



ПОДЗЕМНЫЕ РИЗОНТЫ

Underground Horizons

Февраль

№32

2023

www.technform-press.ru



GEOSEM®

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕМОНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

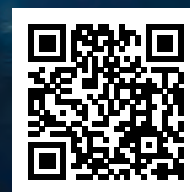
10 ЛЕТ
на рынке



МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГЕО- И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

☎ 8 (812) 904-28-01

www.geocem.spb.ru



Адрес: 195030, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Красносельское шоссе,
дом 14/28. Почта: info@geocem.spb.ru



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА, ЗАЩИТЫ И ГИДРОИЗОЛЯЦИИ БЕТОНА, КАМНЯ И КИРПИЧА

- Ремонт бетона
- Защита бетона и металла
- Гидроизоляция
- Инъекционные составы
- Монтаж оборудования, полимерные подливочные и анкерочные составы
- Составы подводного применения
- Адгезионные составы и клеи
- Полимерные напольные покрытия
- Составы для подземного строительства
- Промышленные полы на полимерной основе
- Ровнители полов
- Связующие составы
- Клеевые составы
- Штукатурные составы
- Набухающие уплотнительные профили
- Гидроизоляционные шпонки
- Приборы для диагностики и лабораторное оборудование

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО
ПРОДУКЦИИ НА УРОВНЕ
МИРОВЫХ СТАНДАРТОВ

office@td-reks.ru
www.reks.pro



Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер:

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

№32 февраль/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 (redactor@techinform-press.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 «ИНГЕОКОМ»

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. Рыжковский, 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 etalonprg.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

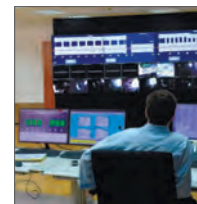


СОДЕРЖАНИЕ



СТР. 4–9

- 4** **Александр Ледяев** о городских транспортных проблемах, подводных тоннелях и преемственности поколений



СТР. 10–15

- 10** **М. О. Лебедев, Ю. С. Исаев, К. В. Романевич, С. А. Шляев, С. В. Андрианов.** Долгосрочный геотехнический мониторинг в тоннелях как инструмент прогнозирования



СТР. 16–19



СТР. 20–21

МЕТРОПОЛИТЕНА

- 16** **В. А. Гарбер.** О «новом феномене» в работе Московского метрополитена
- 20** **Главный проект метро:** есть Большое кольцо!



СТР. 22–25

- 22** **В.А. Гарбер.** Особенности работ по обследованию и мониторингу сооружений метрополитена

- 26** **КРТИ** о новом импульсе в метростроении

- 28** **Подготовка рабочих кадров:** о возможностях и потребности (интервью с А.Д. Филатовым)

- 31** **В. Н. Кавказский, А. Н. Дмитриев.** Композитные трубы для метрополитена



СТР. 28–30



СТР. 36–41

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

- 36** **Вентиляционные системы для метро и тоннелей:** проблемы импортозамещения (свободный микрофон)

- 42** **Инновационная модель клапана для тоннельной вентиляции с системой обогрева** (АО «Воздухотехника»)



СТР. 42–43



АЛЕКСАНДР ЛЕДЯЕВ

О ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОБЛЕМАХ, ПОДВОДНЫХ ТОННЕЛЯХ И ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ

Беседовали Регина ФОМИНА, Сергей ЗУБАРЕВ

СЕВЕРНАЯ СТОЛИЦА КОГДА-ТО СЛАВИЛАСЬ УНИКАЛЬНЫМИ ДОСТИЖЕНИЯМИ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ПРЕЖДЕ ВСЕГО В МЕТРОСТРОЕНИИ. НАПРИМЕР, БЫЛ ПОСТАВЛЕН РЕКОРД ЩИТОВОЙ ПРОХОДКИ ТОННЕЛЯ — 1250 М ЗА МЕСЯЦ. В ЦЕЛОМ ЖЕ НАКОПЛЕН БОГАТЕЙШИЙ ОПЫТ. С ВОПРОСАМИ О ТОМ, ЧТО ПРОИСХОДИТ СЕГОДНЯ С ОСВОЕНИЕМ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА, МЫ ОБРАТИЛИСЬ К ОДНОМУ ИЗ ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ — ЗАВЕДУЩЕМУ КАФЕДРОЙ «ТОННЕЛИ И МЕТРОПОЛИТЕНА» ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ПРОФЕССОРУ АЛЕКСАНДРУ ЛЕДЯЕВУ.

ИЗ ДОСЬЕ

АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ ЛЕДЯЕВ ОКОНЧИЛ ФАКУЛЬТЕТ «МОСТЫ И ТОННЕЛИ» ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В 1967 ГОДУ. ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ «ТОННЕЛИ И МЕТРОПОЛИТЕНА» ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I (ПГУПС, ЛИИЖТ). ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР. ЗАСЛУЖЕННЫЙ РАБОТНИК ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ РФ.

ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ — «РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА С УЧЕТОМ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА». АВТОР И СОАВТОР 133 ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ТРУДОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ТРЕХ УЧЕБНИКОВ, ЧЕТЫРЕХ МОНОГРАФИЙ, ТРЕХ ПАТЕНТОВ И ПОЛЕЗНЫХ МОДЕЛЕЙ.

— Александр Петрович, что вы можете сказать о развитии подземного строительства в Петербурге?

— Тоннеле- и метростроением я занимаюсь с 60-х годов прошлого века. И сейчас меня волнует, как и куда наш город движется в области подземного строительства. Фактически мы сегодня теряем опыт, который приобретали в свое время с большим трудом и большими затратами.

Мне посчастливилось стать участником разработки проекта освоения подземного пространства, который был выпущен еще в 1979 году. Разрабатывался он главной проектной организацией города — ЛенНИИпроектом и, в частности, его 1-й мастерской, из которой позже вырос институт Генерального плана Ленинграда, а потом уже Петербурга. Специалисты 1-й мастерской работали на перспективу, на будущее. Именно ей было поручено разработать проект освоения подземного пространства с точки зрения возможности размещения в нем различных объектов — транспортных, энергетических, складских, промышленных и т. д. В этой работе принимало участие более 20 организаций и научных структур, в том числе наша кафедра. Лично я в данном случае отвечал за транспортную составляющую проекта.

Тогда уже было понимание, что часть улично-дорожной сети надо развивать за счет подземного пространства. Поэтому в рамках работы над планом мы разрабатывали, в том числе, протяженные тоннели, главной отличительной особенностью которых является возможность пересечения одной подземной транспортной магистралью нескольких магистралей наземных, по мере необходимости с выходом на поверхность в среднем через 2-3 км.

В том числе мы прорабатывали идею Западного скоростного диаметра — он тогда назывался «Северо-Западный», — только прокладывать его предполагалось не на эстакадах, а в подземном варианте. Предполагалось строительство подводного тоннеля через Неву в районе Горного института с выходом к Митрофаньевскому шоссе. Этот тоннель в проекте считался тоннелем номер один из тех, которые планировалось проложить под Невой. Причем еще до введения в строй всей магистрали он позволил бы улучшить транспортную ситуацию в городе.

Указанный проект планирования, организации и освоения подземного пространства все еще ценен, потому что в ходе его выполнения очень хорошо были изучены все геологические характеристики Ленинграда — Санкт-Петербурга. Вряд ли геология за прошедшее время могла сильно измениться.

В настоящее время прослеживаются мировые тенденции замены эстакад в пределах больших городов на тоннельные развязки, в том числе протяженные. Я сам это

наблюдал это на примере Мадрида, где бывал много раз. Когда я впервые приехал туда в 1991 году, путь с одного конца города на другой из-за заторов по времени был непредсказуем, не спасала и объездная дорога. Я любил бывать на площади Кватро Каминос («Четыре дороги»). Единственное, что ее портило — огромный металлический путепровод. И вдруг однажды приезжаю в Мадрид и вижу на месте путепровода прекрасную просторную площадь со сквером. За короткое время путепровод снесли и построили тоннель, на который и переключили движение транспорта. Причем Испания никогда не относилась к слишком богатым странам Европы, но транспортную проблему своей столицы там решили быстро и, насколько мне известно, без долгих совещаний и бесконечных споров. В конце концов, в Мадриде построили 15-километровый тоннель с одного конца города на другой через центр, что является на сегодня своеобразным рекордом для городских автодорожных тоннелей.

Примеров можно привести много. Один из самых масштабных и дорогостоящих проектов реализован в американском Бостоне. Транспортную проблему центра там решили с помощью тоннельного комплекса с развязками, соединившего главные автомагистрали с местным аэропортом. Ключевой объект — подводный Большой бостонский тоннель — имеет длину 5,6 км и 8-полосное движение.

Насколько мне известно, в Москве тоже рассматривается строительство многокилометрового автодорожного тоннеля под центральной частью города.

— Помимо вопросов финансирования, какие еще факторы сегодня важны для комплексного освоения подземного пространства Петербурга?

— Здесь важен вопрос подготовки профессиональных кадров в области транспортного планирования. Лет 20 назад Министерство образования прекратило выпуск инженеров-градопланировщиков, специализирующихся на транспортном планировании. А ведь транспортный планировщик — это особый тип планировщика, который понимает, как определять направления для улично-дорожной сети, какой трафик будет на них привлечен, какие конкретные задачи удастся решить.

Раньше в Петербурге работали высочайшего уровня профессионалы, которые понимали все детали процесса. У них были и современные на тот период методики расчетов для организации транспортного планирования и оценки конечных результатов. Сегодня приходится констатировать, что такого уровня специалистов в городе не осталось.

К сожалению, сейчас остро стоит и другой вопрос — а сможем ли мы вообще под землей еще что-то постро-



Строительство и открытие Канонерского тоннеля

ить, найдется ли для этого место? Появилось множество новых свайных полей. Если 1-я мастерская имела в свое время право ставить так называемые красные линии на генплане города — проводить черту, которую нельзя переступать, — то сегодня, к сожалению, такой практики нет. Без какого-либо единого плана, фактически хаотично за последние годы понастроено множество домов, включая большие жилые комплексы, и все они стоят, естественно, на огромных свайных полях. С точки зрения дальнейшего использования и освоения подземного пространства такие явления не позволяют испытывать чувство оптимизма.

— Можете пояснить на конкретном примере, как ранее осуществлялся на практике подход к градопланированию?

— Обращусь к своему личному опыту. Когда-то я участвовал в «сражении» с 5-й мастерской ЛенНИИпроекта, которая запланировала в одном месте возвести здание архива ленинградской партийной организации, как раз

попадая на трассу запланированного 1-й мастерской подводного тоннеля под Невой. Мы тогда собирались и спорили с коллегами на уровне горкома КПСС. Я отстаивал интересы сторонников строительства тоннеля, а те проектировщики ридерживались другого мнения. Однако мы нашли компромиссное решение — раздвинули свайное поле, предусмотрели разгрузочные балки, что, в принципе, позволяло бы проложить трассу тоннеля.

Сейчас, к сожалению, уже никто и не думает на эту тему. И, повторяю, не ощущается присутствия в городе профессионалов, которые понимают суть таких проблем и то, как их нужно решать.

— А когда впервые стали задумываться о тоннельных переходах под водными преградами Петербурга?

— Об этом стали серьезно задумываться еще в 60-е годы. Вопрос стоял достаточно остро, о чем я расскажу чуть позже. Тогда и возникла идея Канонерского тоннеля — первого в СССР, построенного способом погружения готовых секций. Напомню, строился он с 1975 года и открылся в 1983 году. Он позволял обеспечить автодорожное сообщение островов Белая Мель и Канонерский (с расположением на них очистных сооружений, судоремонтного завода и жилого микрорайона) с материковой частью города.

Строительство тоннеля назвали экспериментальным, и его появление во многом обязано существовавшему в то время Минтрансстрою СССР, который возглавлял Иван Дмитриевич Соснов. Это был смелый прогрессивный министр. В 1967 году он, будучи в должности замминистра, ездил в Канаду на всемирную выставку «Экспо-67». Там ему показали подводный тоннель из погружных секций, который вел на остров, где была устроена выставка. Когда Иван Дмитриевич узнал, что в Ленинграде есть группа энтузиастов (и я был в их числе),

которые хотят в районе Морского порта сделать первый подобный тоннель и в нашей стране, он вызвал нас к себе и сказал: «Давайте попробуем!»

Надо признать, трудностей было много. Возникали и нестандартные ситуации. Однако опыт мы получили громадный: и в проектировании погружных секций, и в использовании герметичных резиновых прокладок между ними, и в создании специального нового основания под секциями, и во многом другом.

Я непосредственно занимался конструированием секцией, в том числе на период транспортировки. Происходило очень много интересного, причем такого, что теперь почти никто уже не помнит и не знает. Из тех специалистов, кто проектировал и строил, в живых остались только два человека — я и мой давний товарищ Юрий Павлович Липкин, выдающийся инженер и организатор, сегодняшний председатель совета директоров АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург». А в то время он возглавлял специальное конструкторское бюро в тресте «Мостострой №6». Может возникнуть вопрос, почему строил не Метрострой. На тот момент метростроители были полностью загружены. Да и метод погружных секций во многом напоминает применяемый мостовиками метод надвигки пролетных строений.

— Вы упомянули, что Канонерский тоннель был экспериментальным. С какой целью проводился этот эксперимент?

— Действительно, он так и назывался — экспериментальный тоннель. И эксперимент не являлся самоцелью. Нам надо было попробовать построить погружной тоннель, изучить технологию, чтобы позже, через три-пять лет, перенести этот опыт на строительство тоннелей под Невой. Сейчас же, если снова вернуться к этой идее, фактически надо будет опять «изобретать велосипед».



Кстати, в последнее время говорят о строительстве второго, более широкого автотранспортного кольца вокруг Петербурга. Мы с коллегами по собственной инициативе решили посмотреть, можно ли создать действительно полноценную, замкнутую кольцевую дорогу, которая

СЕЙЧАС ВАЖЕН ВОПРОС ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ. РАНЬШЕ В ПЕТЕРБУРГЕ РАБОТАЛИ ВЫСОЧАЙШЕГО УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЫ, КОТОРЫЕ ПОНИМАЛИ ВСЕ ДЕТАЛИ ПРОЦЕССА. СЕГОДНЯ ПРИХОДИТСЯ КОНСТАТИРОВАТЬ, ЧТО ТАКОГО УРОВНЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ГОРОДЕ НЕ ОСТАЛОСЬ. К СОЖАЛЕНИЮ, СЕЙЧАС ОСТРО СТОИТ И ДРУГОЙ ВОПРОС — А СМОЖЕМ ЛИ МЫ ВООБЩЕ ПОД ЗЕМЛЕЙ ЕЩЕ ЧТО-ТО ПОСТРОИТЬ, НАЙДЕТСЯ ЛИ ДЛЯ ЭТОГО МЕСТО?

пересекала бы Финский залив, а не прерывалась, как в сегодняшних предпроектных разработках, на его берегах с севера и юга. Это расстояние составляет более 25 км. Однако, с учетом нынешней глубины залива, его вполне можно проложить методом погружных секций.

— Действительно, уже ведь реализуется проект подобного 18-километрового тоннеля под водой из Германии в Данию, причем совмещенного — авто- и железнодорожного. А в целом, как много тоннелей в мире построено именно таким способом?

— Этот способ применяется на протяжении 120 лет. По моим сведениям, в мире построено уже более 200 подобных тоннелей. Технология практически доведена до совершенства.

— Известно, что, хотя при строительстве тоннели обычно обходятся дороже, чем мосты, но на протяжении жизненного цикла затраты, как правило, окупаются...

— Я бы добавил, что, прежде всего, надо различать, какой мост и какой тоннель. И главное — каким способом строить. И еще многое зависит от длины перехода. Бывает, что мостом надо обходить какие-то дополнительные препятствия, смещая и удлиняя трассу, а тоннель можно проложить напрямую. Соответственно, это может стать выгоднее, в том числе даже при щитовой проходке.

ПРЕЖДЕ ВСЕГО, НАДО РАЗЛИЧАТЬ, КАКОЙ МОСТ И КАКОЙ ТОНNELЬ. И ГЛАВНОЕ — КАКИМ СПОСОБОМ СТРОИТЬ. И ЕЩЕ МНОГОЕ ЗАВИСИТ ОТ ДЛИНЫ ПЕРЕХОДА. БЫВАЕТ, ЧТО МОСТОМ НАДО ОБХОДИТЬ КАКИЕ-ТО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ, СМЕЩАЯ И УДЛИНЯЯ ТРАССУ, А ТОНNELЬ МОЖНО ПРОЛОЖИТЬ НАПРЯМУЮ. СООТВЕТСТВЕННО, ЭТО МОЖЕТ СТАТЬ ВЫГОДНЕЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ ДАЖЕ ПРИ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКЕ.

При строительстве тоннеля возникают большие расходы на входе, а потом каждый метр обходится достаточно дешево, в отличие от мостов, где затраты на сооружение пролетного строения по всей его длине одни и те же. Что же касается секционного способа, то, если все делать грамотно, по стоимости погружной тоннель будет сопоставим с мостовой конструкцией. Повторяю, это очень технологичный метод, хорошо известный в мире и освоенный в свое время и у нас. Когда-нибудь

мы к нему вернемся. Но не хотелось бы, чтобы повторилась история со «стеной в грунте».

— Что вы имеете в виду?

— Когда-то петербургские ученые проработали эту технологию очень основательно, причем применительно к нашим условиям. Даже было подготовлено несколько проектов. Однако консерватизм, присущий нашему городу, позволил благополучно забыть об этой технологии, хотя ее начали использовать, например, в Москве и за Уралом. Лишь сравнительно недавно, все-таки оценив эффективность «стены в грунте», такой метод строительства стали применять и в Петербурге.

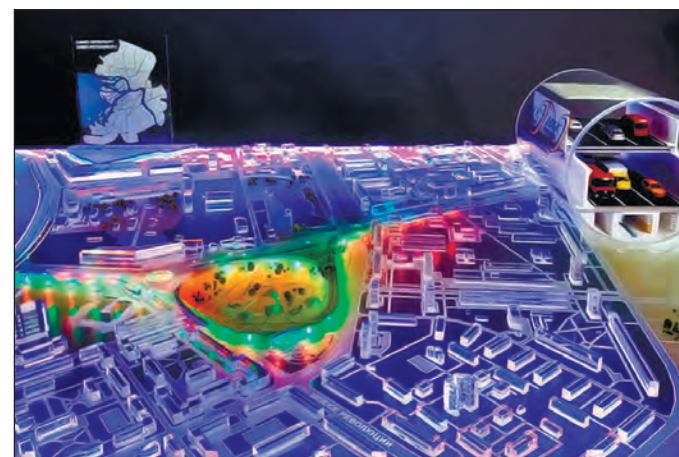
— На ваш взгляд, какие проекты освоения подземного пространства, помимо метростроения, нужно развивать сегодня — и с чего следует начинать?

— Прежде всего, хочу обратить внимание на то, что на карте города можно найти улицы и проспекты, которые практически смотрят друг другу в лицо с разных сторон водной или иной преграды. Наверное, неспроста планировщики прошлого проложили Новоизмайловский проспект в створе старого Измайловского. И, например, кажется, что от стыка Пискаревского проспекта и шоссе Революции какая-то странная «рогатка» смотрит в сторону Смольного на другом берегу Невы.

Известно, что это было сделано специально еще много лет назад, поскольку в этом створе предполагалась дополнительная переправа через Неву. И очевидно, что здесь должен быть не мост, а тоннель с дальнейшим выходом к Суворовскому проспекту. Так мудро планировали городское развитие наши предшественники. И неспроста Орловский тоннель, проект которого обсуждается уже много лет, наметили именно в этом месте.

— Насколько известно, в соответствии с европейскими требованиями среднее расстояние в городе по набережной от переправы до переправы должно быть 400-600 м. У нас же этот показатель может превышать в десять раз. Самое время вернуться к идее строительства Орловского тоннеля...

— Действительно, расстояние между Литейным и Большеохтинским мостами — 4,5 км, а между Александра Невского и Володарским — 6,5(!) км, что создает большие трудности в передвижении городского транспорта в часы пик. В этой связи сравнительно недавно на Общественном совете КРТИ, когда обсуждалось подземное строительство, речь шла, в том числе, и о строительстве Орловского тоннеля. Я отметил, что если использовать способ щитовой проходки тоннеля, то снова может быть неудача. Трижды уже пытались и каждый раз, как гово-



Проект Орловского тоннеля

рится, нарывались на неприятности. В одном случае выяснилось, что не удастся выйти на поверхность в нужном месте. В другом — решили, что нужен 19-метровый щит, которого в мире еще не существовало, его только начали тогда разрабатывать в Германии.

В то же время мы совершенно не берем во внимание, что у нас имеются прекрасные условия для погружного тоннеля — низкая глубина, до 12 м, и т. д. Почему так происходит? Да потому, что на ответственные должности иногда назначаются люди, которых не интересует опыт предшественников, как будто до них ничего и не было и они приходят на абсолютно чистое поле. Я думаю, в долгосрочной перспективе самым страшным для страны будет отсутствие преемственности, от системы образования до простейших человеческих взаимоотношений. Свой опыт — как родительский, так и профессиональный — мы должны передавать следующему поколению.

Сегодня, к сожалению, у нас все идет по накатанной колее. Вот начали строить Восточный скоростной диаметр, он же Широтная магистраль, с эстакадами и мостом, который пойдет над крышами. Проходя в районе железнодорожного Финляндского моста, который является памятником истории и культуры, предметом нашей гордости, новая переправа будет его заслонять. Но пока еще есть возможность отнести створ самой магистрали у Невы чуть выше, и тогда там появится открытое поле, чтобы построить тоннель секциями. Мешают только бюрократические вопросы.

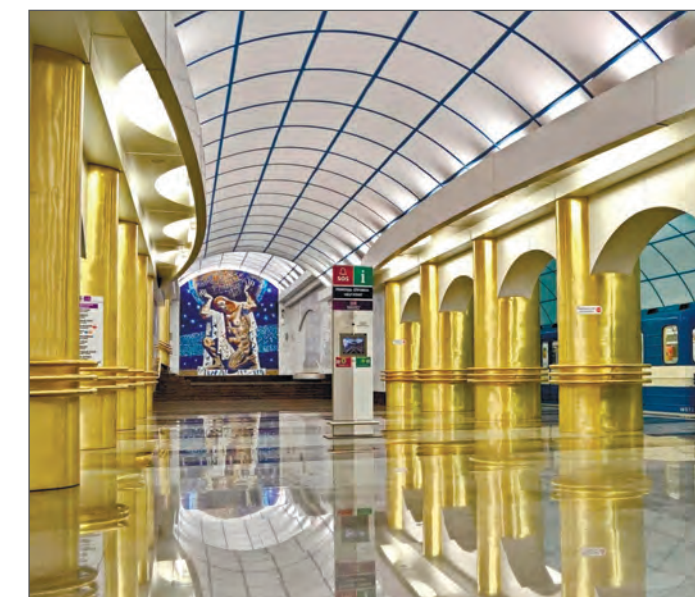
— Вместе с тем уже несколько лет кризис наблюдается и в петербургском метростроении...

— Сегодня Петербург — уникальный город в том смысле, что пытается строить метро за собственный счет. Больше нигде в мире город — даже штат, если говорить

о США, — не развивает метрополитен за счет своего бюджета. Обязательно существует общефедеральная государственная программа. Кстати, в Советском Союзе она была и предусматривалась для 23 городов-миллионников, но с распадом СССР, как известно, замерла.

Однако в конце 90-х годов в бюджете города стали появляться небольшие средства на строительство метро — 15-17 млрд рублей в год. Себестоимость приведенного километра в среднем тогда составляла около 7 млрд. Значит, мы за год могли построить не более 2 км. Средства также требовались и на поддержку действующего метрополитена. И вот за счет тех небольших, но регулярных финансовых вливаний городу тогда удалось сохранить уникальных специалистов, накопивших огромный опыт работы именно в наших геологических условиях. Метростроение в Петербурге все-таки продолжалось, и даже получалось планировать на небольшую перспективу. Хотя, конечно, этого было недостаточно для полноценного развития метрополитена.

А одна из основных причин сегодняшних проблем мне видится в плохой согласованности действий и решений городской власти с метростроителями, что наблюдалось на протяжении нескольких лет при частой смене руководства структуры, выполняющей функции заказчика. Вселяет надежды то, что новый человек, назначенный на пост врио председателя Комитета по развитию транспортной инфраструктуры, заявил о готовности идти на диалог с профессиональным сообществом. В конце концов, при сегодняшней ситуации со сменой подрядчика нельзя допустить, чтобы петербургское метростроение теряло коллектив опытных рабочих и специалистов. Потерять легко, восстановить будет очень сложно.



ДОЛГОСРОЧНЫЙ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ТОННЕЛЯХ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

М. О. ЛЕБЕДЕВ, Ю. С. ИСАЕВ, К. В. РОМАНЕВИЧ, С. А. ШЛЯЕВ, С. В. АНДРИАНОВ
(ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»)

СПЕЦИАЛИСТАМИ ОАО НИПИИ «ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС» РАЗРАБОТАНА И ВНЕДРЕНА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ ТРАССЫ АДЛЕР — КРАСНАЯ ПОЛЯНА. УЧИТЫВАЯ ДОЛГОСРОЧНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ НАБЛЮДЕНИЙ (С 2013 ГОДА ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ), МОЖНО ГОВОРИТЬ О СОЗДАНИИ ПОЛНОЦЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

ВВЕДЕНИЕ

В любой области технической науки для того, чтобы отличать годовые естественные колебания от долгосрочных тенденций тех или иных процессов, предпочтительно производить долгосрочный мониторинг. Реализация долгосрочных натурных наблюдений не всегда физически осуществима, поэтому для многих наблюдаемых явлений прогнозирование часто бывает затруднено.

Весьма распространены реальные природные процессы, когда регистрируемые показания год от года достаточно сильно меняются. Достоверно определить, действительно ли в настоящий момент развитие некоего процесса обострилось или именно текущий год отличается естественным циклическим ростом критических показателей, без многолетних данных практически невозможно. Некоторые изменения в природе могут на много лет отставать от своих первопричин, поэтому для их понимания необходимо выявление всей цепочки событий в наблюдаемых системах [1].

С этой точки зрения создание автоматизированной системы комплексного геотехнического (горно-экологического) мониторинга транспортных тоннелей трассы Адлер — Красная Поляна является несомненно уникальной и важной научно-технической задачей. Регистрируемая информация по комплексу методов позволяет получать статистически значимые результаты по цикличности разного рода и трендам геофизических и геомеханиче-

ских процессов во вмещающих массивах различного состава с учетом особенностей в конструкциях тоннелей. Учитывая долгосрочность наблюдений (геотехнический мониторинг ведется с 2013 года по настоящее время), можно говорить о создании полноценной информационной базы для прогнозирования геомеханических процессов и явлений во вмещающих массивах и строительных конструкциях тоннелей трассы Адлер — Красная Поляна.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Разработанный по специальной методике [2] горно-экологический мониторинг на тоннелях трассы Адлер — Красная Поляна осуществлялся с первого дня их строительства, но сначала в ручном режиме. Основной объем работ приходился на выполнение инструментальных геомеханических, геофизических, сейсмологических, гидрогеологических, геодезическо-маркшейдерских и экологических наблюдений. Исследования велись как по временным профилям и точкам в горных выработках и на поверхности, так и по системе устанавливаемых по мере проходки тоннелей постоянных датчиков разного типа, которые монтировались с учетом геологических особенностей трассы (литологические разности, тектонические нарушения, разломы). На основе получаемых данных осуществлялась корректировка проектных решений [3].

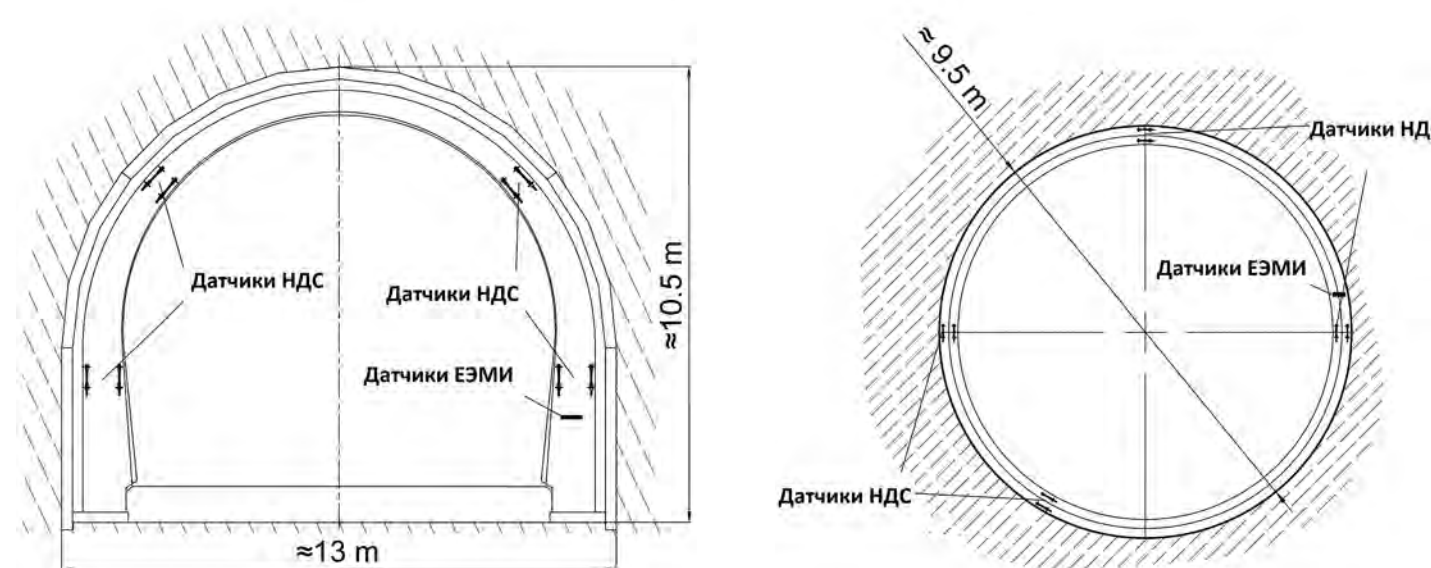


Рис. 1. Примеры оснащения контрольно-измерительной аппаратурой по-стоянной обделки железнодорожных тоннелей в составе горно-экологического мониторинга для контроля напряженно-деформированного состояния конструкций (датчики НДС) и вмещающего массива (датчики регистрации естественного электромагнитного излучения (ЕЭМИ))

Для обеспечения безопасной эксплуатации тоннелей специалистами ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» была разработана и внедрена система геотехнического мониторинга (ГТМ) на основе непрерывного контроля важных параметров системы «обделка — вмещающий массив». Сбор информации происходит в режиме реального времени с возможностью прогнозирования технического состояния основных конструкций тоннелей, что подразумевает оперативный контроль за негативными (техногенными и природными) воздействиями на сооружения и определение качественных и количественных показателей их влияния на конструкции, а также онлайн-оценку геодинамической активности системы «обделка — вмещающий массив» для прогнозирования изменений напряженно-деформированного состояния (НДС) пород вблизи подземных выработок на всем их протяжении.

Для этого к моменту окончания строительства была установлена и запущена в эксплуатацию вся контрольно-измерительная аппаратура, выполнена синхронизация всех установленных в конструкции датчиков, налажена регистрация измеряемых параметров в автоматическом режиме и разработан программный комплекс, способный решать поставленные задачи с дальнейшей передачей информации диспетчеру на пульт управления [4].

Система ГТМ на всех тоннельных участках трассы Адлер — Красная Поляна входит в состав АСУ ТП и, в свою очередь, состоит из следующих систем:

- система мониторинга естественного электромагнитного излучения (ЕЭМИ);
- система контроля НДС обделок с помощью тензодатчиков;
- система регистрации сейсмических колебаний с помощью сети сейсмостанций.

На рис. 1 показаны примеры оснащения различных типов обделок тоннелей трассы Адлер — Красная Поляна контрольно-измерительной аппаратурой в составе горно-экологического мониторинга (ГТМ).



Рис. 2. Расположение отдельного автоматизированного рабочего места (АРМ) геотехнического мониторинга в диспетчерской

Информация с контрольно-измерительной аппаратуры девяти тоннелей трассы поступает на серверы мониторинга в диспетчерской, где обрабатывается, визуализируется и поступает в банк данных (рис. 2).

РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПО АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ГТМ

По комплексу данных, получаемых с систем мониторинга в автоматическом режиме, устанавливаются и отслеживаются накопления остаточных деформаций в обделках тоннелей за счет:

1) сезонных и суточных изменений напряжений (годовые колебания температуры в обделке тоннеля в среднем составляли +5°C). На рис. 3 в качестве примера приведен график временных изменений напряжений за период наблюдений с 13.05.2013 по 23.03.2022, на котором четко прослеживаются сезонные изменения напряжений и тренд (за последние 5 лет — порядка 0,5 МПа/год);

2) короткопериодных природных (землетрясения, оползни и т. п.) и техногенных воздействий (взрывы, вибрации при движении транспорта и др.).

Вибрационные нагрузки на разные типы обделок тоннелей трассы Адлер — Красная Поляна контролируются в пунктах автоматической регистрации виброускорений,

расположенных, как правило, в зонах тектонических нарушений [5]. На рис. 4 в качестве примера приведена единичная акселерограмма и ее спектрограмма при проезде поезда по одной компоненте (X).

Еще одним видом контроля в системе КГМ является мониторинг естественного электромагнитного излучения горных пород (ЕЭМИ), параметры которого тесно связаны с изменениями напряженно-деформированного состояния (НДС) в системе «обделка — вмещающий массив».

В работе [6] предприняты попытки поиска прогнозных критериев сейсмособытий по данным автоматизированной системы комплексного геотехнического мониторинга в тоннелях трассы, подробно рассмотрен случай регистрации ЕЭМИ при достаточно мощном землетрясении ($m_b = 4,7$) 30.05.2012.

Аналогичный случай реакции параметров ЕЭМИ на землетрясение приведен на рис. 5. Показаны ночные и дневные интервалы измерений по одной из замерных станций автоматизированной системы комплексного геотехнического мониторинга. В период с 3:57 по 4:01 01.09.2020 отмечен аномальный спад значений параметра «А» в момент реализации землетрясения с $m_b = 4,3$ на удалении от места регистрации до 100 км в 3:59 по местному времени. В дневное время колебания параметра связаны с движением электричек. Измерения ведутся 1 раз в 4 мин.

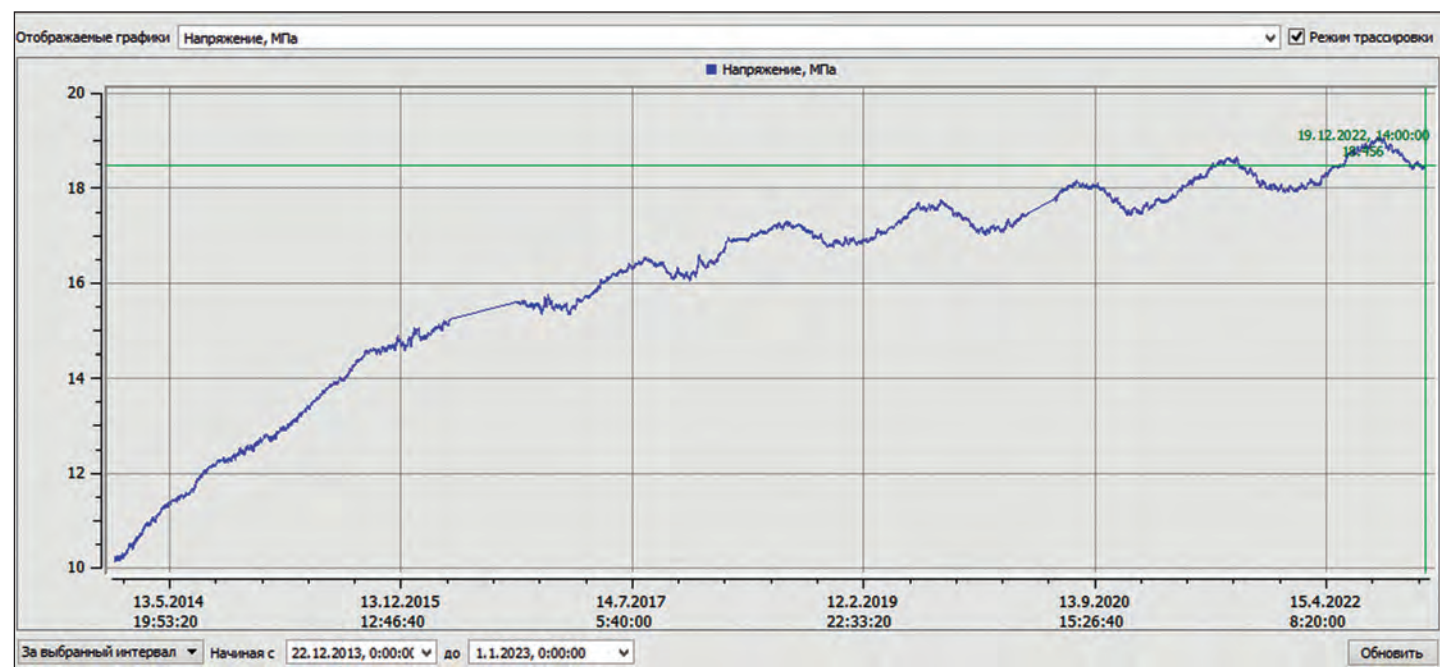


Рис. 3. Изменения напряжений на наружном контуре обделки железнодорожного тоннеля №1 на ПК 169+41 трассы Адлер — Красная Поляна за время эксплуатации

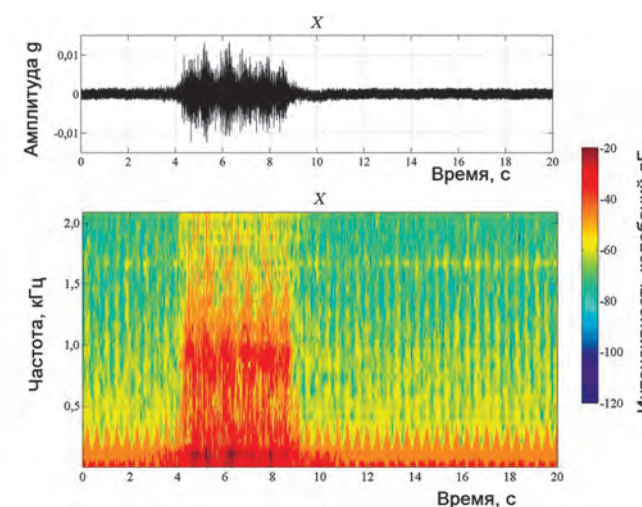


Рис. 4. Акселерограмма и ее спектрограмма при проезде поезда в районе расположения пункта автоматической регистрации виброускорений (компонента X)

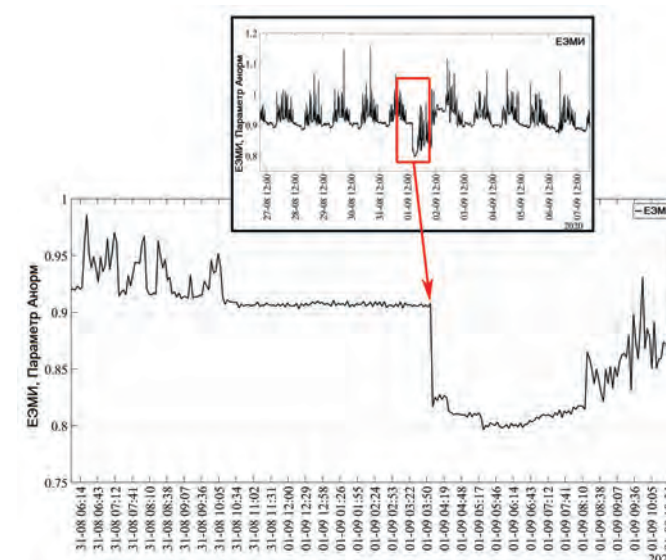


Рис. 5. Реакция относительного амплитудного параметра «Анорм» на землетрясение 01.09.2020 (измерения ЕЭМИ по автоматизированной системе ГТМ)

Вопрос стабильной регистрации ЕЭМИ во время землетрясений еще, конечно, далеко не решен: например, не понятно, почему иногда сейсмособытия отражаются в поле ЕЭМИ, а иногда нет; почему могут быть зарегистрированы некоторые дальние землетрясения, а события в ближней зоне могут никак не отражаться при регистрации ЕЭМИ и др. В целом нестабильность фиксации сейсмособытий отмечается всеми исследователями, рабо-

тающими в данном направлении, и здесь вопросов пока значительно больше, чем ответов.

КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ПО СИСТЕМЕ ГТМ

Важным этапом системы автоматизированного геотехнического мониторинга тоннелей трассы Адлер — Красная Поляна является комплексная интерпретация регистрируемых данных. В качестве примера можно привести результаты долгосрочной регистрации ЕЭМИ, НДС и температуры воздуха для одного опытного участка в железнодорожном двухпутном тоннеле №6 подковообразного очертания общей длиной 433 м.

На рассматриваемом участке на ПК 453+08 (223 м от южного портала) установлены датчики НДС, на ПК 453+28 (243 м от южного портала) — датчики ЕЭМИ. Глубина сечения ≈ 38 м.

Участок полностью расположен в делювиальных отложениях, представленных углистыми алевросланцами. Состояние горных пород — от сильнотрещиноватых до раздробленных, в большей массе перемятых, местами перетертых по терциноватости и сланцеватости. От слабоустойчивых до совершенно неустойчивых. Водопиток умеренный. Коэффициент по Протождьякову 0,8-1,5 — 70%, 1,5-2,5 — 30%.

На рис. 6 представлены результаты совместной обработки данных ЕЭМИ и НДС системы «обделка тоннеля — вмещающий горный массив» по первому участку в железнодорожном тоннеле №6. Показан временной интервал измерений с декабря 2013 по февраль 2021 года.

Также приведены графики температуры воздуха по двум метеорологическим станциям: 1 (в начале трассы тоннелей) — в Сочи (Краснодарский край): широта 43.58, долгота 39.77, высота над уровнем моря 132 м; 2 (в окончании трассы тоннелей) — в Красной Поляне (Краснодарский край, Россия): широта 43.68, долгота 40.20, высота над уровнем моря 567 м.

Информация о температуре приведена по данным справочно-информационного портала «Погода и климат».

Для графиков НДС и температуры воздуха проведены линии тренда.

Температурные колебания значений по датчикам НДС за показанный период находятся в пределах 1–2 МПа с четко выраженной сезонностью. Прослеживается безусловная прямая зависимость регистрируемых данных от температуры воздуха (и соответственно температуры тоннельной обделки). Это объясняется процессами сезонного сжатия и растяжения струн в измерительных струнных тензодатчиках.

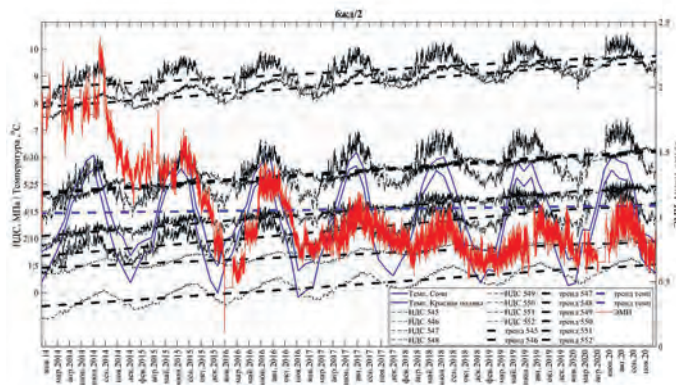


Рис. 6. Результаты совместной обработки данных ЕЭМИ и НДС по первому участку (железнодорожный тоннель №6)

По линиям тренда для датчиков НДС можно сделать вывод о плавном увеличении напряжений в обделке с последующей стабилизацией.

В начале эксплуатации напряжения в монолитной железобетонной обделке тоннеля развиваются интенсивнее.

Анализируя графики ЕЭМИ можно заметить, что сезонные колебания ЕЭМИ идентичны в течение всего периода наблюдений, но отличаются по интенсивности в начале измерений. Это объясняется тем, что в начале эксплуатации тоннель и вмещающий массив приходят в равновесие. Накопленных зарядов на бортах микротрещин, микродефектов, микронеоднородностей, трещиноватости больше, и первое время происходит их активная компенсация. На высокую интенсивность ЕЭМИ в начале эксплуатации тоннеля влияет и тот факт, что обделка выполнена из монолитного железобетона. А также то, что в начале эксплуатации напряжения в монолитной железобетонной обделке тоннеля развиваются интенсивнее.

Далее с декабря 2017 года по настоящее время наблюдается стабилизированный ход ЕЭМИ с выдержанными по интенсивности и частоте минимумами и максимумами.

В начале измерений минимумы ЕЭМИ достаточно четкие, с 2017 года — растянуты на несколько месяцев.

Минимумы ЕЭМИ наблюдаются: в январе 2014, январе 2015, январе 2016 гг.; с декабря 2016 — января 2017 по июнь 2017 года; с января по май 2018 года; с ноября 2018 по июнь 2019 года; с января по июнь 2020 года.

То есть минимумы ЕЭМИ в начале измерений достаточно четко совпадают с минимумами температур, а

после трех лет эксплуатации растягиваются с минимума температур до начала лета.

На графиках ЕЭМИ наблюдаются также локальные и основные максимумы: в марте-апреле 2014 года — локальный; в августе 2014 года — основной; в феврале-апреле 2015 года — локальный; в августе 2015 года — основной; в мае-июне 2016 года — локальный; в июле-августе 2016 года — основной; в январе 2017 года — локальный; в августе 2017, августе 2018, августе 2019, августе 2020 года.

Локальные максимумы ЕЭМИ связываются с резким перепадом температур, основные максимумы — с максимальными температурами.

Поскольку для регистрации используются антенные блоки, изготовленные из термостабильного феррита, была выдвинута гипотеза о том, что наблюдаемая связь ЕЭМИ с температурой — не прямая, а опосредованная через изменение характеристик прилегающих к выработке горных пород — а именно через процессы их сжатия и растяжения, ведущие к смыканию и размыканию существующих в них микродефектов и микротрещиноватости (рис. 7).

Так, предполагается, что в стабильном сжатом состоянии фиксируются минимумы импульсов ЕЭМИ (1), при растяжении массива и материала обделки происходит разделение зарядов на бортах микродефектов (2) и нарастание ЕЭМИ (3), полное разделение бортов микродефектов приводит к прекращению интенсивного ЕЭМИ (4). Данный процесс протекает в обратную сторону при сжатии микродефектов и микротрещиноватости в массиве горных пород. Периоды

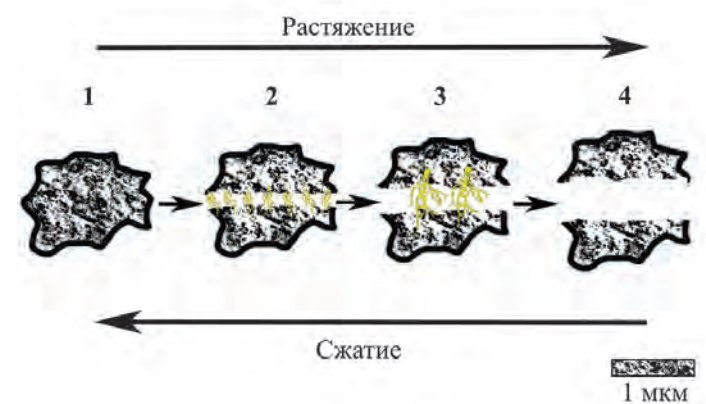


Рис. 7. Схема возникновения ЕЭМИ при сжатии и растяжении микродефектов в материалах строительных конструкций и вмещающем массиве горных пород

сжатия и растяжения тесно связаны с температурными колебаниями, в связи с этим возникает сезонность ЕЭМИ [7].

На различных опытных участках и для разных типов тоннельной обделки выявлено, что связь эта не прямая и не постоянная — она может зависеть от структурного состава вмещающих горных пород, материалов и конструкций обделок тоннелей, различных механизмов смыкания и размыкания микродефектов для конкретного вмещающего массива и др. Для более уверенных выводов необходимо продолжение анализа данных по автоматизированной системе геотехнического мониторинга тоннелей. Следует более подробно изучить вопросы возникновения и развития цикличности и сезонности в данных ЕЭМИ, в том числе и их связи с наземными измерениями по региональной сети. Провести детальную обработку мониторинговых данных методами математической статистики. Выявить количественные взаимосвязи параметров ЕЭМИ и НДС. Проследить реакции ЕЭМИ на землетрясения на различных участках и др.

Литература

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х томах / Пер. с англ. — М.: Мир, 1995.
2. Методическое руководство по комплексному горно-экологическому мониторингу при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей. — М.: УРАН ИПКОН РАН, НИПИИ «Ленметрогипротранс», 2009.
3. Лебедев М.О., Безродный К.П., Шляев С.А. Геотехнический мониторинг как основа прогнозирования технического состояния обделки при эксплуатации транспортных тоннелей. — Путь и путевое хозяйство. 2019. №7, с. 20-25.
4. Безродный К.П., Култын И.В., Лебедев М.О. Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) в железнодорожных тоннелях Олимпийской трассы. — Наука и транспорт, 2009. № 1, с. 24-26.
5. Лебедев М.О., Басов А.Д., Шляев С.А., Романевич К.В. Геотехнический мониторинг транспортных тоннелей трассы «Адлер — Красная Поляна». — Сборник материалов международной научно-практической конференции «ГЕОСОЧИ-2022. Тематическая сессия: «Современное состояние и перспективы развития инженерной геофизики» (27-29 апреля 2022 года), Сочи, 2022. С. 62-65.
6. Катаев С.Г., Лебедев М.О., Романевич К.В., Долгий М.Ю., Кулешов В.К., Шляев С.А. Поиск прогнозных критериев сейсмособытий по данным автоматической системы комплексного геотехнического мониторинга в транспортных тоннелях Сочи // «Инженерная и рудная геофизика 2019» — Геленджик, Россия, 22-26 апреля 2019 г.
7. Romanevich K.V., Lebedev M.O., Andrianov S.V., Mulev S.N. Integrated Interpretation of the Results of Long-Term Geotechnical Monitoring in Underground Tunnels Using the EMR Method. Foundations 2022, 2, 561–580. <https://doi.org/10.3390/foundations2030038>.



ВЫВОДЫ

Выявление стабильной цикличности регистрируемых параметров, соответствующей нормальному функционированию систем «обделка тоннеля — вмещающий горный массив», является подтверждением возможности контроля геомеханических процессов и явлений в горных породах и тоннельных конструкциях.

Регистрируемая информация по комплексу методов позволяет получать статистически значимые результаты по цикличности разного рода и трендам геофизических и геомеханических процессов во вмещающих массивах различного состава с учетом особенностей в конструкциях тоннелей. Учитывая долгосрочность наблюдений, можно говорить о создании полноценной информационной базы для прогнозирования геомеханических процессов и явлений во вмещающих массивах и строительных конструкциях тоннелей трассы Адлер — Красная Поляна.■

О «НОВОМ ФЕНОМЕНЕ» В РАБОТЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

В. А. ГАРБЕР,
д. т. н. (НИЦ «ТМ» АО «ЦНИИТС»)

НАЧИНАЯ С 2002 ГОДА, В МОСКОВСКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ НЕОДНОКРАТНО ПРОИСХОДИЛО ВНЕЗАПНОЕ ЗАКРЫТИЕ, НА ПЕРИОД ОТ НЕСКОЛЬКИХ ДНЕЙ ДО НЕСКОЛЬКИХ МЕСЯЦЕВ, ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА УЧАСТКАХ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЛИНИЙ. МОЖНО ГОВОРИТЬ О ТОМ, ЧТО ВОЗНИК НОВЫЙ ФЕНОМЕН, НЕ НАБЛЮДАВШИЙСЯ РАНЕЕ В ОБОЗРИМОМ ПРОШЛОМ.

ВВЕДЕНИЕ

В этой статье не анализируются случаи закрытия отдельных выходов со станций или отдельных подземных переходов, связанные с плановыми ремонтными работами, предусмотренными в графике эксплуатации метрополитена. Речь идет только о закрытиях движения метропоездов, не предусмотренных никакими планами и, соответственно, неожиданными для пассажиров.

Ранее автор уже поднимал проблемы экономики строительства и эксплуатации Московского метрополитена [1]. Также анализировались проблемы стоимости и самоокупаемости Московского метрополитена [2]. В последней статье фиксировалось изменение финансового статуса Мосметрополитена за 12 лет от «доходного» предприятия до «дотационного», а также давались рекомендации по возможности возвращения его к доходности.

Проблемы, обсуждавшиеся в указанных работах, тесно связаны с рассматриваемым в публикуемой статье «новым феноменом» Московского метрополитена.

Все приведенные здесь статистические данные доступны в открытых источниках, в том числе в Интернете.

КАКИЕ УЧАСТКИ ЗАКРЫВАЛИСЬ ЗА 20 ЛЕТ

В табл. 1 приведен перечень действующих участков Московского метрополитена, закрывавшихся за последние 20 лет. Всего зафиксировано 23 таких случая. Участки метро закрывались как на несколько дней, от двух до пяти, так и на продолжительные периоды, от месяца до полугода.

Чаще всего закрывались участки Сокольнической линии — девять раз. По три раза — на Замоскворецкой и Арбатско-Покровской линиях. По два случая закрытия зафиксировано на Калужско-Рижской и Некрасовской линиях. По одному разу закрывалось движение на Каховской, Люблинско-Дмитровской, Солнцевской линиях и на БКЛ.

По датам (годам): 2002 — один раз, 2015 — два раза, 2019 — один раз, 2020 — четыре раза, 2021 — два раза, 2022 — восемь раз.

Таким образом, «рекордсменами» по количеству остановок движения метропоездов стали 2020 и 2022 гг.

Почему же вдруг возник этот «феномен» Московского метрополитена?

ПРИЧИНЫ ЗАКРЫТИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

В табл. 1 указаны следующие причины закрытия действующих участков:

- строительство новых объектов метро в технических зонах действующего метрополитена;
- повреждения электрокабелей;
- ошибки подрядной строительной организации;
- аварийные состояния объектов метрополитена;
- социальные протесты.

Если проранжировать указанные причины, то первое место займет строительство новых объектов метрополитена (13 случаев). Остальные будут иметь одинаковый «второй ранг» (по два случая).

С технической точки зрения представляется, что почти все указанные причины могут и должны быть устранены руководством метрополитена или города.

Таблица 1.
Перечень действующих участков Московского метрополитена, которые закрывались в связи со строительством в их зонах новых линий

№ п/п	Даты закрытия	Наименования участков	Причины закрытия
1	2002	Сокольническая линия «Спортивная» — «Юго-Западная»	Реконструкция (полная замена) Лужнецкого метромоста
2	2015 11-12.04 11-12.07 10-11.12	Сокольническая линия «Комсомольская» — «Парк Культуры» («Красные Ворота», «Кропоткинская», «Чистые пруды», «Лубянка», «Охотный ряд», «Библиотека Ленина»)	Подготовка к сдаче станции «Тропарево»
3	2015 с 06.12.	Сокольническая линия «Юго-Западная» — «Университет»	Подготовка к сдаче станции «Тропарево»
4	2019	Сокольническая линия «Комсомольская» — «Бульвар Рокоссовского»	Строительство БКЛ
5	2020 02-04.05	Сокольническая линия «Юго-Западная» — «Университет»	Для подключения оборудования новых станций «Румянцево» и «Саларьево»
6	2020 до 28.07.	Сокольническая линия «Филатов луг» — «Прокшино» — «Ольховая» — «Коммунарка»	Строительство БКЛ
7	2022 23.07.-31.12.	Каховская линия «Каховская» — «Варшавская» — «Каширская» (вошли в состав БКЛ)	Строительство БКЛ
8	2020 12.12.-22.12.	Некрасовская линия «Нижегородская» — «Лефортово» — «Шелепиха» — «Хорошевская»	Строительство БКЛ: станции «Электrozаводская», «Карамышевская»
9	2021 с 31.01.	Сокольническая линия «Лубянка» — «Охотный ряд» — «Библиотека Ленина»	Строительство новой линии метро
10	2021 с 31.01.	Замоскворецкая линия «Кузнецкий мост» — «Лубянка» — «Китай город» «Театральная» — «Пл. Революции» — «Александровский сад»	Из-за протестных акций в поддержку Навального
11	2022 с 23.07.	Большая кольцевая линия «Савеловская» — «Динамо» («Петровский парк») Солнцевская линия «Деловой центр» — «Парк Победы»	Присоединение нового участка БКЛ
12	2022 04.-05.	Люблинско-Дмитровская линия «Дубровка» — «Волжская»	Строительство БКЛ
13	2022 26.09.- 05.10.	Арбатско-Покровская линия «Молодежная» — «Кунцевская» «Славянский бульвар» — «Парк Победы»	Повреждение электрокабеля
14	2022 до 01.06.	Арбатско-Покровская линия «Анино» — «Кропоткинская» — «Пятницкое шоссе» Сокольническая линия «Парк Культуры» — «Ломоносовский проспект»	Ошибки подрядной организации в подключении кабеля Ошибки в прокладке кабеля
15	2022 с 12.11. на 0,5 года	Замоскворецкая линия «Автозаводская» — «Орехово»	Полная замена тоннеля от «Кантемировской» до «Царицино» в связи с неустраняемыми протечками
16	2022 03-07.12.	Калужско-Рижская линия «Октябрьская» — «Новые Черемушки»	Строительство Троицкой линии
17	2022 04-08.11.	Калужско-Рижская линия «Октябрьская» — «Новые Черемушки»	Строительство Троицкой линии
18	2022 26.07.-09.08.	Сокольническая линия «Юго-Западная» — «Воробьевы горы» — «Университет»	Строительство БКЛ

СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАКРЫТИЯ ДВИЖЕНИЯ

Как же отражается «новый феномен» на социальной обстановке в городе и на экономике Московского метрополитена?

В 2022 году первые три места по пассажиропотоку на линиях, на которых осуществлялись закрытия движения поездов, заняли Замоскворецкая (почти 1,6 млн пассажиров в сутки), Калужско-Рижская (более 1,4 млн) и Сокольническая (около 1,2 млн) линии.

Поскольку данные приводились в целом по линиям, а закрывались различные их участки в разное время, для дальнейших подсчетов, в соответствии с положениями математической статистики, за основу примем 50% от общих суточных цифр (см. табл. 2).

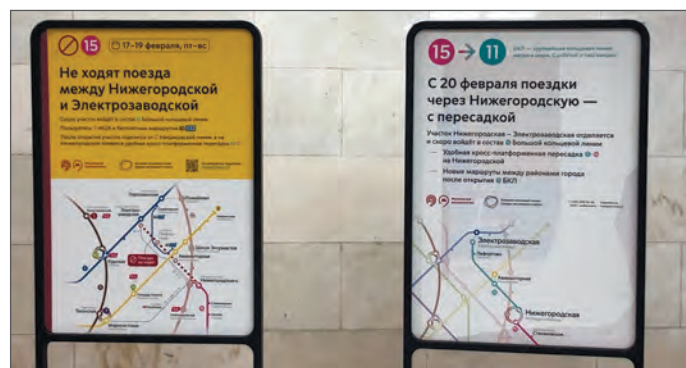
Таблица 2.
Среднесуточное количество пассажиров, которые могут испытывать неудобства от закрытия движения метropоездов

№ п/п	Линия	Среднее количество пассажиров
1	Сокольническая	579 000
2	Замоскворецкая	579 850
3	Арбатско-Покровская	371 800
4	Калужско-Рижская	707 050
5	Люблинско-Дмитровская	121 100
6	Каховская	89 050
7	Некрасовская	500 000
8	Солнцевская	50 000
9	БКЛ	275 000
ИТОГО		3 222 550

Таким образом, более 3 млн москвичей и гостей столицы могут ежесуточно ощущать негативный эффект от закрытия движения на участках действующих линий метрополитена.

Согласно статистическим данным, среднее время поездки пассажира с (работы и на работу) удлиняется на 0,5

СЛУЧАИ ЗАКРЫТИЯ ДВИЖЕНИЯ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ УЧАСТКАХ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗОНАХ НОВЫХ ЛИНИЙ МЕТРО МОЖНО ПОЛНОСТЬЮ ИСКЛЮЧИТЬ ПУТЕМ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.



часа. Таким образом, человек может терять час времени, в том числе, от производительного труда. Предположим, что все поездки указанного количества пассажиров связаны с их трудовой деятельностью. В таком случае, учитывая приведенные ориентировочные подсчеты, негативный социально-экономический эффект для города за год можно оценить почти в 1,2 млрд чел./сут производительного труда.

Теперь рассмотрим экономику Московского метрополитена в связи с закрытием движения на участках действующих линий.

В 2020 году стоимость одной поездки в метро составляла 46 рублей. Разумеется, москвичи и гости столицы, которые не пользовались им из-за закрытия участков, этих денег не платили. Соответственно, доходы метрополитена теоретически могли сокращаться в сутки более чем на 148 млн рублей, а за год сумма потерь при таком подсчете превысила бы 540 млрд.

При этом метрополитен еще расходует средства на организацию бесплатных наземных перевозок пассажиров вдоль закрытого участка.

МОЖНО ЛИ ИСКЛЮЧИТЬ СЛУЧАИ ЗАКРЫТИЯ ДВИЖЕНИЯ?

Основной причиной закрытия движения на действующих участках метро при новом строительстве в их технических зонах является необходимость обеспечения безопасности существующих тоннелей от влияния на их конструкции строящихся тоннелей.

Это влияние заключается в том, что при проходке возможны разуплотнения вмещающего породного массива под действующими тоннелями, в результате чего происходят их осадки и, соответственно, деформации конструкций.

Чтобы выяснить объем породного массива под действующими тоннелями, который может разуплотняться при проходке новых, рассмотрим наиболее вероятный случай проходки двух перегонных тоннелей диаметром 6 м под двумя действующими перегонными тоннелями



диаметром 6 м. Пересечение трасс действующих и строящихся осуществляется в плане ортогонально (под прямым углом) друг к другу.

Ширина в плане технической зоны двух перегонных тоннелей диаметром 6 м составляет около 20 м. Расстояние по высоте между этими парами тоннелей минимум 6 м (в соответствии с теорией горного давления).

Таким образом, объем породного массива под действующими тоннелями, который может разуплотняться при проходке под ними новых тоннелей, составляет $V = 20 \text{ м} \times 20 \text{ м} \times 6 \text{ м} = 2400 \text{ м}^3$.

Для исключения возможности разуплотнения указанного объема породного массива наиболее целесообразно закрепить его методом цементации (либо другим спецметодом).

В соответствии со сборниками расценок и сложившейся практикой применения спецметодов, максимальная стоимость закрепления грунтов с водоотведением составляет до 30 тыс. руб./м³.

В соответствии с приведенными данными максимальная стоимость химукрепления рассматриваемого объема закрепления составит: $2400 \text{ м}^3 \times 30 \text{ тыс. рублей} = 72 \text{ млн рублей}$.

Эта цифра практически соответствует одному случаю закрытия движения на действующих участках метрополитена.

Как указано выше (табл. 1), всего за 20-летний период было зафиксировано 13 случаев закрытия действующих участков метрополитена от строительства в их технических зонах новых тоннелей.

Таким образом, стоимость защитных мероприятий (цементации) для всех случаев могла бы составить 936 млн рублей, а финансовые потери из-за закрытия движения на участках действующего метро, согласно при-

близительным подсчетам по предложенной методике, за 20 лет превышают сумму в 10 трлн рублей.

Обобщая все выше изложенное, можно уверенно заявить, что случаи закрытия движения на действующих участках Московского метрополитена при строительстве в их технических зонах новых линий метро можно полностью исключить путем заблаговременного выполнения защитных мероприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вышеприведенная информация позволяет сделать следующие выводы:

«Новый феномен» (закрытие движения метropоездов на длительный срок по причине строительства новых линий в технических зонах действующих участков) негативно влияет на социальную (транспортную) отрасль города и на финансовое положение Московского метрополитена.

Московский метрополитен, являющийся основой транспортной системы Москвы, за 12 лет превратился из доходного предприятия в дотационное. Рассматриваемый «феномен» существенно ухудшает финансовое положение метрополитена, что плохо не только для предприятия, но и в целом для города Москвы, который вынужден изыскивать средства (в основном за счет социальных затрат) на поддержание Мосметрополитена в работоспособном и безопасном состоянии.

Для исключения из жизни города рассматриваемого «феномена» существует давно применяемые в Москве защитные мероприятия в виде заблаговременной подготовки участков, по которым будет прокладываться новая линия метрополитена. Эта подготовка заключается в химическом закреплении породного массива, который может подвергнуться влиянию нового строительства, превращая этот массив в «твердое», недеформирующееся тело.

Предлагаемое решение исключения негативного влияния «нового феномена» поможет превратить Московский метрополитен снова в доходное предприятие, которое не только не тратит городские «социальные» деньги, но и, наоборот, приносит городу ежегодный существенный доход. ■

Литература

- [1] Гарбер В.А. «Экономика строительства и эксплуатации Московского метрополитена». — Журнал «Подземные горизонты» № 29, май 2022 г.
- [2] Гарбер В.А. «О стоимости и самоокупаемости Московского метрополитена». — Сборник трудов НИЦ ТМ АО ЦНИИТС «Научные проблемы строительства новых линий Московского метрополитена»: «Экон-Информ». Москва, 2021.



ГЛАВНЫЙ ПРОЕКТ МЕТРО: ЕСТЬ БОЛЬШОЕ КОЛЬЦО!

30 ДЕКАБРЯ СОСТОЯЛСЯ ТЕХНИЧЕСКИЙ ПУСК ПОСЛЕДНЕГО УЧАСТКА БОЛЬШОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ЛИНИИ (БКЛ) МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА МЕЖДУ СТАНЦИЯМИ «КАШИРСКАЯ» И «НИЖЕГОРОДСКАЯ». ОСНОВНАЯ СТРОЙКА ЗАВЕРШЕНА. БКЛ СТАЛА САМЫМ БОЛЬШИМ ПРОЕКТОМ В МИРЕ СРЕДИ КОЛЬЦЕВЫХ ЛИНИЙ И КРУПНЕЙШИМ В ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МЕТРО. «ТЕПЕРЬ НАЧИНАЕМ ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ, И ЧЕРЕЗ ПАРУ МЕСЯЦЕВ БОЛЬШОЕ КОЛЬЦО ЗАМКНЕТСЯ», — ПОДЧЕРКНУЛ НА ЦЕРЕМОНИИ ПУСКА МЭР МОСКВЫ СЕРГЕЙ СОБЯНИН.

Конец 2022 года ознаменовался для московского метрополитена тремя важными событиями, связанными с завершением строительства Большой кольцевой линии (БКЛ).

30 ноября мэр Москвы Сергей Собянин провел технический пуск северо-восточного участка «Электрозаводская» — «Савеловская» со станциями «Сокольники», «Рижская» и «Марьяна Роща». Как заявил тогда градоначальник, строительство Большой кольцевой линии вошло в завершающую стадию. «До конца года мы осуществим технические пуски восточного и южного участков, — анонсировал Сергей Собянин. — Нам необходимо будет подготовить к запуску девять станций метрополитена, 11 перегонов. Кроме того, необходимо достроить и запустить два крупнейших электродепо для эксплуатации всего комплекса БКЛ».

Северо-восточный участок мэр при этом назвал одним из самых сложных в истории метрополитена. Длина участка «Электрозаводская» — «Савеловская» составляет 7,2 км. Станции «Рижская» и «Марьяна Роща» — глубокого заложения, а строительство их осуществлялось наиболее сложным.

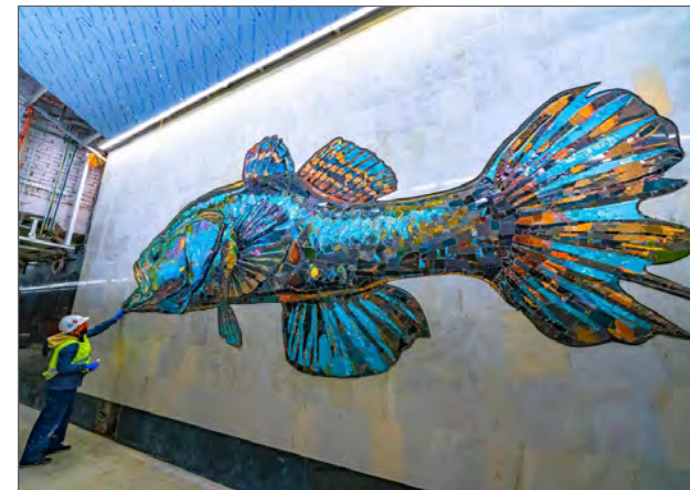
Участок улучшит транспортное обслуживание порядка 900 тыс. человек, из которых около 250 тыс. проживают в пешей доступности метро. Сокращение времени при ежедневных поездках по городу для местных жителей составит до 77%.

14 декабря состоялся технический пуск южного участка от станции «Каховская» до станции «Каширская».



Фактически речь идет о завершении реконструкции ранее существовавшей Каховской линии, которая вошла в состав БКЛ. «По сути дела, это новые станции, новые тоннели, которые на 80% перестроены, оснащены новыми технологиями, интегрированы в Большую кольцевую линию метро», — отметил Сергей Собянин.

Каховская линия метро состояла из трех станций: «Каховская», «Варшавская» и «Каширская». В 2019 году ее закрыли на реконструкцию для включения в состав БКЛ. Ввод в эксплуатацию южного участка и открытие в его составе станций «Варшавская» и «Каширская» позволит улучшить транспортное обслуживание жителей пяти районов: Зюзино, Москворечье-Сабурово, Нагорный, Нагатинско-Садовники и Нагатинский Затон. До 25% будет снижена нагрузка на Кольцевую линию и до 16% на участки Замоскворецкой и Серпуховско-Тимирязевской линий.



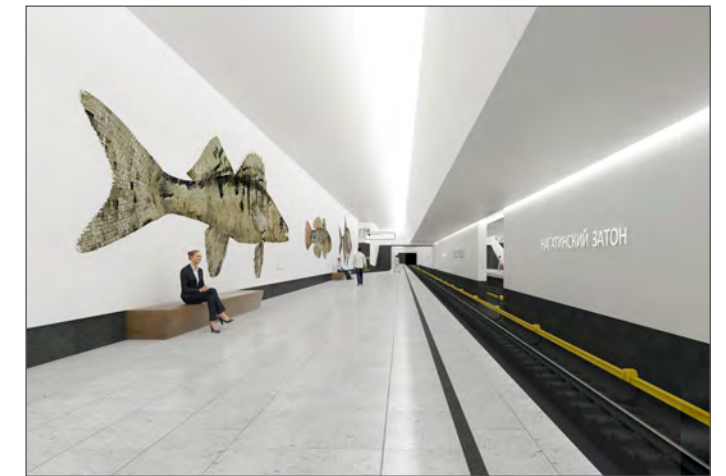
Наконец, 30 декабря Сергей Собянин 30 декабря провел технический пуск восточного участка БКЛ. На этом Большое кольцо фактически сомкнулось.

В состав восточного участка протяженностью 11 км входят четыре станции: «Кленовый бульвар», «Нагатинский Затон», «Печатники» и «Текстильщики». Они улучшат транспортное обслуживание жителей и работающих восьми районов — Текстильщики, Печатники, Люблино, Нагатинский Затон, Москворечье-Сабурово, Нагатинско-Садовники, Нижегородский, Лефортово — с населением около 800 тыс. человек. Сокращение времени при ежедневных поездках по городу для местных жителей составит до 80%, или до 45 минут.

Две новые станции «Текстильщики» и «Печатники» имеют пересадки на МЦД-2 и радиальные линии метро — одноименные станции Таганско-Краснопресненской и Люблинско-Дмитровской линий. В перспективе на станции «Кленовый бульвар» будет организована пересадка на Бирюлевскую линию.

В завершении реализации проекта БКЛ одним из принципиально важных объектов является пересадочный мост, который соединит новую станцию «Текстильщики» с одноименной станцией Таганско-Краснопресненской линии. Сооружение перехода включает в себя устройство двух монолитных сходов и металлического пролетного строения. Главный пролет моста представляет собой сборную металлоконструкцию протяженностью 140 м. По словам заместителя мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Андрей Бочкарев, станция «Текстильщики» Большого кольца станет ключевым связующим элементом формирующегося многофункционального транспортно-пересадочного узла.

Вместе с тем открытием БКЛ реализация масштабных проектов столичного метрополитена не завершится. В декабре заместитель мэра Москвы по вопросам градо-



СОЗДАНИЕ БОЛЬШОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ЛИНИИ ЯВЛЯЕТСЯ ГЛАВНЫМ ПРОЕКТОМ СТОЛИЧНОГО МЕТРОСТРОЕНИЯ. ЕЕ ДЛИНА СОСТАВЛЯЕТ БОЛЕЕ 70 КМ. БОЛЬШОЕ КОЛЬЦО ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ 31 СТАНЦИЮ, 22 ИЗ КОТОРЫХ УЖЕ ПРИНИМАЮТ ПАССАЖИРОВ. С БКЛ МОЖНО БУДЕТ СДЕЛАТЬ ПЕРЕСАДКИ НА 20 СТАНЦИЙ 11 ДРУГИХ ЛИНИЙ МЕТРО, 3 ПЕРЕСАДКИ НА МОСКОВСКОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОЛЬЦО, 8 ПЕРЕСАДОК НА МОСКОВСКИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ДИАМЕТР «БЕЛОРУССКО-САВЕЛОВСКИЙ» (МЦД-1 ОДИНЦОВО — ЛОБНЯ) И «КУРСКО-РИЖСКИЙ» (МЦД-2 НАХАБИНО — ПОДОЛЬСК), 13 ПЕРЕСАДОК НА ЛИНИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ. СТРОИТЕЛЬСТВО БОЛЬШОГО КОЛЬЦА НАЧАЛОСЬ В 2011 ГОДУ. ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА ЛИНИИ ЗАВЕРШИЛАСЬ В КОНЦЕ 2021 ГОДА. ДВИЖЕНИЕ МЕТРОПОЕЗДОВ ПО ВСЕЙ БКЛ БУДЕТ ЗАПУЩЕНО В 2023 ГОДУ. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТИРОВЩИК И ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПОДРЯДЧИК СТРОИТЕЛЬСТВА НОВЫХ ЛИНИЙ И СТАНЦИЙ СТОЛИЧНОГО МЕТРО — ГРУППА КОМПАНИЙ «МОСИНЖПРОЕКТ».

строительной политики и строительства Андрей Бочкарев уточнил: «Например, уже в 2023 году планируется ввести в эксплуатацию участок продления Солнцевской линии от станции «Рассказовка» до «Внуково», а также запустить участок Люблинско-Дмитровской линии от станции «Селигерская» до станции «Физтех».

Программой развития сети Московского метрополитена к тому же предусмотрено строительство трех новых радиальных линий: Троицкой, работы на которой уже активно ведутся, Бирюлевской и Рублево-Архангельской. Они позволят жителям десятков районов столицы получить скоростной транспорт в шаговой доступности.

По материалам АО «Мосинжпроект»



В. А. ГАРБЕР,
д. т. н. (НИЦ «ТМ» АО «ЦНИИТС»)

СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, А ИМЕННО – ОБСЛЕДОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОЯЩИХСЯ И ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ОБЪЕКТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ИХ ВЛИЯНИЯ, – ВОЗНИКЛА В КОНЦЕ 90-Х ГОДОВ XX ВЕКА В СВЯЗИ С НЕОБХОДИМОСТЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТРОПОЛИТЕНА И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ СОГЛАСНО СОВРЕМЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ.

ВВЕДЕНИЕ

В табл. 1 перечислены основные документы нормативного и рекомендательного характера, регламентирующие обследование и мониторинг технического состояния подземных сооружений, начиная с 1997 года.

Из таблицы видно, что попытки создать нормативную основу деятельности по обследованию и мониторингу были предприняты Госгортехнадзором и Правительством Москвы еще в период 1997-2001 гг.

К 2020 году регламентация указанной проблемы вышла на государственный уровень: были выпущены четыре ГОСТа, один отраслевой документ Росавтодора, Свод правил (СП 474).

Проблема стала настолько острой, что ряд вузов страны ввел в учебный процесс соответствующие методические документы (см. пп. 4, 13, 16 табл. 1).

Наконец, одна передовая фирма разработала, узаконила и ввела в серийное производство систему мо-

нитинга инженерных конструкций «СМИК ZETLAB» («Автоматизированный контроль в характерных точках объекта мониторинга как при строительстве новых, так и на уже построенных сооружениях»).

Рассмотрим, по существу, состав работ по обследованию и мониторингу технического состояния строящихся и эксплуатируемых подземных сооружений, включая их отличия друг от друга.

СОСТАВ РАБОТ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ И МОНИТОРИНГУ

В наиболее концентрированном виде применительно к метрополитену требования к указанным работам приведены в двух документах:

- ГОСТ Р 57206-2016 (см. п. 15 табл. 1);
- СП 474.132.5800.2019 (см. п. 17 табл. 1).

При разработке этих документов основой послужила Методика комплексного обследования состояния стро-

Таблица 1.

Нормативные, рекомендательные и методические документы по техническому обследованию и мониторингу состояния подземных сооружений метрополитена

№№ п/п	Год издания	Наименование	Примечания
1	1997	Временное положение о горно-экологическом мониторинге	Госгортехнадзор России. Москва
2	1998	Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции	Правительство Москвы. Москомархитектура
3	2001	Инструкция о порядке производства работ посторонними организациями в эксплуатируемых сооружениях Московского метрополитена	Московский метрополитен
4	2003	Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие	Томский политехнический университет
5	2004	Пособие к МГСН 2.07-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения». Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и подземных сооружений»	Москва
6	2006	Методика комплексного обследования состояния строительных конструкций метрополитена, попадающих в зону влияния строительства городских объектов	Московский метрополитен. НИЦ «ТМ» АО «ЦНИИТС»
7	2006	Правила использования территорий технических и охранных зон метрополитена в г. Москве	Москва. Москомархитектура. Мосметрополитен. НИЦ «ТМ» АО «ЦНИИТС»
8	2009	Методическое руководство по комплексному горно-экологическому мониторингу при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей	Санкт-Петербург. Ленметрогипротранс
9	2011	ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»	
10	2012	ГОСТ 32019-2012 «Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования мониторинга и установки стадионных систем (станций)»	
11	2013	ГОСТ Р 22.1-13-2013 «Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений»	
12	2015	ОДМ 2.18.4.022-2015 «Рекомендации по проведению геотехнического мониторинга строящихся и эксплуатируемых автодорожных тоннелей»	Росавтодор
13	2015, 2016	Геотехнический мониторинг в строительстве. Учебное пособие	МГСМ
14	2015	Сборник МРР-3.2.05.07-15 базовых цен на работы по обследованию и мониторингу технического состояния строительных конструкций и инженерного оборудования зданий и сооружений, в том числе, сооружений метрополитена, попадающих в зону влияния строительных объектов, осуществляемые с привлечением средств бюджета города Москвы	
15	2016	ГОСТ Р 57206-2016 «Тоннели и метрополитены. Правила обследования и устранения дефектов и повреждений при эксплуатации»	
16	2017	Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений. Учебное пособие	Тамбовский государственный технический университет
17	2019	СП 474.132.5800.2019 «Метрополитены. Правила обследования и мониторинга строительных конструкций подземных сооружений»	
18	2020	СМИК ZETLAB «Автоматизированный контроль в характерных точках объекта мониторинга как при строительстве новых, так и на уже построенных сооружениях»	

ительных конструкций метрополитена, попадающих в зону влияния городских объектов (см. п. 6 табл. 1).

Для строящихся объектов

Безопасность строящихся объектов метрополитена, в первую очередь, зависит от качества строительных работ, которое характеризуется следующими показателями:

- геометрия конструкции тоннеля: отклонения от габаритов приближения строений, оборудования, подвижного состава;
- прочность конструкции (отсутствие трещин, сколов, оголения арматуры и т.п.);
- качество заобделочного пространства (отсутствие пустотностей в контактном слое «грунт — обделка»);
- водонепроницаемость конструкции (отсутствие течей и протечек).

Для контроля указанных показателей в процессе обследования и мониторинга состояние строящихся конструкций метрополитена проводят:

- визуально-инструментальный осмотр тоннелей с составлением разверток внутренней поверхности конструкции, на которых указываются все выявленные дефекты с фиксацией их места расположения;
- инструментальные измерения всех выявленных дефектов (ширина раскрытия трещин, их протяженность, интенсивность водопротечек, размер коррозионных проявлений и т. п.);
- геодезическая съемка геометрических размеров конструкций с указанием величин отклонения от нормальных диаметров (радиусов) обделки;
- геофизическая съемка заобделочного пространства с выявлением мест отсутствия контакта «грунт — обделка» и их размеров.

Ведется постоянный журнал результатов обследований (мониторинга).

Выдаются рекомендации по устранению выявленных негативных явлений.

Для эксплуатируемых объектов

Безопасность эксплуатируемых объектов метрополитена, в первую очередь, выражается в обеспечении безопасности движения поездов, пассажиров и обслуживающего персонала.

Для обеспечения указанных видов безопасности в процессе обследований и мониторинга эксплуатируемых объектов ведется съем информации о деформациях конструкций, о местах и количестве водопроявлений, об изменении планово-высотного положения рельсовых путей, о сбоях в системе вентиляции, о нарушениях

в системе пожарной безопасности, о происшествиях в области контртеррористической безопасности.

Особое внимание уделяется проявлениям влияния на конструкции метро строительства новых наземных и подземных объектов в технических и охранных зонах метрополитена.

В случае фиксации новых существенных водопритоков в тоннели ведется периодическое геофизическое обследование контакта «грунт — обделка» проблемных участков для выявления пустот в заобделочном пространстве.

Результаты всех наблюдений фиксируются в журналах диспетчерской службы. Выдаются рекомендации по устранению выявленных дефектов и результатов происшествий. Контролируется ход работ по устранению негативных явлений.

Отличия работ для строящихся и эксплуатируемых объектов

Напомним, если для строящихся объектов метрополитена основной целью является обеспечение качества строительства, то для эксплуатируемых объектов — обеспечение безопасности движения поездов, пассажиров и обслуживающего персонала.

Отсюда разница заключается в следующем:

- для строящихся объектов метрополитена геометрия конструкции контролируется, как правило, геодезическими методами, а для эксплуатируемых объектов, в основном, с применением автоматизированных и автоматических измерительных систем, в том числе путеизмерительных поездов;
- прочность конструкций строящихся объектов метрополитена контролируется, в основном, с помощью ручных инструментов, а для эксплуатируемых объектов применяются, как правило, акустические измерения с использованием технологического транспорта;
- геофизический контроль качества контакта «грунт — обделка» для строящихся объектов является обязательным, а для эксплуатируемых эти исследования проводятся только по мере проявления водопритоков и деформаций конструкций;
- водонепроницаемость конструкций строящихся объектов контролируется визуальными наблюдениями, а для эксплуатируемых контроль осуществляется по регистрации водопритока в лотковой системе сооружения.

В целом, основная разница выражается в более высоком уровне механизации и автоматизации процессов измерений и наблюдений для эксплуатируемых объектов метрополитена.

СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОБСЛЕДОВАНИЙ И МОНИТОРИНГА

Организационные вопросы

Организация обследований и мониторинга состояния подземных конструкций регламентирована Инструкцией о порядке производства работ посторонними организациями в эксплуатируемых тоннелях метрополитена (см. п. 3 табл. 1).

Структура Инструкции:

1. Общие положения.
2. Порядок согласования проектов организации и производства работ.
3. Выдача разрешений и допуск к производству работ.
4. Порядок производства работ.
5. Обязанности и ответственность производителя работ посторонних организаций.
6. Права и обязанности лица, отвечающего за технический надзор.

Основная цель Инструкции — обеспечение безопасности людей, производящих обследование, и обеспечение сохранности оборудования метрополитена.

Технические средства

При обследовании и мониторинге строящихся сооружений метрополитена используется следующий набор инструментов, приборов и оборудования: щупы, трещиномеры, рулетка из легированной стали, лазерные рулетки (дальномеры); нивелиры, теодолиты, тахеометры; фотоаппараты, видеокамеры; геофизическое оборудование.

При обследовании и мониторинге эксплуатируемых объектов осуществляется автоматизированный деформационный мониторинг состояния тоннелей метрополитена (рассмотрен, в частности, в публикации С. В. Боловцева, Р. В. Шевчука), включая непрерывный контроль изменения НДС тоннеля. Основные элементы системы: высокоточный роботизированный тахеометр; отражатели — минипризмы на L-образных креплениях. Определение координат отражателей выполняется в автоматическом режиме специально разработанной программой.

Как указано в табл. 1 (п. 18), для обследований и мониторинга строящихся и эксплуатируемых объектов метрополитена может использоваться серийно выпускаемая система «СМИК ZETLAB».

Кроме того, как указывалось выше, в отдельных случаях для обследования эксплуатируемых тоннелей применяют геофизическое акустическое оборудование.

Методика проведения работ

В 2006 году была выпущена Методика комплексного обследования состояния строительных конструкций

метрополитена, попадающих в зону влияния строительства городских объектов (см. п. 6 табл. 1). На ее основе разработан СП 474.1325800.2019 (см. п. 17 табл. 1). Этими документами и определяется на сегодняшний день методика проведения обследовательских работ. Помимо общих положений, в них представлены следующие основные разделы:

- п. 6 «Эксплуатация строительных конструкций зданий и сооружений метрополитена во время нового строительства в охранных зонах»;
- п. 7 «Обследование технического состояния сооружений метрополитена, расположенных в зоне влияния нового строительства»;
- п. 8 «Специальные наблюдения и мониторинг сооружений метрополитена, расположенных в зоне влияния нового строительства».

Кроме того, в СП 474 приведено Приложение А «Предельные дополнительные деформации сооружений метрополитена при их реконструкции и при расположении действующих объектов метрополитена в зоне влияния нового строительства». Это приложение, разработанное впервые, регламентирует условия, при которых необходимо предпринимать защитные мероприятия для обеспечения безопасности сооружений, пассажиров и обслуживающего персонала.

Участники рынка

Информационный поиск позволил выявить более десяти организаций, работающих в области обследования и мониторинга сооружений метрополитена.

Первопроходцем в проведении указанных работ в свое время стал НИЦ «Тоннели и метрополитены» АО «ЦНИИТС».

Сейчас на рынке также работает несколько организаций преимущественно геодезической специализации, занимающихся, в том числе, обследованиями подземных сооружений. Все эти компании имеют соответствующие официальные договоры с Московским метрополитеном и конкурируют друг с другом.

Кроме того, в структуре Мосинжпроекта создана организация «МИПСТРОЙ-1», осуществляющая мониторинг технического состояния строящегося метрополитена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная в данной работе информация позволит заинтересованным организациям упорядочить работу по обследованиям и мониторингу строящихся и эксплуатируемых объектов метрополитена. ■



КРТИ О НОВОМ ИМПУЛЬСЕ В МЕТРОСТРОЕНИИ

О НЕПРОСТОЙ СИТУАЦИИ В ПЕТЕРБУРГСКОМ МЕТРОСТРОЕНИИ, СЛОЖИВШЕЙСЯ В ПРЕДШЕСТВУЮЩИЕ ГОДЫ, ИЗВЕСТНО НЕ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛИСТАМ, НО И ГОРОЖАНАМ. НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ К РАБОТЕ ПРИСТУПИЛ НОВЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПОДРЯДЧИК, А ЗАКАЗЧИК В ЛИЦЕ КОМИТЕТА ПО РАЗВИТИЮ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СПБ РАЗРАБАТЫВАЕТ КОМПЛЕКС МЕР, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПРЕОДОЛЕНИЕ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ.

С НОВЫМ МЕТРОСТРОЕМ

Акционерное общество «Метрострой Северной Столицы» (МССС), как уточняет пресс-служба КРТИ, создано и зарегистрировано правительством Санкт-Петербурга и группой ВТБ «в целях обеспечения бесперебойного и непрерывного строительства объектов метрополитена, а также недопущения рисков техногенного характера и значительных негативных социальных и экономических эффектов».

С точки зрения заказчика, теперь метростроение получило новый импульс. При этом, как отмечают в КРТИ, удалось фактически удержать коллектив обанкротившегося ОАО «Метрострой», уже завершить основные горнопроходческие работы на ранее начатых объектах Красносельско-Калининской и Лахтинско-Правобережной линий, запустить процесс обновления парка оборудования. Разработана также программа подготовки специалистов на ближайшие пять лет. Утвержден бюджет развития на 2023-2025 гг. с перспективой до 2032 года.

О КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТАХ

Сейчас продолжают работы на объектах Красносельско-Калининской линии и Лахтинско-Правобережной линии, которые достались МССС по «наследству» от ОАО «Метрострой».

В планы по развитию петербургского метрополитена до 2024 года включено завершение строительства трех станций — «Путиловской», «Юго-Западной» и «Горного института». Как уверяют в КРТИ, ввод этих объектов

будет осуществлен в соответствии с директивными сроками и заключенными государственными контрактами. В настоящее время график строительно-монтажных работ не нарушен.

В 2023 году, начиная с апреля, планируется начать проходку новых перегонных тоннелей Невско-Василеостровской линии от станции «Беговая» до станции «Зоопарк» («Каменка»). Основные вопросы, связанные с началом работ, решены. Опасений насчет того, что график может быть сорван, у КРТИ нет.

О ПРОЕКТИРОВАНИИ

Известно, что проекты для метростроения нужно готовить заранее. С этим тоже возникали проблемы. Есть ли сейчас новые инициативы?

Учитывая, что проектная документация разрабатывается 14–18 месяцев, бюджетом Санкт-Петербурга в 2023 году предусмотрено выделение 1.6 млрд рублей на проектирование объектов метрополитена, а также аналогично в 2024–2025 гг. Это позволит сделать нужный проектный задел, необходимый для начала строительных работ в 2024 году на участках Красносельско-Калининской линии «Юго-Западная» — «Сосновая Поляна», «Путиловская» — «Каретная» (Обводный канал-2), участке Лахтинско-Правобережной линии «Улица Дыбенко» — «Кудрово», участке Фрунзенско-Приморской линии «Коменданский проспект» — «Шуваловский проспект», а также приступить к строительству двух электродепо: «Красносельское», «Правобережное».

О ФИНАНСИРОВАНИИ

Ускорение темпов развития метрополитена потребует значительных финансовых ресурсов, превышающих возможности бюджета Санкт-Петербурга. Очевидно, что ликвидировать сложившееся отставание от перспективных планов, намеченных в былые годы, и обеспечить существенный прорыв в области метростроения в Северной столице реально только при поддержке федерального бюджета.

Президент России Владимир Путин, выступая в 2021 году с Посланием Федеральному Собранию, анонсировал новый механизм развития субъектов РФ — инфраструктурные бюджетные кредиты. Предполагается, что они будут выдаваться по ставке не более 3% годовых и на срок до 15 лет на конкретные проекты, прошедшие детальную экспертизу на федеральном уровне.

Президиумом (штабом) Правительственной комиссии по региональному развитию в РФ было принято решение о поддержке в 2024-2025 гг. (более 8 млрд рублей) проектов на территории Санкт-Петербурга, источником финансового обеспечения расходов на реализацию которых являются бюджетные кредиты из федерального бюджета, а именно — на строительство трех станций: «Путиловская», «Юго-Западная», «Горный институт».

В 2023 году бюджетом Санкт-Петербурга предусмотрено выделение 30 млрд рублей на строительство и проектирование объектов метрополитена.

ОБ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ

А не помешают ли строить метро антироссийские санкции, как известно, повлиявшие негативно на несколько секторов отечественной экономики?

Как отмечают в КРТИ, практически всю линейку оборудования для метростроения производили или производят на территории стран Таможенного союза. Российские компании при этом обладают компетенциями по изготовлению и горнопроходческих комплексов, но примечательно, что производить новые щиты для нужд «Метростроя Северной Столицы» будет предприятие из Санкт-Петербурга. На Обуховском заводе в кооперации со Скуратовским опытно-экспериментальным заводом (Тула) спроектируют и изготовят два ТПМК, которые придут на строительство Красносельско-Калининской линии.

В целом в поиске потенциальных поставщиков (изготовителей) оборудования большую помощь оказывает Комитет по промышленной политике, инновациям и торговле СПб. Работа по импортозамещению в метростроении не прекращается. Правительством Санкт-Петербурга для реализации этих целей поставлена

задача увеличивать долю закупок оборудования, материалов на петербургских предприятиях.

ВМЕСТЕ С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СООБЩЕСТВОМ

Предполагается задействовать и интеллектуальные ресурсы Северной столицы. КРТИ поддержал предложение Тоннельной ассоциации Северо-Запада создать на основе ее научно-технического совета координационный центр, занимающийся вопросами рассмотрения и утверждения необходимых организационных и технологических решений, ускоряющих процесс проектирования и строительства метрополитена в Санкт-Петербурге.

Специалисты Тоннельной ассоциации Северо-Запада привлекаются к разработке стратегического плана развития подземного пространства, который является важным механизмом для развития города. Как отмечают сегодня в КРТИ, именно на этапе территориального планирования можно выявить потенциальные источники финансирования проектов комплексного использования ресурсов подземного пространства на основе опережающего развития метрополитена, можно «отсечь» неэффективные социально-экономические решения и сконцентрировать ресурсы на оптимальных предпроектных решениях.

О СТРАТЕГИИ: НА ДОЛГОСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ

В долгосрочном горизонте планирования КРТИ на сегодняшний день предполагает комплекс мер, направленных на развитие метростроения:

- использовать новые технологии строительства, с учетом повышения доли механизированного труда до 60%;
- разработать, учитывая фактическое состояние строительной отрасли, программу подготовки специалистов в области метростроения на ближайшие 10 лет;
- нарастить объем импортозамещения;
- нарастить работу по проектированию объектов метро, обозначенных в Программе строительства и реконструкции метрополитена до 2045 года в перспективе на пять лет;
- проектирование выполнять с учетом мирового опыта, перспектив развития городских территорий и обеспечения комфортных условий проживания граждан.

Как отмечают в КРТИ, эти меры позволят увеличить производственные мощности по проектированию и строительству, наладить технологические процессы и в конечном итоге будут способствовать выходу отрасли метростроения из кризисного состояния.

По материалам пресс-службы КРТИ



ПОДГОТОВКА РАБОЧИХ КАДРОВ: О ВОЗМОЖНОСТЯХ И ПОТРЕБНОСТИ

Беседовала Лариса ДУБРОВСКАЯ
(портал «Подземный эксперт»)

РАЗВИТИЕ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА НЕ РАЗ ОБОЗНАЧАЛОСЬ ГОРОДСКИМИ ВЛАСТЯМИ КАК ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ. В ЭТОЙ СВЯЗИ НА ПЕРВЫЙ ПЛАН ВЫХОДИТ ВОПРОС ПОДГОТОВКИ ПРОХОДЧИКОВ И ДРУГИХ СПЕЦИАЛИСТОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТРО. О ПЕРСПЕКТИВАХ СОТРУДНИЧЕСТВА С НОВЫМ АО «МЕТРОСТРОЙ СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЫ» И РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МЫ ПОПРОСИЛИ РАССКАЗАТЬ ДИРЕКТОРА СПБ ГПОУ «КОЛЛЕДЖ МЕТРОСТРОЯ» АЛЕКСАНДРА ФИЛАТОВА.

— Александр Дмитриевич, в каких направлениях сегодня развивается колледж?

— Рабочая концепция — курс на информатизацию строительных процессов и специализированное строительство. Наша жизнь кардинально меняется, потому что в городе внедряется система укрупнения учебных заведений. В процессе реорганизации колледж расширяется примерно в пять раз. Так, у нас было две площадки, а с 2023 года их формируется пять. Две из них, скорее всего, две будут ориентированы по направлению BIM. Некий парадокс, однако, заключается в том, что когда я появлюсь на конкурсе штукатуров, отделочников, плиточников и т. д., мне говорят: «Ты же метростроевец». То есть осталась стереотипная установка, что «Колледж метростроя» — это организация, которая готовит специалистов исключительно для метро. Когда-то, в 70-е годы, в общем-то, так и было. Сейчас ситуация другая.

— Поясните, пожалуйста, что в данном случае вы подразумеваете под термином «специализированное строительство»? Как это связано с метростроением?

— Специализированное строительство в преломлении деятельности нашего колледжа — сейчас это мостостроение, тоннелестроение, высотное строительство, дорожное и аэродромное строительство. Потому что присоединяемое к нам учебное заведение — бывший автодорожный колледж, который располагает соответствующей техникой как раз по подготовке экска-



Мастерская по компетенции «Технологии информационного моделирования BIM»

ваторщиков, бульдозеристов, людей, обслуживающих технику для строительства дорог, наземного транспорта. Что касается информатизации, то технология не стоит на месте, и поэтому появилась новая специализация, и даже новая компетенция, на которую сейчас разрабатывается стандарт Министерства образования — «Технология информационного моделирования (BIM)». Это направление позволяет строителям приносить в свою деятельность те конкретные преимущества, которые может дать отрасли цифровизация. К примеру, прораб на стройке, по логике вещей, должен уметь читать чертежи. Согласитесь, когда он делает это



Мастерская по компетенции «Сантехника и отопление»



на бумаге — это одно, когда он это делает на планшете с возможностью моментальной корректировки данных — это другое. Плюс вдобавок построение самой модели строительства предполагает, что можно не то чтобы вносить изменения в существующий проект, но трансформировать этапы работы, менять очередность, то есть искать оптимальные возможности использования рабочего ресурса.

При этом, на мой взгляд, цифровизация подземного строительства еще более актуальна, чем наземного.

— Пользуются ли новые «цифровые» специальности популярностью у абитуриентов?

— Да, это привлекательно для молодежи. Молодой специалист может быть более универсальным, и даже если он не пойдет в качестве прораба на стройку, он легко найдет применение полученным знаниям и навыкам. И, например, смежные строительная отрасль или отрасль эксплуатации жилищного фонда, в свою очередь, получают квалифицированных специалистов.

— И все же, если вернуться к истокам: какие специальности вы готовили и продолжаете готовить для метростроения?

— В лучшие годы на бюджетной основе мы готовили проходчиков, горнорабочих, машинистов электровоза. ОАО «Метрострой» поддерживало их социальной стипендией, трудоустройством, предоставлением практики. Все основные специальности у нас лицензированы. На сегодняшний день бюджетники, однако, не востребованы, потому что в соответствии с новым уставом АО «Метрострой Северной столицы» все поставки услуг ведутся через тендер, а заявок на обучение по профессии я, честно говоря, не видел. Но наверняка у МСС есть задел прочности. Сегодня в области метростроения ра-

ботают высококлассные специалисты, которые будут строить метро дальше.

— Сколько специалистов по метростроению вы можете готовить ежегодно?

— Дело в спросе. Программы есть, преподавательский состав сохранился — те, кто в состоянии работать на стыке наземного и подземного строительства, как работали в коллеже, так и работают. Большой рамочный договор о том, что при необходимости колледж молниеносно перестраивается под потребности метростроевцев, существует с 1994 года. С течением времени он видоизменялся, но до сих пор «Метростроем Северной столицы» не отменен. Так что мы можем запустить процесс подготовки дополнительных кадров для метростроения в любой момент, как только появится заказ.

— Каков сейчас срок обучения, например, проходчика?

— Мы выпустим проходчиков через три года. Но тут возникает проблема: ребята приходят к нам в 15-16 лет, а после окончания колледжа сразу идут в армию. Если они не проходят по здоровью для службы, то значит, не годны и для работы под землей — требования там очень жесткие. В любом случае 18 лет — это барьер, который стоит на пути нашей безоблачной деятельности совместно с метростроителями. Хотя, конечно, мы можем брать людей после армии, если будут приходиться, если будут очень привлекательные соцпакеты организаций, как при СССР. Что касается обучения, то те программы, которые у нас есть, легко трансформируются на более короткий срок учебы. Однако надо понимать, что это не бюджетная программа, потому что все программы регламентируются стандартом, и там прописаны сроки. Если обучать не на бюджетной основе, это можно сде-



лать очень гибко и быстро — в пределах 7-9 месяцев. Например, чисто теоретические занятия — несколько пар в течение дня без вовлечения в работу. А вторая половина — на объектах. Такие варианты можно рассматривать, я их предлагаю.

— АО «Метрострой Северной столицы» дает вам заказ на подготовку кадров?

— На сегодняшний день для «Метростроя Северной Столицы» мы занимаемся переподготовкой кадров, плюс в небольшом количестве обучаем спасателей. В общей сложности это где-то в районе 300-400 человек. В лучшие времена для «старого» Метростроя мы обучали порядка 2000 человек в год. Возможно, это связано с тем, что не все юридические вопросы в новых условиях решены до конца.

— В каком ключе строится ваше взаимодействие с руководством нового Метростроя, и есть ли оно в принципе?

— Мы проговариваем возможности нашей совместной деятельности. Я очень надеюсь, что она возобновится. Не знаю, насколько масштабна она будет, прогнозы давать сложно. Но если город станет активно строить метро и нуждаться в специалистах, я буду строить работу учебного заведения из потребностей метростроевцев, вплоть до открытия новых специальностей, таких как специалист автоматизированной проходки. Потому что успех метростроения сегодня — это очень высокая автоматизация и механизация всех производственных процессов.

— Как вы оцениваете перспективы специального профессионального образования?

— Сегодня к нам стало приходиться учиться очень много «головастых» ребят, которые раньше бы рвались в высшую школу. Некоторые пробовали поступать — не поступили, некоторые даже не пробовали. Современная молодежь в большей степени прагматична и стремится к независимости, в том числе и финансовой. Если в СССР вуз был важен как трамплин на другую социальную ступень, то сегодня это можно наблюдать в гораздо меньшей степени. В первую очередь важна конкретная и хорошо оплачиваемая профессия. Так что, я думаю, у специального профессионального образования большое будущее.



КОМПОЗИТНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

В. Н. КАВКАЗСКИЙ,
к. т. н., доцент кафедры «Тоннели и метрополитены» ФГБОУ ВО «ПГУПС»;
А. Н. ДМИТРИЕВ,
член экспертно-координационного совета Союза КТИ

ЕЩЕ В 2012 ГОДУ ГЛАВОЙ ГОСУДАРСТВА БЫЛ ДАН ПЕРЕЧЕНЬ ПОРУЧЕНИЙ ПО ИТОГАМ ЗАСЕДАНИЯ СОВЕТА ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РФ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ, ГДЕ ПП. 7 И 8 ПРЕДПИСЫВАЛИ ОРГАНАМ ФЕДЕРАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ВЛАСТИ РАЗРАБОТАТЬ ПРОГРАММУ И ПРИСТУПИТЬ К РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОМПОЗИТОСТРОЕНИЯ. В ДАЛЬНЕЙШЕМ БЫЛА ПРИНЯТА ГОСПРОГРАММА «РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ», А ТАКЖЕ НЕОБХОДИМЫЕ РАСПОРЯЖЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ И СУБЪЕКТОВ ФЕДЕРАЦИИ.

ИЗ ИСТОРИИ ВОПРОСА

Поручения Президента появились как продолжение тенденции в использовании композитных материалов, которые производились и применялись в СССР и затем в России еще с 60-х гг., т. е. практически одновременно с началом аналогичного процесса за рубежом. Просто в условиях противостояния двух систем все наиболее передовое и ценное у нас, как правило, внедрялось в оборонную промышленность, где эти достижения не были заметны посторонним. Мало кто знал и знает до сих пор, что значительная часть нашего ракетного щита использовала именно композитные материалы. А в ряде других технологически развитых стран шло их параллельное внедрение в военную и гражданскую отрасль, поэтому появилось обывательское представление, что «Запад и здесь нас обогнал».

На самом деле советские специалисты не только не отставали от зарубежных «коллег», но и по ряду направлений значительно опережали их. Достаточно сказать, что научные программы по разработке базальтовых технологий в США, Западной Европе, Японии не увенчались успехом, но были доведены до практического результата только в СССР. И до сих пор на Западе не удалось освоить это направление, хотя оно очень перспективно для гражданского сектора экономики любой страны.

После прекращения существования СССР и единой советской промышленности многие очень полезные направления не только не получили развития, но и пере-

стали существовать. Это не могло не сказаться и на композитной отрасли, которая тоже затормозилась, однако ее достижения были сохранены, уже российскими специалистами, и медленно, но все-таки внедрялись в РФ.

Утверждать, что после поручений Президента и распоряжений Правительства композитная отрасль получила в России бурное развитие, было бы преувеличением, но постепенное изменение ситуации все-таки происходит, и процесс набирает темп. Больше стало примеров применения композитов, прежде всего отечественных, в авиастроении и судостроительной отрасли, энергетике и ЖКХ, нефтяной, дорожной и транспортной отраслях. Однако впереди еще непочтатый край работы практически во всех российских регионах.

И для ее продолжения есть реальные основания: специалисты на практике убеждаются, что внедрение композитов дает преимущества в вопросах модернизации ряда отраслей, экономит средства бюджета, создает задел для действительно инновационного развития экономики РФ.

ПОДРОБНЕЕ О ПРЕИМУЩЕСТВАХ

Композиты по сравнению с традиционными материалами имеют сопоставимую прочность, но не подвержены коррозии, служат долго и надежно, обеспечивают ощутимое энергосбережение. Не боятся блуждающих токов, что весьма важно в городских условиях. В большинстве агрессивных сред они работают надежней и

долговечней даже нержавеющей стали, не говоря уж о том, что по стоимости обходятся на порядок дешевле.

Помимо длительного срока безремонтной службы, стойкость композитных изделий к коррозии дает еще один фактор экономии по сравнению со сталью — металлические трубы вынужденно выпускают с дополнительным запасом толщины стенки на неизбежную коррозию (до 20%), что ведет к повышенному расходу металла, большому весу и более высокой стоимости изделия. А когда ржавчина съедает этот запас, то необходимо менять даже еще внешне вполне исправные стальные трубы. Другое дело, что так делается не всегда, трубы не меняют годами, и тогда происходят аварии. Для Санкт-Петербурга с его высоким уровнем грунтовых вод эта проблема особенно актуальна. А у композитов, повторим, коррозии нет.

Композитные изделия имеют плюсы по сравнению со сталью и с точки зрения долговременной прочности. В частности, под воздействием силы тяжести (например, при наезде техники) стальная труба (не говоря о ПЭ или ПВХ) может необратимо сплющиться или даже разрушиться, а композитная труба имеет упругие характеристики и возвращает форму после снятия нагрузок. За счет такой более высокой упругости композиты лучше стали и бетона держат знакопеременные нагрузки, как температурные, так и механические, надежно работают в условиях вибраций.

Правда, этот фактор обуславливает меньшую жесткость композитов по сравнению со сталью, что необходимо учитывать, например, при расчете возможного прогиба трубопроводов — либо за счет большего количества поддерживающих опор, либо путем увеличения толщины стенки. Но в любом случае композитные трубы являются самонесущими и не требуют сплошной подкладки, как, например, полиэтилен или полипропиленовые и прочие аналоги. Важно также, что композиты имеют практически одинаковый КЛТР со сталью, что облегчает их совместное использование — опять же, в отличие от ПЭ, где колебания удлинения при нагреве/охлаждении создают реальные проблемы при прокладке трубопроводов.

Композитный материал — диэлектрик, в результате на стенках композитных труб не происходит налипания, не образуются наросты. На протяжении всего срока службы композитные трубы не зарастают и сохраняют диаметр рабочего прохода, тогда как у стальных его сужение, в зависимости от качества воды, приводит к быстрому росту гидравлического сопротивления и потере пропускной способности, что требует замены труб и значительно повышает расход электроэнергии на насосах.

Теплопроводность композитного материала до 150 раз меньше, чем у стали, что работает как для плюсовых

температур (обеспечивает реальное энергосбережение в теплосетях), так и для минусовых — например, в подземных выработках с обводненными грунтами это используется для подачи хладагентов с целью заморозки грунтов.

Композитные трубы в разы легче стальных и полиэтиленовых аналогов. Это упрощает их транспортировку и монтаж, что особенно важно в труднодоступных местах, в том числе в тоннелях метро.

На первых этапах внедрения композитов в гражданские отрасли они проигрывали традиционным материалам из-за более высокой стоимости, но по мере развития технологии эта разница нивелируется, а по некоторым изделиям они оказываются уже даже дешевле. С учетом же длительного жизненного цикла композитов и существенного сокращения расходов на ремонты их преимущества становятся еще более очевидными.

НА ПУТИ ВНЕДРЕНИЯ

Специалисты, как правило, все указанные преимущества понимают, хотя консервативность и привычка к традиционным материалам тормозят внедрение новых технологий. Но есть и более системные факторы. Отечественная экономика по-прежнему в значительной мере ориентирована на «затратный метод», особенно при использовании бюджетных денег — чем больше компания «освоила» средств, тем больше у нее прибыль.

Призывами к сознательности этот подход вряд ли можно переломить. Задача видится в том, чтобы добиться понимания принимающих решения инстанций и лиц: чтобы они увидели не только преимущества для страны в целом, но и создали условия законно зарабатывать на экономии больше, чем на затратах.

Свою роль в продвижении этих передовых технологий играет созданный более 15 лет назад Союз производителей композитных труб и изделий (СКТИ), который объединил не посредников, а именно реальных производителей. Одной из важных точек приложения усилий стал Санкт-Петербург, где под эгидой экспертно-координационного совета СКТИ уже много лет предпринимаются усилия по продвижению композитной продукции российских предприятий в самые разные отрасли городской жизни. Есть пока не очень большой, но перспективный опыт внедрения: в ГУП «Ленсвет» проведены успешные испытания композитных опор освещения, в ГУП ТЭК СПб в Красногвардейском районе действует участок теплосети из композитных труб диаметром 100 мм.

Одно из таких направлений — транспортная инфраструктура города, в том числе, Петербургский метропо-

литен, где некоторые композитные изделия тоже внедряются в практику.

Следует отметить, что подземное хозяйство любого города, включая метрополитен — очень перспективный потребитель для композитных материалов, так как здесь требуется повышенная надежность и долговечность инфраструктурных сооружений, стойкость к электрокоррозии, а любые работы/ремонт здесь сложны, и их желательно облегчить и сократить до минимума. Все это как раз обеспечивают композиты.

Одними из первых среди российских метрополитенов преимущества нового технологического решения поняли в Москве, где композитные стеклопластиковые трубы в тоннельном хозяйстве начали применять почти 20 лет назад. Внедрение там тоже начиналось непросто. У специалистов метрополитена не хватало знаний, были сомнения. Например, сначала некоторых пугало даже слово «стеклопластик», поскольку стеклу так или иначе присуща хрупкость. Высказывались опасения, что в условиях постоянных вибраций новый материал может оказаться ненадежным, а вот сталь «хоть и гниет, но с ней все понятно». Однако шаг за шагом приобретался опыт, а сомнения уходили. В итоге за прошедшее время в Московском метрополитене заменены десятки километров стальных трубопроводов ХВС и прокладываются новые трассы, специалисты Электромеханической службы отмечают их надежность и отсутствие проблем в эксплуатации.



По этому же пути намечается и движение в ряде других городов постсоветского пространства, в частности в метрополитенах Нижнего Новгорода и Минска, где тоже существуют проекты внедрения композитных труб.

Следует отметить, что производители композитных изделий совместно с экспертно-координационным сове-

том СКТИ уже некоторое время работают и с Петербургским метрополитеном. Поначалу у проектировщиков и специалистов здесь были те же вопросы и опасения, что и в Москве, причем столичный опыт воспринимался несколько отстраненно — дескать, местные условия могут отличаться. Но сейчас видно уже больше понимания и готовности к внедрению. А производители композитных труб, со своей стороны, готовы к активизации совместной работы. Например, в стадии исполнения находится проект трубопроводов сжатого воздуха с одним из подрядчиков метрополитена СПб.

Как представляется, внедрение композитной продукции соответствует основным направлениям инновационной политики ГУП «Петербургский метрополитен», в частности, объявленной там задаче улучшения экономических показателей работы от внедрения новых материалов и изделий, техническому перевооружению инженерных систем и обеспечению устойчивости их функционирования, снижению эксплуатационных затрат и повышению производительности труда за счет эффективного использования новых материалов и изделий.

Решению этих задач вполне соответствуют упомянутые выше характеристики композитной продукции. Важно, чтобы специалисты лучше понимали особенности тех или иных ее видов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Композитный полимерный материал (его еще называют «полимерный армированный материал») — это матрица, состоящая из волокна (оно армирует каркас изделия) и связующего (оно после полимеризации удерживает изделие в заданной форме). Речь здесь будем вести о композитных материалах для массового производства с достаточными эксплуатационными параметрами по приемлемой стоимости, так как существуют варианты с очень высокими характеристиками, но по очень высокой стоимости, что ограничивает их широкое применение в гражданских отраслях.

Диапазон характеристик изделия в первую очередь зависит от типа применяемого волокна. В основном это стекловолокно, базальтовое и углеволокно. Стекловолокно — самое распространенное, оно обеспечивает требуемый уровень прочности, а по стоимости дешевле остальных вариантов. Базальтовое волокно дороже, но дает более высокие характеристики (это позволяет на 20-30% снижать толщину каркаса изделия, тем самым уменьшать вес и стоимость по сравнению со стекловолокном). По оценкам специалистов, параметров стекло- и базальтового волокна достаточно для решения задач гражданских отраслей. Углеволокно имеет еще более

высокую прочность, но и стоимость многократно выше, что снижает конкурентоспособность, а запас прочности для гражданской сферы нередко избыточен.

Также на параметры композитного материала серьезно влияет связующее — смола полиэфирная, винилэфирная или эпоксидная в сочетании с отвердителями и ускорителями. Следует отметить, что параметры у связующего на порядки ниже, чем у волокна, поэтому именно связующее определяет нижний уровень характеристик изделия. Так, базальтовое волокно легко выдерживает температуру 2000°C, а смолы — не более 250 °C, а полиэфирная и вовсе применяется преимущественно до +50 °C. То есть использовать самое прочное волокно со слабым связующим не имеет никакого смысла, само изделие в итоге тоже будет слабым.

Различаются также методы изготовления композитных изделий. К основным можно отнести намотку, пултрузию и выкладку. Наиболее распространенный и обеспечивающий высокую производительность способ — намотка, но получаются только цилиндрические круглые изделия, по некоторым технологиям — только конусные. Пултрузия позволяет получать изделия разной конфигурации, но каждая форма требует своей оснастки, что недешево. Выкладкой можно получать плоскостные изделия.

В итоге потребитель может сам выбирать то, что больше подходит ему для решения его задач.

ДЛЯ ЗАДАЧ МЕТРОПОЛИТЕНА

Использование композитов для метрополитена можно рассмотреть на примере стеклобазальтопластиковых труб (СБПТ) и фасонных изделий различного назначения, выпускаемых в настоящее время по ГОСТ Р 55068-2012 «Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами».

Эта технология несколько отличается от традиционных методик намотки большинства композитных труб и обеспечивает более высокие характеристики продукции. Корни здесь идут из советской оборонной промышленности. Во время ее распада в 90-х гг. некоторые наиболее перспективные разработки все-таки удалось сохранить.

С тех пор технология получила ощутимое развитие с точки зрения расширения возможностей и номенклатуры продукции, увеличения ее запаса прочности и надежности в городских и промышленных коммуникациях. За более чем 30 лет СБПТ проложены и в тоннельном хозяйстве Московского метрополитена, и на многих других проектах — от объектов Минобороны до «Нориль-

ского Никеля», на обогатительных фабриках и шахтах Уралкалия и Белкалия, сетях Межрегионгаза, объектах энергетики и ЖКХ. Выпускаются скважинные насосно-компрессорные трубы СБПТ высокого давления (до 300 атм.) для нефтяных компаний. В настоящее время налажено производство новых изделий в рамках импортозамещения — например, испарителей для регенерации серной кислоты, которые ранее делали для российских потребителей в ЕС и США.



То есть используются СБПТ в самых разных отраслях, которые не менее сложны, чем условия работы, в частности, в Петербургском метрополитене.

Технология позволяет наматывать трубы непрерывно в несколько слоев с постепенной полимеризацией.

Это дает более высокую прочность, чем при применяемой большинством производителей традиционной намотке в один слой, где при прогреве и полимеризации неизбежно возникают внутренние напряжения. Непрерывный процесс позволяет иметь готовые трубы необходимой длины прямо на сходе с линии, тогда как стандартные технологии требуют многоэтапного изготовления, что обходится дороже.

Послойная намотка позволяет использовать в каждом слое заданные материалы и структуру армирования, это дает возможность комбинации дешевого стекловолокна с более высокопрочным базальтом, что обеспечивает повышение прочности при одновременном снижении стоимости. В итоге СБПТ при сходных типоразмерах с традиционными стеклопластиковыми трубами может иметь толщину и вес на четверть меньше, а прочностные параметры в 2-3 раза выше аналогов. Так, предел прочности на растяжение достигает 500 МПа, что выше, чем у рядовой стали. Соответственно, есть возможность для одних и тех же задач использовать трубы с меньшей стенкой и более легкие, но с большим запасом прочности.

Это подтверждается испытаниями в лабораториях, а также в полевых условиях — например, СБПТ выдерживают проезд любого колесного транспорта, их прочность проверена и обкаткой гусеничной техники весом до 47 т — трубы сохраняют форму.



В итоге срок безаварийной службы коррозионно-стойких трубопроводов из СБПТ составляет на ГВС/отоплении не менее 50 лет, на ХВС — до 100 лет, то есть в несколько раз дольше любых стальных и иных аналогов, которые за такое время придется менять неоднократно. Это дает очевидные преимущества для применения СБПТ в трубопроводных системах тоннельного хозяйства метрополитена, где любая замена и ремонт трубопроводов требуют повышенных затрат ресурсов и времени.

Пропускная способность СБПТ на 15-20% выше, чем у стальных аналогов, что даст существенный результат как в экономии энергоресурсов при работе насосов, так и при необходимости быстрой откачки грунтовых вод.



СБПТ отвечают техническим требованиям применения в условиях метрополитена по безопасности, коррозионной стойкости и долговечности продукции. Так, они используются на давлениях до 300 атм. и температурах до +150°C, что многократно превышает уровень нагрузок в трубопроводах метрополитена. СБПТ не подвержены коррозии, химстойкость их в большинстве сред выше, чем у нержавеющей стали. При этом СБПТ разрешены для питьевого водоснабжения. Для стыковки используются различные типы надежных соединений, отработанных за десятилетия эксплуатации. Что касается работы в условиях вибраций, то СБПТ и их соединения испытаны в ЦНИИСК им. Кучеренко и разрешены для применения в сейсмоопасных зонах до 9 баллов. Испытания на многократный циклический изгиб в СПбГАСУ также подтвердили повышенную стойкость этих труб в условиях вибрации и знакопеременных нагрузок.

СБПТ могут поставляться в исполнении «труднорючие» (ТГ), что разрешено для работы в подземных тоннелях и в шахтах, опасных по газу и пыли, так как согласно 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» категория ТГ не относится к классу горючих материалов.

СБПТ, в частности, выпускаются предприятием «Базальтовые трубы» по ГОСТ Р 55068-2012 для диаметров 50-600 мм серийно, а до 4000 мм (4 м) — под заказ. Использование в производстве собственной отечественной технологии позволяет специалистам завода-изготовителя под ТЗ заказчика вносить любые изменения в параметры продукции, создавать новые изделия.

СБПТ могут эффективно использоваться, в том числе, в хозяйстве ГУП «Петербургский метрополитен» в системах холодного и горячего водоснабжения, водоотведения, технологических трубопроводов различного назначения. Возможны и другие ниши для композитов. Так, на базе СБПТ специалистами разработаны модульные решения по укреплению изношенных сводов тоннелей, что применимо и в строительстве и ремонте метрополитена.

ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕТРО И ТОННЕЛЕЙ: ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Свободный микрофон

НА ПРОТЯЖЕНИИ ДОСТАТОЧНО ДОЛГОГО ВРЕМЕНИ ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ АКТИВНО ПРОДВИГАЛИ НА НАШЕМ РЫНКЕ СВОЮ ПЕРЕДОВУЮ ПРОДУКЦИЮ, ПРИМЕНЯЕМУЮ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ МЕТРОПОЛИТЕНА И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ. С МОМЕНТА ВВЕДЕНИЯ АНТИРОССИЙСКИХ САНКЦИЙ, ЗАТРУДНИВШИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ЗАПАДНЫМИ КОЛЛЕГАМИ, ПРОШЕЛ ПОЧТИ ГОД. МНОГОЕ ЛИ ИЗМЕНИЛОСЬ ЗА ЭТО ВРЕМЯ, ВОЗНИКЛИ ЛИ НЕРЕШАЕМЫЕ ПРОБЛЕМЫ? В ФОРМАТЕ «СВОБОДНОГО МИКРОФОНА» МЫ (ПРИ СОДЕЙСТВИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ «МЕТРО») СОБРАЛИ МНЕНИЯ И КОММЕНТАРИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ, ПРОЕКТИРОВЩИКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОНЩИКОВ



Дмитрий БУРИН,
заместитель начальника
ГУП «Петербургский
метрополитен»



Эльмир ЗАКИРОВ,
главный инженер МУП
«Метроэлектротранс»
(Казань)



Алексей КАРАТЕЕВ,
главный инженер
Электромеханической службы
Дирекции инфраструктуры
ГУП «Московский
метрополитен»



Андрей ПАНАИОТИДИ,
директор ЕМУП
«Екатеринбургский
метрополитен»



Аркадий ЧМЫХАЙЛО,
начальник
МУП «Новосибирский
метрополитен»



Андрей ШАЛАВИН,
главный инженер МП
«Нижегородское метро»

После введения антироссийских санкций возникали ли у вас проблемы, в том числе по гарантийному и постгарантийному обслуживанию уже установленной зарубежной техники, — и если да, то как удавалось их решать за истекший период? Что вы можете сказать по поводу качества и функциональности российских аналогов, которые сегодня применяются в метрополитенах? Удастся ли отечественным производителям полностью удовлетворить спрос на вентиляционное оборудование?

Алексей Каратеев:

— В Московском метрополитене более 91% вентиляторов — агрегаты производства отечественных компаний: АО «АМЗ «Вентпром», АО «ТЭМЗ», ЗАО «Лада-Флект», АО «Воздухотехника». В любом случае, техническим заданием на поставку вентиляционного оборудования заложено требование взаимозаменяемости основных узлов агрегатов российскими аналогами. Эксплуатацией и техническим обслуживанием всех типов агрегатов тоннельной вентиляции занимаются работники Электромеханической службы Дирекции инфраструктуры.

Проектирование Московского метрополитена всегда отталкивалось от существующих образцов отечественного вентиляторостроения. Так что скорее импортные вентиляторы можно считать аналогами отечественных, которые специально разрабатывались для использования в наших специфических условиях. И, по факту, зарубежная техника всегда имела малое применение. При этом и отечественные, и импортные вентиляторы обеспечивают заложенные при проектировании метрополитена характеристики.

Сотрудничество Московского метрополитена с отечественными производителями имеет очень долгую историю. Считаю, что наши потребности на разные типы вентиляционного оборудования могут полностью обеспечиваться российскими предприятиями.

Дмитрий Бурин:

— В Петербургском метрополитене эксплуатируются 298 вентиляционных агрегатов, а именно:

- АО «АМЗ «Вентпром» (Россия) — 214 шт.;
- ЗАО «Лада-Флект» (Россия) — 51 шт.;
- Томский вентиляторный завод (Россия) — 6 шт.;
- «Зитрон» (Испания) — 6 шт.;
- Чешский вентиляторный завод — 2 шт.;
- 19 вентиляционных агрегатов, выпущенных еще в СССР.

Из приведенных статистических данных наглядно видно, что доля оборудования иностранного производства в сегменте мощных вентиляционных агрегатов весьма незначительна — и составляет всего 2,7%.



Из них чешские вентагрегаты практически отработали свой ресурс и включены в план замены оборудования на ближайший период (2–3 года), а испанские находятся в эксплуатации сравнительно недавно, и опыта проведения текущих и, тем более, капитальных ремонтов по ним нет.

Аэродинамическая схема и технические характеристики вентиляторов иностранного производства полностью соответствуют аэродинамическим схемам и техническим характеристикам вентиляторов, выпускаемых отечественными производителями, и со временем импортная техника может быть полностью замещена.

Дополнительно хотелось бы отметить, что отечественные производители выпускают не только агрегаты мощной тоннельной вентиляции, но также различного типа промышленные вентиляторы, противодымные и т. д.

Эльмир Закиров:

— В тоннелях Казанского метрополитена установлены вентиляторы отечественного производства (ЗАО «Лада-Флект»), на станциях — вентиляторы как отечественного производства (ЗАО «Лада-Флект», ЗАО «Аэромаш» и ПО «Климатвентмаш»), так и зарубежного (Германия, Италия, Чехия, Швеция).

На сегодняшний день все системы вентиляции на станциях метрополитена работают исправно, и замечаний у эксплуатационной службы к ним нет.

При разработке проектов раздела «Вентиляция» на строительство первой очереди второй линии метрополитена предусмотрено оборудование отечественного производства.

Андрей Панаиотиди:

— На протяжении многих лет в Екатеринбургском метрополитене для вентиляции станций и тоннелей использовалось оборудование отечественного производителя. В течение последних десяти лет, перед введением антироссийских санкций, в элементной базе шкафов

управления вентиляционными системами стали применяться импортные комплектующие (частотные преобразователи, модули расширения, интерфейсные платы, контроллеры, устройства плавного пуска) производства Siemens, Omron, Schneider Electric, Direct Logic.

За истекший период замечаний к работе зарубежного оборудования не было. В случае выхода из строя его можно будет заменить на аналогичные комплектующие российского производства с частичной или полной переработкой электрического монтажа оборудования шкафов управления.

В настоящее время на вентиляторе ВОМД-24 внедрен и эксплуатируется интегратор токов и напряжений (ИТН) российского производства, который выполняет функции устройства плавного пуска и, кроме того, снижает потребление электроэнергии в 2-3 раза, а также полностью компенсирует реактивную мощность электродвигателя. Для подключения ИТН к вентилятору не требуется переделки шкафа управления вентустановки.

Андрей Шалавин:

— В Нижегородском метрополитене применяются вентиляционные системы только отечественного производства. По замещению импортных комплектующих, входящих в состав действующих вентустановок, проблемы отсутствуют в виду наличия на рынке необходимых российских аналогов.

Аркадий Чмыхайло:

— В вентоборудовании, эксплуатируемом в настоящее время на нашем предприятии для вентиляции станций и тоннелей, не используются импортные компоненты. Вместе с тем нашим специалистам было бы полезно ознакомиться с опытом других метрополитенов, применяющих зарубежное оборудование.

За помощь в подготовке ответов представителей метрополитенов редакция выражает благодарность дирекции Международной ассоциации «Метро»

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

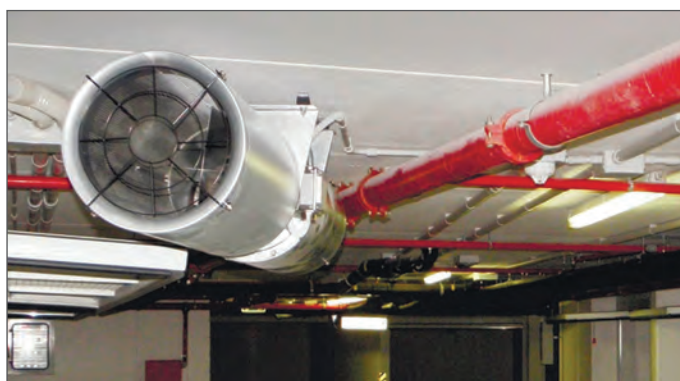
Для вентиляции тоннелей и метро в России использовалось, в том числе, передовое импортное оборудование. С момента введения антироссийских санкций, затруднивших взаимодействие с западными коллегами, прошел почти год. Видите ли вы сегодня успехи в импортозамещении вентиляционных систем для транспортных тоннелей и метрополитена? Отвечает ли необходимым требованиям продукция отечественных производителей? Способны ли они удовлетворить существующий спрос на вентоборудование?



Елена ЛЕВИНА,
заместитель начальника
отдела проектирования
вентиляции и санитарно-
технических устройств
ОАО «НИПИИ
«Ленметрогипротранс»

Это:

- АО «АМЗ «Вентпром» — тоннельные вентиляторы, струйные вентиляторы, вентиляторы дымоудаления, шахтные вентиляторы;
- ЗАО «Лада-Флект» — тоннельные вентиляторы, струйные вентиляторы, вентиляторы дымоудаления;
- Владимирский электромеханический завод — электродвигатели различной мощности с учетом противопожарных требований по работе при 250 и 400оС в течение 2 часов;
- АО «Воздухотехника» — вентиляторы дымоудаления, противопожарные тоннельные клапаны;
- ООО «Вега» — вентиляторы дымоудаления и подпора.



Елена Левина:

— Год — это слишком короткий срок для проектирования, а тем более для строительства новых объектов в такой области, как транспортные тоннели и метрополитены.

Если говорить о ситуации сегодняшнего дня, то проблем с импортозамещением в части систем вентиляции и дымоудаления действующих сооружений нет. Могу только перечислить основных отечественных производителей, оборудование которых возможно к применению на объектах метрополитенов российских городов, а также в транспортных тоннелях, и соответствует необходимым требованиям, в частности, предъявляемым Ленметрогипротрансом.

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



Валерий ГУРЬЯНОВ,
ведущий специалист службы
технической поддержки
маркетинга ЗАО «Лада-Флект»



Роман КУРОВ,
технический директор
ООО «Зитрон»



Денис КУТАЕВ,
главный конструктор
АО «АМЗ «Вентпром»



Сергей МУРАШОВ,
коммерческий директор
АО «АМЗ «Вентпром»

Повлияли ли антироссийские санкции на вашу деятельность негативно (в частности, осложняя поставку комплектующих) — или, напротив, открылись новые перспективы для продвижения продукции, производимой на территории РФ? Есть ли отечественные разработки, позволяющие полностью заменить импортные решения на аналогичном технологическом уровне? Как изменился спрос на вашу продукцию?

Сергей Мурашов:

— В части комплектации изготавливаемого оборудования для тоннельной вентиляции АМЗ «Вентпром» всегда отдавал предпочтение отечественным производителям. Что же касается влияния санкций, то в первой половине 2022 года мы столкнулись со сложностями приобретения и доставки некоторых некритически важных комплектующих европейских производителей. В основном это связано с электрооборудованием.

Нами была проделана огромная работа по поиску альтернативных надежных поставщиков. Сегодня мы можем с уверенностью сказать, проблем с изготовлением продукции у нас не существует. Сроки поставки вентиляционного оборудования полностью удовлетворяют заказчика, качество и надежность наших изделий соответствует международным стандартам.

При этом отмечу, что спрос на нашу продукцию был всегда, однако ситуация, возникшая после 24 февраля 2022 года, внесла свои корректировки в производственную и инвестиционную деятельность некоторых наших заказчиков, что повлияло на перенос сроков реализации части проектов.

Денис Кутаев:

— АМЗ «Вентпром» разрабатывает и производит вентиляционное оборудование более 80 лет. В линейке нашей продукции давно имеются решения, не только аналогичные зарубежным, но и не имеющие аналогов.

В 2022 года мы запустили в производство новые изделия. Речь идет о расширении линейки газоотсасывающих вентиляторов серии УВЦГ, которые предназначены для удаления метановоздушных смесей с концентрацией метана до 100% с выемочных полей шахт через вентиляционные стволы и скважины. Новый агрегат УВЦГ14 может создавать давление до 28000 Па. В октябре мы совместно с нашими заказчиками провели заводские испытания данного вентилятора, на сегодняшний день он запускается в опытную эксплуатацию на одной из шахт Кемеровской области.

В 2022 году конструкторским отделом разработаны вентиляторы местного проветривания серии ВМЭВВВ, предназначенные для проветривания тупиковых горных выработок в шахтах и рудниках. Этот агрегат можно назвать заменой импортных аналогичной импортной технике, которая используется по всему миру. Первый образец вентилятора уже изготовлен и проходит испытания на аэродинамической трубе. Серия ВМЭВВВ является дополнением к сериям ВМЭ, ВМЭВО и ВМЭВВ, изготавливаемым нашим предприятием в промышленном масштабе.

Еще одной новинкой станет вентилятор ВОМ22 для проветривания тоннелей и станций метро. В данном агрегате мы воплотили весь опыт, знания наших конструкторов, а также опыт эксплуатации подобной тех-



ники в метрополитенах России и стран СНГ. Новый вентилятор также расширяет линейку нашей серии BOM. Планируем презентовать этот агрегат на совещании руководителей и специалистов электромеханических служб метрополитенов и предприятий-производителей, которое пройдет на территории нашего предприятия 19-23 июня 2023 года.

Роман Куров:

— С нашей стороны, можно рассмотреть несколько моментов и при этом выделить влияние антироссийских санкций именно на принятие решения об открытии российского производства — с целью избежать тех негативных последствий, которые неизбежно возникают при проведении зарубежных логистических операций.

Также локализация производства создает условия для более тесного сотрудничества с организациями-проектировщиками, опираясь на разработку документации согласно нормативно-технической базе РФ. Это облегчит интеграцию наших изделий в проекты развития инфраструктуры и систем подземного строительства.

Хотя полностью исключить поставку комплектующих из европейских стран пока не представляется возможным, на сегодняшний день степень локализации производства на территории России составляет более 80%. Так что в этой части однозначно просматривается позитивное влияние антироссийских санкций, которые заставляют как можно быстрее замещать в технологических цепочках импортные комплектующие изделиями, изготавливаемыми в рамках кооперации на предприятиях юрисдикции РФ.

В то же время в части импортозамещения электродвигателей, используемых в вентиляторах для метрополитенов, мы неожиданно столкнулись с ограниченным количеством предложений от российских

производителей электротехнического оборудования, которое могло бы быть применено в наших вентиляторах. Таким образом, для нас остаются востребованными электродвигатели специального назначения, которые производятся в странах БРИКС и на поставку которых также негативно влияют антироссийские санкции. В этих условиях мы продолжаем работу по поиску качественной замены для некоторых технологических решений на аналогичные, поставляемые дружественными странами на территорию РФ, и пытаемся применить их в производстве наших изделий.

Что же касается спроса, то мы наблюдаем значительный интерес к продукции, произведенной именно в России. Это позволяет ожидать и дальнейшего повышения спроса на наши вентиляторы и расширения сфер их применения смежными предприятиями-потребителями, которым раньше наше оборудование не было знакомо.

Валерий Гурьянов:

— С самого начала объявления еще первого пакета антироссийских санкций некоторые зарубежные фирмы, успешно работающие на российском рынке, но испугавшиеся возможных негативных последствий, сразу же прекратили работу даже уже по заключенным контрактам. Однако проблема решается.

Так, одна из деталей сложной формы, применяемая в конструкции одного из типов вентиляторов, ранее закупалась нами за рубежом. Это было просто выгодно для нас по экономическим соображениям. Но после полного прекращения поставок таких деталей зарубежной фирмой их производство было успешно освоено на одном из предприятий военно-промышленного комплекса России, на котором имеется соответствующее технологическое оборудование и инженерно-технические кадры, способные выполнить замену импортных комплектующих на отечественные.

Для пожарных вентиляторов с особо высокой температурной стойкостью ранее нами применялись только импортные электродвигатели (фирмы WEG, ABB, Siemens). В настоящее время мы стали использовать технику Владимирского электромоторного завода и нескольких китайских фирм (правда, здесь пришлось самим переделывать узел ввода кабеля в клеммную коробку, чтобы успешно пройти в аккредитованной лаборатории официальный сертификационный тест на пожарную стойкость).

Мы уже давно производим промышленные кондиционеры (в том числе и для метрополитенов), которые по техническим параметрам и качеству не уступают импортным. Но ряд комплектующих для гидроузлов теплооб-

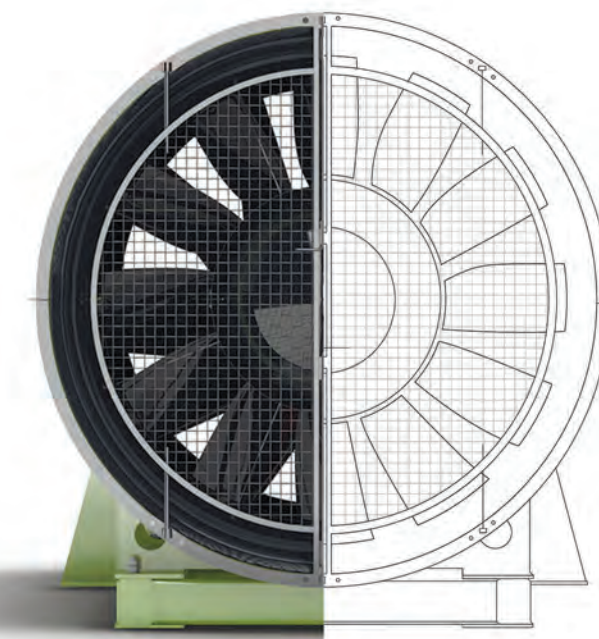
менников этих кондиционеров покупались у зарубежных фирм (что касалось, в частности, циркуляционных насосов). В настоящее время идет замена таких комплектующих, в основном, на китайские. Однако старые западные фирмы пытаются выйти на российский рынок с новым названием (так, датский производитель насосов Grundfos хочет остаться в России под именем Vandjord).

Но особенно много замен за последний год пришлось сделать в области автоматики и электросилового оборудования. Здесь для обеспечения высокого качества и надежности также ранее широко использовалась техника компаний Siemens и ABB. В условиях санкций приходится заменять ее на менее качественную китайскую продукцию.

Что касается конструкции вентиляторов главного проветривания для метро и тоннелей, то тут можно сказать,

что по своим техническим параметрам они полностью заменяют применяемые ранее импортные вентиляторы компаний FlaktGroup, Howden, Zitron, Witt&Sohn и других известных западных поставщиков. Свое развитие получило и направление струйных вентиляторов, используемых для проветривания длинных тоннелей, а также для проветривания подземных автомобильных стоянок.

Необходимо отметить, что спрос на отечественное вентиляционное оборудование различного типа (это касается и продукции нашей компании) заметно вырос по сравнению с предыдущими «благополучными» годами в связи с почти полным прекращением подобных поставок из-за рубежа. А это дает возможность нам развиваться еще более быстрыми темпами для удовлетворения растущих потребностей метрополитенов и тоннельного строительства в России. ■



VENTPROM.com

Артемковский машиностроительный завод "ВЕНТПРОМ"

тел.: +7 (34363) 58-100

факс: +7 (34363) 58-158

ventprom@ventprom.com

ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КЛАПАНА

ДЛЯ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ С СИСТЕМОЙ ОБОГРЕВА

В ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ В РОССИИ ДЛЯ ЛИНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА ВСЕ ЧАЩЕ СТРОЯТСЯ ДВУХПУТНЫЕ ТОННЕЛИ, КОНЦЕПЦИЯ КОТОРЫХ БЫЛА ПРЕДЛОЖЕНА ОАО НИПИИ «ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС». ОДНИМ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЕДЛАГАЕМОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕНТКАНАЛ, РАЗМЕЩЕННЫЙ У СВОДА ДВУХПУТНОГО ТОННЕЛЯ. АО «ВОЗДУХОТЕХНИКА» ВЫВЕЛО НА РЫНОК ИННОВАЦИОННУЮ МОДЕЛЬ КЛАПАНА ДЛЯ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ КПВС-2Кр-Мсн С СИСТЕМОЙ ОБОГРЕВА.

Вентиляционный канал перегонного тоннеля является приточным в штатном режиме и вытяжным для дымоудаления в аварийном режиме. В перекрытии канала предусматриваются вентиляционные отверстия, оборудованные противопожарными клапанами. Для линий метрополитенов с двухпутными тоннелями используется схема проветривания как для одно-

путных тоннелей, когда свежий воздух подается вентиляторами, располагаемыми на станции, по вентканалу в центр перегонного тоннеля, а исходящая струя удаляется из сооружений метро через станционные шахты. Однако при этом в холодный период года возникает угроза обледенения клапана и нарушения его функционирования.

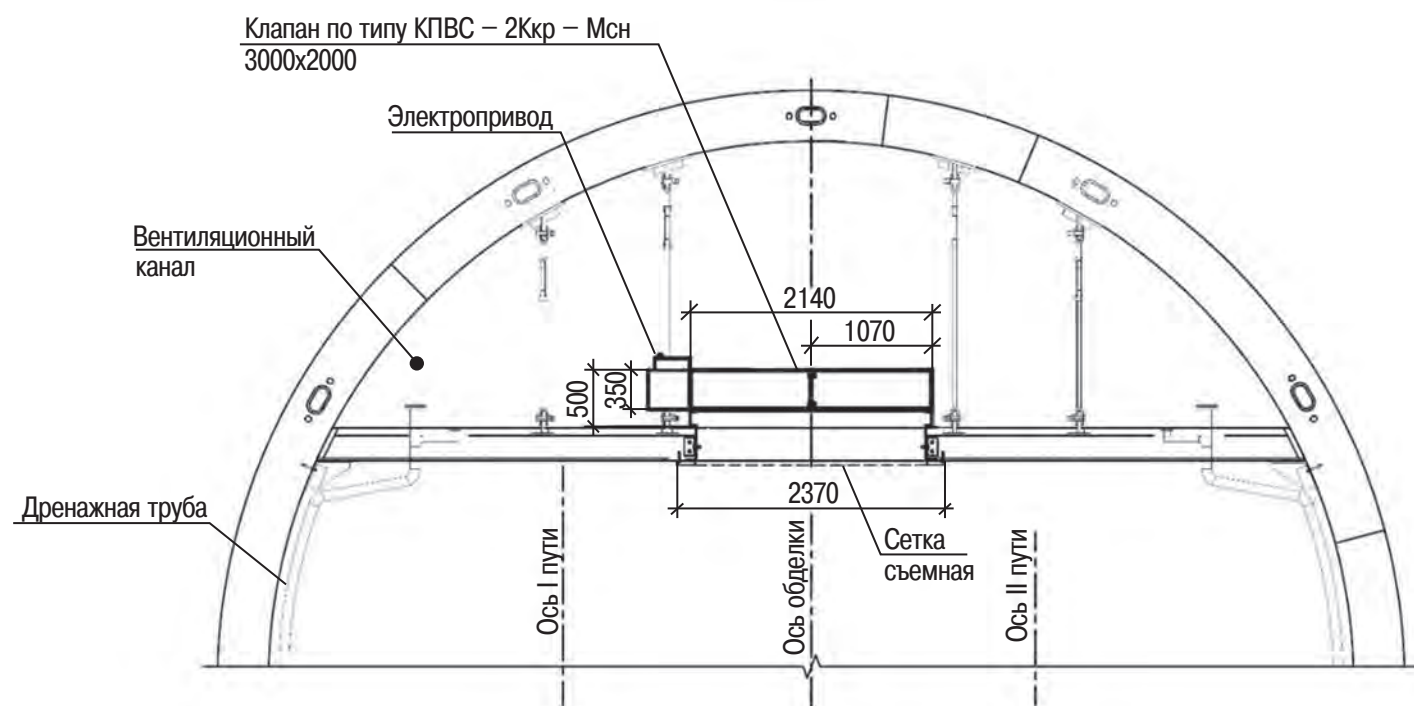


Схема вентиляционного канала тоннеля метро

КЛАПАН ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ МОДУЛЬНО-СЕКЦИОННЫЙ С СИСТЕМОЙ ОБОГРЕВА КПВС-2К_{кр}-М_{сн} ВЫДЕРЖАЛ ИСПЫТАНИЯ НА ОТСУТСТВИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ (ОТКРЫТИЕ/ЗАКРЫТИЕ) В УСЛОВИЯХ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ РЕАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ТОННЕЛЕ МЕТРОПОЛИТЕНА.



Клапан противопожарный комбинированный модульно-секционный с системой обогрева

С целью обеспечения работоспособности оборудования в указанных условиях эксплуатации АО «Воздухотехника» впервые в России разработало конструкцию нового клапана противопожарного комбинированного модульно-секционного с системой обогрева. При постановке на серийное производство он прошел все необходимые испытания, в том числе теплотехнические.

Работоспособность клапана в холодный период года, отсутствие обмерзания и штатное функционирование (открытие/закрытие) должна быть обеспечена в

условиях значительного перепада температур, влажности и скорости воздуха по разные стороны клапана, а именно:

- воздух над клапаном: температура — до минус 25°C, скорость потока — до 7 м/с;
- воздух под клапаном: температура — до плюс 10°C, влажность — до 83%, скорость потока — до 1,5 м/с.

В связи со сложностью физических процессов реальную картину эффективности работы системы обогрева в рассматриваемых условиях эксплуатации можно получить только в ходе экспериментальной проверки.

С этой целью специалистами предприятия был разработан и изготовлен специальный стенд, позволяющий провести испытания клапана в условиях, соответствующих условиям реальной эксплуатации, смонтирован в аккредитованной лаборатории в аттестованной климатической камере объемом 245 м³.

В процессе испытаний осуществлялся контроль не только температур, влажности и скорости воздуха, но и температуры поверхностей клапана в разных местах (всего 8 точек замера).

Датчики были установлены в наиболее критичных с точки зрения теплового баланса зонах клапана. Показания температуры и влажности записывались в память компьютера с интервалом 15 с.

Визуальный контроль состояния створок, корпуса и отсутствия наледи осуществлялся с помощью видеокамеры, установленной в вентканале стенда с «теплой» стороны испытываемого клапана. Камера выполняла запись видеоизображения в течение всего времени испытания с фиксацией отметок времени по встроенным часам.

В результате клапан противопожарный комбинированный модульно-секционный с системой обогрева типа КПВС-2К_{кр}-М_{сн} выдержал испытания на отсутствие образования льда и функционирование конструкции (открытие/закрытие) в условиях, соответствующих реальным условиям эксплуатации в тоннеле метрополитена:

- температура над клапаном, в вентиляционном канале — минус 25°C;
- скорость воздушного потока в вентиляционном канале над клапаном — 7 м/с;
- температура под клапаном в транспортном тоннеле — плюс 10°C;
- влажность воздуха под клапаном в транспортном тоннеле — 85%;
- скорость воздушного потока под клапаном в транспортном тоннеле — 1,5 м/с.



Установка испытания противопожарного клапана в климатической камере

Проведенные испытания подтвердили работоспособность клапана в заданных климатических условиях.

Конструкция клапана защищена патентом на полезную модель №214871.

Пилотная партия противопожарных клапанов с обогревом успешно эксплуатируется в тоннелях вновь построенных линий метрополитена. ■



121471, г. Москва, ул. Рябиновая, 40
Тел.: +7 (495) 799-96-30; +7 (495) 799-96-26
info@voztech.ru; zakaz@voztech.ru
voztech.ru



торговый дом
РЕКС



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА, ЗАЩИТЫ И ГИДРОИЗОЛЯЦИИ БЕТОНА, КАМНЯ И КИРПИЧА

- Ремонт бетона
- Защита бетона и металла
- Гидроизоляция
- Инъекционные составы
- Монтаж оборудования, полимерные подливочные и анкерочные составы
- Составы подводного применения
- Адгезионные составы и клеи
- Полимерные напольные покрытия
- Составы для подземного строительства
- Промышленные полы на полимерной основе
- Ровнители полов
- Связующие составы
- Клеевые составы
- Штукатурные составы
- Набухающие уплотнительные профили
- Гидроизоляционные шпонки
- Приборы для диагностики и лабораторное оборудование

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО
ПРОДУКЦИИ НА УРОВНЕ
МИРОВЫХ СТАНДАРТОВ

office@td-reks.ru
www.reks.pro