

Подземные ризонты

Underground Horizons

Август

№30

2022

www.techinform-press.ru

КОНСТАНТИН МАСЛАКОВ:

«СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ПОЗВОЛЯЮТ
ПОДДЕРЖИВАТЬ
РЕКОРДНЫЕ
ТЕМПЫ
МЕТРОСТРОЕНИЯ
В МОСКВЕ»



Стр. 4

www.anker-system.ru
info@anker-system.ru
+7 342 200-79-00

MALININ
GROUP

АТЛАНТ

грунтовые анкера



Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер:

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

№30 август/2022

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 Регина Фомина

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор:
Регина Фомина (info@techinform-press.ru)

Выпускающий редактор:
Сергей Зубарев (sz-fsr@yandex.ru)

Дизайнер, бильд-редактор
Лидия Шундалова (art@techinform-press.ru)

Руководитель отдела подписки
Полина Богданова (post@techinform-press.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 бес-траншейных технологий

Андреа Беллокьо, руководитель проектов компании Rocksoil S.p.A (Ита-лия)

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. Рыжевский, к.т.н., президент компании MTR Ltd

В.М. Улицкий, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Основания и фундамен-ты» 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», 198097, г. Санкт-Петербург,
ул. Трефолева, д. 2 литера БН
www.etalon.press.

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



АНКЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ



СОДЕРЖАНИЕ



СТР. 4–7



СТР. 8–11



СТР. 12–19



СТР. 20–27

МЕТРОПОЛИТЕНА

- 4 Константин Маслаков:
«Современные технологии позволяют поддерживать рекордные темпы метростроения в Москве» («МИПСТРОЙ-1»)
- 8 В. А. Гарбер.
Импортозамещение механизированных щитовых проходческих комплексов

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- 12 КЗС: надежная защита Санкт-Петербурга (интервью с И. В. Полищуком)
- 20 Л. В. Маковский, В. В. Кравченко, Н. А. Сула.
Аварийные ситуации в московских тоннелях, вызванные затоплением



СТР. 28–30



СТР. 31



СТР. 32–33



СТР. 34–37

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ

- 28 А. Н. Цыбенко.
Многоосное растяжение полимерного рулонного гидроизоляционного материала. Определение прочности при разрыве
- 31 Российские программные средства для геотехнических расчетов (ООО «ИнжПроектСтрой»)
- 32 И. В. Носков.
Proster®21: воссоздание исторических перекрытий типа «Своды Монье» (ООО «НПО 22»)
- 34 О задачах и достижениях фундаментостроения и геотехники



БИТУМЫ И ПБВ 2022

X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

5 октября 2022
Москва

+7 (495) 276-77-88
org@creon-conferences.com
creon-conferences.com

КОНСТАНТИН МАСЛАКОВ:

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЗВОЛЯЮТ ПОДДЕРЖИВАТЬ РЕКОРДНЫЕ ТЕМПЫ МЕТРОСТРОЕНИЯ В МОСКВЕ»



БЕСПРЕЦЕДЕНТНУЮ ПРОГРАММУ РАСШИРЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА РЕАЛИЗУЮТ В МОСКВЕ С 2011 ГОДА: ПОСТРОЕНО 69 СТАНЦИЙ, ПРОЛОЖЕНО БОЛЕЕ 140 КМ ЛИНИЙ, ВОЗВЕДЕНО И РЕКОНСТРУИРОВАНО 10 ЭЛЕКТРОДЕПО. НА СТАРТЕ ЕЕ МАСШТАБ И СЖАТЫЕ СРОКИ ВЫЗЫВАЛИ ОТКРОВЕННЫЙ СКЕПСИС — СЕТЬ МЕТРО ПРЕДСТОЯЛО УВЕЛИЧИТЬ В ПОЛТОРА РАЗА. ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕГАПРОЕКТОМ СТОЛИЧНАЯ МЭРИЯ СФОРМИРОВАЛА ГРУППУ КОМПАНИЙ «МОСИНЖПРОЕКТ» — ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР, КОТОРЫЙ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВСЬ КОМПЛЕКС РАБОТ — ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО ВВОДА ОБЪЕКТОВ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

Ключевое подразделение холдинга — компания «МИПСТРОЙ 1» — объединяет сегодня более 4 тыс. специалистов. Ее коллектив принимал непосредственное участие в строительстве свыше 30 км линий и более 20 станций метро. Прямо сейчас команда «МИПСТРОЙ 1» завершает работы на восточном участке Большой кольцевой линии, который замкнет рекордное метрокольцо.

В беседе с генеральным директором компании «МИПСТРОЙ 1» Константином Маслаковым мы обсудили технологические решения, которые позволили московским метростроителям добиться высоких темпов реализации программы расширения столичного метрополитена.

— ГК «Мосинжпроект» радикально выросла вместе с программой развития московского метро и сегодня считается главным экспертным центром страны в сфере развития городских транспортных систем. Как вы оцениваете пройденный путь?

— За последние 11 лет сеть московского метро выросла более чем в полтора раза. И если на первом этапе решались локальные вопросы по продлению существующих веток, то затем в сжатые сроки столичные метростроители проложили в отдаленные районы совершенно новые радиальные линии — Солнцевский



Сергей Семенович Собянин
на строительной площадке «МИПСТРОЙ 1»

радиус и Некрасовскую линию. В их строительстве принимали участие специалисты компании «МИПСТРОЙ 1». Кроме того, начаты работы по реализации перспективных Троицкой и Рублево-Архангельской линий, в ближайшее время стартует строительство Бирюлевской линии.

Конечно, ключевым проектом программы является Большая кольцевая линия. Вместе с Московским центральным кольцом она станет основой для дальнейшего

развития всей метросистемы и обеспечит интеграцию не только существующих и перспективных радиальных линий, но и пригородного железнодорожного сообщения, которое переформируется сейчас в Московские центральные диаметры. БКЛ позволит диверсифицировать топологию сети, снимет нагрузку с существующих пересадочных станций и создаст новые точки экономического роста в районах за пределами центра Москвы.

Этот важнейший проект уже перешел в заключительную стадию — запущены 22 из 31 станции нового кольца, пройдены все тоннели. Сейчас наши специалисты завершают восточный участок БКЛ — на всех четырех



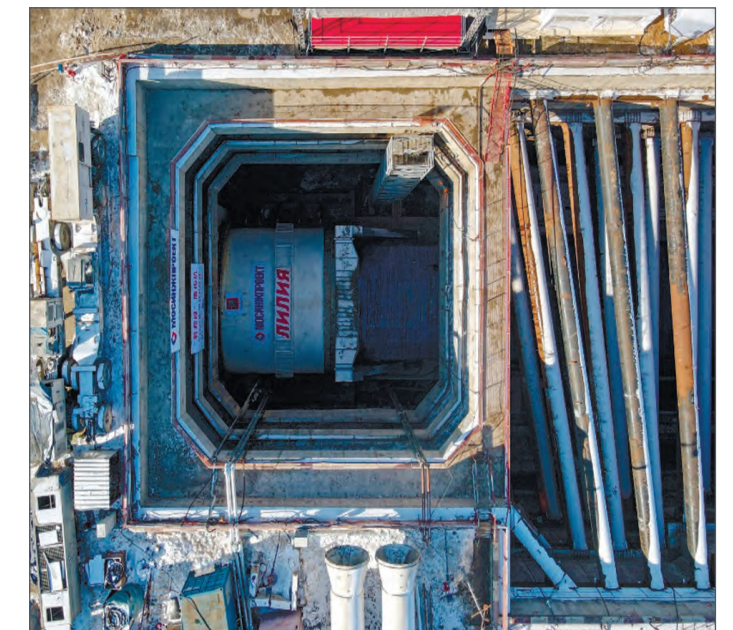
Завершение тоннелепроходки на БКЛ,
декабрь 2021 года

станциях практически полностью выполнены монолитные и земляные работы. Параллельно ведется архитектурная отделка помещений, монтаж оборудования и инженерных систем.

Одновременно с ростом сети идет развитие инфраструктуры, обеспечивающей функционирование метрополитена — в частности, электродепо. С 2011 года их количество увеличилось на треть — построено пять новых депо. Одно из них — «Братеево» — является крупнейшим в Москве комплексом по ремонту подвижного состава метрополитена. По сути, команда «МИПСТРОЙ 1» участвовала в создании полноценного завода, обеспечивающего проведение любых видов капитального и среднего ремонта вагонов.

— Какие технологические решения позволили достичь таких темпов строительства метроинфраструктуры?

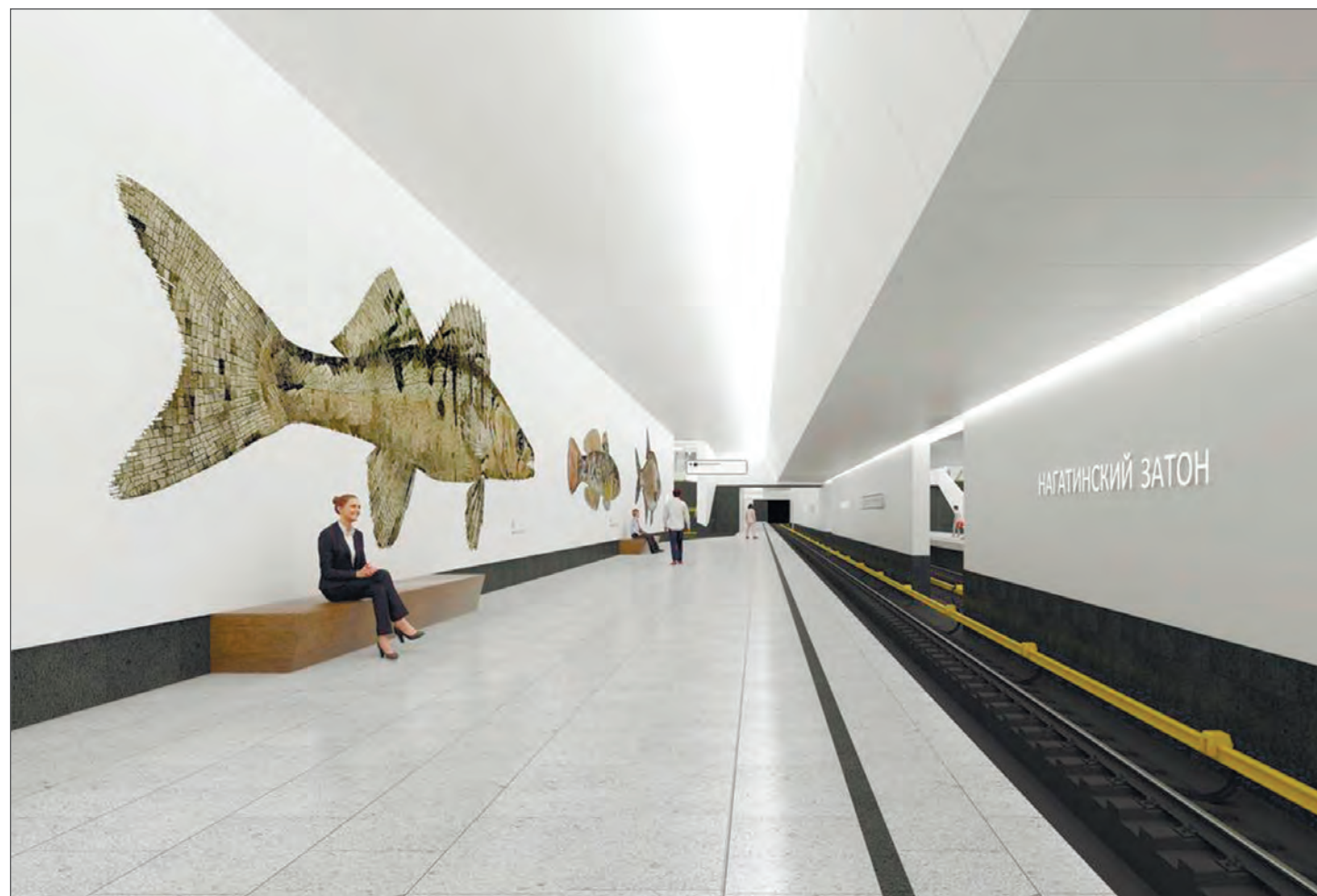
— Сейчас предпочтение отдается станциям мелкого заложения — до 30-35 м от уровня поверхности. Такие станционные комплексы строятся в открытых котлованах, что позволяет сократить сроки реализации проектов. Разработка котлована занимает меньше времени, чем горнопроходческие работы, необходимые для строительства закрытым способом. Кроме того, котлован дает возможность параллельно открыть нескольких фронтов работ по устройству основных конструкций комплекса.



Щит «Лилия»

Конечно, данный способ строительства станций имеет ряд особенностей. Во-первых, увеличивается пятно застройки, что влечет за собой необходимость выноса большого объема инженерных коммуникаций и, соответственно, увеличение периода подготовительных работ. Этот фактор получает особенное значение в мегаполисах.

Во-вторых, разработка котлована в водонасыщенных грунтах требует дополнительных усилий при использовании водопонижительных систем, в частности, контурного водопонижения. Оно позволяет снять излишнее гидростатическое давление на ограждающие конструкции котлована и исключить открытие водопроявлений при проведении земляных работ.



Станционный комплекс «Нагатинский затон» (визуализация)

В некоторых случаях гидростатическое давление на ограждающие конструкции остается достаточно высоким даже при применении систем водопонижения. Мы столкнулись с такой ситуацией при строительстве станционного комплекса «Кленовый бульвар» — в непосредственной близости от него, всего в 50 м, протекает Москва-река. При этом работы ведутся в котловане рекордной длины — 644 м. Это связано с тем, что за станцией располагается зона путевого развития с оборотными тупиками и пунктом технического осмотра составов. Чтобы избежать смещения ограждающих конструкций внутрь котлована, мы смонтировали дополнительный пояс крепления.

Для уменьшения так называемого «мертвого» объема воды в теле котлована мы применяем два метода водопонижения. При работе с супесчаными и песчаными грунтами, которые обладают высоким коэффициентом фильтрации, используются иглофильтровые установки. В глинистых и суглинистых грунтах — зумпфы. Оба этих

метода позволяют сохранять забой сухим, что облегчает и ускоряет разработку котлована.

При этом отмечу, что даже с учетом перечисленных мной особенностей строительство станций открытым способом оптимизирует сроки и стоимость реализации проектов.

Помимо мелкого заложения новых участков, определенную роль в ускорении темпов реализации программы сыграло типовое проектирование. Схожий конструктив станций позволяет нам более эффективно использовать накопленный опыт и оптимизировать ряд производственных процессов.

При этом стоит отметить, что типовое проектирование не касается архитектурного облика станций — для каждой из них разрабатывается уникальный и запоминающийся дизайн. На восточном участке БКЛ я бы особенно выделил «Нагатинский затон» — станционный комплекс станет, в том числе, своего рода музеем, посвященным обитателям рек Московского региона. Стены пассажирской зоны украсят мозаичные панно с изображениями различных рыб.



Финиш 10-метрового щита «Лилия» на станции «Кунцевская» БКЛ

— Вы сейчас говорили о строительстве самих станционных комплексов. Были ли какие-то технологические решения, связанные с проходкой перегонных тоннелей, которые повлияли на сроки реализации программы расширения метрополитена?

— Несомненно. В первую очередь стоит отметить, что за последние 11 лет значительно выросли объемы щитовой проходки тоннелей — количество ТПМК увеличилось с пяти единиц в 2011 году до более чем 30 сейчас. При этом четыре из них — 10-метровые щиты, которые начали использоваться в Москве относительно недавно. Оператором первого такого комплекса — ТПМК «Лилия» — стала компания «МИПСТРОЙ 1».

Применение «десяток» позволило сократить сроки проведения тоннелепроходческих работ. Исходя из нашей практики, временные затраты на строительство одного двухпутного тоннеля на 20% меньше, чем при проходке однопутных — даже при условии использования сразу двух «шестерок». Если же сравнивать с вариантом, при котором оба тоннеля проходит один шестиметровый ТПМК — с демонтажом, перебазировкой и повторным монтажом для строительства второго тоннеля, — то применение 10-метрового щита сокращает период проведения этого типа работ более чем в два раза.

К тому же десятиметровые тоннели не требуют устройства дополнительных пристанционных сооружений — вентиляционных и водоотливных стволов. Снижение объемов строительства также положительно влияет на сроки реализации проектов.

Впрочем, использование 10-метровых ТПМК имеет и свои особенности. В несколько раз повышается выдача породы — порядка 175 т на 1 м проходки, тогда как данный показатель для шестиметрового щита составляет около 70 т. Это, в свою очередь, влечет за собой необходимость использования тоннельных конвейеров для откатки грун-



Константин Маслаков с командой «МИПСТРОЙ 1»

та — в случае «шестерки» с этой задачей справляется тоннельный локомотив с подвижным составом, который также подвозит блоки для устройства обделки и раствор.

Другая особенность 10-метрового ТПМК — более быстрое истирание режущего инструмента. При проходке тоннелей специалисты «МИПСТРОЙ 1» проводят плановую проверку каждые 250-500 м в зависимости от геологических условий.

Как правило, для осмотра инструмента и проведения ремонта осуществляются кессонные работы — это оптимальный вариант как по продолжительности, так и по стоимости. Иногда геологические условия в Москве не позволяют провести этот тип работ — в частности, при высокой степени водонасыщения грунта. В таком случае мы прибегаем к методу заморозки грунта. Впрочем, данный метод требует больших временных затрат — если кессонные работы проводятся за одну-две недели, то заморозка может занять до четырех месяцев.

— Повлияла ли столичная программа на метростроение в других регионах России?

— Успех московских метростроителей повысил интерес к инфраструктурным проектам в сфере освоения подземного пространства со стороны целого ряда регионов. Накопленный отечественными специалистами опыт и разработанные методы строительства повысили экономическую привлекательность подобных программ, поэтому несколько российских мегаполисов уже заявили о планах по созданию или развитию метросистем. При этом речь идет как о традиционном метро, так и о системах, которые ранее не получили широкого распространения в России — к примеру, метротрамвай.

Интервью подготовлено при содействии пресс-службы компании «МИПСТРОЙ 1»



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЩИТОВЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

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

В СТАТЬЕ РАССКАЗАНО, КАКИЕ ИМПОРТНЫЕ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ТПМК В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ В РОССИИ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ И МЕТРОПОЛИТЕНОВ. РАССМОТРЕНО, ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ БАЗА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТПМК, А ТАКЖЕ НОРМАТИВНАЯ БАЗА, И КАК ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ РЕШАТЬ КАДРОВУЮ ПРОБЛЕМУ.

ВВЕДЕНИЕ

В современной геополитической обстановке проблема импортозамещения в России становится все более актуальной.

По официальным данным, в 2022 году в области промышленной продукции импортозамещение в стране находится в пределах 30%. Это значит, что все остальное приходится закупать за рубежом. Руководством страны поставлена задача достичь доли отечественной продукции в промышленности до 70%.

В области производства тоннелепроходческих механизированных щитовых комплексов доля импорта практически составляет 100%. Это означает полную зависимость отечественного транспортного тоннелестроения и метростроения от поставок зарубежных фирм.

Создание механизированных проходческих щитов датируется первой половиной XIX века.

В 1818 году в Англии был запатентован проходческий щит Брунеля, а в 1826 году он «прошел» под рекой Темза.

В этот же период в Англии и в США началось оснащение щитов-оболочек специальными механизированными рабочими органами.

Английская фирма «Маркхэм» к началу Второй мировой войны изготовила 40 механизированных щитов диаметром 1,65-9 м.

Сразу после окончания войны в США, Канаде, Англии, Германии, Франции, Австрии и Японии были созданы фирмы по изготовлению ТПМК.

В 80-х гг. прошлого века в Японии, Англии, Германии и Канаде были созданы герметические щиты с активным пригрузом забоя, оснащенные, как правило, роторным рабочим органом.

Следует отметить, что приоритет в создании герметических механизированных проходческих щитов принадлежит российским инженерам: в 1934 году Г. С. Каханов

запатентовал схему щита с роторным рабочим органом дискового типа и породотборочным шнеком, а в 1937-1938 гг. В. А. Вагановым был создан и испытан первый отечественный механизированный щит с роторным рабочим органом диаметром 2,5 м.

В 1937 году профессор В. Л. Маковский запатентовал «Герметический щит для проходки тоннелей». В 1959 году коллектив авторов, возглавляемый им же, запатентовал «Герметический щит гидравлического действия для проходки тоннелей в неустойчивой водоносной среде». В это же время в ЦНИИС, в лаборатории В. Л. Маковского была изготовлена и испытана в стендовых условиях крупномасштабная модель герметического проходческого щита.

Следует также отметить единичный случай импортозамещения в рассматриваемой области. В ЦНИИС в конце 1990-х гг., в лаборатории на Очаковском заводе ЖБИ под руководством к. т. н. В. М. Цынова, была воссоздана высокопрочная водонепроницаемая железобетонная оболочка перегонного тоннеля диаметром 6 м для использования при проходке тоннелей импортными ТПМК.

К сожалению, в связи с отсутствием финансирования, в РФ не получили продолжения работы по изготовлению герметических комплексов.

Этим фактом и воспользовались зарубежные фирмы, перекупившие российские патенты и наладившие у себя производство подобных ТПМК, которые затем нам же и продавали.

Рассмотрим конкретное современное состояние проходческой техники при сооружении транспортных тоннелей и метрополитенов в российских городах.

КАКИЕ ИМПОРТНЫЕ ТПМК В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ В РОССИИ

Импортные ТПМК активно используются при сооружении новых линий метрополитена в Москве и Санкт-Петербурге.

Именно в этих городах, прежде всего в столице, метро сооружается интенсивно, а в большинстве остальных российских городов-миллионников его строительство практически остановлено из-за отсутствия финансирования.

ТПМК также активно применялось при создании транспортной инфраструктуры в Сочи в горных условиях к проведению Олимпиады.

Всего в настоящее время в России находится около 33 импортных щитов. В 2020 году было задействовано 23 ТПМК:



- 12 комплексов фирмы Herrenknecht (Германия);
- 3 комплекса фирмы Lovat (Канада);
- 4 комплекса фирмы Robbins (США);
- 4 комплекса корпорации CRCC (Китай).

На строительстве Большой Кольцевой линии (БКЛ) метрополитена в Москве используются 5 ТПМК.

В Санкт-Петербурге на строительстве метрополитена задействованы 2 комплекса фирмы Herrenknecht. Кроме того, там работали 3 механизированных щита КТПМ-5,6, изготовленные на Ясиноватском машиностроительном заводе (Украина).

Из приведенного перечня видно, что российские транспортные строители имеют «на вооружении» только импортную щитовую технику.

Можно еще отметить, что в 20 сентября 2012 года в Санкт-Петербурге был испытан механизированный (не герметический) щитовой комплекс КТПМ-5,6, изготовленный на Скуратовском заводе в Туле.

Таким образом, импортозамещение изготовления ТПМК в России приходится начинать практически с нуля.

ПРОМЫШЛЕННАЯ БАЗА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТПМК В РОССИИ

Информационный поиск показал, что в России имеется существенное количество промышленных предприятий, изготавливающих горно-проходческую технику, на которых может быть организовано изготовление герметических щитовых проходческих комплексов. Таких заводов в России около 50-ти.

Перечислим основные из них:

- Уралмашзавод (УЗТМ, Екатеринбург);



- Анжерский машиностроительный завод (Анжеромаш);
- Юргинский машиностроительный завод (Юргинский машзавод);
- Усольский машиностроительный завод (Усольмаш);
- Кыштымское машиностроительное объединение;
- Бакальский завод горного оборудования;
- «Динамо Энерго» (Щербинка);
- Тульский завод горно-шахтного оборудования;
- Скуратовский опытно-экспериментальный завод (СОЭЗ);
- Металло-механический завод (ММЗ, Прокопьевск);
- ГК «Тяжмаш» (Сызрань);
- бывший Московский механический завод №5 (ММЗ №5 Главтоннельмострострой).

Таким образом, в России имеется солидная промышленная база, на которой при политической воле руководства и соответствующем финансировании может быть организовано производство герметических тоннелепроходческих щитовых комплексов. Однако начинать надо с создания полноценной нормативной базы.

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Напомним, промышленную продукцию можно выпускать по различным типам нормативно-технической документации: ГОСТ (государственный стандарт); ОСТ (отраслевой стандарт); СТП (стандарт предприятия); ТУ (технические условия).

Эти документы нужны для сертификации или декларирования для процедуры подтверждения соответствия.

По рассматриваемой проблеме в России в настоящее время существуют следующие нормативы:

- ГОСТ Р 56639-2015 «Технологическое проектирование промышленной продукции»;
- ГОСТ Р 15.201-2000 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция произ-

водственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство»;

- ГОСТ 15.311-90 «Система разработки и постановки продукции на производство. Постановка на производство продукции по технической документации иностранных фирм»;

- Каталог ГОСТ: 314213 «Проходческие щитовые агрегаты и щиты»;

- СН 322-74 «Указания по производству и приемке работ по строительству в городах и на производственных предприятиях коллекторных тоннелей, сооружаемых способом щитовой проходки»;

- ВНИР В3-11 «Монтаж и демонтаж проходческого оборудования тоннелей, сооружаемых открытым способом».

Поскольку все поставляемые в Россию ТПМК должны иметь техническую документацию, то в нашем случае для воспроизводства импортной щитовой проходческой техники наиболее близко подходит вышеупомянутый ГОСТ 15.311-90.

В этом госстандарте постулируются следующие обязательные к выполнению указания:

1. Внесение необходимых уточнений в техническую документацию фирмы и (или) ее переоформление, а также разработка недостающих документов.

2. Разработка технической документации на заменяемые материалы и комплектующие изделия и их испытания (при необходимости).

3. В зависимости от степени учета в технической документации фирмы требований, действующих в стране, работы по ее уточнению могут включать в себя введение новых документов, перевод текстовой части, приведение документации в соответствие с требованиями действующих в стране стандартов и норм.

4. Техническая документация, по которой будет изготавливаться продукция, должна иметь признак, отличающий ее от документации, разработанной в стране.

5. В составе технической документации на продукцию должен быть нормативно-технический документ (стандарт предприятия или технические условия), а в установленных случаях — документ, его замещающий (нормативно-технический документ). Согласование, утверждение и регистрацию нормативно-технического документа проводят в установленном порядке, как правило, до запуска продукции в производство.

6. Эксплуатационную документацию составляют на основе технической документации фирмы и в соответствии с требованиями действующих отечественных стандартов.

7. Возможность замены материалов и комплектующих изделий, указанных в технической документации фирмы, как правило, должна проверяться сравнительными испытаниями и подтверждаться фирмой, если это установлено совместным соглашением.

Для организации создания конкретной технической продукции — герметических проходческих щитовых комплексов — при этом необходима разработка специальных технических условий (СТУ), которая должна осуществляться на основании решения руководящих государственных органов. СТУ должны проходить госэкспертизу и соответствовать вышеназванной нормативно-технической документации.

После утверждения спецтехусловий необходимо решать кадровую проблему.



КАДРОВАЯ ПРОБЛЕМА

Для изготовления такой специфической высоко технологической продукции, как тоннелепроходческие герметические механизированные щитовые комплексы, требуются специалисты — инженеры высокой квалификации, умеющие работать с импортной технической документацией. При этом уклон в образовании этих специалистов должен быть сделан именно на транспортное тоннелестроение.

Подобных специалистов исторически можно готовить в таких знаменитых профильных вузах, как РУТ (МИИТ), ПГУПС (ЛИИЖТ), СГУПС (НИИЖТ).

Кроме того, в настоящее время таких специалистов могут выпускать: Сибирский федеральный университет; Белгородский государственный университет им. В. Г. Шухова; Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»; Ростовский государственный университет путей сообщения.

Полагаем, что при условии постановки руководящими органами задачи импортозамещения механизированных тоннелестроительных щитовых комплексов специальность «инженер-механик для транспортного строительства» должна быть актуализирована в названных образовательных учреждениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ состояния импортозамещения ТПМК в России показал, что решение указанной проблемы должно выполняться в следующем порядке:

1. Руководящими органами должен быть составлен и утвержден распорядительный документ о выполнении поставленной задачи. В этом документе должны быть указаны ответственные организации, сроки и источники финансирования.

2. В плановом порядке должны быть составлены и утверждены СТУ на импортозамещаемую тоннелепроходческую щитовую технику. СТУ могут быть откорректированы для каждого промышленного предприятия, участвующего в выполнении поставленной задачи.

3. Каждое промышленное предприятие — участник программы — должно осуществить подготовку (реконструкцию) производства применительно к изготовлению ТПМК.

4. В соответствующих ведомствах, курирующих вузы, должна быть предусмотрена разнарядка на подготовку специальности «инженер-механик транспортного машиностроения» с выделением соответствующего финансирования.

5. К выполнению поставленной задачи должны быть привлечены научно-исследовательские организации. ■



КОМПЛЕКС ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ, В ПРОСТОРЕЧИИ ИМЕНУЕМЫЙ «ДАМБОЙ», СТАЛ УНИКАЛЬНЫМ ОБЪЕКТОМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. С МОМЕНТА ВВОДА КЗС ПРОШЛО БОЛЬШЕ ДЕСЯТИ ЛЕТ. ПОДВОДЯ «ПОСТЪЮБИЛЕЙНЫЕ» ИТОГИ, О РЕШЕННЫХ И СТОЯЩИХ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ЗАДАЧАХ РАССКАЗАЛ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ФКП «ДИРЕКЦИЯ КОМПЛЕКСА ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА МИНСТРОЯ РОССИИ» ИГОРЬ ПОЛИЩУК.



КЗС: НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Беседовала Регина ФОМИНА

— Игорь Владимирович, какое значение имеет КЗС для петербуржцев, если говорить языком цифр?

— Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений — это гидротехническое сооружение, в состав которого входят 11 каменно-земляных дамб, 6 водопропускных сооружений, 2 судопропускных сооружения, автомагистраль с 2 развязками и 7 мостами, а также автомобильный тоннель. Комплекс был открыт 12 августа 2011 года. Рассчитан он на 100 лет эксплуатации при условии проведения регламентных и ремонтных работ.

За 11 лет работы КЗС в городе не произошло ни одного нагонного наводнения.

Вспоминается декабрь 2011 года и остановленное наводнение урагана «Святой Патрик» с уровнем +294 см Балтийской системы (БС) высот, 2015 год и ураган «Десмонд» — мы тогда держали сооружение закрытым 41(!) час. Всего за период эксплуатации предотвращено 30 морских нагонных наводнений. Общий потенциальный ущерб для города, который был предотвращен, оценивается в 126 млрд рублей. Эта сумма превышает те

средства, которые были затрачены на строительство всего комплекса. При этом, в настоящее время ежегодное содержание обходится государству примерно в 2,5 млрд рублей, включая имущественные налоги, перечисляемые в бюджет Санкт-Петербурга.

В текущем году начаты работы по модернизации кронштадтской развязки, заказчиком здесь тоже выступает наша Дирекция. В результате строительства будет увеличена транспортная доступность Кронштадта и обеспечено его развитие как туристического центра.

— Известно, что в последние десятилетия мы наблюдаем глобальные изменения климата. Наверное, это как-то сказывается и на характере наводнений. А справится ли комплекс в случае необходимости с более высокими нагрузками?

— Действительно, мы наблюдаем изменение климатических условий, увеличение частоты наводненческих ситуаций. Так, если за 300 лет существования Петербурга было 308 наводнений, то всего за 11 лет мы предотвратили 30! То есть практически в три раза увеличилась их



У меня есть такая статистика: в 2019 году среднее превышение по отметке Рейнеке составляло 11 см, в 2020-м — 22 см, в 2021-м — 5 см. То есть в среднем за три года превышение составило 12,7 см. Следовательно, можно говорить о том, что в наши дни уровень Балтийского моря повысился. В связи с изменениями климата сместился и сезон наводнений с осенних на зимние месяцы.

За последнее время изменились также и метеорологические условия при наводненческих ситуациях. Мы сейчас работаем в непроектных значениях по силам ветра. Если проектное значение — 26 м/с, то у нас фиксировалось и 30, и 31 м/с. Увеличились и волновые нагрузки. Но на работе оборудования это никак не сказывается, так как с большим запасом по прочности сделаны все расчеты и выполнены все конструкции.

И еще одно интересное наблюдение. В истории Петербурга катастрофические наводнения (+300 см БС и выше) наблюдались в 1824 году — вспомните пушкинского «Медного всадника», — и в 1924 году. И сейчас мы вплотную подходим к подобной временной метке. Ждем 2024 года, чтобы проверить теорию 100-летнего цикла наводнений. Если она подтвердится, нам представится возможность продемонстрировать весь потенциал нашего комплекса. При этом у нас нет сомнений, что мы сможем отразить даже очень мощную нагонную волну. Как по-

частота. Также поменялся и характер наводнений. Если раньше они проходили с одним пиком, то сейчас в нашем регионе на протяжении нескольких суток подряд господствуют циклоны и приходят нагонные волны.

Вместе с изменением климатических условий наблюдаем и повышение уровня Мирового океана. Напомню, среднее значение уровня Балтийского моря еще в 1840 году определил русский гидрограф Михаил Францевич Рейнеке, и это значение является «нулем» нивелирной системы России — Балтийской системы высот. На КЗС работает система предупреждения угрозы наводнений (СПУН), которая ежедневно фиксирует значения уровня Финского залива, то есть Балтийского моря.



казали испытания, проведенные нами в мае, все оборудование находится в исправном состоянии.

— Каков регламент закрытия КЗС при угрозе наводнения?

— При прогнозе подъема уровня воды на водомерном посту «Горный институт» в Санкт-Петербурге свыше 160 см БС комплекс должен быть полностью закрыт. Это указание ЦУКС МЧС. Предварительные решения принимаются, когда прогнозный уровень превышает отметку +130 см. В этом случае применяется алгоритм частичного закрытия комплекса, без С-1, в результате чего Кронштадский корабельный фарватер остается открыт для судоходства. Но капитаны судов самостоятельно принимают решение о возможности прохода через это гидротехническое сооружение. Мы к судоходству отношения не имеем, но наша прямая обязанность — минимум за два часа предупредить Большой морской порт о закрытии затворов С-1 и С-2, для того чтобы Капитан порта остановил движение судов по фарватеру, а затем, после ликвидации наводненческой ситуации — известить порт об открытии затворов.

— С какой целью построено второе судопропускное сооружение?

— Движение судов по фарватерам обеспечено через судопропускные сооружения КЗС. Их два. С южной сто-

роны от острова Котлин, на Кронштадтском корабельном фарватере расположено судопропускное сооружение С-1. Ширина канала составляет 200 м, а глубина 16. Это основной путь для судов различного класса в порты Санкт-Петербурга. Судопропускное сооружение закрывается с помощью двух створок — батопортов, каждая створка приводится в движение с помощью электропривода весом 110 т, в то время как сам батопорт весит 2500 т, то есть в разы больше. Перемещается привод медленно, со скоростью 10 см/с, движение обеспечивается зубчатыми колесами по рельсо-цепочным путям. Время движения к каналу — полчаса. Контроль осуществляется с помощью датчиков и системы видеонаблюдения. Но эту махину можно легко остановить, всего лишь дернув «стоп-кран» — трос, соединенный с датчиком торможения. Снова запустить работу можно только через центральный диспетчерский пункт, устранив причину остановки. Но в штатном режиме остановок быть не должно.

С северной стороны проходит Северный корабельный канал шириной 100 м, предназначенный для судов маломерного флота (суда типа река-море, катера, яхты). Таким образом, судопропускным сооружением С-2 могут воспользоваться небольшие суда, курсирующие по северной акватории.

Пока С-2 для судоходства не используется. Оно оснащено подъемным мостом, чтобы пропускать суда с вы-



сокой оснасткой. Подмостовой габарит составляет 16 м, высота подъема разводной части — 9 м, таким образом, в поднятом состоянии расстояние от воды до разведенного моста составляет 25 м. Благодаря прокручиванию приводных валов, проведению других работ по обслуживанию механизмов моста, обеспечена его полная работоспособность, хотя полноценные испытания с полным подъемом проводились в 2008 году.

— С какими трудностями приходилось сталкиваться за годы эксплуатации комплекса?

— Дирекция по эксплуатации КЗС была создана в 2003 году. Еще на завершающем этапе строительства специалисты осваивали азы эксплуатации сложнейшего гидротехнического сооружения. На основе полученных от производителей оборудования инструкций по эксплуатации составлялись технические регламенты. С годами оттачивалось мастерство управления механизмом защиты. Багаж, с которым мы подошли к 10-летию юбилею, — это наши знания и умения, разработанные технологические карты и регламенты.

Приведу конкретные примеры. Батопорты — две створки затвора С-1, в режиме «открыто» хранятся в доковых камерах. Для обеспечения работоспособности в зимних условиях доки полностью осушаются. По проекту предполагалось, что зимой затвор может быть закрыт всего один раз, так как в период ледостава при возвращении батопортов в доки попадает большое количество льда и шуги, которые могут растаять только весной. Но дело

в том, что у нас смещается сезон наводнений. Так, если вернуться к погодным условиям XVIII–XIX веков, то сезон наводнений приходился на сентябрь, октябрь, ноябрь. Для нас сегодня — это ноябрь, декабрь, январь. А как показала практика прошлых лет, еще и февраль, и март. В этой связи подрядная организация разработала специальные технологические карты очистки доков ото льда с помощью парогенераторов и тяжелой строительной техники. В результате всего за 24 часа и док, и батопорт полностью освобождаются от ледовых фракций и снова готовы к работе.

Также мы столкнулись с проблемой при одном из зимних наводнений. Когда затворы были закрыты, шугой заполнились и проницаемые объемы батопорта, увеличив тем самым вес конструкции и нарушив плавучесть. Тогда мы смогли завести батопорты обратно в доки и уже потом, в доковых камерах, боролись с этими рыхлыми ледовыми накоплениями: топили шугу паром и за несколько дней справились — все вычистили. Для предотвращения подобных ситуаций решили немного модернизировать конструкцию самих затворов, закрыть часть проницаемых объемов на уровне ватерлинии, там, где плавает шуга. Проектировщики помогли нам решить эту задачу.

Также у нас возникла небольшая проблема с гидроцилиндром на С-2. Шток агрегата имеет керамическое покрытие, которое эффективно работало на протяжении 10 лет. Однако в связи с тем, что затвор С-2 находится постоянно в воде, масляная пленка, защищающая по-

крытие, вымывалась водами Финского залива. В результате на покрытии штока появились паутинные трещины, которые могли повлиять на работу сооружения. Было принято решение о немедленной замене гидроцилиндра. В этой связи в прошлом году мы заказали его в Германии и произвели замену. Производители учли влияние на оборудование агрессивной водной среды и изготовили шток из нержавеющей стали. Сделали это до введения санкций! В настоящее время ведем переговоры с российскими производителями.

Таким образом, за прошедшие годы, предотвратив 30 наводнений, мы получили огромный и бесценный опыт — полное знание объекта, его состояния, принципов работы.

— Насколько мне известно, гидроцилиндры — это не единственное импортное оборудование, которое задействовано на КЗС. Так, например, в тоннеле установлены испанские вентиляторы Zitron. Как быть с заменой их комплектующих в условиях санкций?

— Все возникающие задачи мы стараемся решать безотлагательно. Пару лет назад мы столкнулись с проблемой естественного износа лопастей струйных вентиляторов и незамедлительно проработали с производителем вопрос их замены. В результате получили полный ремкомплект. Как оказалось, самое уязвимое место — крыльчатка, которая под воздействием агрессивной среды имеет тенденцию к разрушению. Испанские производители не только предоставили нам полный ремкомплект, но и нанесли на лопасти дополнительное защитное покрытие. Мы сейчас производим их замену в плановом режиме. В дальнейшем, если ситуация не изменится, будем подбирать российские аналоги.

— Насколько актуально для вас импортозамещение в целом?

— Мы, как и многие, работаем в этом направлении. Стараемся сейчас подбирать схожее отечественное оборудование и находить компании, которые будут адаптировать новые решения для КЗС. Ведь невозможно заменить одно на другое без изменения системы управления и т. п.

При этом подчеркну, что с точки зрения эффективности самой защиты Санкт-Петербурга здесь не может быть сомнений. Комплекс запроектирован с большим запасом по надежности, рассчитан даже на такие наводнения, которых в обозримой истории не было.

Очень важно также проводить регламентное техническое обслуживание всего оборудования. Если КЗС будет для этого обеспечен соответствующим финансированием, то и надежность его будет несомненной. ■

ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ДО ЭКОЛОГИИ

Дмитрий ДРУГАЧУК,
начальник отдела информации КЗС:

— Все плановые работы на водопропускных сооружениях проводятся по графику — это замена гидравлического масла, обслуживание машин и механизмов, поддержание эстетического состояния объектов (весенняя помывка, в том числе кожухов гидроцилиндров, фасадов водопропускных сооружений после зимних реагентов), чтобы не только осуществлять нашу основную функцию — защищать город от наводнений и обеспечивать движение автотранспорта по кольцевой автодороге, но и создавать парадный вид морского фасада нашего города.



Цилиндры, которые поднимают затворы на водопропускных сооружениях, не эксклюзивные. Есть отечественные предприятия, которые могут их изготовить. Именно поэтому водопропуски не вызывают у нас опасений в рамках наложенных санкций.

А вот на С-2 стоят уникальные цилиндры немецкого производства. В прошлом году прошла замена одного из четырех гидроцилиндров в связи с изменением состояния покрытия штока. В настоящее время сооружение работает полностью в штатном режиме. Сам затвор — коробчатого типа, его длина — 110 м, ширина — 10 м, высота — 11,5 м. Он опускается в доковую камеру, где находится постоянно на отметках 7–19 м под водой. Для защиты от наводнений затвор поднимается до отметки +4,5 м и перекрывает канал, чтобы остановить движение нагона со стороны Финского залива.

Недавно завершили работы по его ежегодному обслуживанию. С этой целью затвор С-2 поднимался в ремонтное положение. Это наш единственный затвор, который хранится в доке, под водой, ниже порога канала, в агрессивной морской среде. Чтобы поддерживать его в рабочем состоянии каждый год, в апреле месяце его полностью вынимают из воды, проводят работы по контролю антикоррозионного, покрасочного покрытия, проводят очистку от иловых отложений и мусора. Камера затвора очищается водолазами с помощью земснаряда.



Под каналом С-1 (шириной 200 м и глубиной 16 м) проходит автодорожный тоннель протяженностью 1961 м. Автомобили спускаются вниз на отметку -24,5 м. За 11 лет эксплуатации тоннель показал себя с хорошей стороны. Все системы функционируют полностью в штатном режиме. Ежемесячно проводим работы по обслуживанию систем вентиляции, пожаротушения, систем оповещения, связи с ограничением движения с трех полос до одной попеременно, осуществляется помывка тоннеля.

Отдельно стоит сказать несколько слов о гидроизоляции тоннеля. Как шутят гидростроители, любое гидротехническое сооружение обязано (!) течь. Но течи должны быть контролируемы и ликвидируемы. Конечно, появляются протечки, но они оперативно устраняются путем инъектирования бетона и восстановлением гидроизоляции. У нас все под контролем, а непосредственно этим занимается обслуживающая подрядная организация.

Также отмечу уникальный способ перекрытия судоходного канала системой батопортов. Плавающий затвор С-1 состоит из двух створок. Составной элемент каждой створки — батопорт, разработанный ЦКБ МТ «Рубин». Эта организация проектирует атомные подводные лодки. Также затвор оснащен опорной рамой, шаровой опорой и устоем — это та часть, которая воспринимает на себя все нагрузки. Хранятся батопорты в сухих доковых камерах, отделенных от акватории доковыми воротами, и перекрывают канал достаточно быстро. Затопление камеры, которое занимает всего 20 минут, происходит заранее, за 8–10 часов до подхода нагонной волны — на основании точных прогнозов подъема уровня воды в Санкт-Петербурге. Доки заполняют водой, чтобы привести в готовность затвор. Далее открываются доковые ворота, и полчаса затворы выводятся на центральную ось канала, а затем в течение 15 минут затапливаются.

В каждом батопорте — по шесть балластных цистерн, система трубопровода, распределительный коллектор.

Автоматика контролирует заполнение балластных цистерн заборной водой, нивелируя дифференты на нос и корму, так как необходимо обеспечить плавную горизонтальную посадку на порог канала. Все технологические процессы автоматизированы, управление осуществляет диспетчерская служба Дирекции КЗС. Визуальный контроль и работа на местах осуществляется специалистами подрядной организации. Общая численность персонала для ликвидации наводнений, который выводится на рабочие места, составляет порядка 70 человек. Во время эксплуатации большое внимание уделяется контролю работоспособности всех систем, машин и механизмов, постоянно проводятся испытания. Мы уверены, что комплекс всегда находится в рабочем состоянии.

По проекту КЗС в закрытом состоянии может находиться до 48 часов. После этого времени возникает вероятность затопления (остаточного подтопления) Санкт-Петербурга уже от вод Невы. Река же сбрасывает воды в акваторию Невской губы, которая, к сожалению, в последнее время уменьшается из-за нового строительства и создания намывных территорий. А это со временем может негативно сказаться на работе КЗС. Где этот предел — пока мы не знаем, так как для оценки надо разработать математическую модель «Ладожское озеро — река Нева — Финский залив» со всеми параметрами самого сооружения, с водосбросом, с уровнем воды озера (он тоже меняется сезонно).

Развивая тему, следует рассмотреть и природоохранные аспекты, которым сейчас уделяется повышенное внимание. Подчеркну, что с точки зрения экологии акватория чувствуют себя хорошо. Происходит постоянное улучшение экологической обстановки. Прежде всего, это связано с тем, что КЗС со своей территории не сбрасывает в акваторию никаких сточных вод. Со всей магистрали весь диффузионный сток собирается и отправляется в 42 локальных очистных сооружения, где проходит 100%-ю очистку. Вся талая и дождевая вода из тоннеля откачивается и проходит физико-химическую очистку на двух станциях экологической безопасности. В тоннеле стоки разделяются на загрязненные с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) и просто загрязненные. Стоки с ЛВЖ утилизируются на специальных полигонах.

Сам КЗС тоже улучшает экологическую обстановку в акватории Невской губы и в Санкт-Петербурге. Дело в том, что если раньше при наводнении и затоплении промышленных территорий большое количество загрязняющих веществ попадало в воду, которая потом возвращалась обратно в Финский залив, возникали залповые

загрязнения. В настоящее время территории города не затапливаются, и эти загрязнения предотвращены.

Есть также вопрос распространения сине-зеленых водорослей, разрастание которых часто связывают с КЗС. Замечу, что они находятся в воде постоянно, и их цветение, увеличение объемов колоний связано с изменением климатических условий и повышением температуры воды. Когда лето холодное, они не размножаются, а как только среднегодовые показатели температуры превышают нормы, то их и появляется больше. Важно также, что питаются эти водоросли фосфатами, которые попадают в акваторию с полей и от плохо очищенных сточных вод, в том числе, от новых коттеджных поселков, которыми застраивается побережье. Комплекс же к этому никакого отношения не имеет.

Наоборот, экологи рассматривают наш комплекс как искусственный риф, который создает вокруг себя отдельную экосистему. Здесь останавливается большое количество перелетных птиц, некоторые из них занесены в Красную книгу. На дамбе Д-2, например, гнездятся чайки и полярные крачки, которые уже не летают дальше на север, а выводят своих птенцов здесь. Также появилась огромная колония птиц на дамбе Д-7, в связи с чем все работы по обслуживанию и восстановлению геометрии защитных дамб до проектных значений (дамбы тоже подвержены изменению вследствие волновой активности во время наводнений) смещаем на более поздний, осенний период времени. Также большое значение для природы имеют плавни Невской губы, представляющие собой заросли высшей растительности, не закрепленной ко дну. Они образовались у северной части острова Котлин, в местах с очень медленным течением. Плавни имеют большое экологическое значение, так как в них нерестится рыба и выводятся мальки, а также гнездятся птицы.

А вообще сама идея строительства дамбы от берега до берега именно по оси острова Котлин принадлежит



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТМЕТКИ, ОТ КОТОРОЙ ВЕДЕТСЯ ОТСЧЕТ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА, ЯВЛЯЕТСЯ ЗАСЛУГОЙ РОССИЙСКОЙ НАУКИ. ТАК, РУССКИЙ УЧЕНЫЙ-ГИДРОГРАФ И ВИЦЕ-АДМИРАЛ МИХАИЛ ФРАНЦЕВИЧ РЕЙНЕКЕ (1801 — 1859) В ТЕЧЕНИЕ 15 ЛЕТ ПРОВОДИЛ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА УРОВНЕМ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ. НА ОСНОВАНИИ ДОЛГИХ КРОПОТЛИВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, ОН, В 1840 ГОДУ, ОПРЕДЕЛИЛ СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ МОРЯ И НАНЕС МЕТКУ НА ГРАНИТЕ КРОНШТАДТСКОГО СИНЕГО МОСТА ЧЕРЕЗ ПРОВОДНОЙ КАНАЛ. ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЫЛА ТАК ВЫСОКА, ЧТО КРОНШТАДТСКИЙ ФУТШТОК СТАЛ ЭТАЛОНОМ И ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ЯВЛЯЕТСЯ ИСХОДНОЙ ТОЧКОЙ ОТСЧЕТА НИВЕЛИРОВОЧНОЙ СЕТИ ВСЕЙ СТРАНЫ. ОТ НУЛЯ КРОНШТАДТСКОГО ФУТШТОКА ОТСЧИТЫВАЮТСЯ ВЫСОТЫ И ГЛУБИНЫ ПО ВСЕЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ, В ОМЫВАЮЩИХ ЕЕ МОРЯХ, А ТАКЖЕ В ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ. К НЕМУ ПО СЕЙ ДЕНЬ «ПРИВЯЗАНЫ» ВСЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ, И ДАЖЕ ОРБИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ПО ЭТОЙ ОТМЕТКЕ. ОЦЕНИВАЯ ЗАСЛУГИ УЧЕНОГО И АДМИРАЛА, БЛАГОДАРНЫЙ ПОТОМКИ НАЗВАЛИ В ЕГО ЧЕСТЬ ОСТРОВ И ПОСЕЛОК РЕЙНЕКЕ В ЯПОНСКОМ МОРЕ У ВЛАДИВОСТОКА, ОСТРОВ И ЗАЛИВ В ОХОТСКОМ МОРЕ, ЗАЛИВ НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ.

Пьеру-Доминику Базену (1786–1838), который жил и работал в Санкт-Петербурге. В частности, он являлся директором Института инженеров путей сообщения, председателем Комитета строений и гидравлических работ. Много лет Базен возглавлял техническое обустройство города, в том числе строил Обводный канал и мосты. Он первым правильно оценил природу наводнения — морской нагон. До этого считалось, что «виновата» Нева. Но Базен предположил, что не может река Нева в кратчайший период времени (а затопление города происходило за 4–5 часов) дополнительно выдать такой огромный объем воды. Значит, он приходит извне. А место, откуда вода может прийти — это Финский залив. Таким образом Базен определил «виновника» затопления — нагонную волну — и в 1835 году предложил построить дамбу на пути ее движения. Но в те времена эту идею реализовать было технически и технологически невозможно. ■

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ В МОСКОВСКИХ ТОННЕЛЯХ, ВЫЗВАННЫЕ ЗАТОПЛЕНИЕМ

Л. В. МАКОВСКИЙ, к. т. н., профессор;
В. В. КРАВЧЕНКО, к. т. н., доцент;
Н. А. СУЛА, ст. преподаватель

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

СТАТЬЯ ПОСВЯЩЕНА АНАЛИЗУ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЯХ, ВЫЗВАННЫХ ИХ ЗАТОПЛЕНИЕМ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ. ПРИВЕДЕНЫ ПРИМЕРЫ ИЗ МИРОВОГО ОПЫТА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОДОБНЫХ СОБЫТИЙ И ЛИКВИДАЦИИ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ. ОСНОВНОЕ ВНИМАНИЕ УДЕЛЕНО МОСКОВСКИМ ТОННЕЛЯМ: ТУШИНСКОМУ, ВОЛОКОЛАМСКОМУ, БАЛТИЙСКОМУ, СЕВЕРО-ЗАПАДНОМУ, МИХАЛКОВСКОМУ И НА УЧАСТКЕ ДОРОГИ СОЛНЦЕВО – БУТОВО – ВИДНОЕ.

Рассмотрены причины затопления названных тоннелей, оценен характер нарушений сплошности и водонепроницаемости их конструкций и гидроизоляционного покрытия, а также деформаций и повреждений, находящихся поблизости наземных и подземных сооружений и коммуникаций. Перечислены конструктивно-технологические и организационные меры по защите тоннелей от затопления.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в Москве построен целый ряд автотранспортных тоннелей, среди которых три Лефортовских (длиной 3,2, 1,4 и 1,3 км), Северо-Западный (3,2 км), Волоколамский (1,7 км), Балтийский (1,9 км) и др. [1]. Намечается строительство и новых объектов в составе скоростных автомагистралей.

Большинство из построенных тоннелей нормально функционирует до настоящего времени без аварийных ситуаций, за исключением ДТП, вызванных нарушениями правил дорожного движения водителями или поломкой транспортных средств.

Как свидетельствует мировая практика, аварии в строящихся и эксплуатируемых тоннелях обусловлены внезапным повреждением конструкций обделок и инженерного оборудования, загазованностью воздуха,

пожарами, взрывами и затоплением. Последствиями таких событий является длительное прекращение функционирования сооружения, экономические убытки, а в некоторых случаях – травматизм и гибель людей.

Затопление строящихся и эксплуатируемых тоннелей водой и водогрунтовой массой часто приводит к катастрофическим последствиям, о чем свидетельствует опыт строительства крупнейшего в нашей стране Северо-Муйского железнодорожного тоннеля Байкало-Амурской магистрали (БАМ), перегонных тоннелей Кировско-Выборгской линии Санкт-Петербургского метрополитена, перегонных тоннелей между станциями «Перово» и «Шоссе Энтузиастов» Московского метрополитена. Крупные прорывы воды были отмечены при проходке подводных тоннелей Сэйкан в Японии, Большой Бельт в Дании, а также при строительстве и эксплуатации многих тоннелей в Англии, Франции, Германии, США, Японии и др. [2, 3].

Затопление эксплуатируемых тоннелей возможно через рампы при сильных ливнях и наводнениях при недостаточных защитных мероприятиях. Вода может проникать в тоннель и через обделку в случае сильного ее повреждения, а также при нарушении сплошности гидроизоляционного покрытия. Частичное затопление вызывает нарушение нормальных условий эксплуатации, а внезапное сильное затопление – аварийную ситуацию с несчастными случаями. Попадание воды в эксплуатиру-

емые тоннели влечет за собой повреждение элементов конструкции и инженерного оборудования.

ТУШИНСКИЙ ТОНNELЬ

10 января 2019 года произошло затопление Тушинского подводного тоннеля под каналом им. Москвы в столице [4]. В результате прорыва дамбы в районе 8-го шлюза произошло обрушение грунта на откосе дамбы на площади около 50 м². Потоки воды с песком устремились в расположенный поблизости тоннель через его припортальные рамповые стены (рис. 1).



Рис. 1. Прорыв воды через разрушенный откос дамбы канала:
1 – границы канала; 2 – границы зоны обрушения грунта на откосе дамбы; 3 – переливание водогрунтовой массы через стенки припортальной части тоннеля;
4 – грунтовые наносы на проезжей части тоннеля;
5 – портал тоннеля; 6 – пешеходный переход над тоннелем

За несколько часов в тоннель проникло около 3 тыс. м³ грунта и свыше 100 тыс. м³ воды (рис. 2). Начало аварийной ситуации пришлось на утренние часы, когда активно осуществлялось автомобильное движение. Однако в результате мгновенного реагирования городских аварийных служб на чрезвычайное происшествие удалось сразу же перекрыть тоннель и избежать жертв. Прибывшие специализированные службы ГУП «Мосводосток» незамедлительно начали откачку сточных вод и уборку грунтовых выносов (рис. 3). На ликвидации аварийной ситуации было задействовано 50 человек с резервом в 300 сотрудников и 150 единиц дорожно-строительной техники.

Поступление воды и грунта в тоннель удалось полностью остановить только после экстренного сброса воды между шлюзами №7 и 8 на участке более 1 км до отметки низа промоины в откосе дамбы канала общим объ-



Рис. 2. Поступление воды в Тушинский тоннель из-за прорыва дамбы канала

емом около 380 тыс. м³ воды. На устранение аварийной ситуации ушло около суток, но уже к вечеру того же дня по тоннелю удалось запустить автомобильное движение.



Рис. 3. Ликвидация последствий прорыва дамбы

По первоначальному мнению московских властей, причинами аварии могли послужить грубые ошибки при проектировании и строительстве Тушинского тоннеля, связанные с некачественно выполненной гидроизоляцией конструкций, или неправильная эксплуатация объекта.

Впоследствии межведомственная комиссия Ространснадзора, проводившая расследование чрезвычайного происшествия, пришла к выводу, что причинами аварийной ситуации послужили именно «недочеты при проектировании Тушинского тоннеля на Волоколамском шоссе, а также низкое качество строительно-монтажных работ и материалов при его возведении в 2000 году».

Детальное расследование показало, что проектировщиками не были до конца учтены все гидрогеологические

условия, а строительство велось ускоренными темпами с нарушениями технологии и технических условий на проектирование. В частности, при обратной засыпке тоннеля не сформировали единый сплошной глиняный противофильтрационный пласт, защищающий конструкцию от прямого воздействия воды. Засыпка производилась без должного уплотнения, а местами было выявлено наличие строительного мусора в виде битого кирпича, остатков металлоконструкций и крупных каменных включений. Наполнение упорных призм дамбы канала было произведено песчаным грунтом вперемешку с валунами, строительным мусором и включениями органических остатков. Все это впоследствии послужило благотворной средой для развития фильтрационных процессов, вымывания грунта из упорных призм дамбы с образованием многочисленных пустот. Уложенные по дну канала в зоне объекта защитные железобетонные плиты не позволяли должным образом оценивать реальное состояние грунтового массива вдоль тоннеля и по откосам дамбы, что усугубляло длительный процесс разрушения сплошности грунтовой упорной призмы дамбы.

Нареканий к состоянию основной конструкции сооружения и его гидроизоляции выявлено не было.

Ремонтные работы по восстановлению сплошности грунтовой призмы канала начались с наступлением теплого времени года, и планировалось, что они закончатся к началу лета, однако, в связи с выявленными многочисленными нарушениями при строительстве, понадобилось больше времени. В ходе пробного наполнения канала после восстановительных работ в конце июня была выявлена повышенная фильтрация на одном из участков дамбы. Из-за этого пришлось повторно снимать уложенные плиты и устранять источник фильтрации. И только лишь во второй половине августа 2019 года удалось полностью открыть навигацию по каналу им. Москвы на участке аварийной ситуации.

Однако случившаяся авария дала о себе знать и в 2020 году. С мая по июнь навигация в зоне аварийного участка дамбы опять была приостановлена из-за выявленной протечки. Последние ремонтные работы канала для окончательного устранения последствий ошибок, допущенных 20 лет назад, были произведены перед началом навигации в 2021 года.

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ТОННЕЛЬ

Тоннель общей длиной 3,2 км, проходящий под Серебряноборским лесничеством, был открыт в декабре 2007 года и являлся первым в России совмещенным тоннелем, где объединены в составе одной конструкции авто-

мобильное движение и движение поездов метрополитена Арбатско-Покровской линии [1]. Однако, спустя чуть более трех месяцев после пуска объекта в эксплуатацию, в апреле 2008 года случилась аварийная ситуация, связанная с накоплением воды под проезжей частью [4]. В утренние часы было выявлено вздутие асфальтового покрытия на высоту около 5-10 см на площади в 3 м², что привело к выводу из строя сразу двух полос автодороги. Само по себе чрезвычайное происшествие не вызвало опасности для автомобильного движения и не привело к повреждению несущих конструкций, однако потребовало мер по устранению и недопущению в дальнейшем появления подобных ситуаций и в других тоннелях.

Основной причиной аварийной ситуации послужило накопление дренажной воды под асфальтобетонным покрытием проезжей части в зоне деформационного шва, элементы которого, по сути, сыграли роль искусственной преграды и способствовали поднятию покрытия под воздействием избыточного давления, оказываемого дренажной водой. После устранения причин аварии эксплуатирующая организация ГБУ «Гормост» стала требовать в технических условиях на проектирование тоннельных сооружений обеспечение возможности удаления дренажной воды из-под проезжей части. Такое решение было разработано проектными организациями, согласовано Гормостом и повсеместно применяется при строительстве новых тоннелей (рис. 4).

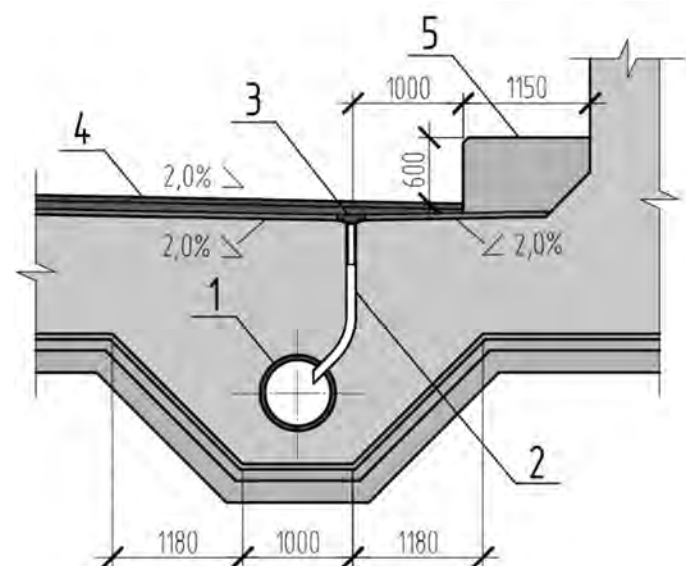


Рис. 4. Узел устройства дренажа из-под дорожной одежды в тоннелях: 1 – водоотводная труба; 2 – дренажная трубка; 3 – дренажная щебеночная смесь; 4 – асфальтобетонное покрытие; 5 – технический тротуар

ВОЛОКОЛАМСКИЙ ТОННЕЛЬ

Тоннель длиной 1,73 км, расположенный в районе станции метро «Сокол», был построен в 2009 года для связи Ленинградского и Волоколамского шоссе [3, 4].

Зимой 2016 года произошло обледенение, а затем и затопление объекта из-за прорыва трубы горячего водоснабжения, что привело к его закрытию на несколько суток. Прокладка труб с горячей водой вдоль проезжей части тоннеля являлась вынужденной временной мерой, направленной на недопущение образования льда в зоне деформационных швов в зимний период времени.

При проектировании тоннеля, а впоследствии и при его строительстве, были допущены определенные ошибки и некачественным образом выполнены работы по устройству и герметизации деформационных швов в конструкции тоннельной обделки. Главным образом это связано с ошибочным выбором типа гидроизоляции и гидрошпонок для деформационных швов, а также их неправильной установкой. В ряде случаев было отмечено несоблюдение технических регламентов по установке гидрошпонок, в результате чего не создавался единый замкнутый водонепроницаемый контур в деформационном шве. Все это привело к многочисленным протечкам грунтовой воды через поврежденные дефшвы. Для автотранспортных тоннелей, в отличие от тоннелей метрополитена это особенно критично, потому что в местах каждой такой протечки на проезжей части образуются наледь, которые опасны для движения автотранспорта



Рис. 5. Схема взаимного расположения тоннелей и русловой части р. Таракановки: 1 – новый монолитный железобетонный коллектор реки; 2 – русловая и пойменная зона; 3 – Ленинградский тоннель; 4 – Волоколамский тоннель; 5 – Балтийский тоннель

и пагубно влияют на несущую конструкцию тоннеля, постепенно повреждая ее.

Следует отметить, что Волоколамский и рядом расположенный Балтийский тоннели залегают в зоне древнего русла реки Таракановки, заключенной сейчас в новый монолитный железобетонный коллектор (рис. 5). Однако старые, сложившиеся веками, русловая и пойменная части реки сформировали достаточно слабые водонасыщенные грунты с высоким уровнем подземных грунтовых вод. В период строительства тоннелей был нарушен естественный режим грунтовых вод и произошел подъем их уровня. Они и оказывают постоянное воздействие на конструкцию Волоколамского тоннеля.

Ранее, в 2013 и 2014 гг., уже случались аварийные ситуации, вызванные нарушением герметичности деформационных швов. Все эти случаи привели к необходимости организации ремонтных восстановительных работ по герметизации дефшвов и недопущению протечек через них, особенно в зимние периоды времени.

БАЛТИЙСКИЙ ТОННЕЛЬ

Тоннель является самым глубоким на всей транспортной развязке в районе станции метро «Сокол». Он пересекает Волоколамский тоннель, Ленинградский тоннель, а также перегонные тоннели Замоскворецкой линии метрополитена [3, 4]. Тоннель был полностью открыт для автомобильного движения в 2015 году. Он имеет длину 1935 м, является составной частью Северо-Западной хорды и связывает Большую Академическую улицу с улицей Алабяна, пропускает движение не только под Ленинградским проспектом и линией метрополитена, но также и под Московским железнодорожным центральным диаметром (МЦД-2) и сортировочной железнодорожной станцией «Подмосковная».

В ходе строительства и последующей эксплуатации тоннеля также имели место аварийные случаи, вызванные поступлением ливневой и грунтовой воды.

Так, в 2009 году после сильных осадков произошло серьезное затопление строительного котлована на Балтийской улице. В результате мощного ливня большие потоки дождевой воды хлынули в строительный котлован. Приток был настолько стремительным и большим, что насосная система открытого водоотлива не справилась с удалением поступающей воды. В результате вода в котловане поднялась на высоту около 3 м, образовав своеобразный искусственный бассейн. Кроме того, было затоплено несколько единиц строительной техники, включая установку струйной цементации, погрузчик и автосамосвал, которые не смогли своевременно выехать их котлована на поверхность земли (рис. 6).



Рис. 6. Затопление строительного котлована и прилегающих временных дорог в результате обильных осадков

Последствия происшествия ликвидировали после окончания дождя путем откачки насосным оборудованием воды в городскую сеть ливневой канализации.

Строительство Балтийского тоннеля являлось самым сложным из всех тоннельных объектов на данной развязке. Это в первую очередь связано с глубиной заложения тоннеля и проложением трассы тоннеля непосредственно по древнему руслу реки Таракановки, что обуславливало наличие слабых водонасыщенных грунтов по бокам и в основании сооружения. В таких сложных грунтовых условиях приходилось выполнять строительно-монтажные работы.

Сложные инженерно-геологические условия постоянно сказывались на ходе выполнения строительных работ. Например, при вскрытии глубоких котлованов нередко возникали выносы грунтовой воды с породой, которые приходилось экстренно ликвидировать. Вскрытие на большую глубину, ниже уровня грунтовых вод, требовало создание лотковой противодиффузионной завесы, блокирующей поступление воды со стороны дна котлована. Однако на некоторых участках строителям приходилось работать фактически в плавунном грунте (рис. 7).

Опасность происходящих выносов грунтовой воды с породой внутрь котлована крылась в процессе разуплотнения грунта за стенками котлованов с внешней стороны и формирования скрытых внутренних полостей в массиве грунта. Это впоследствии вызывало локальные провалы поверхности земли, которые экстренно ликвидировали обратной засыпкой песком с послойным уплотнением. Вскрытие котлованов в таких грунтовых условиях вблизи прилегающей жилой застройки требовало дополнительных мер по усилению фундаментов и закреплению их грунтовых оснований.

Большие сложности возникали и при закрытой проходке участка Балтийского тоннеля под действующими линиями метрополитена. В этом месте были проведены



Рис. 7. Разработка водонасыщенного грунта в основании тоннеля

масштабные работы по закреплению плавунных грунтов, повышения их физико-механических характеристик за счет формирования фактически скального грунтового массива с помощью технологии струйной цементации. При этом также происходили локальные выносы воды с породой, которые своевременно ликвидировались. На такой случай был предусмотрен постоянный мониторинг за состоянием конструкций метрополитена, а также аварийный запас строительных материалов для ликвидации возможных чрезвычайных происшествий.

В конце мая 2014 года, спустя 9 месяцев после пуска первой очереди тоннеля в направлении от улицы Алабяна в сторону Большой Академической произошло подтопление проезжей части, в результате чего вся вода скопилась в нижней точке тоннеля. Движение автотранспорта было перекрыто. Городские аварийные службы откачали скопившуюся воду насосным оборудованием (рис. 8).

Подтопление произошло после выпадения обильных осадков, причем вода поступала не только по проезжей части, но отмечалась капель с перекрытия тоннеля. Причиной скопления воды на проезжей части послужил нерасчетный объем поступления влаги во временный приемный зумпф, с чем не справилось насосное оборудование.



Рис. 8. Затопление проезжей части тоннеля (а) и ликвидация последствий (б)

Постоянная насосная станция с приемным зумпфом расчетного объема в составе притоннельных сооружений на тот момент не была достроена и не функционировала.

Балтийский тоннель, как и Волоколамский, столкнулся с проблемой протечек грунтовой воды через деформационные швы из-за низкого качества выполнения строительных работ. В летний период наблюдались течи воды по стенам и частично перекрытию, в зимний — образование наледей. В некоторых дождеприемных колодцах были пробурены отверстия для возможности отвода грунтовой воды по системе внутреннего тоннельного водоотвода и снятия избыточного гидростатического давления. Однако длительная эксплуатация водоотводной системы в режиме дренажа выявила присутствие процесса суффозии прилегающего грунтового массива.

Выявленные проблемы, связанные с протечками, привели к необходимости проведения ремонтно-восстановительных работ по всей длине тоннеля, которые в настоящее время и осуществляются. Помимо ремонта конструкций и ликвидации протечек, выполняют перекладку внутренних кабельных и трубопроводных коммуникаций, монтаж нового освещения и облицовки стен.

МИХАЛКОВСКИЙ ТОННЕЛЬ

В ходе реконструкции Большой Академической улицы и интеграции ее в состав Северо-Западной хорды (СЗХ) с 2012 по 2015 год велось строительство Михалковского тоннеля. Объект имеет длину 410 м и расположен в непосредственной близости от Большого Садового пруда.

Такое близкое соседство оказало пагубное влияние. Строительство тоннеля из-за финансовых проблем генерального подрядчика в 2013 году было приостановлено, а мероприятия по консервации уже построенных участков и котлованов выполнено не было.

Вследствие этого в 2014 году строительные котлованы и построенные участки рампы затопило грунтовыми водами [4]. Вода поднялась до уровня воды в близлежащем пруде. В таком состоянии незаконченная стройка простояла несколько месяцев (рис. 9).

После выбора нового подрядчика были проведены работы по обследованию состояния построенных конструкций, выполнен анализ проектной документации и принято решение о применении металлоизоляции в качестве основной меры по защите от грунтовой воды. Обделку тоннеля на отдельных участках пришлось выполнить двухслойной — снаружи осталась старая конструкция, внутри была возведена новая. Между обделками разместили металлоизоляцию. После пуска тоннеля



Рис. 9. Затопленные строительные котлованы рамповых участков тоннеля с частично выполненной конструкцией

в эксплуатацию проблем с протечками и затоплениями проезжей части по сегодняшний день не выявлено.

ТОННЕЛИ НА НОВОЙ ДОРОГЕ СОЛНЦЕВО — БУТОВО — ВИДНОЕ

Строящаяся автомобильная дорога, являющаяся южным дублером МКАД, пройдет от Рублево-Успенского шоссе (А-106) до Горьковского шоссе (М-7 «Волга»). Трасса будет полностью бессветофорной, а все пересечения с существующими дорогами будут обустроены в виде развязок в разных уровнях.

На пересечениях с Калужским и Киевским шоссе уже построены два тоннеля. Первым из них в 2019 году появился тоннель под Калужским шоссе. Он предназначен для движения автомобилей и поездов метрополитена. Является самым широким тоннелем в России, имея ширину от 68 до 93 м (рис. 10).

Проблема же заключается в том, что после открытия в тоннеле возникли многочисленные водопроявления в лотковой плите, по стенам (рис. 11) и под плитой перекрытия. В зимний период протечки образовывали на проезжей части наледей. Одной из основных причин являлся значительный подъем напорных грунтовых вод после выключения системы временного строительного



Рис. 10. Совмещенный тоннель под Калужским шоссе



Рис. 11. Протечки по стене тоннеля с выходом воды на проезжую часть

водопонижения, используемой при сооружении объекта. Недоучет гидрологических условий и прогноза изменения уровня грунтовых вод при проектировании тоннеля, а также низкое качество СМР из-за сжатых сроков строительства способствовали появлению протечек [4].

Проведенные работы по ликвидации протечек за счет инъектирования специальных защитных составов за отделку не улучшили ситуацию принципиально. Сейчас разработан проект и ведутся работы по обеспечению постояннодействующего дренажа для ликвидации протечек, сохранности деформационных швов и конструкции тоннеля от повреждения.

Другой тоннель на этой же дороге, построенный в 2022 году под Киевским шоссе, сравним по своим конструктивным решениям с тоннелем под Калужским шоссе. Грунтовые и гидрологические условия тоже являются схожими. Перед началом строительства, во избежание повторения ошибок, а также учитывая положительный опыт сооружения Михалковского тоннеля, приняли решение корректировки изначальных проектных разработок и применения в качестве защиты от воды металлоизоляции. В совокупности к этому, в соответствии с выполненными гидрологическими расчетами, была устроена специальная дренажная система с припортовыми дренажными емкостями, понижающими уровень грунтовых вод и сбрасывающими воду в систему ливневой канализации (рис. 12).

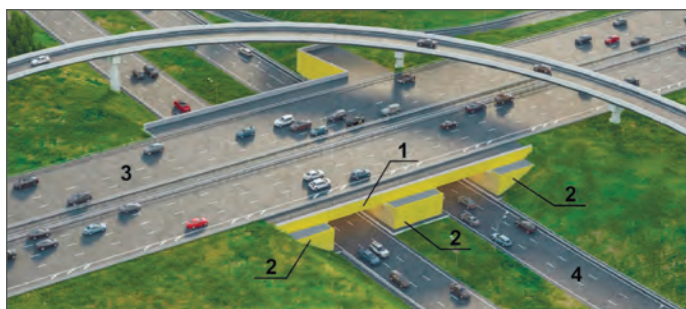


Рис. 12. Тоннель под Киевским шоссе: 1 — портал тоннеля; 2 — предпортальные дренажные емкости; 3 — Киевское шоссе; 4 — новая автомобильная дорога Солнцево — Бутово — Видное

На сегодняшний день тоннель под Киевским шоссе построен и готовится к пуску. Никаких водопроявлений не выявлено.

ВЫВОДЫ

Анализ аварийных ситуаций, связанных с затоплением строящихся и эксплуатируемых тоннелей, свидетельствует о необходимости уделять особое внимание инженерно-геологическим и гидрогеологическим исследованиям, результаты которых должны быть учтены при проектировании.

Одной из важнейших проблем является обеспечение герметичности тоннельных конструкций с использованием инновационных гидроизоляционных материалов и устройство надежных и долговечных деформационных швов.

В процессе проектирования тоннелей должны быть разработаны конструктивно-технологические и организационные меры по предотвращению возможных протечек и затоплений и ликвидации их последствий.

Для безаварийного строительства новых и эксплуатации действующих тоннелей необходимо анализировать и учитывать данные отечественного и зарубежного опыта в рассматриваемой области. ■

Литература

1. Л. В. Маковский, В. В. Кравченко, Н. А. Сула. Автодорожные и городские тоннели России. — М.: МАДИ, 2016. — 136 с.
2. С. Н. Власов, Л. В. Маковский, В. Е. Меркин. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов. — М.: ТИИП, 2000. — 196 с.
3. Л. В. Маковский, В. В. Кравченко, Н. А. Сула. Строительство городских автотранспортных тоннелей в сложных условиях. — М.: КНОРУС, 2019. — 276 с.
4. Интернет-ресурсы:
 - URL: режим доступа <https://www.msk.kp.ru/daily/26927/3977787/>, свободный;
 - URL: режим доступа <https://anna-nikolaeva.livejournal.com/37597.html>, свободный;
 - URL: режим доступа <https://www.kommersant.ru/doc/4117758>, свободный;
 - URL: режим доступа <https://iz.ru/832573/mariia-bukharova-vitalii-volovatov-anzhelina-grigorian/sliv-v-kontce-tonnelia-volokolamskoe-shosse-na-odin-den-stalo-kanalom-im-moskvy>, свободный.



RUCEM.RU

КОНФЕРЕНЦИЯ

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: АВТОДОРОГИ И АЭРОПОРТЫ

- цементобетоны аэродромных и дорожных покрытий
- методы укрепления грунтов для дорожного и аэродромного строительства
- виброукатываемый бетон
- холодный ресайклинг

25-26 августа 2022 года,
С-Петербург

Организатор мероприятия ООО РУЦЕМ.РУ

www.rucem.ru
+7 (8453) 68 33 82

info@rucem.ru
+7 (927) 225-33-82

<https://cemconf.ru/44>



МНОГООСНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО РУЛОННОГО ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАЗРЫВЕ

А. Н. ЦЫБЕНКО, руководитель технической службы
направления «Инженерная гидроизоляция», Корпорация ТЕХНОНИКОЛЬ

**ПРИМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОЛИМЕРНЫХ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ
ТРЕБУЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ИХ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ. ПРИ ЭТОМ ОСОБОЕ
ВНИМАНИЕ СЛЕДУЕТ УДЕЛИТЬ ПОДЗЕМНЫМ ОБЪЕКТАМ И КОНСТРУКЦИЯМ.**

Стандартные испытания по ГОСТ 2678 и ГОСТ 31899-2 позволяют оценить поведение рулонной гидроизоляции только при одноосном растяжении по отдельности в продольном и поперечном направлении, но не прогнозируют ее поведение в полевых условиях при многоосной нагрузке, в то время как в условиях строительства и эксплуатации подземных объектов возникают разнонаправленные силы растяжения.

К примеру, эксплуатация гидроизоляционных материалов, размещенных между ограждающими конструкциями котлована и несущими фундаментными стенами, сопряжена со значительными растягивающими усилиями, обусловленными фактическими осадками фундамента современных зданий, которые могут достигать 13-15 см. Также многоосное растяжение гидроизоляционные материалы испытывают при неравномерных осадках, фундаментных конструкций в месте расположения деформационных швов. Это обусловлено технологией монтажа, в соответствии с которой гидроизоляционный материал не прерывается в местах пересечения деформационных швов, так как гидроизоляция должна обеспечивать замкнутый контур по всей изолируемой конструкции. Помимо того, гидроизоляционные материалы, размещаемые между ограждением котлована и несущими стенами фундамента, а также под плитой фундамента или на первичной обделке горных тоннелей, эксплуатируются при отрицательном давлении воды. Поэтому способность воспринимать многоосную нагрузку от растяжения вследствие осадок конструкций фундамента и давления воды — важный показатель качества и надежности гидроизоляции.

Определение прочности при многоосном растяжении для материалов, применяемых для тоннелей и подземных сооружений, является обязательным требовани-

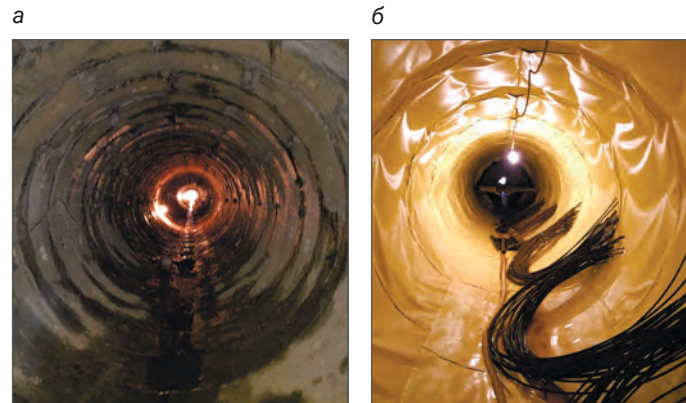


Рис. 1. Пример установки полимерной рулонной гидроизоляции при отрицательном давлении воды: а — первичная сборная железобетонная обделка тоннеля с многочисленными водопотоками в швах бетонных блоков; б — смонтированная полимерная рулонная гидроизоляция

ем межгосударственных нормативов, как в России, так и за рубежом — в частности, в странах Евросоюза — согласно стандартам ГОСТ 33067-2014 и EN 13491. Это абсолютно справедливо, учитывая, что при сооружении тоннелей методом НАТМ гидроизоляционные ПВХ-мембраны монтируются на неровное основание первичной обделки, и при дальнейшей укладке бетона в местах неровностей основания они испытывают многоосное растяжение от давления свежего бетона. Примеры установки полимерной гидроизоляции на неровное основание и при отрицательном давлении воды показаны на рис. 1.

В рамках статьи будут представлены результаты испытаний полимерного рулонного гидроизоляционного материала LOGICBASE V-SL по определению прочности при разрыве, выполненных ООО «ВНИИСТРОМ-НВ» по заказу ООО «ТехноНИКОЛЬ — Строительные Системы».

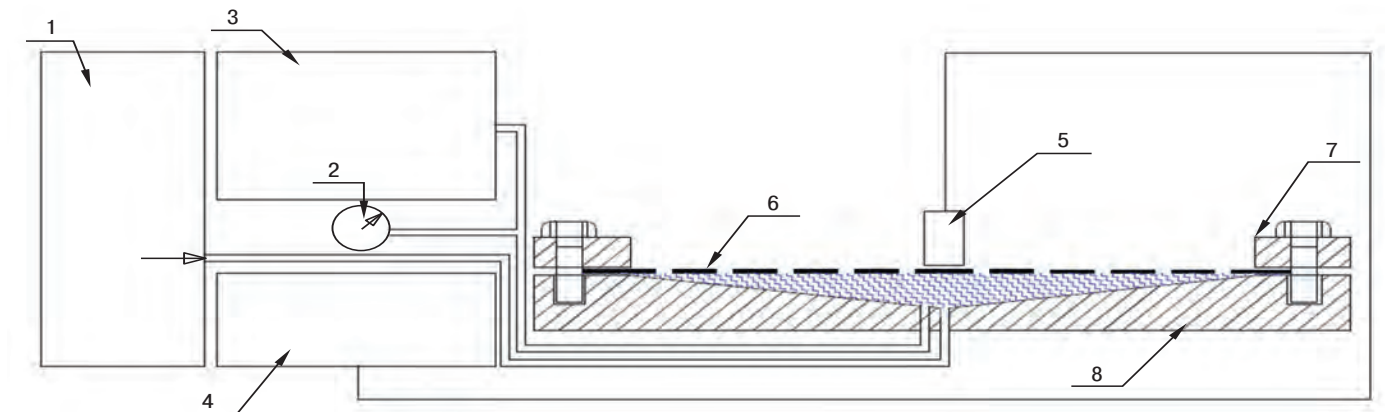


Рис. 2. Принципиальная схема испытательной установки: 1 — подача воды с заданным стабилизированным расходом; 2 — манометр; 3 — электронный датчик давления; 4 — компьютер; 5 — датчик перемещения; 6 — образец для испытаний; 7 — зажимное кольцо; 8 — основание испытательной камеры

СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПЫТУЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ

Рассматриваемые материалы рулонные гидроизоляционные полимерные изготавливаются путем экструдирования сырьевой массы, состоящей из полимеров, полученных при полимеризации винилхлорида, наполнителей и технологических добавок.

Испытания по определению прочности при разрыве выполнены для двухслойной неармированной мембраны. Она производится путем формирования в единое полотно пластической массы, полученной в результате экструдирования поливинилхлорида (ПВХ), наполнителей и технологических добавок. Лицевая поверхность мембраны — желтого цвета, тыльная поверхность — черного.

Данная мембрана применяется для устройства гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений, тоннелей метрополитенов, подземных парковок и инверсионных кровель, а также для устройства изоляционного слоя полигонов ТБО, шламохранилищ, лагун, искусственных водоемов и резервуаров для хранения воды.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАЗРЫВЕ

Испытания выполнены в соответствии с методикой, представленной в Приложении ДВ (обязательное) ГОСТ 33067-2014. Документ содержит в себе перевод основных положений европейского регионального стандарта EN 14151:2010 «Геосинтетика. Определение прочности при разрыве», а представленная методика аналогична EN 14151:2010.

Суть испытаний заключается в следующем:

- к испытываемым образцам ступенчато прикладывается гидравлическое давление до разрыва;

- в ходе проведения испытания измеряют следующие показатели: гидравлическое давление под образцом для испытания; деформация образца для испытания.

Для испытаний применяется специальная установка. Принципиальная схема и фото установки представлены на рис. 2, 3.

Составные части испытательной установки:

- испытательная камера, состоящая из основания и зажимных колец внутренним диаметром (200±2) мм; диаметр зажимных колец соответствует диаметру образцов для испытания, нижний внутренний край зажимных колец имеет радиус закругления 3 мм; кольца удерживают образец без скольжения в течение всего испытания;

- основание испытательной камеры, расположенное горизонтально: должно быть плоским или с впускным отверстием для жидкости в центре;

- устройство для измерения прогиба с точностью ±0,5 мм;



Рис. 3. Общий вид установки

Таблица 1.

Результаты испытаний по определению прочности при разрыве при многоосном растяжении рулонного гидроизоляционного полимерного материала LOGICBASE V-SL

| № | Определяемые показатели испытываемой продукции | Единица измерения | Обозначение нормативной документации на методы испытаний | Условия испытаний | Результаты |
|---|--|-------------------|--|-----------------------|------------------|
| 1 | Прочность при разрыве | кПа | ГОСТ 33067-2014 приложение ДВ | t = 22,2 °С, W=46,8 % | среднее: 5591.22 |
| 2 | Максимальная прочность | кПа | ГОСТ 33067-2014 приложение ДВ | t = 22,2 °С, W=46,8 % | среднее: 6948.22 |
| 3 | Деформация образца при разрыве | % | ГОСТ 33067-2014 приложение ДВ | t = 22,2 °С, W=46,8 % | среднее: 113.89 |

■ устройство для измерения давления жидкости с точностью ±1%. Температура жидкости должна быть (20±2)°С и должна поддерживаться в течение всего испытания.

Из полимерной мембраны были вырезаны образцы для испытания круглой формы диаметром, аналогичным диаметру зажимных колец. Лицевая поверхность образцов предварительно очищалась и не имела видимых дефектов.

Перед испытанием образцы кондиционировались до постоянной массы при относительной влажности воздуха (65±5)% и температуре (20±2)°С.

ИСПЫТАНИЯ

Подготовленные образцы укладывались на опорную поверхность испытательной камеры сигнальным слоем вверх, тыльной стороной черного цвета к основанию. Основание испытательной камеры не является плоским, поэтому для плотно прилегания к нему образцов основание заполнялось водой через впускное отверстие.

Образцы были закреплены в зажимных кольцах испытательной камеры так, чтобы они не скользили во время испытания. В центр образца устанавливалось устройство для измерения прогиба.

К образцу для испытания прикладывалось гидравлическое давление. Скорость потока жидкости составляла 3 см/с. Отсутствие утечки воды по периметру зажимных колец обеспечивалось их плотным прижатием.

Образцов, сместившихся при испытании или разорвавшихся у кромок зажимных колец, не наблюдалось.

Признаков резкого падения давления или появления воды на поверхности не контактирующей с водой стороне образцов также не наблюдалось.

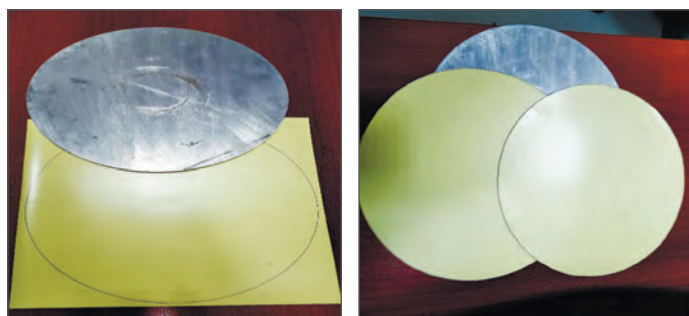


Рис. 4. Внешний вид образцов для испытаний

пониженной прочности, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации при растяжении. Отсутствие зоны пониженной прочности значительно снижает риск возникновения разрыва гидроизоляционного материала в процессе его эксплуатации.

Данные полимерные мембраны уже успешно применялись и эксплуатируются на многих объектах строительства транспортных тоннелей в сложных геологических условиях (к примеру, тоннельный комплекс №6, 7, 8 на железной дороге Адлер – Туапсе, станция метро «Москва» в Алматы, Рокский тоннель), о чем свидетельствуют многочисленные положительные отзывы (ОАО «Ленметрогипротранс», ЗАО «Управление-5 Метрострой», ООО «Ингеоком-Инжстрой» и т. д.). ■

ВЫВОДЫ

Выполненные испытания наглядно демонстрируют превосходную эластичность мембран одновременно с их высокой прочностью. Материал равномерно воспринимает растягивающую многоосную нагрузку и пропорционально удлиняется с ее ростом до разрыва. Такой нелинейный характер разрушения образца свидетельствует о высокой изотропии материала, т.е. его прочность при воздействии многоосной нагрузки сохраняется неизменной вне зависимости от направления. Следует отметить звездообразный характер разрушения образцов, наблюдаемый в верхней части, что свидетельствует об отсутствии развития в материале линейного напряжения и отсутствии зоны

РОССИЙСКИЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

ВЫХОД ООО «ИНЖПРОЕКТСТРОЙ» НА РЫНОК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫЗВАН НЕХВАТКОЙ ДОСТУПНЫХ И ПОНЯТНЫХ РАСЧЕТНЫХ ПРОГРАММ В ОДНОЙ ИЗ САМЫХ СПЕЦИФИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ГЕОТЕХНИКЕ. ИМЕННО ПО ЭТОЙ ПРИЧИНЕ КОМПАНИЯ ВЫПУСТИЛА СРАЗУ КОМПЛЕКС ПРОГРАММ MALININSOFT, С ОДНОЙ СТОРОНЫ – НЕЗАВИСИМЫХ, С ДРУГОЙ – УДАЧНО ДОПОЛНЯЮЩИХ ДРУГ ДРУГА.

В настоящее время существует множество методик, позволяющих решать задачи устойчивости откосов и расчета ограждений котлованов. Часть этих методов основана на «ручных» вычислениях, требующих значительного времени и определенной подготовки специалистов. Другой подход основан на применении универсальных расчетных комплексов, которые базируются на конечно-элементных моделях и обладают большими вычислительными возможностями, но также требуют значительного времени для подготовки корректных исходных данных и не меньшей подготовленности и обученности специалистов. Поэтому при постоянном росте задач, требующих ускоренного решения, возникает необходимость в использовании программных продуктов для расчетов, не требующих длительной подготовки к работе с программами.

Идея создания программного комплекса с простым и понятным интерфейсом, не требующего длительного обучения сотрудников, была успешно реализована разработчиками российской компании «ИнжПроектСтрой».

Программный комплекс MalininSoft на протяжении почти 15 лет помогает решать важные геотехнические задачи:

- расчеты ограждения котлована на прочность и устойчивость (задача для GeoWall);
- расчеты коэффициента устойчивости и оползневого давления откосов и склонов (задача для GeoStab);
- расчет осадок фундаментов (задача для GeoPlate);
- расчет влияния строительства на окружающие здания и сооружения (задача для Alterra).

Все программы основаны на использовании инженерных методик, которые достаточно хорошо зарекомендовали себя на практике, адекватно отражая механизм разрушения и деформирования грунтового массива.

Программы позволяют выполнять расчеты с применением практически всех типов ограждений, включая элементы, устроенные с помощью струйной цементации грунтов.

Одной из важных особенностей нашей работы является бесплатная техническая поддержка пользователей, от которых мы получаем новые пожелания и предложения по развитию программ, благодаря чему появляются новые интересные задачи по их дальнейшей разработке. ■

НОВЫЙ

GS

GeoStab

расчет
устойчивости
ОТКОСОВ

Российская программа

Malinin soft

- этапность проекта
- новые возможности анализа
- 3D визуализатор
- экспорт в DXF
- новый дизайн в темном и светлом оформлении

(342) 204-02-08

info@malininsoft.ru

www.malininsoft.ru

PROSTER®21:

ВОССОЗДАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ ТИПА «СВОДЫ МОНЬЕ»

И. В. НОСКОВ,
генеральный директор
ООО «НПО 22»



НАША ЖИЗНЬ ПОМЕНЯЛАСЬ. А ЗА МОЮ ЖИЗНЬ ОНА ПОМЕНЯЛАСЬ УЖЕ РАЗ ПЯТЬ. ИЗ НИХ ДВА РАЗА — ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДВА ГОДА. И ОБА РАЗА ПОКАЗАЛИ, ЧТО Я МАЛО ЗНАЮ СОБСТВЕННУЮ СТРАНУ. А ТО, ЧТО Я ВСЕ-ТАКИ В СВОЕЙ СТРАНЕ ЗНАЮ, ТРЕБУЕТ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ. РЕЧЬ, КОНЕЧНО, О ПАМЯТНИКАХ АРХИТЕКТУРЫ И ЗОНАХ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ, ТРАДИЦИОННО ЯВЛЯЮЩИХСЯ ЦЕНТРАМИ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПРИТЯЖЕНИЯ.

Для строителей, занимающихся капитальным ремонтом и реконструкцией, не секрет, что значительная часть перекрытий в зданиях, возведенных с третьей четверти XIX века до начала Первой мировой войны, выполнена в виде лучковых сводов из бетона, бутобетона и железобетона по стальным балкам, чаще называемых сводами Монье. То же название закрепилось и за более ранними сводчатыми перекрытиями, в которых заполнителем между балками был кирпич.

Воссоздание сводов Монье в том же виде и по той же технологии требует обучения отдельных высококвалифицированных бригад, загруженность которых будет крайне неравномерной при нынешних циклах согласования и выделения финансирования. Поэтому Научно-производственным объединением 22 разработана и успешно применена технологическая схема замены/восстановления сводов Монье с использованием стальной несъемной опалубки Proster®21.

Суть идеи заключается в том, что такая опалубка, жесткая в поперечном направлении, легко гнется в продольном. Это позволяет повторить кривизну свода между балками без перерасхода фанеры и с применением традиционной стоечно-балочной системы, не требующей переподготовки персонала.

Впервые своды Монье по данной технологии были воссозданы при реконструкции в Москве здания Литературного института им. А. М. Горького (Тверской бульвар, 25).

Работы производятся в такой последовательности:

- шаг 1 — устанавливаются телескопические стойки;
- шаг 2 — устанавливаются балки (рис. 1);
- шаг 3 — устанавливаются кружала, которые изготавливаются из низкосортной фанеры в построечных условиях (рис. 2); применять дорогие ламинированные сорта нет смысла — шаг балок и кривизна свода в большинстве случаев индивидуальны и повторное приме-

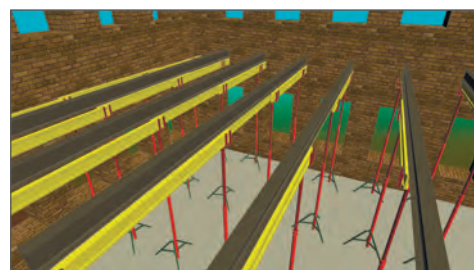


Рис. 1. Установка стоечно-балочной системы

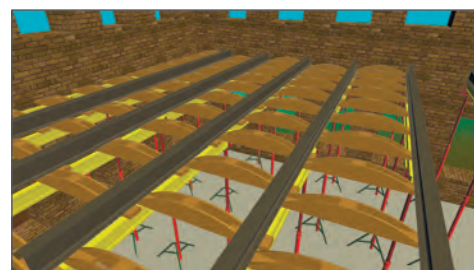


Рис. 2. Установка кружал



Рис. 3. Монтаж опалубки Proster®21



Рис. 4. Итоговая поверхность бетонного свода

нение кружал на других объектах вряд ли будет возможно;

- шаг 4 — к кружалам крепится Proster®21 ребром жесткости внутрь перекрытия; для фиксации в проектное положение достаточно строительного степлера (рис. 3);
- шаг 5 — выполняется армирование (при наличии в проекте);
- шаг 6 — конструкция бетонируется; итоговая поверхность бетонного свода снизу после набора прочности готова для оштукатуривания или облицовки клинкерной плиткой (рис. 4).

Наиболее часто возникают вопросы — не вызовет ли потерь бетона и снижения прочности наличие в структуре опалубки ячеистых участков?

Практическое применение в течение пяти лет однозначно говорит о том, что при бетонировании составами с подвижностью П4 потери через ячейки не превышают нормативных 1,5–2%. При горизонтальном бетонировании загрязнение нижних горизонтов потеками бетона остается на том же уровне, что при использовании фанерной палубы.

Что же касается прочности — испытания, проведенные нами в ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, показали, что применение опалубки Proster®21 в горизонтальных конструкциях увеличивает их несущую способность до 30%, а образование первых трещин происходит в 1,85 раза позже в сравнении с конструкциями, изготовленными в традиционной опалубке.

Таким образом, предлагаемая технологическая схема позволяет:

- сократить срок работ за счет применения типового решения для уникальных объектов;
- повысить качество и несущую способность возводимых перекрытий;
- увеличить срок эксплуатации перекрытий;

СПРАВКА



«Усадьба Яковлева», одна из самых знаменитых московских дворянских усадеб, изначально принадлежала тайному советнику обер-прокурору Святейшего Синода А. А. Яковлеву. Главный дом был построен в начале XIX века и включил в себя здание XVIII столетия.

В середине XIX века хозяином усадьбы становится дипломат Д. Н. Свербеев. В его доме по пятницам собирался литературный салон, который считался центром культурной жизни Москвы.

В 1920-е гг. в усадьбе Яковлева возобновляется бурная жизнь. Вновь, как и 60 лет назад, дом становится одним из литературных центров Москвы.

В 1933 году по инициативе А. М. Горького был основан Вечерний рабочий литературный университет Союза писателей. В 1936 учебное заведение переименовали в Литературный институт им. А. М. Горького.

- снизить затраты на логистику и внутривозрадный транспорт;

- повысить количество объектов культурно-исторического значения и туристическую привлекательность России для соотечественников и наших гостей.

Научно-производственное объединение 22 готово поставить опалубку Proster®21 и принять организационно-техническое участие в ваших проектах, сохраняющих историю России.

НПО 22

ООО «НПО 22»

Тел.: +7(495)409-36-34

Моб./WhatsApp/Telegram: +7 905 762 8394

E-mail: noskov@npo22.com

proster21.ru

О ЗАДАЧАХ И ДОСТИЖЕНИЯХ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ И ГЕОТЕХНИКИ

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ СТТ EXPO 25-26 МАЯ СОСТОЯЛАСЬ IX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ». ОРГАНИЗАТОР МЕРОПРИЯТИЯ — МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ. БОЛЬШОЕ ВНИМАНИЕ БЫЛО УДЕЛЕНО, В ЧАСТНОСТИ, ГИДРОИЗОЛЯЦИИ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ВОПРОСАМ ГЕОТЕХНИКИ, А ТАКЖЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ.

Генеральным спонсором мероприятия выступила компания «СИНЕРГО», спонсорами — ГК Malinin group и НПО «ГеоСпецТехнология». Официальную поддержку конференции оказали дирекция выставки СТТ Экспо и АО «НИЦ «Строительство».

НОВОЕ В ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Одной из актуальных проблем подземных конструкций остаются протечки. Руководитель направления компании «СИНЕРГО» Александр Сенчев презентовал эффективную гидроизоляционную мембрану «Синосил 200» на основе этиленвинилацетата. Это гидроизоляция методом сухого торкретирования с использованием порошка полимерного материала EVA. Среди преимуществ применения специалист отметил простоту и удобство нанесения, пожаробезопасность напыления и отсутствие резких и неприятных запахов. Использовать мембрану можно для выполнения гидроизоляции фундаментов, подземных строений и выработок, имеющих сложное геометрическое строение, при использовании в качестве замены листовых гидроизоляционных мембран, как альтернативу наплавляемых изоляционных систем и при строительстве и реконструкции авто- и железнодорожных тоннелей, подземных переходов.

Старший научный сотрудник, главный специалист отдела научно-технического сопровождения строительства АО «Мосинжпроект» Тенгиз Кобидзе представил доклад (подготовленный совместно с руководителем отдела Дмитрием Конюховым) об инновационных гидроизоляционных системах для надежной, ремонтпригодной защиты фундамента, а также рассказал о нормативных нововведениях и их реализации.



В последней редакции СП 120.13330.2012 (с изменениями 1,2,3,4) в п. 5.6.3.17; 5.6.3.18; 5.6.3.24 раздела «Гидроизоляция обделок» внесены дополнения, требующие необходимость нанесения гидроизоляционного покрытия адгезионного крепления непосредственно на наружных поверхностях возведенных ограждающих конструкций тоннельных обделок, в том числе отличающихся отсутствием доступа для выполнения гидроизоляционных работ с применением традиционных материалов (наплавляемые рулонные материалы и напыляемые полимерные составы). Это гарантирует повышение надежности, долговечности и ремонтпригодности гидроизоляции и безопасности подземных сооружений.

Для удовлетворения на практике нового требования для подземных сооружений транспортного назначения отечественными и зарубежными специалистами разработаны так называемые предустановливаемые гидроизоляционные листовые материалы, которые, в отличие от традиционных, обладают способностью обеспечивать сплошное нормативное адгезионное сцепление с «недоступной»



наружной изолируемой поверхностью свежееотформованных ограждающих конструкций железобетонных обделок, уложенных методом монолитного бетонирования на поверхность заранее смонтированного ковра из гидроизоляционных материалов данного типа.

В Мосинжпроекте, в частности, исследовались решения с применением рулонов из битумно-полимерного композита, модифицированной ПВХ-мембраны HydroProtect и напыляемых составов с двухсторонней адгезией.

О гидроизоляционной ПВХ-мембране с адгезией к свежееуложенному бетону участникам конференции рассказала руководитель проекта компании «Гидропротект» Татьяна Слободкина. Такое технологическое решение представляет собой двухслойную рулонную прозрачную мембрану на основе модифицированного ПВХ и нетканого материала, изготовленного по технологии FiderTex, прочно соединенного с мембраной методом экструзии. Эксперт отметила, что мембрана предназначена для гидроизоляции конструкций, включая геометрически сложные формы, используется при строительстве транспортных тоннелей и метрополитенов, гидротехнических сооружений, подземных объектов гражданского и специального назначения.

СВАЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Никита Овчинников, руководитель проекта пермской компании «ГеоСпецТехнология», поддержавшей мероприятие как спонсор, выступил с докладом «Опыт применения винтовой штанги «ГСТ» в области подземного строительства». По словам эксперта, актуальность разработанного решения высока в связи с тем, что в условиях непрекращающейся урбанизации все чаще возникают задачи по возведению глубоких котлованов в условиях плотной и далее уплотняемой городской застройке.

Винтовые штанги «ГСТ» и комплектующие элементы к ним предназначены для устройства грунтовых анкеров, свай, нагелей и других временных и постоянных геотехнических конструкций, применяемых в различных областях промышленного, гражданского, транспортного, гидротехнического и подземного строительства, а также горной промышленности.

Есть уже и примеры эффективного использования такого решения. В рамках реализации федерального проекта «Здравоохранение» сейчас осуществляется строительство хирургического комплекса Воронежского областного клинического онкологического диспансера, который будет иметь свою подземную автостоянку на 300 мест. Глубина построенного котлована доходила до 15 м. Устойчивость ограждения обеспечивалась путем устройства грунтовых анкеров, армированных винтовой штангой «ГСТ». Каждый из них был испытан выдер-

УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ» ПРИНЯЛО ОКОЛО 120 ЭКСПЕРТОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ. СРЕДИ НИХ — ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПРОЕКТНЫХ ИНСТИТУТОВ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ, ПРОМЫШЛЕННЫХ И ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ, ГЕНПОДРЯДЧИКОВ И СУБПОДРЯДЧИКОВ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТРУКТУР. ДОКЛАДЫ И ПРЕЗЕНТАЦИИ ОСВЕЩАЛИ КАК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ, ТАК И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ.

живающей нагрузкой. Для контроля изменения усилий в грунтовых анкерах в процессе откопки котлована устанавливались специальные датчики. Разработанное инженерами группы компаний «ГСТ» проектное решение обеспечило безопасность зданий и сооружений окружающей застройки. В процессе разработки котлована ни одна винтовая штанга «ГСТ» не вышла из строя.

Анкерное крепление винтовой штангой «ГСТ» также было устроено на берегу Балтийского моря для обеспечения устойчивости оползнеопасного склона, безопасности строительства и дальнейшей эксплуатации строящихся объектов. Большой перепад высот, переслаивание глинистых и песчаных грунтов привели к тому, что расчетные нагрузки на грунтовые анкера превышали 1000 кН. Для обеспечения надежности анкеров-



ного крепления и всей конструкции в целом были применены винтовые штанги «ГСТ» с нагрузкой на пределе текучести ~2000 кН. По результатам полевых пробных, контрольных и приемочных испытаний качество и надежность решения были подтверждены.

Близкую тему в своем докладе «Учет работы свай по боковой поверхности в скальных грунтах» поднял ведущий научный сотрудник НИИОСП им. Н. М. Герсеева АО «НИЦ «Строительство» Рафаэль Шарафутдинов. Он проанализировал требования действующих норм по соответствующим расчетам и полевые методы определения надежности реализуемых решений. Эксперт, в том числе, рассказал о несущей способности свай в скальных грунтах при строительстве высотных зданий в Москве, Екатеринбурге, а также о подобном международном опыте.

По тематике прозвучало и еще одно содержательное выступление — генеральный директор ООО «ОЗИС-Венчур» Алексей Улыбин рассказал о разработке предварительного национального стандарта (ПНСТ) «Сваи. Сейсмоакустический метод контроля длины и сплошности».

О ГЕОТЕХНИКЕ И ГЕОФИЗИКЕ

Руководитель проекта управления нормирования и стандартизации в строительстве ФАУ «ФЦС» Андрей Сосков рассказал о совершенствовании нормативно-технического регулирования в области геотехники. В ходе презентации он затронул позитивные аспекты Постановления Правительства РФ «О внесении изменений в правила разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил», которое вступило в силу с 24.07.2021. Благодаря принятому документу, в частности, произошло сокращение ряда избыточных требований. Кроме того, эксперт отметил перспективные направле-



ния совершенствования техрегулирования строительной отрасли и представил новую конфигурацию управления нормирования и стандартизации ФЦС.

Научно-технический консультант Международной ассоциации фундаментостроителей Игорь Гольдфельд рассказал о натурализации эффекта «золотого сечения» в геотехнике: от грунтового образца до планеты Земля в целом. Следуя такому принципу, по убеждению эксперта, можно значительно улучшить и упростить процесс фундаментостроения.

С докладом «Направления развития нормативной регламентации применения методов «технической геофизики» выступил заместитель заведующего лабораторией свайных фундаментов НИИОСП им. Н. М. Герсеева АО «НИЦ «Строительство» Алексей Чуркин.

По словам эксперта, рост объемов инженерно-геофизических исследований в рамках комплекса изысканий, сопровождающих капитальное строительство — восходящий тренд последних десятилетий.

Актуальная проблема повышения достоверности получаемых при этом выводов требует решения ряда задач:

- развитие базы нормативной регламентации исследований;
- отлаживание процесса подготовки новых кадров для отрасли, а также организация системы проверки и повышения квалификации действующих кадров;
- расширение метрологического контроля применяемой геофизической аппаратуры.

Экспертом предложен и комплекс возможных мер для решения актуальных вопросов:

- разработка документов уровня ГОСТ/ГОСТ Р на использование прошедших подробную апробацию методик;
- разработка координирующего документа уровня СП, выполняющего вспомогательную функцию для проектных и изыскательских организаций при определении состава геофизических исследований;

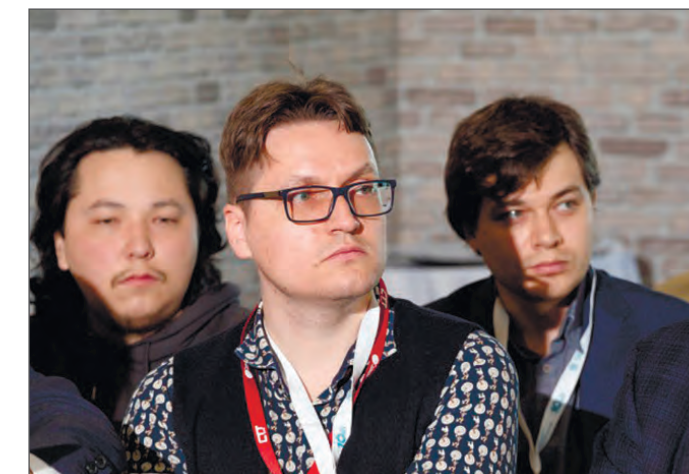


- разработка и развитие документов уровня методических руководств для методик, плохо поддающихся подробной стандартизации или находящихся на этапе апробации;

- формирование учебных курсов для обучающихся по программам строительных и геологических специальностей;
- создание программ повышения квалификации.

ДРУГИЕ АКТУАЛЬНЫЕ ТЕМЫ

От пермской Группы компаний Malinin group, одного из спонсоров мероприятия, был представлен доклад «Критический анализ положений СП 45.13330.2017 «СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты»». Руководитель проектного отдела Игорь Салмин рассказал об отклонении скважин от вертикали при контроле качества при выполнении работ по струйной цементации. Слушателям были представлены



и практические выводы, которые можно использовать при строительстве. Выступление продолжил директор Malinin group Алексей Малинин докладом «Технологические особенности струйной цементации грунта». И, надо отметить, активность «пермской школы» на конференции этим не ограничилась. Руководитель проектов АО «Нью Граунд» Светлана Рубцова выступила по теме «Использование технологии струйной цементации (Jet grouting) в промышленном и гражданском строительстве».

Развивая тематику, позицию отечественной науки представил ведущий инженер кафедры геотехники Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета Филипп Калач в докладе «Особенности технологии стабилизация слабых грунтов в основании исторических зданий с использованием инъекционных материалов в режиме пропитки».

Наконец, без внимания не остался и крупнейший на сегодняшний день дорожно-строительный проект России. Андрея Козлова, Начальник нормативно-технического отдела компании «Автомобиль-Инжиниринг» Андрей Козлов рассказал о контроле качества выполнения инженерных изысканий для строительства скоростной автомобильной дороги М-12 от Москвы до Казани (доклад опубликован в №102 журнала «Дороги. Инновации в строительстве»).

Как отмечают организаторы конференции, все выступления вызвали живой интерес, а подчас и жаркие дискуссии. Участники при этом отметили высокий профессиональный уровень мероприятия, хорошо составленную деловую программу и прикладной характер докладов, ориентированный на конкретные и актуальные отраслевые проблемы.

По материалам Международной ассоциации фундаментостроителей