет ни времени, ни, вероятно, сил. Поэтому москвичами, опять же, применяются старые, традиционные решения Ленметрогипротранса, который в своем прогрессе уже ушел вперед, в частности, в разработке технологий, позволяющих резко увеличить производительность труда при строительстве.

Существует также экспертное мнение, что с переменной заказчика метростроение в Санкт-Петербурге откинуто назад на 40-50 лет.

Пора срочно увеличить объемы проектирования метро, тем более что Ленметрогипротранс готов развивать систему Петербургского метрополитена, причем в состоянии выполнить эту работу быстрее, дешевле и эффективнее, чем ранее, применив в ней все самые лучшие достижения в мировом метростроении. В частности, институтом в настоящее время разработаны решения, позволяющие увеличить долю механизации при строительстве до 70-90%. В Петербурге есть свой уникальный проектный потенциал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОД

К началу 70-х гг. специалисты более 20-ти проектных организаций, опираясь на собственные изыскания и мировой опыт, разработали Проект планировочной организации и использования подземного пространства Ленинграда. Это около сотни томов, расчетов и обоснований (включая резервирование территории). Итоговый том с сухим названием «Генеральная схема планировочной организации и использования подземного пространства Ленинграда» датируется 1977 годом.

5 марта 1983 года Исполком Ленсовета выпустил решение № 128 «Об использовании подземного пространства Ленинграда». Этот уникальный проект — долгосрочная градостроительная программа, на тот момент теоретически позволявшая реализовать задачи совершенствования и формирования городской среды и качественного совершенствования подземной структуры в течение 20–25 лет.

По мнению профессионального сообщества, для решения проблем в области использования подземного пространства и формирования комфортных условий проживания необходимо тщательно изучить тот опыт ленинградских проектировщиков, на основе которого следует, опираясь на развитие метрополитена, составить подробный план комплексного освоения подземного пространства Санкт-Петербурга по аналогии с Генеральной схемой 1977 года. В этом документе должно быть подробно расписано все, что требуется для реализации поставленных задач. Необходимо назначить ответственных лиц за разработку данного плана и установить сроки его подготовки. В итоге, при комплексном и системном подходе, должны быть решены и хронические проблемы петербургского метростроения. ■

Владимир МАРКОВ,
заместитель генерального
директора ОАО
«Ленметрогипротранс»
по проектированию
метрополитенов



« ЧТОБЫ ПОСТРОИТЬ 20 СТАНЦИЙ ЗА 9 ЛЕТ, НУЖНЫ НЕ ТОЛЬКО ДЕНЬГИ, НО И ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПЛАНЫ, ВЫДЕЛЕННЫЕ УЧАСТКИ ЗЕМЛИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО, ТЕНДЕРЫ НА ПОДГОТОВКУ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, НАЛИЧИЕ ПОДРЯДЧИКА С ОПЫТОМ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗОЙ. «МЕТРОСТРОЙ СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЫ» ДОЛЖЕН ИМЕТЬ В СВОЕМ ШТАТЕ НЕ МЕНЕЕ 15 ТЫС. ЧЕЛОВЕК ПРОТИВ СЕГОДНЯШНИХ 3,5 ТЫС. ОЧЕВИДНО, ЧТО МОЛОДЕЖЬ УЖЕ НЕ ПОЙДЕТ РАБОТАТЬ ПОД ЗЕМЛЮ, ЭТО СЛИШКОМ ТЯЖЕЛЫЙ ТРУД, А СТАРЫЕ КАДРЫ ПОТЕРЯНЫ. ЕСЛИ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫЕ ФИРМЫ, ВЛАДЕЮЩИЕ ТЕХНИКОЙ И ТЕХНОЛОГИЕЙ, МОГУТ СТРОИТЬ СТАНЦИИ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ, ТО НА ГЛУБОКОМ ЗАЛОЖЕНИИ, А ЭТО ФАКТИЧЕСКИ ВЕСЬ ЦЕНТР ПЕТЕРБУРГА, КТО-ЛИБО, КРОМЕ СТАРОГО МЕТРОСТРОЯ, РАБОТАТЬ СМОЖЕТ ЕДВА ЛИ. ТАК ЧТО ДАВАТЬ КАКИЕ-ЛИБО ПРОГНОЗЫ СЕГОДНЯ ЗАТРУДНИТЕЛЬНО.





МИХАИЛ БЕЛЕНЬКИЙ

О НОВЫХ ТОННЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ МОСМЕТРОСТРОЯ ДЛЯ ОАО «РЖД»

НА УЧАСТКЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ (ДВЖД) ШКОТОВО – СМОЛЯНИНОВО В ПРИМОРСКОМ КРАЕ ПО ПРОГРАММЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ И ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ (ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА) МОСМЕТРОСТРОЕМ СООРУЖАЮТСЯ ДВА ТОННЕЛЯ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ 1,45 КМ КАЖДЫЙ. В СООТВЕТСТВИИ С УСЛОВИЯМИ ДОГОВОРА ВВЕСТИ ОБЪЕКТ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НЕОБХОДИМО В ДЕКАБРЕ 2024 ГОДА. РАБОТЫ ВЕДЕТ ДОЧЕРНЯЯ КОМПАНИЯ АО «МОСМЕТРОСТРОЙ» – ООО «ММС ИНТЕРНЭШНЛ». ПОДРОБНЕЕ – В ИНТЕРВЬЮ С ЗАМЕСТИТЕЛЕМ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА МОСМЕТРОСТРОЯ МИХАИЛОМ БЕЛЕНЬКИМ.

– Михаил Юрьевич, что уже сделано в реализации этого проекта?

– На сегодня освоены все строительные площадки, возведены временные здания и сооружения. Из зоны строительства вынесены коммуникации, в том числе ВЛ 220 кВ и магистральный водопровод. Выполнен комплекс свайных и земляных работ по устройству припортовых выемок Западного и Восточного порталов.

**Заместитель генерального директора
АО «Мосметрострой» Михаил БЕЛЕНЬКИЙ:**

« СЕГОДНЯ МЫ РАЗВЕРНУЛИ РАБОТЫ НА ВСЕХ ПЛОЩАДКАХ ПРОЕКТА, А ЭТО ТОННЕЛИ И ПОДХОДЫ К НЕМУ, МОСТОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ, КОМПЛЕКС ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ВОХР. ОТРАБОТАНЫ ЦИКЛЫ ПО ВСЕМ ЧЕТЫРЕМ ЗАБОЯМ. КОНТРОЛЬНАЯ ЦИФРА, КОТОРУЮ НЕОБХОДИМО ОБЕСПЕЧИТЬ – 35–45 М ПРОХОДКИ В МЕСЯЦ ПО КАЖДОМУ ЗАБОЮ. МЫ ПОНИМАЕМ, КАК РАБОТАТЬ В ЭТОЙ ГЕОЛОГИИ, НАУЧИЛИСЬ БОРЬБЫ С ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ГРУНТАМИ. ОБЪЕКТ ПОЛНОСТЬЮ ОБЕСПЕЧЕН РАБОЧЕЙ СИЛОЙ И ТЕХНИКОЙ. МЫ СТРОГО ПРИДЕРЖИВАЕМСЯ ГРАФИКА РАБОТ, ЧТОБЫ СДАТЬ ОБЪЕКТ В ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ СРОКИ.

По состоянию на июнь 2023 года пройдено горным способом 1240 метров по калотте, 570 метров по среднему уступу и 510 метров по нижнему уступу из общей протяженности горных выработок 2870 м.

– Какие работы ведутся в настоящее время?

– В настоящее время идет активная фаза по проходке тоннелей с двух порталов четырьмя забоями уступным методом, параллельно сооружается постоянная обделка тоннелей. Также приступили к работам по сооружению мостов и насыпи на подходе к Восточному portalу. Обустраивается система глубокого дренажа и укрепление откосов выемки Западного портала. Заканчивается реконструкция ТП Смоляниново. Начаты работы по сооружению зданий ВОХР.

– Интересно, а каковы объемы разработанного грунта на порталах и горной породы при проходке тоннелей?

– Объем разработанного грунта на обеих припортовых выемках составил 480 тыс. м³, также на сегодня разработано более 100 тыс. м³ горной породы непосредственно в тоннелях.

– Какая геология на объекте? Как боретесь с водонасыщенными грунтами?

– В геоморфологическом отношении трасса тоннеля прорезает водораздельный участок, разделяющий до-

лины рек Шкотовки и Смоляниновки. Основной грунтовой массив представлен переслаиванием различных грунтов: скальных в виде трещиноватых песчаников разной степени прочности, углями низкой прочности, а также суглинками и глинами преимущественно твердой и полутвердой консистенции. Для подавления водопритоков в забой проектом предусмотрено инъецирование грунтового массива полиуретановыми смолами.

— Каким образом сооружается постоянная обделка тоннелей? Сколько ее выполнено на сегодня? Какую опалубку применяете?

— Постоянная обделка тоннелей выполняется в три этапа:

- 1) устройство гидроизоляции (замкнутая гидроизоляция из ПВХ-мембраны толщиной 2 мм);
- 2) армирование (пространственное армирование, состоящее из арматурных каркасов и распределительной арматуры);
- 3) бетонирование.

Сначала бетонруется обратный свод. Затем при помощи самоходной механизированной опалубки, специально спроектированной и изготовленной под данный объект, осуществляется укладка бетона в свод и стены. Всего для объекта было заказано 2 комплекта опалубки, которая была изготовлена в Турции.

На сегодняшний день сооружено 500 пог. метров обратного свода и 380 пог. метров свода и стен.

— Вы упомянули также про мост. Каким он будет — и какие работы ведутся на этом объекте?

— На подходе к Восточному portalу предусмотрено строительство двух однопутных железобетонных мостов по схеме 2x13,5 м. На данный момент произведена забивка свай, сооружаются береговые и русловые опоры. Кроме того, ведется строительство двух подводных каналов для сбора водных потоков и их сосредоточения в местах мостовых переходов.

— Сколько рабочих задействовано на строительстве? Какие бытовые условия созданы для них?

— Непосредственно на объекте сегодня задействовано около 1000 человек. Для обеспечения бытовых условий построено благоустроенное общежитие, а также здание столовой, организовано трехразовое питание.

— С помощью какой техники ведутся работы на объекте?

— На объекте сосредоточено более 100 единиц строительной техники, в том числе специализированные машины и механизмы для тоннельных работ — горнопро-

**Генеральный директор
АО «Мосметрострой»
Сергей ЖУКОВ:**



С НАШЕГО ПОСЛЕДНЕГО ВИЗИТА НА СТРОЙКУ ПРОШЛО ПОЛГОДА. ЗА ЭТО ВРЕМЯ НА ПЛОЩАДКЕ ПРОИЗОШЛИ СЕРЬЕЗНЫЕ СДВИГИ — В РАБОТЕ ВСЕ ЧЕТЫРЕ ЗАБОЯ. А ГЛАВНОЕ — ТЕМПЫ ПРОХОДКИ СООТВЕТСТВУЮТ ГРАФИКУ. ЭТО НЕ ПЕРВЫЙ ОБЪЕКТ, УСПЕШНО ПОСТРОЕННЫЙ МОСМЕТРОСТРОЕМ ДЛЯ ОАО «РЖД». НАДЕЕМСЯ, ЧТО ДАННЫЙ ПРОЕКТ БУДЕТ ТАКЖЕ ПОСТРОЕН В СРОК И С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ. С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВСЕ ИДЕТ ТАК, КАК ДОЛЖНО БЫТЬ.

ходческие экскаваторы и комбайны, буровые установки, машины набрызг-бетонирования, погрузочно-доставочные машины и т. д.

— Планируется ли применение новой техники? Известно, что ваши специалисты ездили в Китай. Планируете ли использовать китайскую технику на объекте?

— Действительно, на сегодняшний день прорабатывается вопрос приобретения специализированного оборудования китайского производства, такого как буровые установки и установки для набрызг-бетонирования, с целью замещения ушедших с российского рынка европейских аналогов.

— И, наконец, почему на данном участке вообще было принято решение строить тоннели?

— Ввод в эксплуатацию нового участка с тоннелями позволит ликвидировать «барьерное» место на пути к portalам Находки за счет оптимизации профиля пути. Сейчас действующий участок железнодорожного пути проходит по сложному рельефу с крутыми подъемами, в связи с чем для грузовых поездов используют подталкивающие локомотивы, что снижает эффективность перегона. Благодаря тоннелям пропускная способность увеличится до 72 пар поездов в сутки без дополнительной тяги. ■

Редакция благодарит за помощь в подготовке интервью пресс-службу АО «Мосметрострой»



«ТОННЕЛЬ ИМЕНИ СТАЛИНА»: НОВАЯ ЖИЗНЬ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ПОД ГОРОЙ

С. А. ЖУКОВ,
генеральный директор АО «Мосметрострой»;
М. Ю. БЕЛЕНЬКИЙ,
заместитель генерального директора АО «Мосметрострой»

МОСМЕТРОСТРОЙ ЗАНИМАЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО СТРОИТЕЛЬСТВОМ МЕТРОПОЛИТЕНА. СЕЙЧАС, КОГДА РЕАЛИЗУЕТСЯ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «МОДЕРНИЗАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ И ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ (ВОСТОЧНЫЙ ПОЛИГОН)», В КОТОРОМ КОМПАНИЯ ПРИНИМАЕТ УЧАСТИЕ, УМЕСТНО ВСПОМНИТЬ РАНЕЕ СДАННЫЙ ОБЪЕКТ, ПРИЗНАННЫЙ ЗНАЧИТЕЛЬНЫМ ДОСТИЖЕНИЕМ НА МИРОВОМ УРОВНЕ. РАССКАЖЕМ О ВЫПОЛНЕННОЙ МЕТРОСТРОЕВЦАМИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТОННЕЛЯ ВО ВЛАДИВОСТОКЕ

Владивостокский железнодорожный тоннель, исторически носящий имя И. В. Сталина, расположен в черте города Владивосток, столицы Приморского края. Длина тоннеля — 1380 м. В эксплуатацию был введен в 1935 году. Над тоннелем располагается плотная городская застройка и городские коммуникации.

УСЛОВИЯ И ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ

После долгих лет службы стала очевидной необходимость реконструкции этого подземного транспортного сооружения. Основные дефекты, возникшие в тоннеле и препятствующие его нормальной эксплуатации:



- снижение несущей способности обделки тоннеля;
- разрушение швов между кольцами обделки, через которые идет активный водоприток в тоннель, а также происходят вывалы породы;
- частичные разрушения существующей обделки по длине тоннеля;
- наличие негабаритных мест обделки;
- значительное образование в зимний период наледей на обделке тоннеля (ежегодно в тоннеле вырубалось и вывозилось в среднем 1800 м3 льда).

Первоначальный проект реконструкции, разработанный заказчиком, предусматривал полное закрытие объекта на период выполнения работ, с переключением движения поездов в обход в центральную часть города и перепроходку тоннеля традиционными способами. Данный проект, однако, не был согласован администрацией Приморского края из-за его высокой стоимости и большими организационными сложностями по устройству обхода.

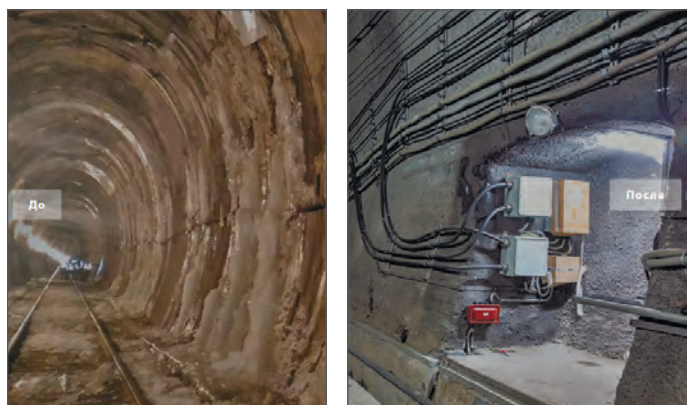
Основным условием местных органов власти было не прекращать эксплуатацию тоннеля на время проведения строительных работ, так как он выполняет важные

транспортные функции по обслуживанию морского порта и городской инфраструктуры.

Получив отказ от администрации Приморского края на полное закрытие тоннеля на период его реконструкции, заказчик (ОАО «РЖД») обратился в АО «Мосметрострой» с просьбой предложить альтернативные варианты приведения сооружения в нормативное состояние с учетом следующих условий: обеспечить эксплуатацию тоннеля во время выполнения строительных работ, сохранить

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ТОННЕЛЬ (ИМЕНИ И. В. СТАЛИНА) – ОДНОПУТНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ВО ВЛАДИВОСТОКЕ. ПРОХОДИТ ПОД ГОРОЙ ШОШИНА. СООРУЖЕНИЕ ИМЕЕТ СТАТУС СТРАТЕГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА, А ТАКЖЕ ПАМЯТНИКА ИСТОРИИ И АРХИТЕКТУРЫ КРАЕВОГО ЗНАЧЕНИЯ. ЧЕРЕЗ НЕГО ОСУЩЕСТВЛЯЮТСЯ ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ В ПОРТЫ НА МЫС ЧУРКИН, ПОДВОЗ УГЛЯ К ВЛАДИВОСТОКСКОЙ ТЭЦ-2, А ТАКЖЕ ДВИЖЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ.

ТОННЕЛИ



существующий габарит тоннеля, снизить стоимость и сроки работ по отношению к первоначальному проекту.

После проведения инженерного анализа фактического состояния объекта специалистами Мосметростроя был предложен комплекс современных технологий и разработан проект, предусматривающий создание многослойной конструкции постоянной обделки тоннеля. С целью решения поставленной задачи в результате удалось внедрить самые передовые инновационные разработки, применяемые в мировой практике при модернизации тоннелей.

Все работы, согласно выставленным условиям, выполнялись в технологические «окна» без остановки движения поездов.

Для приведения тоннеля в безопасное для эксплуатации состояние было необходимо:

- закрепить грунтовый массив с ликвидацией пустот в заобделочном пространстве;
- остановить деградационные процессы в существующей обделке тоннеля, которая выполнена из бутобетонной кладки;
- обеспечить водоподавление активных течей по всей длине тоннеля;
- устранить негабаритные места в обделке тоннеля;
- выполнить срубку штукатурного слоя по всей длине тоннеля для сохранения существующего габарита;
- заизолировать стыки (деформационные швы) между полукольцами старой обделки;
- выполнить гидроизоляцию тоннеля по всей его длине, которая отсутствовала в старой конструкции;
- увеличить несущую способность существующей обделки за счет устройства дополнительного несущего слоя;
- обновить инженерные коммуникации и верхнее строение пути;
- привести в нормативное состояние штольню и восстановить работу дренажной системы за счет бурения новых скважин из штольни и прочистки существующей дренажной системы.

В результате все работы по модернизации Владивостокского тоннеля были выполнены в период с октября 2017 года по март 2019 года с общей стоимостью 3,2 млрд рублей.

Объект является памятником исторического наследия, поэтому также была проведена реставрация порталов тоннеля с сохранением их исторического облика.

ПЕРЕДОВЫЕ РЕШЕНИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ

Впервые в России Мосметрострой разработал проект и применил технологии модернизации железнодорожного тоннеля, построенного 82 года назад, где на одном объекте адаптированы для конкретных условий работ и применены различные современные мировые достижения и инновации в области тоннелестроения.

Успешно реализованы следующие современные технологии:

- использованы различные методы и составы для нагнетания как в заобделочное пространство, так и в тело старой обделки;
- выполнена гидроизоляция швов старой обделки с применением водонабухающей резины;
- выполнена напыляемая гидроизоляция всего тоннеля с двухсторонней адгезией;
- заполнены трещины старой обделки специальными составами;
- сооружен дополнительный внутренний слой постоянной обделки из набрызг-бетона с использованием полимерной и металлической фибры;
- применены химические анкеры, связывающие все слои конструкции обделки и грунтового массива.

Специалистами Мосметростроя был разработан и согласован с заказчиком специальный проект организации строительства (с детальным графиком, с учетом методов и технологии работ), позволивший реализовать контракт «в окна» без остановки движения поездов и





На открытии мемориальной доски инженерам и проходчикам «Метростроя» на тоннеле им. Сталина

обеспечить при этом все требования безопасности при движении и охраны труда строителей во время работ.

Примененные технические решения позволили получить принципиально новую многослойную обделку тоннеля, состоящую из старых и новых конструктивных элементов, с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, в которой все слои включены в работу конструкции.

Предложенные Мосметростроем технологии по модернизации тоннеля обеспечили разработку экономичных технических решений, повышающих надежность конструкций и сооружений тоннеля.

Поставленная задача была успешно решена со значительным сокращением сроков (на 1,5 года) и стоимости работ относительно первоначального проекта, по которому планировалась реконструкция с полным закрытием тоннеля для движения поездов со строительством обходного участка железной дороги через центр города.

С применением современных технологий при модернизации тоннеля был достигнут значительный социальный эффект: обеспечена бесперебойная доставка

грузов по железной дороге в морской порт Владивосток и из порта, на теплоэлектростанцию, а также для городских нужд на весь срок выполнения работ на объекте.

Реализация Мосметростроем данного проекта позволила увеличить пропускную способность модернизированного участка железной дороги и снизить эксплуатационные затраты, улучшить экологическую обстановку в зоне тоннеля за счет устройства организованного водоотведения.

Достигнутые положительные результаты дают возможность в дальнейшем распространить эту технологию при модернизации других многочисленных тоннелей, расположенных на огромной сети железных дорог России, многие из которых имеют значительный возраст с момента постройки и также требуют модернизации под современные требования и условия эксплуатации.

Работу столичных метростроевцев высоко оценили не только российские, но и международные эксперты. На международном конкурсе «Лучший реализованный проект – 2019», ежегодно проводимом Международной тоннельной ассоциацией (ITA), проект модернизации Владивостокского тоннеля (имени И. В. Сталина) признан победителем в номинации «Лучший Проект года, включая реновацию с бюджетом до 50 млн. евро», в финале обойдя конкурентов из Великобритании и Сингапура. Итоги были подведены в США в ходе ежегодной конференции ITA.

За время, прошедшее с момента ввода объекта в эксплуатацию весной 2019 года, от организаций ОАО «РЖД», участвующих в эксплуатации тоннеля, поступают только положительные отзывы о проделанной Мосметростроем работы, замечаний к качеству выполненных работ нет. ■

МОСМЕТРОСТРОЕМ ВПЕРВЫЕ В РОССИИ БЫЛ РАЗРАБОТАН ПРОЕКТ И ПРИМЕНЕНА ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ, ПОСТРОЕННОГО 82 ГОДА НАЗАД, ГДЕ НА ОДНОМ ОБЪЕКТЕ АДАПТИРОВАЛИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ УСЛОВИЙ РАБОТ И ВНЕДРИЛИ СОВРЕМЕННЫЕ МИРОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ТОННЕЛЕСТРОЕНИЯ. ЭТО ВЫСОКО ОЦЕНИЛИ И ЗА ПРЕДЕЛАМИ СТРАНЫ. НА КОНКУРСЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОННЕЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ (ITA) «ЛУЧШИЙ РЕАЛИЗОВАННЫЙ ПРОЕКТ 2019» МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЛАДИВОСТОКСКОГО ТОННЕЛЯ БЫЛА ПРИЗНАНА ПОБЕДИТЕЛЕМ В НОМИНАЦИИ «ЛУЧШИЙ ПРОЕКТ ГОДА, ВКЛЮЧАЯ РЕНОВАЦИЮ С БЮДЖЕТОМ ДО 50 МЛН. ЕВРО».

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ АСУ ТС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

В. Р. ГОПPE,

к. т. н., доцент Российского университета транспорта (МИИТ)

Рассмотрены цели и задачи разработки модели комплексной автоматизированной системы управления техническим содержанием (АСУ ТС) железнодорожных тоннельных сооружений. Представлен вариант ее модели. Предложена управляющая система, схема управления моделью и порядок взаимодействия ее составных частей. Предложены опции и архитектура искусственного интеллекта, действующего в составе управляющей системы. Показано взаимодействие с ним обслуживающего персонала.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ АСУ ТС

Тоннельное сооружение представляет собой сложный комплекс конструктивных и инженерных (технологических) систем. Для эффективной работы АСУ ТС она должна быть сопряжена как с реальным сооружением, так и с виртуальным. Под виртуальным тоннельным сооружением здесь подразумевается графический BIM-объект.

Цели построения АСУ ТС:

- комплексный автоматизированный сбор, анализ и формирование базы данных о техническом состоянии конструктивных и инженерных (технологических) систем объекта;
- прогноз технического состояния конструктивных и инженерных (технологических) систем объекта;
- планирование мероприятий по техническому содержанию по актуальному фактическому состоянию объекта и прогнозу его технического состояния;
- минимизация влияния человеческого фактора при функционировании системы управления объектом;
- установление взаимодействия АСУ ТС с системами МЧС и Ростехнадзора.

Задачи построения АСУ ТС:

- разработка модели структурной схемы АСУ ТС;
- определение функционала блоков структурной схемы АСУ ТС;

- разработка алгоритмов взаимодействия блоков структурной схемы внутри АСУ ТС, а также с государственными и административными системами контроля и надзора.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АСУ ТС

АСУ ТС должна позволять оперативному персоналу своевременно получать достоверную информацию о состоянии всех систем в удобном для анализа виде, в том числе в форме прямой видеоинформации и виртуальной информации на BIM-сооружении.

Управляющие функции выполняет общая программно-логическая система (управляющая система), являющаяся «оболочкой» АСУ ТС. Они заключаются в автоматическом дистанционном регулировании и программно-логическом управлении с участием и контролем оперативного персонала с помощью и во взаимодействии с ИИ, в выдаче необходимых оперативных сигналов управления всем блокам и блокам-подсистемам АСУ ТС.

ИИ осуществляет также вспомогательные функции — обеспечивает проверку достоверности информационных сигналов и исполнения управляющих воздействий, тестирование и контроль самодиагностики состояния технических средств (оборудования) АСУ ТС.

Информационно-аналитические функции выполняет соответствующая интегрированная подсистема АСУ ТС (информационно-аналитическая подсистема).

К информационно-аналитическим функциям относятся: мониторинг, измерение и контроль конструктивных и технологических параметров, обнаружение, регистрация и сигнализация об отклонениях параметров от проектных величин и предельных состояний, формирование и выдача данных оперативному персоналу, архивирование истории параметров, контроль и регистрация срабатывания противоаварийных защит (блокировок), формирование выходных (отчетных) документов.

Измерение и контроль технологических параметров выполняются в автоматическом режиме под управлением искусственного интеллекта. При этом ИИ запускает и контролирует исполнение алгоритмов штатной работы всех подсистем сооружения, назначает и осуществляет необходимую частоту измерения параметров и сбор информации:

- о функционировании всех систем и ходе технологических процессов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию и использование сооружения по назначению;
- о техническом состоянии всех инженерных конструкций, параметрах работы и состоянии инженерных систем (вентиляции, электроснабжении, водоотвода и водоотлива, СЦБ, слаботочных систем и т. д.), о состоянии верхнего строения пути (ВСП);
- о напряженно-деформированном состоянии несущих конструкций (системы «обделка-массив-сооружения»);
- об изменении геологических параметров в окружающем тоннельное сооружение массиве горных пород;
- об изменении параметров окружающей природной среды.

В итоге ИИ обеспечивает размещение информации о состоянии объекта и выполненных управляющих воздействий в архиве.

Сообщения о состоянии и нарушениях конструктивных параметров, технологических процессов, комплекса технических средств АСУ ТС выдаются оперативному персоналу посредством видеомониторов. Функция выполняется с периодическим опросом датчиков. Формирование и выдача данных, вызовы видеокадров осуществляются по инициативе ИИ и оперативного персонала.

МОДЕЛЬ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АСУ ТС ТОННЕЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ

АСУ ТС должна включать в себя различные системные блоки (рис. 1).

Содержание блок-подсистем, входящих в структурную схему АСУ ТС, рассмотрено и представлено в [1], [2], [3].

Блок АСУ технологических процессов при эксплуатации сооружения может включать в себя, в частности, блок-подсистемы: СЦБ; тоннельной вентиляции; электроснабжения и управления электроснабжением; дренажных устройств; водоотводных устройств; водопровода; снабжения сжатым воздухом; комплексных сетей связи; безопасности (контроль доступа и т. п.); пожарной защиты.

Блок натуральных операций технического содержания сооружения и специального мониторинга инженерных систем (СМИС) сооружения может включать в себя, в

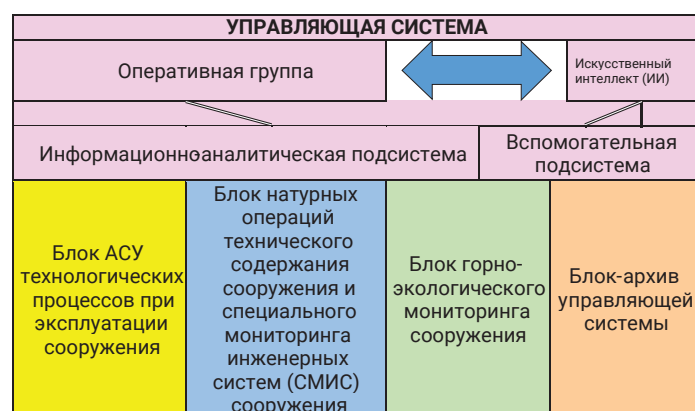


Рис 1. Структурная схема АСУ ТС тоннельного сооружения

частности, блок-подсистемы: постоянного технического надзора; текущих осмотров; периодических осмотров; текущего ремонта; технического обследования; капитального ремонта; СУКС; СММК; диагностического комплекса для контроля инженерных систем и дефектов тоннельной обделки; контроля СЦБ и поездной радиосвязи; мониторинга верхнего строения пути (ВСП).

Блок горно-экологического мониторинга сооружения может включать в себя, в частности, блок-подсистемы: геотехнического мониторинга; геологического мониторинга; экологического мониторинга.

АРХИТЕКТУРА И ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ ИИ АСУ ТС

Искусственный интеллект в данном случае действует следующим образом — после обработки очередного набора дискретных результатов нейронные сети выдают обслуживающему персоналу и оперативной части ИИ рекомендации о необходимости определенных управляющих действий.

После подтверждения обслуживающим персоналом рекомендаций о необходимости определенных управляющих действий ИИ их запускает, при этом ИИ осуществляет также вспомогательные функции — обеспечивает проверку достоверности информационных сигналов и исполнения управляющих воздействий, тестирование и контроль самодиагностики состояния технических средств (оборудования) АСУ ТС.

Для построения ИИ АСУ ТС необходимо разработать:

- организационную схему решения задачи (например, используя один из популярных предметно-ориентированных языков моделирования систем: UML, SysML, ДРАКОН);

ТОННЕЛИ

- схему и алгоритм развертывания ИИ на сервере в виртуальном пространстве управляющей системы;
- диаграмму развертывания и схему интеграции на аппаратных компонентах управляющей системы с существующими блоками системы;
- обоснованные требования к качеству и количеству (достаточности) обрабатываемых данных, поступающих с управляемой системы объекта по всем блокам управляющей системы;
- оптимальную методику сбора и предобработки данных (приложений, автоматизирующих сбор и разметку данных);
- архитектуры нейронных сетей для обработки и контроля изначально заданных алгоритмов работы блоков и блок-подсистем управляющей системы объекта;
- алгоритмы по обучению и дообучению нейронных сетей.

РАБОТА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА НЕКОТОРЫХ ПРИМЕРАХ

Пример варианта работы ИИ с блок-подсистемой тоннельной вентиляции

При работе ИИ с блок-подсистемой тоннельной вентиляции организационная схема может быть следующей.

Блок-подсистема тоннельной вентиляции должна обеспечивать оптимальную и эффективную работу общеобменной системы, аварийной системы и местных систем вентиляции тоннельного сооружения.

Работа этих систем вентиляции изначально должна настраиваться по разрабатываемым в проектной документации алгоритмам.

На начальном (предпусковом) этапе, при пусконаладочных работах, должно быть проведено обучение ИИ (в том числе и нейронных сетей) с использованием разработанных алгоритмов с участием пусконаладчиков или с участием обслуживающего персонала (оперативной группы управляющей системы) для отсеивания первоначальных ошибок в работе ИИ.

В дальнейшем предполагается запуск процесса самообучения ИИ, но под контролем оперативной группы. В процессе обучения и самообучения будет нарабатываться набор алгоритмов для управления системой вентиляции с учетом реальных условий работы. В разные времена года, и даже при изменяющихся природно-климатических условиях, при авариях в тоннельном сооружении эти алгоритмы должны изменяться для того, чтобы система вентиляции работала в наиболее оптимальном и эффективном режиме.

Системы вентиляции должны обеспечить проектные параметры воздушной среды, отвечающие определенным уровням комфортности и безопасности: по содержанию кислорода в воздушной среде сооружения, по содержанию загрязняющих веществ различной химической и физической природы, влажность воздуха, максимальная и минимальная температура воздуха, скорость движения воздуха и т. п.). При авариях система должна обеспечить спасение людей из сооружения.

Проектные параметры воздушной среды – это диапазоны значений (например, влажности воздуха, максимальная и минимальная температура воздуха и т. д.).

Для фиксации реальных параметров воздушной среды в тоннельных сооружениях устанавливается сеть датчиков, которые должны регулярно опрашиваться соответствующими программными блоками ИИ.

Результаты опроса датчиков должны вводиться в специальную нейронную сеть, работающую в рамках блок-подсистемы вентиляции.

По результатам опроса датчиков нейронная сеть должна определить наиболее эффективный алгоритм работы, в том числе уточнять периодичность опроса датчиков.

Пример варианта работы ИИ с блоком натуральных операций технического содержания сооружения и специального мониторинга инженерных систем (СМИС)

Блоком натуральных операций технического содержания и специального мониторинга инженерных систем (СМИС) осуществляются, в частности, полевые работы по контролю состояния сооружения, которые ведутся обслуживающим и ремонтным персоналом во взаимодействии с системами автоматизированного контроля.

ИИ в данном случае предназначен для генерирования обобщенных документов по результатам технического надзора и текущих осмотров. Такие документы должны составляться на основе речевых описаний осмотров, видео, фото- и графической информации, получаемых в процессе работы персонала и автоматизированных систем.

Распознавание и обобщение всех этих данных должно производиться нейронными сетями соответствующих блок-подсистем.

Должна быть также создана нейронная сеть верхнего уровня (главная сеть), генерирующая обобщенные результаты работ нейронных сетей каждой блок-подсистемы.

На начальном (предпусковом) этапе также должно быть проведено обучение ИИ (в том числе и нейронных

сетей) с участием обслуживающего персонала технического содержания (оперативной группы блока натуральных операций и разработчиков СМИС) для отсеивания первоначальных ошибок в работе ИИ.

Для фиксации реального состояния параметров инженерных систем и конструкций в тоннельном сооружении устанавливается сеть датчиков и проводится динамический периодический мониторинг и сканирование. Датчики должны регулярно опрашиваться, а системы мониторинга периодически запускаться соответствующими программными блоками ИИ.

Результаты опроса датчиков и данных мониторинга должны вводиться в специализированные нейронные сети, работающие в блок-подсистемах в рамках блока натуральных операций технического содержания тоннельного сооружения.

По результатам опроса датчиков главная нейронная сеть должна определить наиболее эффективный алгоритм работы, в том числе уточнять периодичность опроса датчиков.

В дальнейшем предполагается запуск процесса самообучения ИИ, но под контролем оперативной группы. В процессе обучения и самообучения будет нарабатываться набор алгоритмов для управления натурными операциями при техническом содержании тоннельного сооружения с учетом реальных условий работы.

Пример работы блок-подсистемы постоянного технического надзора и текущих осмотров

Постоянный технический надзор и текущие осмотры организует тоннельный мастер дистанции. Он обязан детально знать состояние всех сооружений в границах

своего околотка, выявлять причины появившихся в них повреждений, своевременно устранять их и предупреждать возникновение новых. Для этого не реже одного раза в месяц тоннельный мастер или его помощник обязаны осмотреть все сооружения в границах своего околотка.

Целью данных осмотров является наблюдение за общим состоянием сооружений, выявление всех появляющихся неисправностей и их немедленное устранение.

О всех неисправностях и повреждениях, угрожающих безопасности движения, немедленно письменным рапортом информируется руководство дистанции.

В данном случае ИИ будет ассистентом тоннельного мастера, который (или его помощник) должен совершать обход сооружения или его части с локацией, постоянным фиксированием его координат (пространственного положения). При этом он осуществляет выявление и описание всех видимых неисправностей с использованием аудио-, видео- и фотофиксации. В случае необходимости тоннельный мастер может также запустить автоматизированный контроль дефектов с использованием автоматизированных блок-подсистем, например, блок-подсистему диагностического комплекса для контроля инженерных систем и дефектов тоннельной отделки.

ИИ должен будет с помощью нейросети провести различение и распознавание звуковых образов и изображений, создаваемых в различных форматах, провести их анализ и сформировать необходимые рекомендации и отчетные документы.

В частности, о всех неисправностях и повреждениях, угрожающих безопасности движения, немедленно письменным рапортом информируется руководство дистанции, который в данном случае будет сформирован ИИ.

Литература

1. Гоппе, В.Р. Строительство тоннелей / В.Р. Гоппе. — М.: МГУПС (МИИТ), 2016. — 446 с.
2. Концепция организации автоматизированного мониторинга технического состояния строительных конструкций Московского метрополитена / [Авторы-составители: В.А. Гарбер, Н.Н. Симонов, И.М. Малый]. — М., Изд-во «Экон-Информ», 2019. — 59 с.
3. Фролов Ю.С., Гурский В.А., Молчанов В.С. Ф91 Содержание и реконструкция тоннелей: учебник/Под ред. Ю.С. Фролова. — М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. — 300 с.





СОВРЕМЕННЫЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ТОННЕЛЕЙ

АО «НПП «АЭРОСИЛА» – УНИКАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ВЕДУЩЕЕ РАЗРАБОТКУ И ПРОИЗВОДСТВО МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ВОЗДУШНЫХ ВИНТОВ С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЯЕТ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ТОННЕЛЕЙ.

Разработанные Аэросилой изделия применяются на большинстве отечественных самолетов и вертолетов, и кораблях на воздушной подушке.

Аэросила – интегратор высокого уровня, объединяет и координирует творческие усилия многих предприятий – разработчиков систем управления, топливной аппаратуры и электрооборудования, теплообменников, датчиков, других агрегатов, систем и материалов.

Для обеспечения стабильного и устойчивого развития предприятие проводит диверсификацию выпускаемой продукции – создает гражданскую продукцию с высокими, ранее недостижимыми параметрами и свойствами.

Технологии и технические решения, первоначально предназначенные для решения задач оборонного характера, находят эффективное применение в гражданских секторах промышленности, в том числе для импортоза-



мещения. Говоря о передаче авиационных, космических и других оборонных технологий в гражданские сектора экономики чаще всего обсуждение сводят к роли государства в обеспечении трансфера через оказание разного рода поддержки, забывая, что на самом деле трансфер технологий осуществляется через инициативу и творческие усилия инженеров, конструкторов, технологов и иных специалистов оборонных предприятий. И это убедительно доказывает весь накопленный положительный опыт практической, «в железе», а не на словах, реализации такого трансфера АО «НПП «Аэросила». Ведь неотъемлемыми требованиями при создании авиационных агрегатов является использование специально разработанных по последнему слову науки и техники новых, часто с уникальными свойствами, технологий и материалов. Хорошей иллюстрацией этого является авиационный воздушный винт. При видимой внешней простоте современный авиационный воздушный винт обладает уникальной конструкцией и совершенными аэродинамическими профилями лопастей, сочетает в себе применение как современных композиционных материалов, так и электронных и электрогидравлических технологий для управления его характеристиками на различных режимах полета. Это позволяет достигнуть значительного повышения его КПД и эксплуатационных параметров по сравнению с винтами предыдущего поколения. Достаточно сказать, что КПД современных воздушных винтов достигает 0,9 (!).

Существует похожее на воздушные винты массовое изделие — вентиляторы различного применения — бытового, промышленного и др. Приход в этот сектор авиационных разработчиков позволяет существенно повысить и КПД вентиляторов. АО «НПП «Аэросила» создала высокоэффективные тоннельные вентиляторы ВО-7.1 для целей вентиляции и дымоудаления автомобиль-



ных и железнодорожных тоннелей и других подземных сооружений. Применение специально рассчитанных аэродинамических профилей, авиационных технологий и материалов позволило создать экономичный и малозумный вентилятор с большим временем непрерывной эксплуатации. Вентиляторы ВО-7.1 комплектуются системой управления режимами эксплуатации, позволяющими переход в реверсный режим исходя из эксплуатации. Данная продукция изначально создавалась без использования импортных компонентов. Изделия сертифицированы и эксплуатируются на ряде перегонов и участков Московского метрополитена.

Мощные вентиляторы ОВ-1 для судов на воздушной подушке, имеющие производительность до нескольких сот кубометров в секунду, оснащенные гидравлическим приводом изменения шага винта адаптируются для применения в системах воздухообмена тоннелей и подземных сооружений. Это является хорошим примером выхода на гражданский неавиационный сектор авиационного производителя, импортозамещения — ранее данная отечественная продукция полностью отсутствовала, и появления нового отечественного инновационного товара с высоким экспортным потенциалом.



АО «НПП «Аэросила»
Россия, 142800, Московская обл.,
г. Ступино, ул. Жданова, 6
Тел.: (496) 642-33-30, (496) 642-80-85
Факс: (496) 642-04-24
vint@aerosila.ru
www.aerosila.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

Л. В. МАКОВСКИЙ, к. т. н., профессор;

В. В. КРАВЧЕНКО, к. т. н., доцент

(МАДИ, кафедра «Мосты, тоннели и строительные конструкции»)

НА ВСЕХ ЭТАПАХ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОННЕЛЕЙ ПРОВОДЯТСЯ КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ИМ ПРЕДШЕСТВУЕТ ОБОБЩЕНИЕ И КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА ТОННЕЛЕ-СТРОЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ ОЦЕНИТЬ И СПРОГНОЗИРОВАТЬ ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ, СВЯЗАННЫЕ С ПОЯВЛЕНИЕМ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ, ГИБКИХ И ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАШИН, МЕХАНИЗМОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, ПЕРЕДОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

В настоящее время основные направления научных исследований сводятся к следующему:

- совершенствование объемно-планировочных решений горных, подводных и городских тоннелей с учетом места их расположения, инженерно-геологических особенностей грунтового массива, градостроительных и транспортных условий;
- оценка эффективности инновационных конструктивных решений тоннельных обделок, включая тонкостенные гладкие и ребристые одно- и двухслойные оболочки из набрызгбетона и фибронабрызгбетона в сочетании со скальными анкерами и решетчатыми арками, а также сборные железобетонные обделки с регулируемыми и податливыми элементами в стыках, обделки из гофрированных стальных элементов, сталебетонных конструкций типа «сэндвич», обделок, выполненных с использованием композиционных материалов и нанотехнологий и др.;
- создание и внедрение новых видов гидроизоляции тоннельных сооружений на основе многослойных пленочных материалов, жидких полимерных составов, герметичных уплотнителей в стыках между блоками обделки и др. (рис. 1).
- дальнейшее развитие методов статического и динамического расчета несущих конструкций тоннелей во взаимодействии с грунтовым массивом на различных этапах строительства и эксплуатации;

- разработка методик и программ автоматизированного проектирования тоннелей с применением компьютерных технологий;
- прогнозирование сдвижений и деформаций поверхности земли, наземных зданий, сооружений и подземных коммуникаций, вызванных проходкой тоннелей;
- развитие горных способов проходки тоннелей в скальных и полускальных грунтах с применением инновационных технологий их разработки, рациональных видов контурных и опережающих крепей (скальные анкеры, экраны из труб, бетонные своды, фибергласовые нагели, стабилизированный грунт) в сочетании с прогрессивной технологией проходки, обеспечивающей высокие темпы и снижение стоимости строительства;
- расширение области применения щитовой проходки тоннелей в полускальных, мягких, слабоустойчивых и неустойчивых грунтах за счет внедрения новых типов щитовых агрегатов с двух- и трехдисковыми роторными рабочими органами, с пригрузочной камерой, заполняемой под давлением бентонитовой суспензией или пеногрунтом (миксоциты), щиты, осуществляющие проходку как горизонтальных, так и вертикальных выработок и др., а также тоннелепроходческие механизированные комплексы (ТПМК). Исследование и расчет оптимальных технологических



Рис. 1. Проверка стыков между блоками обделки

параметров щитовой проходки, а также вспомогательного оборудования в составе ТПМК;

- повышение эффективности и безопасности строительства тоннелей мелкого заложения на застроенных территориях открытыми и полукрытыми способами за счет применения рациональных видов крепи стен котлованов (буровые сваи, армированные грунтоцементные сваи, плоские и контрфорсные «стены в грунте», грунтовые анкеры и нагели), внедрения новых технологий (метод рамной крепи, опертого свода и др.), а также бетоноукладочного и кранового оборудования (рис. 2);

- обоснование новых технологий продавливания тоннелей или их участков под искусственными или естественными препятствиями, уточнение методики определения усилий продавливания и сил сопротивления продавливанию для различных модификаций метода применительно к конкретным условиям строительства;

- оценка взаимодействия опускаемых секций подводных тоннелей с водным потоком на стадии строительства; разработка методов расчета тоннельных секций на особые воздействия (сейсмика, вес затонувшего или севшего на мель судна); обеспечение устойчивости дна и откосов подводного котлована до момента и в процессе опускания секций;

- разработка методики расчета технологических параметров специальных способов стабилизации неустойчивых водонасыщенных грунтов при строительстве тоннелей горным, щитовым, открытым и полукрытым способами, а также способом продавливания. Имеется в виду водопонижение, искусственное замораживание, струйная цементация, компенсационное нагнетание и др. В результате исследований определяются состав закрепляющей смеси, режимы инъектирования, параметры водопонижения и др.;

- совершенствование методов и средств инженерных изысканий в тоннелестроении (геодезическо-маркшейдерских, инженерно-геологических и инженерно-экологических) на основе компьютерных технологий, аэрофото- и космических съемок, геодезических методов и др.;

- развитие автоматизированных систем мониторинга напряжено-деформированного состояния системы «тоннель – грунт», а также геодезического, геотехнического и экологического мониторинга в процессе строительства и эксплуатации тоннеля;

- разработка рекомендаций по повышению степени эксплуатационной надежности, долговечности и безопасности эксплуатируемых тоннельных сооружений. Совершенствование методики расчета систем искусственной вентиляции, освещения, водоотвода, а также специального оборудования, обеспечивающего безопасность движения. Оценка степени риска при эксплуатации автодорожных и городских тоннелей и выработки рекомендаций по предотвращению аварийных ситуаций и ликвидации их последствий.

Научные исследования, связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией тоннелей проводятся различными методами, которые условно можно разделить на теоретические и экспериментальные.

К теоретическим методам относятся:

- эмпирические, предусматривающие использование различных гипотез, аппарата строительной механики и механики грунтов. Это приближенные методы, которые применяют в основном на этапе вариантного проектирования;



Рис. 2. Использование передвижной опалубки при строительстве станции метро «Тропарево» в Москве

ИССЛЕДОВАНИЯ

■ аналитические, основанные на использовании сложного и громоздкого математического аппарата (дифференциальные и интегральные уравнения, теории функции комплексного переменного, метод конформных отображений, методы теории вероятности и математической статистики и др.). В настоящее время аналитические методы используются для решения частных задач механики подземных сооружений;

■ численные методы (конечных элементов, граничных элементов, дискретных элементов и др.), получившие в настоящее время широкое распространение в связи с развитием компьютерных технологий и предусматривающие математическое моделирование в плоской и пространственной постановке с использованием мощных программных комплексов («PLAXIS-3D TUNNEL», «NASTRAN», «MIDAS», «SOFISTIK» и др.) (рис. 3);

■ технология информационного моделирования (ТИМ), которая за рубежом носит название BIM (building information model).

В основе этой технологии информационная модель объекта, включающая все физические и функциональные характеристики структуры: параметры материалов, геометрию сооружения и его влияние на окружающую среду.

Полученные данные можно использовать как во время строительства, так и эксплуатации тоннеля.

С помощью BIM-технологий создается реальная модель сооружения, которая сравнивается с исходной трехмерной моделью. В процессе строительства тоннеля Заказчик осуществляет контроль над всеми изменениями, которые вносятся в BIM-модель и их соответствием требованиям нормативных документов.

К экспериментальным относятся лабораторные и натурные методы исследования:

■ лабораторные методы предусматривают физическое моделирование (на моделях уменьшенных размеров) с обязательным соблюдением принципов теории подобия и размерности в механике. Используют метод эквивалентных материалов, центробежный метод, оптико-поляризационный метод, метод стержневых моделей и др., позволяющие оценивать напряженно-деформированное состояние конструкций тоннеля и грунтового массива на разных этапах строительства и эксплуатации сооружения. Указанные методы позволяют изменять параметры модели, доводить ее до разрушения, что важно для оценки несущей способности конструкции. Полученные на моделях результаты пересчитываются на натуральный объект:

■ натурные методы предусматривают проведение исследований непосредственно на строящемся объекте, на опытном участке или на эксплуатируемом соору-

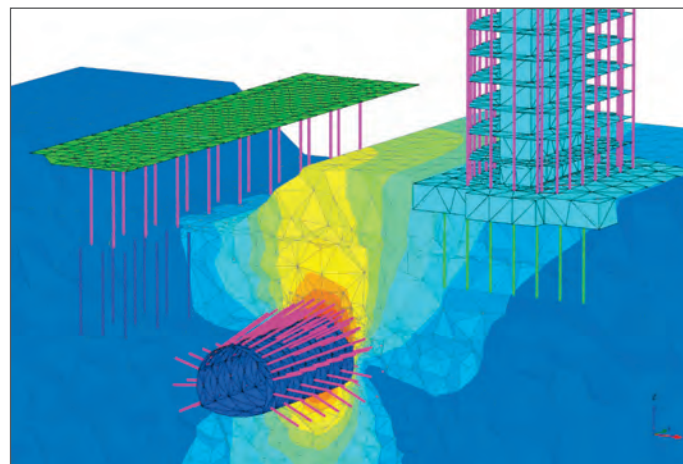


Рис. 3. Численная модель системы «тоннель – грунтовый массив – городская застройка» в программном комплексе PLAXIS-3D Tunnel

жении и позволяют с помощью автоматизированной системы мониторинга измерять все необходимые параметры.

Для наиболее сложных и ответственных тоннельных сооружений, таких как Лефортовский и Серебряноборский тоннели в Москве, автодорожные тоннели в Сочи проводили комплексные научные исследования с использованием эмпирических, аналитических и численных теоретических, а также лабораторных и натурных экспериментальных методов.

Помимо исследований проводится научное сопровождение проектирования с целью обеспечения соответствия проектных решений требованиям действующих нормативных документов, а также научное сопровождение строительства, включающее мониторинг основных конструктивно-технологических параметров с целью их соответствия утвержденному проекту. По результатам научных исследований разрабатывают рекомендации, которые используют при проектировании, строительстве и эксплуатации тоннелей, а также при корректировке существующих и создании новых нормативных документов.

Таким образом, тоннелестроение становится наукоемкой индустриальной отраслью и характеризуется все более широким применением новых технологий на основе прогрессивных экономичных конструкций и высокопроизводительных автоматизированных тоннелепроходческих комплексов, современных строительных материалов, рациональных методов организации работ, обеспечивающих высокие темпы строительства при соблюдении технической и экологической безопасности. ■

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ И РЕГЛАМЕНТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. А. ЧУРКИН,

к. т. н., с. н. с. лаборатории новых видов свайных фундаментов ЦИСФ НИИОСП
им. Н. М. Герсеванова

РОСТ ОБЪЕМОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ КОМПЛЕКСА ИЗЫСКАНИЙ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, — ВОСХОДЯЩИЙ ТРЕНД ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ. НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ВИДИТСЯ НЕОБХОДИМОСТЬ В СМЕЩЕНИИ АКЦЕНТОВ В НОРМАТИВНОЙ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ОТ ИНСТРУМЕНТА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ IN SITU (СТАДИИ ИЗЫСКАНИЙ ИЛИ ОБСЛЕДОВАНИЯ) К ПОЛНОПРАВНОМУ УЧАСТНИКУ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.

Рассмотрим вопросы оптимизации геофизических исследований при научно-техническом сопровождении изысканий под строительство уникальных объектов и регламентации применения методов технической геофизики в капитальном строительстве.

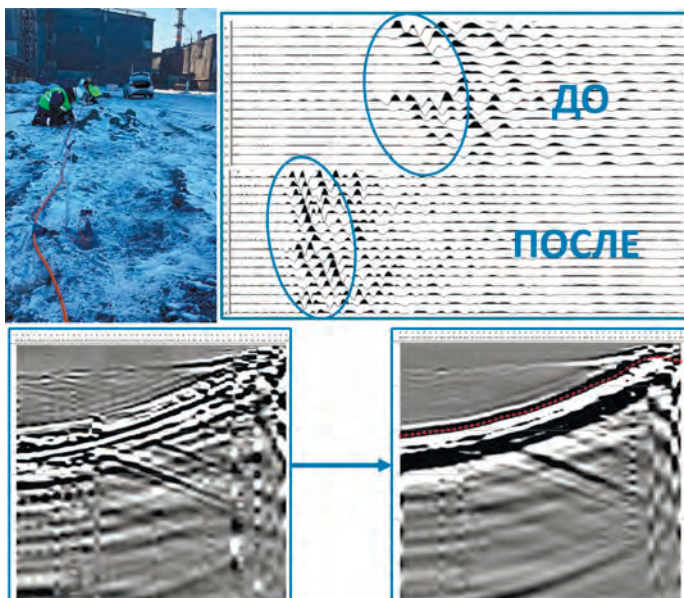


Рис. 1. Повышение качества полевых геофизических данных и подбор параметров их обработки при научно-техническом сопровождении СМР на территории АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

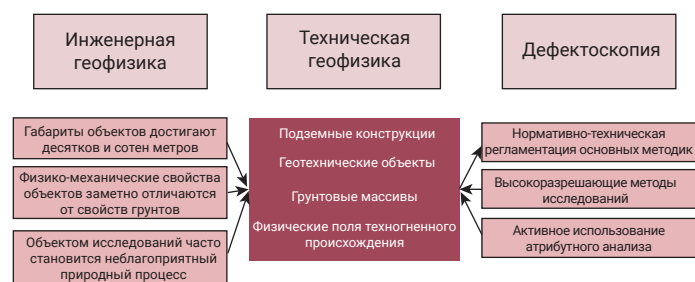


Рис. 2. Предмет изучения «технической геофизики» и особенности, обусловившие ее междисциплинарный характер [Чуркин и др., 2021]

Проблема повышения достоверности выводов по результатам исследований приводит к необходимости решить ряд задач в области развития методик, нормативной регламентации, подготовки новых кадров.

Осуществляется постепенный переход от инженерно-геофизических методов (применяемых для решения широкого круга задач методики с высокой вариативностью) к инженерно-геофизическим технологиям (узко специализированным и подробно регламентируемым процедурам). В качестве примеров можно привести сейсмоакустический контроль длины и сплошности свай или георадиолокационное исследование дорожной одежды.

ИССЛЕДОВАНИЯ

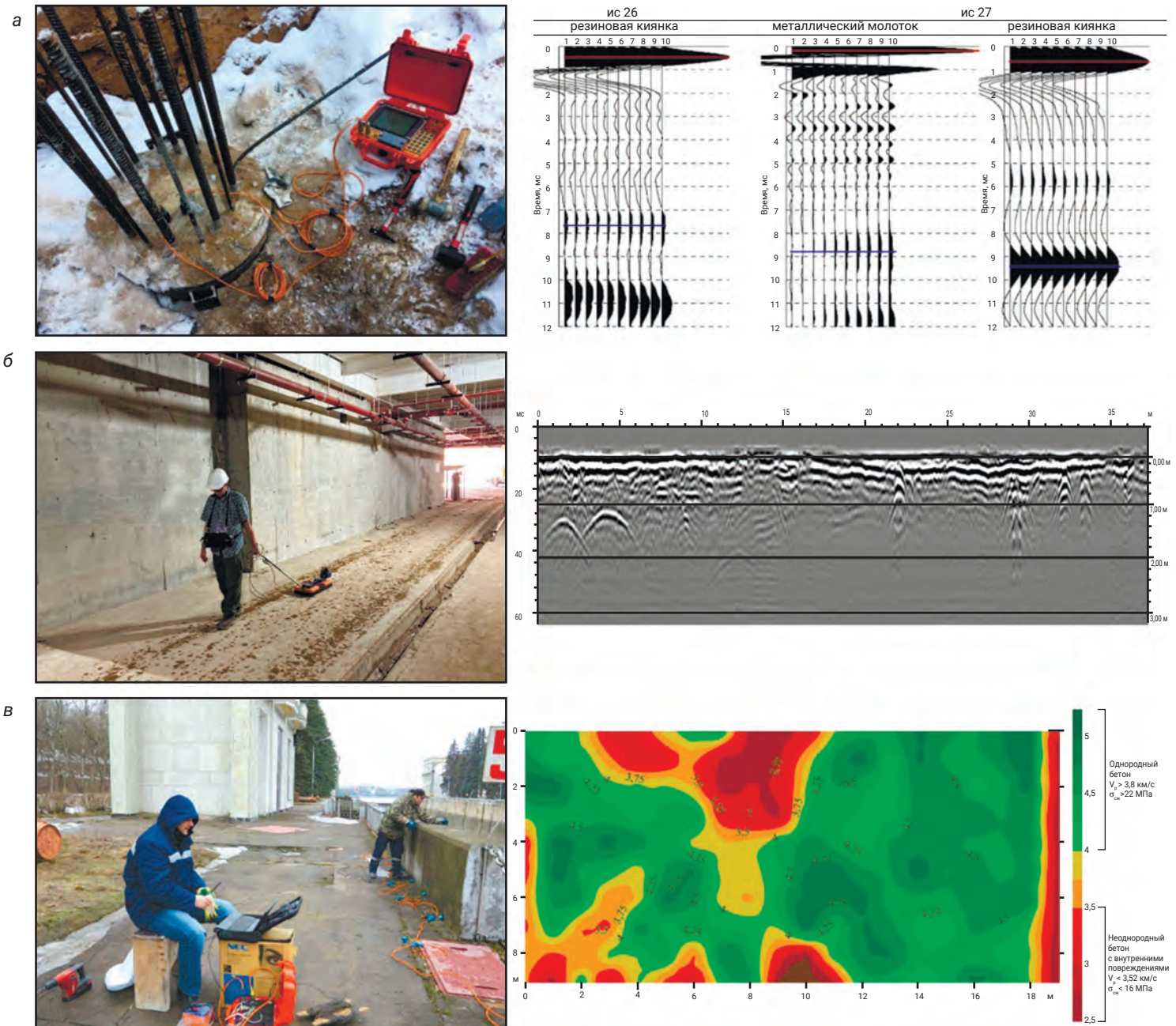


Рис. 3. Методы технической геофизики «в поле» и «на экранах мониторов» [Чуркин и др., 2022]:
 а – сейсмоакустический контроль длины и сплошности свай; б – георадиолокационное обследование строительных конструкций; в – сейсмоакустическое обследование гидротехнического сооружения

Развивается база нормативной регламентации исследований – в качестве примера можно привести находящийся в разработке ГОСТ Р «Строительные работы и типовые технологические процессы. Контроль качества скрытых работ геофизическими методами при строительстве подземных объектов». Документ

разработан при участии АО «Мосинжпроект», НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО НИЦ «Строительство», МГУ им. М. В. Ломоносова, Университета науки и технологии «МИСИС».

Стандарт затрагивает следующие виды конструкций и геофизических методов их исследования:

- свайные фундаменты (сейсмоакустический, ультразвуковой, термометрический методы);
- «стена в грунте» траншейного и свайного типов (ультразвуковой, термометрический методы);
- грунтоцементные сваи и массивы (сейсмоакустический каротаж, межскважинные сейсмоакустические прозвучивания);
- фундаментные плиты и обделка тоннелей (акустические методы, георадиолокационное профилирование).

В рамках решения задачи подготовки специалистов для отрасли сформирована первая редакция учебного пособия для студентов вузов «Волновые методы технической геофизики при решении геотехнических задач». Ориентировочные сроки доработки издания — конец 2023 / начало 2024 года. Ряд отраслевых вузов и организаций выразили заинтересованность в соответствующем учебном курсе.

Указаны следующие направления для разработки в рамках включения геофизических методов в систему мониторинга:

- переход к интегральным оценкам состояния и работоспособности конструкций по данным косвенных исследований;
- комплексирование методов, использующих различные физические принципы;
- организация долговременных систем наблюдений для возможности выполнения мониторинговых измерений;
- увязка результатов геофизических наблюдений с данными геодезического, деформационного, сейсмологического и других видов мониторинга.

НА X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ» СПЕЦИАЛИСТЫ-ГЕОФИЗИКИ НИИОСП ИМ. Н. М. ГЕРСЕВАНОВА ПРЕДСТАВИЛИ ДВА ДОКЛАДА, ПОСВЯЩЕННЫХ СВЯЗАННЫМ ВОПРОСАМ: ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ПЕРВЫЙ ДОКЛАД ОПИСЫВАЛ ОПЫТ НИИОСП В ВЫПОЛНЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ (НТС) ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ. ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ РАСТУТ ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ И ВНИМАНИЕ К ИХ РЕЗУЛЬТАТАМ. КОМПЕТЕНТНОЕ НТС НА ВСЕХ ЭТАПАХ ИССЛЕДОВАНИЙ СПОСОБНО СУЩЕСТВЕННО ОПТИМИЗИРОВАТЬ ПРОЦЕСС ЗА СЧЕТ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ, КОРРЕКТИРОВКИ ПОЛЕВОЙ МЕТОДИКИ, ВЫРАБОТКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА ЭТАПАХ КАМЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ. В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРОВ БЫЛИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АО «ЕВРАЗ ЗСМК», «ЛАХТА ЦЕНТР 2-3», «СИЛА» И ДР.

Литература

1. Последние изменения в российской практике нормативного регулирования технической геофизики / А. А. Чуркин, В. В. Капустин, Д. С. Конюхов, М. Л. Владов // Геотехника. — 2021. — Т. 13, № 2. — С. 56–70.
2. Чуркин А. А., Капустин В. В., Владов М. Л. Техническая геофизика: предмет исследования и методика обучения // Сборник докладов III Международной научно-практической конференции Российский форум изыскателей. — М.: НОПРИЗ, 2022. — С. 257–262.



фундаменты



ЮБИЛЕЙНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФУНДАМЕНТАМ: В РАМКАХ СТТ

Х МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ» СОСТОЯЛАСЬ 24 И 25 МАЯ В МОСКВЕ В РАМКАХ ВЫСТАВКИ СТТ EXPO. ОРГАНИЗАТОРОМ, КАК И РАНЕЕ, ВЫСТУПИЛА МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ (МАФ). МЕРОПРИЯТИЕ ПРОШЛО ПРИ ПОДДЕРЖКЕ СТТ EXPO И АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО».

В конференции приняло участие около 150 специалистов строительной отрасли. Среди них были представители таких авторитетных компаний и организаций, как Автодор-Инжиниринг, НТЦ ФСК ЕЭС, Атомэнергопроект, ГАУ «Мосгосэкспертиза», «Цементум», НИЦ «Мосты», НК «Роснефть» – НТЦ, ФАУ «ФЦС» и другие.

Первый день конференции был посвящен выступлениям спикеров с докладами. Традиционно приветственным словом мероприятие открыла Екатерина Дубровская, генеральный директор Международной Ассоциации фундаментостроителей.

В рамках конференции состоялось выступление заместителя директора НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство» по научной работе, почетного строителя Москвы и России, члена президиума Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению (РОМГГиФ) и Международного общества по механике грунтов и геотехнике (ISSMGE) Олега Шулятьева, который рассказал о научно-техническом сопровождении строительства «Лахта Центра». Он подробно описал вопросы инженерно-геологических изысканий, конструирования, строительства и монито-

ринга уникального сооружения, с которыми пришлось столкнуться экспертам.

Компания «Синерго» – генеральный спонсор конференции – представила доклад «Инновации в технологии инъекционного закрепления грунтов эксплуатируемых зданий и сооружений». Ведущий специалист по научному сопровождению Вячеслав Алексеев рассказал о том, какие решения разработаны для усиления слабых оснований, причем практически для любых грунтовых условий.





По актуальной теме импортозамещения современной специальной техники и геотехнологий выступил Дмитрий Малинин, директор компании «ССТ» (Группа компаний Malinin group) – спонсора конференции. Предприятие предлагает своим клиентам современное и качественное оборудование для выполнения различного типа инъекционных работ – струйной цементации, усиления фундаментов зданий и сооружений, крепления котлованов и цементации трещиноватых скальных пород. Имеющиеся производственные мощности позволяют в полной мере осуществлять импортозамещение в этом сегменте.

Руководитель проектов компании «Нью Граунд» (еще одного спонсора конференции) Светлана Рубцова выступила с докладом, посвященным использованию технологии «геомассив» в современном строительстве. Данный способ позволяет возвести здание в условиях плотной городской застройки, продлить срок его службы и обеспечить эксплуатационную надежность подземной части.

Внимание слушателей привлек также доклад от компании «ГЕОИЗОЛ Проект» о современных методах устройства оснований в условиях специфических и слабых грунтов. Илья Безручко, специалист отдела маркетинга, рассказал о технологии виброуплотнения, более известной как метод устройства щебеночных свай, и представил несколько проектов, выполненных с ее помощью. Благодаря применению таких решений повышается несущая способность и снижается деформированность грунтового массива, сокращается время консолидации и устраняются просадочные свойства грунтов.

Два доклада были представлены старшим научным сотрудником лаборатории новых видов свайных фундаментов НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство» Алексеем Чуркиным. Он затронул



темы оптимизации геофизических исследований при НТС изысканий под строительство уникальных объектов, а также применение методов технической геофизики при мониторинге состояния подземных сооружений. Как отметил докладчик, научно-техническое сопровождение геофизических исследований может существенно оптимизировать процесс выполнения работ, а тесное взаимодействие геотехников и геофизиков – это ключ к повышению качества исследований.

Рассматривались и вопросы гидроизоляции. Так, интерес вызвал доклад старшего научного сотрудника, главного специалиста отдела научно-технического сопровождения строительства компании «Мосинжпроект» Тенгиза Кобидзе. Спикер рассказал об основах технологии по устройству гидроизоляции, исключая обводнение конструкций обделок подземных сооружений транспортного назначения. Были освещены результаты лабораторных исследований и производственного применения инновационной гидроизоляционной системы универсального типа.

Также участники конференции отметили доклад Павла Соловьева, руководителя направления «Фундаменты» ПГС Корпорации «ТЕХНОНИКОЛЬ». Выступление было посвящено современным решениям в использовании битумно-полимерных мембран для устройства гидроизоляции фундаментов, возводимых по технологии «стена в грунте», адгезионному сцеплению со свежесуложенным бетоном. Спикер представил, в том числе, выполненные проекты.

Во второй день участников конференции пригласили на экскурсию по строящемуся жилому комплексу «ЗИЛАРТ».

По материалам Международной Ассоциации фундаментостроителей

РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

П. А. АЛЕКСАНДРОВ,
главный конструктор «ГЕОИЗОЛ Проект»

НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ПЕРЕНОСЕ ОБЪЕКТА ИЗ ЗОНЫ РИСКА. ОДНАКО ЭТО НЕ ВСЕГДА ВОЗМОЖНО, ОСОБЕННО КОГДА РЕЧЬ ИДЕТ О ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТАХ. ТАК ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ И ДРУГИХ АНАЛОГИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ, НАПРИМЕР, В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ИХ ЗАЩИТЫ. «ГЕОИЗОЛ ПРОЕКТ» НАКОПИЛ СОЛИДНЫЙ ОПЫТ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ КОТОРОГО РАЗРАБОТАЛ НАБОР ТИПОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, КОТОРЫЕ ПРИМЕНИМЫ И ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.

К опасным геологическим явлениям, прежде всего, следует отнести склоновые процессы: эрозию, крип, оползни. Линии электропередач, трубопроводы и другие инженерные сети также могут подвергаться рискам негативного воздействия селей, камнепадов и снежных осовов, причем эти природные явления могут проявляться в регионах, где ранее такие процессы не фиксировались.

В отдельную группу необходимо вынести случаи строительства в стесненных условиях или на труднодоступных территориях, например, на крутых склонах в горной местности.

В ряде случаев применение традиционных решений для защиты объектов не рационально или вовсе не-

возможно. Ограничения, обусловленные узкой полосой отвода, жесткими экологическими требованиями и другими факторами заставляют проектировщиков разрабатывать компактные технологичные решения. В этом случае специалисты «ГЕОИЗОЛ Проекта» используют возможности многофункциональной геотехнической системы (МГТС) GEOIZOL-MP.

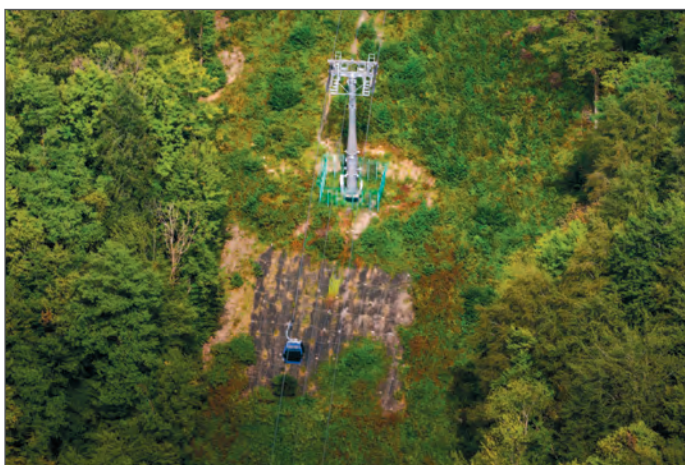
Собственная разработка Группы компаний «ГЕОИЗОЛ» (производится на «Пушкинском машиностроительном заводе» в Санкт-Петербурге) по ряду характеристик превосходит лучшие европейские образцы. GEOIZOL-MP может применяться в качестве буриинъекционной микросваи, грунтового нагеля или анкера. Геотехнические конструкции выполняются с помощью легкой техники и



Типовое расположение опор ВЛ
на пересеченной местности



Противоэрозионная защита,
выполненная в районе расположения опоры ВЛ



Нагельное поле с противозерозионной покровной системой в районе опоры

самых сложных условиях, в том числе на горных склонах с применением альпинистского снаряжения.

На производстве налажен выпуск элементов МГТС (полюе винтовые штанги и крепежные элементы) с антикоррозийным покрытием, что особенно актуально для объектов энергетической отрасли. Доступны два варианта: термодиффузионное цинкование и дуплекс-система с дополнительным порошковым окрашиванием оцинкованной детали. Такая защита позволит обеспечить защиту геотехнического элемента, подверженного электрохимической коррозии, обусловленной наличием блуждающих токов в зоне расположения ЛЭП.

Рассмотрим подробнее опасные явления, которые могут угрожать объектам энергетической инфраструктуры, и методы инженерной защиты от них.

Объекты энергетической инфраструктуры подвержены рискам развития эрозии в связи с тем, что при уста-



Откос в процессе выполнения мероприятий инженерной защиты



Анкерное крепление с прижимными плитами и нагельное поле выше по склону

новке опор, как правило, сводится растительный покров или производится отсыпка до проектных отметок. При этом не редко, в связи с удаленностью объектов, применяются местные грунты низкого качества. Для предотвращения негативных процессов оголенные участки грунта могут покрываться противозерозионными геосинтетическими матами с последующим посевом многолетних трав. При необходимости противозерозионная защита может быть усилена стальными сетками. Такая комбинация покровной системы, закрепленная самораскрывающимися грунтовыми анкерами, позволяет защитить участки в том числе от явлений крива.

Противооползневые мероприятия в принципе занимают центральное место в области инженерной защиты территории. Для обеспечения устойчивости оползнеопасных склонов, прилегающих или на которых установлены опоры ЛЭП, может применяться нагельное кре-



Выполнение нагельного крепления на склоне



Селеудерживающий барьер

пление — пространственное армирование грунтового массива.

Грунтовые нагели GEOIZOL-MP выходят за поверхность скольжения склона, закрепляются в нижерасположенных устойчивых слоях и удерживают массив грунта. По поверхности склона нагели объединяются покровной системой, которая препятствует смещениям и вывалу грунта в межнагельном пространстве. Наиболее широкое применение получил вариант покровной системы в виде комбинации высокопрочной стальной сети с противоэрозионными матами и посадкой многолетних трав.

Нагели могут выполняться как на этапе строительства энергетических объектов, так и во время их эксплуатации при возникновении опасности активизации оползневых процессов. Грунтовые нагели GEOIZOL-MP возможно выполнять на любых откосах и склонах применяя малогабаритные горные буровые установки.

Для обеспечения устойчивости откосов и склонов также применяется анкерное крепление с прижимными плитами. Решение является компактным аналогом пригрузочной бермы.

На рельефе выполняется раскладка железобетонных плит, через которые устраиваются грунтовые анкеры. Плиты натягиваются на анкеры, создавая дополнительное давление (пригруз) на грунт в нижней зоне потенциального оползневого тела, увеличивая удерживающие силы и повышая устойчивость откоса. Конструкция одновременно армирует грунт и жестко удерживает склон.

Отдельная группа технических решений связана с ликвидацией рисков, вызываемых активными процессами: селями, камнепадами и снежными лавинами — для чего применяют гибкие сетчатые конструкции.

Селеудерживающие барьеры устанавливаются поперек расчетного русла селя. При сходе потока барьер пропускает воду, удерживая твердую часть стока, которая представляет наибольшую угрозу для защищаемых объектов. Барьер состоит из натянутой между стойками кольчужной сети, усиленной стальными канатами и энергопоглощающими устройствами.

Похожие гибкие барьеры, рассчитанные на ударную нагрузку до 10 000 кДж, применяются для защиты от камнепадов. При наличии относительно небольших участков, где возможны срывы камней, выполняется сплошная драпировка из высокопрочной стальной сети. В дополнение к устройству противокаменпадной завесы, в ряде случаев, требуется закрепление крупных скальных образований для предотвращения их срыва.

При размещении объектов в зоне воздействия лавин лоткового типа возможно выполнение локальных защитных сооружений, например, массивных лавинорезов. Но, как правило, наиболее рациональным решением является перенос объекта из опасной зоны.

Естественный метод борьбы со сдвиговыми лавинами — снежными осовами — заключается в создании лесного массива, который не позволяет снегу накапливаться и сползать вниз по склону. Техническая альтернатива — устройство гибких снегоудерживающих барьеров, которые фиксируют снежный массив в статическом состоянии, предотвращая его перемещение в сторону защищаемого объекта.

Монтаж гибких барьеров может быть выполнен в стесненных условиях без необходимости устройства подъездных дорог, с минимальным влиянием на окружающую среду. Материалы и оборудование могут быть доставлены к строительной площадке с помощью вертолета. Для закрепления конструкций на рельефе применяются грунтовые анкеры GEOIZOL-MP.

Устройство свайных оснований с применением МГТС GEOIZOL-MP позволяет решить проблему строительства в стесненных условиях, где затруднительно или невозможно использовать тяжелую технику. Фундаменты из буроинъекционных свай возможно выполнить в сложной горной местности, в том числе на удаленных территориях, как для относительно легких конструкций опор линий электропередач, так и для более массивных зданий и сооружений энергетической инфраструктуры.

Современные технологичные решения инженерной защиты позволяют решать специфические задачи и обеспечить безопасное строительство и эксплуатацию объектов, расположенных в самых сложных условиях. ■

ПРО ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ВЛ

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ВЛ: ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА», ПРОХОДИВШАЯ 5-7 ИЮЛЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ, СТАЛА ЕЩЕ ОДНИМ ЮБИЛЕЙНЫМ МЕРОПРИЯТИЕМ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ В ЭТОМ ГОДУ. СООРГАНИЗАТОРОМ ВЫСТУПИЛО НИЛКЭС ООО «ПО ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ». КОНФЕРЕНЦИЯ ПРОВОДИЛАСЬ В ДЕСЯТЫЙ РАЗ.

Поддержку мероприятию оказало ПАО «Россети». Генеральным спонсором выступила компания «Цинкер», спонсором — Красноярский железобетонный завод.

В X Международной научно-практической конференции «Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства» приняло участие более 100 экспертов энергетической и строительной отраслей. В их числе — представители ПАО «Россети», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», филиала АО «НТЦ ФСК ЕЭС» СибНИИЭ, ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест», ООО «НК «Роснефть» — НТЦ», Группы компаний «ГЕОИЗОЛ», ООО «ЕВРАЗ ТК» и т. д.

В программе была заявлена следующая тематика: нормативное обеспечение этапов проектирования, строительства и эксплуатации ВЛ; новые тенденции и решения в проектировании и строительстве воздушных линий электропередачи (ВЛ); инженерная защита территорий и сооружений; опоры и фундаменты для ВЛ напряжением 0,4-750 кВ: современные разработки и опыт их применения; BIM-технологии для проектирования, строительства и эксплуатации объектов энергетики; применение цифровых технологий при проектировании и строительстве ВЛ; спецтехника, строительное оборудование и инструмент для устройства опор и фундаментов ВЛ; особенности проектирования и строительства ВЛ в сложных геологических и климатических условиях и др.

Хотя на конференции преобладали вопросы, касающиеся устройства воздушных линий электропередачи, и основное внимание было уделено в целом опорам, а не их фундаментам в отдельности, тематика подземного строительства также прозвучала основательно.

В частности, в докладе, подготовленном главным экспертом Дирекции по строительству «НТЦ Россети ФСК ЕЭС» к. т. н. Николаем Сенькиным совместно с магистром СПбГАСУ Александром Филимоновым, рассматривалась тема прогрессирующего обрушения и взаимодействия опор в линейной цепи ВЛ. Были показаны частые ошибки, ведущие к дефектам и повреждениям конструкций, фундаментов и грунтового основания.



Об отечественных достижениях в инженерной защите объектов энергетического комплекса рассказал главный конструктор ООО «ГЕОИЗОЛ Проект» Павел Александров, представив многофункциональную геотехническую систему, позволяющую выполнять работы в стесненных условиях. По экспертной оценке, российская разработка превосходит иностранные образцы по ряду характеристик. Уникальное решение по инженерной защите также представил технический директор ЗАО «УЗПТ «Маяк» в докладе «Противопучинные покрытия серии Reline. Перспективы применения при строительстве ВЛ в Якутии».

Значительное внимание было уделено свайным технологиям. Так, начальник сектора конструкций НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» Сергей Касаткин представил доклад «Составные железобетонные сваи для электросетевого строительства длиной до 24 м. Материалы для проектирования». Генеральный директор АО «НИИ мостов» Радмир Сакаев рассказал про испытания винтовых свай для опор ВЛ и фундаментов ПС. С докладом «Сваи из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) — надежные быстровозводимые забивные сваи, являющиеся экономически выгодной альтернативой общепринятым свайным системам» выступил заместитель генерального директора ООО «Липецкая трубная компания «Свободный сокол» Борис Антонов.

Участники конференции отмечали высокий уровень ее организации, актуальность тем и содержательность докладов. ■

ИСПЫТАНИЯ ВИНТОВЫХ СВАЙ ДЛЯ ОПОР ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПОДСТАНЦИЙ

В. А. ШМЕЛЕВ, к. т. н., заведующий испытательной лабораторией;
Г. Н. РОСТОВЫХ, ведущий научный сотрудник
(АО «НИИ мостов»)

ПЕРВЫЕ ВИНТОВЫЕ СВАИ (ВС) ПОЯВИЛИСЬ В НАЧАЛЕ XIX ВЕКА. В 1833 ГОДУ ИХ ЗАПАТЕНТОВАЛ АНГЛИЙСКИЙ ИНЖЕНЕР-СТРОИТЕЛЬ АЛЕКСАНДР МИТЧЕЛЛ. ОН ИСПОЛЬЗОВАЛ ИХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОРСКИХ ПРИЧАЛОВ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ. В РОССИИ ВИНТОВЫЕ СВАИ НАЧАЛИ ПРИМЕНЯТЬ ТОЛЬКО В НАЧАЛЕ XX ВЕКА, СНАЧАЛА В ВОЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, А ПОЗДНЕЕ, В 1950-1960 ГГ., И В ПГС, КОГДА БЫЛИ ИЗОБРЕТЕНЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИХ ПОГРУЖЕНИЯ.

Несмотря то, что в нашей стране винтовые сваи применяются уже на протяжении 100 лет, нормативных документов по их проектированию, расчетам, изготовлению до последнего времени практически не было. Исключение составляют технические условия и стандарты организаций-производителей винтовых свай, а также СТО АО «ЕЭС» и пункта в СП 24.13330.2011 по особенностям расчетов винтовых свай.

В 2018 году появился документ, устанавливающий рекомендации по их применению на автомобильных дорогах общего пользования – ОДМ 218.3.103-2018 «Рекомендации по применению винтовых свай на авто-

мобильных дорогах», разработанный ООО «Корпорация «ДорПромСтрой» совместно с АО «НИИ мостов» и имеющий рекомендательный характер.

Только в апреле 2021 года был введен в действие ГОСТ Р 59106-2020 «Сваи стальные винтовые. Технические условия». Создание данного документа позволило устранить пробел в требованиях к самим винтовым сваям и регламентировать их применение на территории РФ. Его появление было инициировано техническим комитетом по стандартизации ТК 144 «Строительные материалы и изделия» в рамках программы национальной стандартизации на 2019 год. Исполнителем по данной теме выступало АО «НИИ мостов».

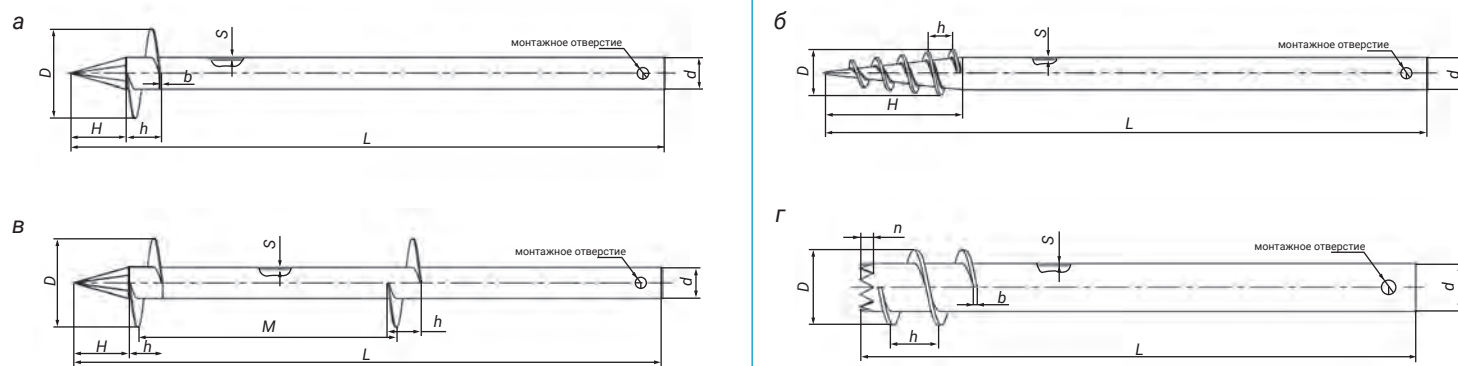


Рис. 1. Общий вид и основные параметры основных типов винтовых свай:

L – общая длина сваи; D – диаметр лопастей (спиралей); d – диаметр ствола; S – толщина стенки ствола; b – толщина металла лопастей (спиралей); H – высота конуса; h – шаг витка; M – межлопастное расстояние; n – высота зуба; a – свая винтовая лопастная (СВЛ); b – свая винтовая спиральная (СВС); $в$ – свая винтовая двухлопастная (СВ2Л); $г$ – свая винтовая спиральная с открытым концом для мерзлых грунтов (СВС-М)

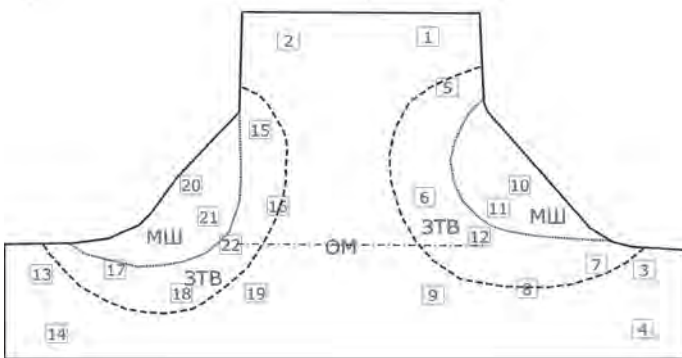
а Результаты визуально-измерительного контроля образца I-1 сваи металлической винтовой с наконечником широколопастной диаметром ствола 219 мм и диаметром лопасти 550 мм (тип I)

Параметр	Номинал. размер	Допуск	Факт. величина	Примечания
Длина ствола, мм	6000	±30	6030	
Диаметр ствола	219	±1%	219,1	
Толщина стенки ствола, мм	10	+12,5%; -15%	10,1	
Диаметр лопасти, мм	550	±9	544,1	
Диаметр монтажных отверстий, мм	60	+1	60,1	
Шаг витка лопасти, мм	-	±10	209/233	мин. и макс. значения
Толщина лопасти, мм	8	Сертификат	8,3	
Перпендикулярность лопасти к оси ствола, град.	90	< 3 град	101,8	Наибольшее отклонение
Качество сварного шва (напльвы, прожоги, сужения и непровар, резкий переход, трещины)	-	Не доп.	Отдельные короткие напльвы	
Качество поверхности (заусенцы, задиры, острые кромки)	-	Не доп.	Острые кромки	
Маркировка	Наличие	-	есть	
Антикоррозионное покрытие	Наружное	Наличие	-	нет
	Внутреннее	Наличие	-	нет

б Результаты измерения твердости образцов сварного соединения угловых швов приварки второй лопасти к телу наконечника сваи

Участки	ОМ	ОМ	ОМ	ОМ	ЗТВ	ЗТВ	ЗТВ	ЗТВ	ОМ	МШ	МШ
№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Значение твердости, HV	134	148	122	163	149	172	176	152	187	192	198
Участки	ЗТВ	ОМ	ОМ	ЗТВ	ЗТВ	ЗТВ	ЗТВ	ОМ	МШ	МШ	ЗТВ
№ точки	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Значение твердости, HV	213	184	180	162	180	204	181	176	193	190	189

Сокращения: ОМ – основной металл; ЗТВ – зона термического влияния; МШ – металл шва



Распределение твердости по точкам сварного соединения

б Результаты испытания образцов сварного соединения основного металла сваи металлической винтовой

№ п.п.	Маркировка	Площадь сечения, см ²	Т, °С	Работа удара		Ударная вязкость, КСU	
				Дж	кгс-м	Дж/см ²	кгс-м/см ²
1	Ш1	0,64	+20	180	18,4	281	28,7
2	Ш2	0,64	+20	232	23,7	360	36,7
Среднее значение:						321	32,7
2	Ш3	0,64	-20	162	16,5	255	26,0
4	Ш4	0,64	-20	172	17,5	268	27,3
5	Ш5	0,64	-20	170	17,3	265	27,1
Среднее значения:						263	26,8
6	Ш6	0,64	-40	142	14,5	221	22,6
7	Ш7	0,64	-40	120	12,2	187	19,1
8	Ш8	0,61	-40	106	10,8	174	17,8
Среднее значение:						194	19,8

г Результаты испытания металла из образца лопасти с маркировкой «ЛЗ»

№ испытания	Маркировка образца	Макс. усилия R_{max} , Н	Временное сопротивление (предел прочности) σ_w , МПа	Усилие при условном пределе текучести $R_{0,2}$, Н	Условный предел текучести σ_w , МПа	Относит. равномерное удлинение, %	Относит. удлинение после разрыва δ , %	Относит. сужение после разрыва ψ , %
1	1	9937	357,4	9779	351,7	0,069	1,119	2,339
2	2	12860	453,3	11433	403,0	0,515	1,000	3,300
3	3	16080	566,8	16017	564,6	0,162	1,823	2,973
Среднее значение		12959	459,2	12410	439,8	0,249	1,314	2,871
Минимум		9937	357,4	9779	351,7	0,069	1,000	2,339
Максимум		16080	566,8	16017	564,6	0,515	1,823	3,300
СКО		2509	85,6	2639	90,72	0,192	0,363	0,3989
Станд. отклон.		3073	104,8	3232	111,1	0,235	0,445	0,4886
Коеф. вариации, %		23,7	22,8	26	25,3	94,7	33,8	17,0
Станд. отклон. СЗ		1774	60,53	1866	64,15	0,136	0,257	0,2821
Коеф. вариации СЗ, %		13,7	13,2	15	14,6	54,7	19,5	9,83

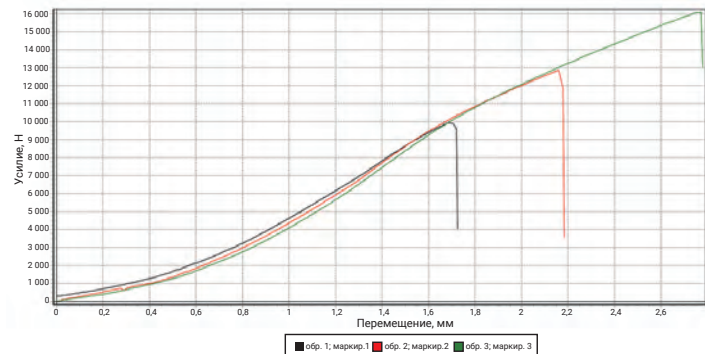


Диаграмма условных напряжений ($\sigma - \epsilon$) металла с маркировкой «Т»

Рис. 2. Извлечения из протоколов испытаний:

а – визуально-измерительный контроль свай; б – результаты испытаний образцов сварного соединения стыкового шва металла ствола сваи с наконечником на ударный изгиб; в – результаты измерений твердости по Виккерсу образцов сварного соединения стыкового шва металла ствола сваи с наконечником; г – испытание на растяжение обработанных образцов

Помимо общих обязательных разделов, особый акцент был сделан на технические требования, включая требования к материалам и конструкции свай, сварным и болтовым соединениям, защитным покрытиям, к маркировке, упаковке и комплектности, а также правилам приемки и испытаний, методам контроля и правилам транспортирования и хранения винтовых свай.

Для подтверждения соответствия выпускаемых свай требованиям стандарта необходимо проведение прочностных испытаний, в том числе: прочности ствола, лопастей или спиралей и сварных соединений при осевом нагружении, выдергивании и скручивании.

В рамках разработки данного стандарта для подтверждения заявляемых параметров были проведены испытания свай разных конструкций различных производителей.

Винтовые сваи были классифицированы (см. рис. 1):

- по виду и количеству лопастей;
- по конструкции ствола и наконечника;
- по способу изготовления наконечника:

Наш институт, как разработчик, первым принял полный комплекс услуг по испытаниям винтовых свай, в том числе в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59106:

- визуально-измерительный контроль;
- испытание свай на осевое сжатие;
- испытание выдергивающей нагрузкой или на разрыв;
- испытание крутящим моментом.

Также при необходимости имеется возможность провести испытания на ударный изгиб, получить механические характеристики материалов и сварных соединений, определить их твердость. Извлечения из протоколов испытаний приведены на рис. 2.



Рис. 3. Этапы проведения испытаний:
а — испытание сваи винтовой на сжатие;
б — испытание сваи на растяжение;
в — испытание сваи винтовой лопастной (СВЛ) на кручение

Процесс испытаний позволяет выявить наличие скрытых дефектов. В основном они проявляются при испытании выдергивающей нагрузкой как в виде трещин и несплавлений, так и просто отрывом лопасти (рис. 4).

Также встречается потеря устойчивости ствола сваи при испытании крутящим моментом (рис. 5).

В продукции одного из заводов-изготовителей была обнаружена недоработка, проявившая себя при испытании на кручение (рис. 6).

Проведение испытаний позволяет определить соответствие свай требованиям стандарта и установить фактические предельно-допустимые нагрузки на сваи, а также выявить наиболее слабые места конструкции, требующие доработки.

В процессе разработки и подготовки ГОСТ Р «Сваи стальные винтовые. Технические условия» в части испытаний свай стальных статической нагрузкой мы столкнулись с рядом краеугольных вопросов, без успешного решения которых не представлялось возможным решить основное ядро требований, предъявляемых для безопасной и долгосрочной эксплуатации ВС.

Сложность, прежде всего, состояла в том, что «опереться» при написании технического задания к научно-исследовательской работе было не на что. Документ



Рис. 4. Отрыв лопасти при испытании на осевое растяжение



Рис. 5. Деформация сваи при испытании на кручение



Рис. 6. Разрывы и пластическая деформация технологического отверстия в месте контакта с пальцем, передающим крутящий момент

как таковой создавался впервые. Основная трудность при работе над проектом стандарта заключалась в практически полном отсутствии на тот момент установленных требований к ВС, даже термин «винтовая свая» не был определен. Из каких частей она может состоять, какие материалы допустимы, каковы критерии оценки — все устанавливалось впервые. То же и с методами испытаний: вырабатывались критерии, на основании экспериментов разрабатывали и опробовали различные методики, конструировали и неоднократно усовершенствовали оснастку. После проведения многочисленных расчетов были установлены величины предельных деформаций, определены параметры визуально-измерительного контроля и основные допуски. В ходе проведения испытаний изучались особенности технологии наложения сварных швов, предприятиям были направлены рекомендации и предложения по ее совершенствованию.

В процессе обсуждения мы пришли к трем основным видам испытаний, которые были бы технологичны и достаточно просты как для производителей продукции, так и для независимых организаций занимающихся сертификацией подобной продукции.

Например, это хорошо видно на примере отработки методики испытания сваи на потерю устойчивости при осевом сжатии.

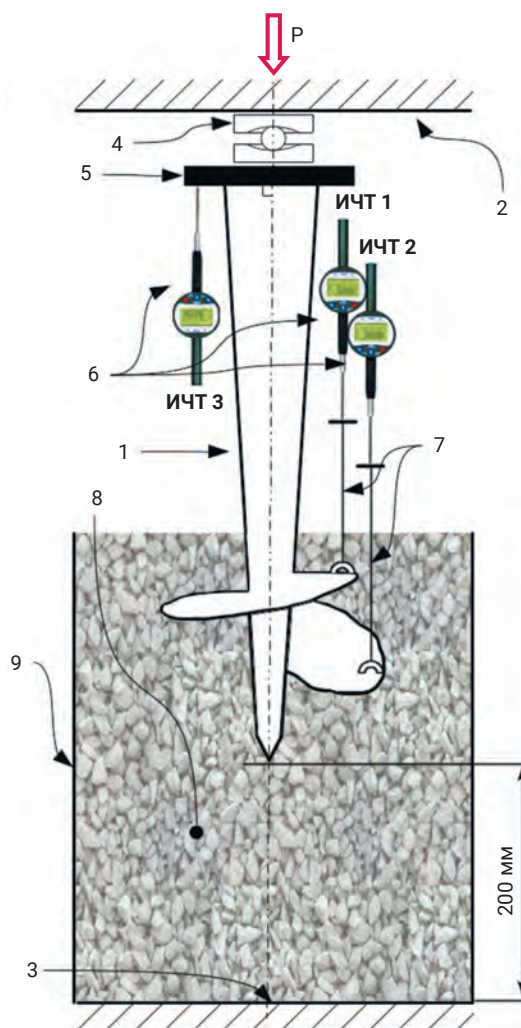


Рис. 7. Схема испытания свай на потерю устойчивости при осевом сжатии:

1 — концевая часть сваи; 2 — верхний стол; 3 — нижний стол; 4 — шаровая опора; 5 — фланец для передачи нагрузки; 6 — индикаторы часового типа (ИЧТ); 7 — штоки с подвижным закреплением и опорными площадками для передачи деформации на ИЧТ от краёв лопастей; 8 — щебень фракцией 20...40 мм; 9 — обойма из трубы

Стальные лопастные сваи испытывали статической нагрузкой на гидравлической машине ИПС-500 с использованием дополнительной оснастки (схема на рис. 7).

Усилие, при котором ожидался изгиб или отрыв лопастей от тела сваи, фиксировали электронным динамометром. Нагружение осуществляли грузовым домкратом с пружинным возвратом штока.

Целью работы на данном этапе было определение деформации лопасти сваи под нагрузкой. Для этого на нижний стол машины (№3) устанавливалась обе-

чайка из стальной трубы с приваренным днищем (№9). В трубу насыпали с послойным уплотнением каждые 50 мм щебень фракцией 20...40 мм (№8). Далее был сделан конус из щебня, на дно которого установили концевой элемент сваи с приваренным фланцем (№1).

Лопасть сваи засыпали щебнем, свая была провернута на 3/4 оборота, и было произведено ее частичное уплотнение. Для снятия величины деформации на верхний и нижний край лопасти сваи были установлены штоки с подвижным закреплением и опорными площадками (№7) для передачи деформации на индикаторы часового типа (№6) от краев лопастей.

Пластиковыми стяжками штоки зафиксировали от смещений в плоскости опирания ИЧТ.

При нагружении свай статической нагрузкой определяли:

- осадку опирания сваи;
- момент потери устойчивости (несущей способности) сваи;
- деформацию лопасти;
- состояние сварных соединений.

Нагружение каждой сваи осуществляется ступенями до потери несущей способности исследуемого элемента ВС. На каждой ступени нагружения производили определение осадки опирания сваи. Измерение осадки опирания под действием сжимающей нагрузки производили индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

На графике (рис. 8) представлены результаты испытания лопастной сваи на потерю устойчивости при осевом сжатии.

Из графика видно, что до уровня приложения нагрузки в 20 тс как деформация краев лопасти, так и перемещение сваи носит линейный характер. При этом на 1,2, 3,0

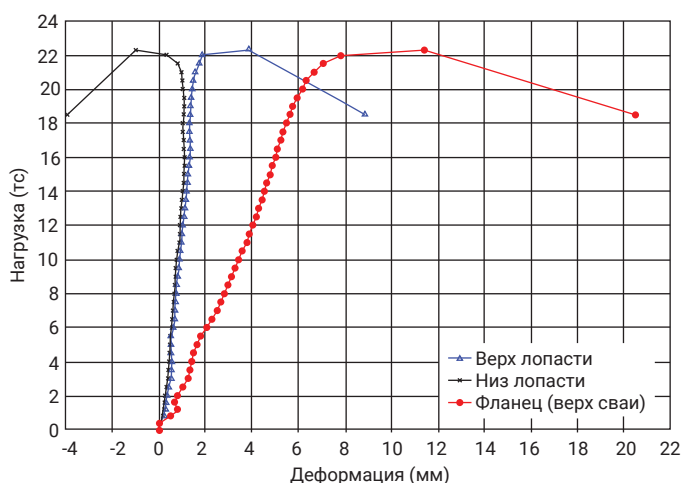


Рис. 8. График испытания лопастной сваи на осевое сжатие



Рис. 9. Испытание сваи винтовой лопастной на осевое сжатие

и 5,0 тс видны точки локальных экстремумов, обусловленные перераспределением щебня под лопастью. Они сопровождались характерными звуками — щелчками. Далее с 20 до 22 тс началась пластическая деформация тела сваи на свободном участке от фланца до верхнего края. После этого свая начала поворачиваться в щебне, что послужило обратной деформации нижнего края лопасти. На рис. 9 показан процесс испытания элемента сваи.

Вся подробно представленная методика испытаний была приведена только для того, чтобы показать конечный итог. От трех индикаторов остался один. Количество замеров на свае многократно увеличилось. Стали фиксировать отклонение от перпендикулярности в каждой точке разметки лопасти до и после извлечения образца из обоймы и далее производить расчет уменьшения площади горизонтальной (перпендикулярной стволу сваи) проекции лопасти от первоначальной. Диаметр обоймы был увеличен для каждого типа свай пропорционально диаметру лопасти. Были прописаны:

- подготовка к проведению испытаний;
- количество ступеней в зависимости от указанной изготовителем предельной нагрузки;
- скорость нарастания нагрузки;
- время фиксации каждого шага нагружения;
- время окончательной выдержки испытательной нагрузкой;
- критерии, по которым образец считают выдержавшим испытания расчетной нагрузкой.

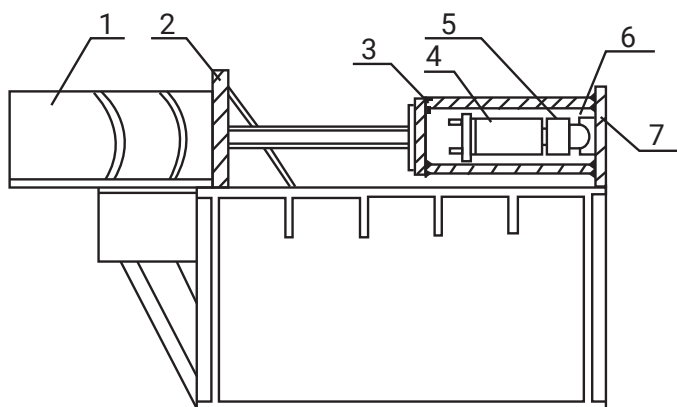


Рис. 10. Схема испытания сваи на растяжение (выдергивание):

1 – обойма; 2 – жесткая заделка; 3 – фланец для передачи нагрузки; 4 – гидравлический домкрат; 5 – динамометр сжатия; 6 – шаровая опора; 7 – упорная стенка

■ оформление результатов испытаний.

Испытания ВС на растяжение (выдергивание) выявили одну основную проблему. Общий вид стенда показан на рис. 10.

Оказалось, что чем больше диаметр лопасти, тем большие касательные напряжения возникают при растяжении сваи. В конечном итоге фланец для передачи нагрузки начинало уводить в сторону, при этом в зависимости от положения сваи в обойме (а оно было продиктовано расположением монтажных отверстий для установки пальцев прикрепления тела ВС к фланцу) свая начинала уходить в сторону. Уже при 40-тонном приложении нагрузки не хватало 5 т для удержания фланца в продольном направлении. Необходимо было отработать методику засыпки, установки, технологии проведения испытаний и особенности устройства стенда для решения этой проблемы.

И, наконец, испытание крутящим моментом. На рис. 11 приведена схема стенда, на которой мы остановились.

За несколько месяцев до начала испытаний мы начали подбирать редуктор, позволяющий контролировать крутящий момент. Крановый, грузовой и даже планетарный. Последний при очередной попытке провести испытания «выстрелил» гайками и выронил свои шестерни. Расчетные характеристики редукторов не соответствовали крутящему моменту огромного торсиона, как, например, 6-метровая свая с диаметром ствола 325 мм. При этом каждый раз вставал вопрос не расчетного для редуктора, а фактически получаемого крутящего момента.

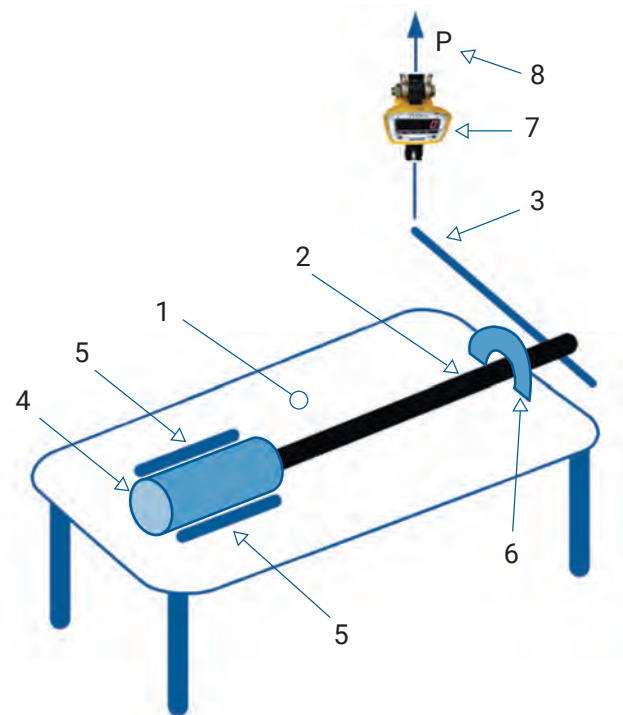


Рис. 11. Схема испытания свай на скручивание (на примере СВКС):

1 – специализированный стенд; 2 – свая; 3 – рычаг для передачи крутящего момента; 4 – обойма фиксирующая лопасть сваи; 5 – фиксаторы обоймы к стенду; 6 – фиксатор сваи обеспечивающий ее свободное вращение; 7 – весы крановые; 8 – нагрузка

Поэтому пришло самое радикальное и простое решение – приложение силы на плечо. И вполне оправдались крылатые слова, приписываемые древнегреческому математику и механику Архимеду (287–212 до н. э.): «Дайте мне точку опоры, и я переверну землю (мир)». Правда, при первом испытании рассчитанный инженерами рычаг пластически деформировался и потерял устойчивость в месте прикрепления. Однако проведенная работа над ошибками вылилась в создание технологичного стенда и отработанной методики испытаний. С помощью электронного угломера и простейшей программной обработки мы получали точный крутящий момент вне зависимости от угла поворота рычага. Еще один тонкий нюанс – фиксация лопасти сваи. Но на данном этапе вопрос решается индивидуально для каждого типа сваи, и еще предстоит изготовить многофункциональный фиксатор, имитирующий заземление лопасти. ■

ИНЪЕКЦИОННЫЕ СОСТАВЫ «АКВАВИС»: РОССИЙСКАЯ ИННОВАЦИЯ

В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ И ТРЕЩИН ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЛИКВИДАЦИИ АКТИВНЫХ ВОДОПРОЯВЛЕНИЙ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИМЕНЯЮТ ИНЪЕКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ПОЛИМЕРНОЙ, МИНЕРАЛЬНОЙ И ДРУГИХ ОСНОВАХ. ДЛЯ ЭТИХ ЦЕЛЕЙ В ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЯХ, ЧАЩЕ ВСЕГО ПРИМЕНЯЛАСЬ ПРОДУКЦИЯ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ. СЕГОДНЯ, ОДНАКО, РЫНОК ЗАВОЕВЫВАЮТ, В ТОМ ЧИСЛЕ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИНЪЕКЦИОННЫЕ СОСТАВЫ ТОРГОВОЙ МАРКИ «АКВАВИС», ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОЛНОЦЕННОЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПРОВЕРЕННОЕ ВРЕМЕНЕМ.

Собственные инъекционные материалы под торговой маркой «АкваВИС», применяемые для герметизации швов, трещин, вводов коммуникаций, заглубленных железобетонных конструкций производит московское ООО «ГЕЛИОС». Область их применения обширна: метро, тоннели, подземные паркинги, коллектора, подземные резервуары, коммуникации, требующие надежной защиты от активных протечек.

«Нам приходилось решать проблемы с гидроизоляцией на самых разнообразных объектах, — рассказывает Генеральный директор ООО «ГЕЛИОС» Алексей Слабодчиков. — Так, в Московском метрополитене наши материалы применялись на более десятка станциях метро. Обслуживали мы объекты Мосводоканала, МОЭСКа, ФССП, застройщиков СУ-155, ПИК-Комфорт, Граннель и др., в основном это заглубленные резервуары, колодцы, коллектора, подземные парковки. Работали и за пределами Москвы. В частности, выполняли работы на объектах Инновационного центра «Сколково», капитально ремонтировали сооружения насосных станции ФГБВУ «ЦЕНТРЕГИОНВОДХОЗ» Чебоксарского водохранилища в различных районах Нижегородской области и др.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА

Напомним, метод инъектирования бетона признан профессионалами наиболее эффективным для гидроизоляции «холодных» и деформационных швов бетонирования, герметизации сухих и влажных трещин, вводов коммуникаций в заглубленные конструкции. Принцип действия технологии основан на нагнетании инъекционных составов специализированными насосами в полость шва или трещины бетона, создавая по периметру или части конструкции замкнутый герметичный контур. Образующиеся при полимеризации составов нераство-

римые химические соединения с закрытой системой пор увеличиваются в объеме до 35–40 раз, практически вытесняя влагу из полости шва бетона до внешнего грунта, тем самым увеличивая срок эксплуатации объекта и решая проблемы с активными протечками влаги внутрь заглубленных пространств.

Основное преимущество метода — эффективность. Гель, смолы или пены нагнетаются непосредственно в швы и трещины, заполняя внутренние полости. Соответственно, это дает возможность ремонта бетона на локальных участках без вывода всего или части объекта из режима постоянной эксплуатации, нет необходимости проведения земляных работ снаружи зданий и сооружений, то есть выполнение гидроизоляционных работ проходит внутри объекта в любое время года.

СОСТАВЫ ПОД МАРКОЙ «АКВАВИС»

ООО «ГЕЛИОС», основанное в 2010 году, на сегодняшний день производит инъекционные составы: В ТСН 2001.1 Код ОКПД2 — 20.16.56.190:

- АкваВИС Г. Гель инъекционный, однокомпонентный, эластичный, гидроактивный, полиуретановый, без содержания растворителей.

- АкваВИС П. Пена инъекционная полиуретановая, двухкомпонентная, эластичная, гидроактивная для гидроизоляции и уплотнения швов бетонирования и пустот, аварийной остановки активных протечек ж/б конструкций;

- АкваВИС С 400-404. Смолы инъекционные полиуретановые, двухкомпонентные. Для закупоривания, герметизации и упругого заполнения сухих и влажных трещин, швов и вводов ж/б, закрепления рыхлых и неустойчивых грунтов, работают как эластичные пломбы после устранения активных протечек гидроактивными пенами;

■ АкваВИС Клинер, код КСР — 20.30.22.14.5.09.07-1016. Растворитель для очистки оборудования от полиуретановых составов.

Составы имеют все необходимые сертификаты и заключения, в том числе и на контакт с питьевой водой, паспорт химической безопасности - применимо при восстановлении герметичности ж/б резервуаров питьевой воды.

По техническим и эксплуатационным характеристикам составы «АкваВИС» аналогичны продукции известных зарубежных брендов, но имеют значительное преимущества, как по цене, так и по надежности их производства и логистики на территории РФ.

УСЛУГИ И ГАРАНТИИ

Важно отметить также то, что производитель заботится и о дальнейшей судьбе своей продукции, о ее профессиональном и качественном применении. В 2015 году была организована подрядная строительная компания «ГЕЛИОС-СТРОЙ», выполняющая гидроизоляционно-реставрационные работы с применением составов «АкваВИС». Гарантию на свои объекты мы даем минимум на два года. Прогнозируемая долговечность работы составов в конструкциях, в зависимости от условий эксплуатации и агрессивности окружающей среды, от 15 до 50 лет. Гидроизоляционные работы выполняются квалифицированными специалистами в рамках действующего нормативно-технического законодательства.

«Наше главное преимущество заключается в том, что мы одни из производителей и напрямую с производственной площадки поставляем свою продукцию на-



«ГЕЛИОС» – ОДИН ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ИНЪЕКЦИОННЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СОСТАВОВ В РОССИИ, ПРИ ЭТОМ МЫ ДАВНО ЗАРАБОТАЛИ ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ РЕПУТАЦИЮ, КОТОРАЯ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ ОТЗЫВАМИ НАШИХ ПОСТОЯННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ. СОСТАВЫ «АКВАВИС» ЗНАЧИТЕЛЬНО, В СРЕДНЕМ НА 15-20% ПРОЦЕНТОВ ДЕШЕВЛЕ ИМПОРТНЫХ АНАЛОГОВ, ПРИ ЭТОМ СОПОСТАВИМЫ С НИМИ ПО КАЧЕСТВУ, ОТЛИЧНО ВЫПОЛНЯЮТ СВОИ ПРОЕКТНЫЕ ФУНКЦИИ. ТАК ЧТО «ГЕЛИОС» В ДАННОМ СЕГМЕНТЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ЯВЛЯЕТСЯ ОДНОЙ ИЗ ВЕДУЩИХ, ПРОВЕРЕННЫХ ВРЕМЕНЕМ, НАДЕЖНОЙ КОМПАНИЕЙ.

ПРИГЛАШАЕМ К ДОЛГОСРОЧНОМУ ВЗАИМОВЫГОДНОМУ СОТРУДНИЧЕСТВУ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ ПРОЕКТНЫЕ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ПР. КОМПАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ.

Алексей СЛАБОДЧИКОВ,
генеральный директор ООО «ГЕЛИОС»

шим Заказчикам, а также сами выполняем подрядные гидроизоляционные работы с использованием полиуретановых пен, смол и гелей собственной торговой марки «АкваВИС» с гарантией, резюмирует Алексей Слабодчиков. Благодаря этому мы можем выстраивать лояльную политику в ценообразовании, индивидуально подходить к задачам каждого потребителя».

Имеем признания достижений компании «ГЕЛИОС» экспертами, профессиональным сообществом. Так, в 2021 году ГБУ «Агентство инноваций г. Москвы» включила материалы «АкваВИС» в перечень инновационной, высокотехнологичной продукции, рекомендованной к применению в проектных решениях, составы входят в сметные расценки ТСН 2001.1, ФЭРы.



115054, Москва,
пер. Монетчиковский 5-й, д.16, оф. 34
тел.: 8 (800) 250-67-05,
+7 (495) 943-66-88
E-mail: gelios-ooo@mail.ru
aquavis.ru