

Подземные горизонты

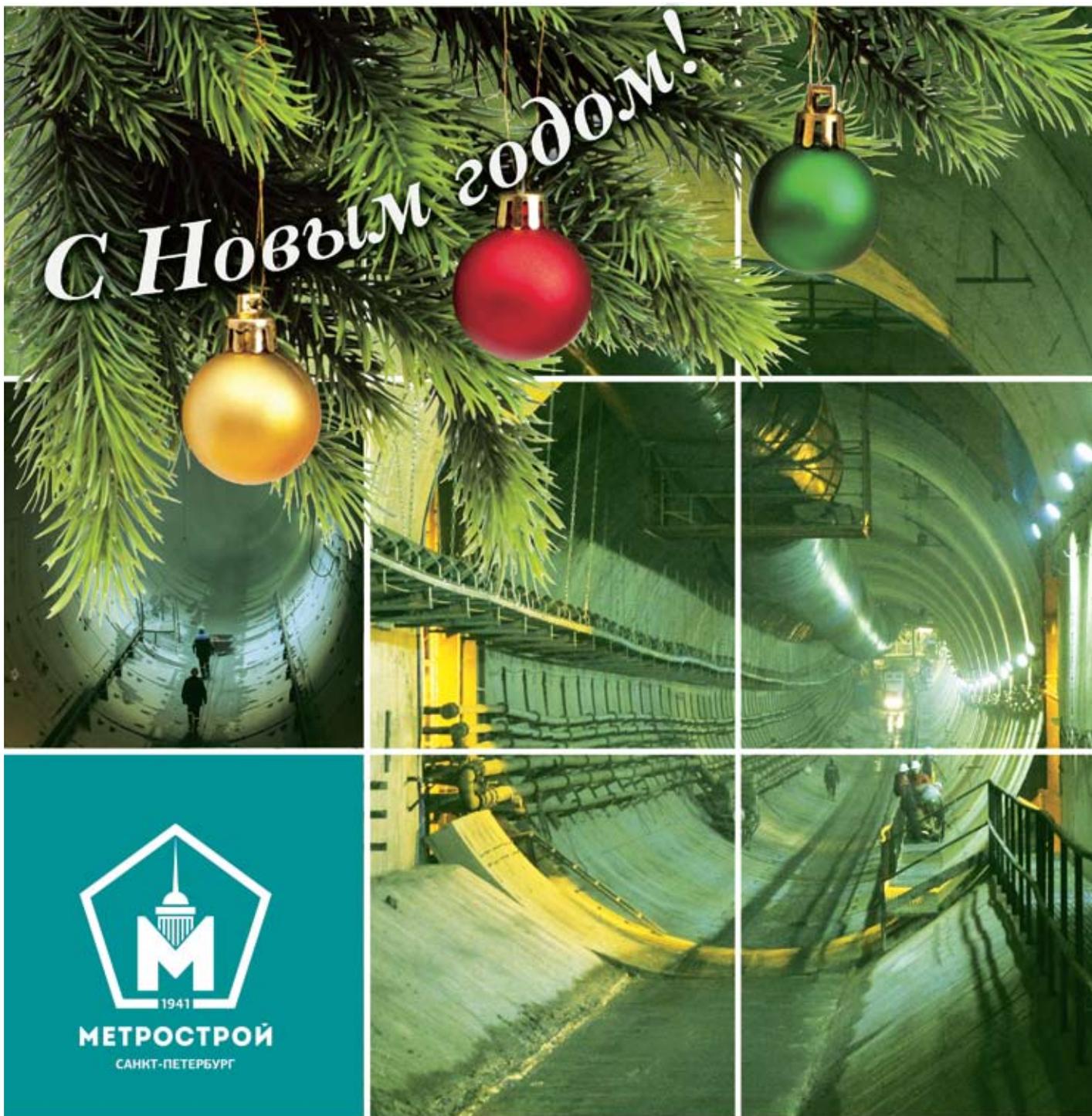
Underground Horizons

Октябрь—
декабрь

№14—15

2017

www.techinform-press.ru



Саморегулируемые организации Ассоциации «Объединение подземных строителей» и «ОПС-Проект» объединяют в своем составе компании, выполняющие работы в области метростроения, мостового и дорожного строительства, проектирования подземных сооружений и уникальных объектов.

Преимущества вступления в СРО А «Объединение подземных строителей» и СРО А «ОПС-Проект»



НАДЕЖНЫЕ КОМПАНИИ

За время существования Ассоциаций ни разу не осуществлялись выплаты из компенсационных фондов. Строгий отбор надежных компаний в реестр членов СРО служит гарантией сохранения компенсационного фонда



ЮРИДИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ

Ассоциации неукоснительно выполняют все требования законодательства и проводят большую работу по подготовке методических документов



ФИНАНСОВАЯ ПРОЗРАЧНОСТЬ

В Ассоциациях принята прозрачная система формирования членских взносов – нет скрытых платежей и скрытых условий



ОПЫТНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ

Компетентные сотрудники работают в Ассоциациях с самого начала становления института саморегулирования в проектировании и строительстве



ОПЕРАТОР НАЦИОНАЛЬНОГО РЕЕСТРА

Организации рекомендованы НОСТРОЙ и НОПРИЗ в качестве операторов Национального реестра и оказывают помощь своим организациям по внесению специалистов

К НОВЫМ ГОРИЗОНТАМ!



Страна активно готовится к наступлению Нового года. Улицы городов украшены гирляндами ярких огней, всеми цветами радуги переливаются витрины многочисленных магазинов, на шумных площадях гордо красуются величественные ели...

Наступающий год будет особенным для страны — России предстоит провести Чемпионат мира по футболу. В этой связи города, принимающие участников чемпионата, наряду с воз-

ведением и реконструкцией спортивных сооружений, готовят к приему многотысячной армии гостей и транспортную инфраструктуру. Так, в Петербурге к мундиалу откроется новая станция метро «Новокрестовская», ну а в целом предстоящий год для Северной столицы ознаменуется открытием еще четырех новых станций. В Нижнем Новгороде, где пройдут матчи одной восьмой и четвертьфинала, в канун чемпионата также будет пущена в эксплуатацию новая станция «Стрелка».

Говоря о развитии подземки, нельзя не упомянуть и о Москве, где строительство ведется поистине со столичным размахом. Только в 2018 году в Первопрестольной планируется ввести в эксплуатацию 16 новых станций и 37 километров линий метрополитена. О таких темпах метрополитены региональных городов-миллионников даже и не мечтают! О сдерживающих факторах развития метрополитенов России на страницах номера рассказывает генеральный директор «Красноярскметропроект» Вячеслав Медяник.

В очередной раз в предстоящем году на тематической конференции в Оренбурге встретятся члены МАС ГНБ, единству и сплоченности которых могут позавидовать многие некоммерческие партнерства, а в феврале ассоциация приглашает в Казань операторов ГНБ на обучающий семинар. Среди участников будет и наш журнал.

Ну и, конечно же, в новом году нас ждут очередные выборы Президента РФ — событие волнительное, но предсказуемое. Будем надеяться, что предвыборный марафон пройдет в спокойной, деловой обстановке и никакие внешние факторы не повлияют на его исход.

Итак, вперед, к новым рубежам и новым горизонтам!

С Новым годом!

*С новогодними пожеланиями добра и исполнения желаний,
главный редактор журнала Регина Фомина*

Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер:

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

№14–15 октябрь — декабрь/2017

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 «Информационное агентство «ТехИнформ»**

Генеральный директор **Регина Фомина**

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор

Регина Фомина (info@techinform-press.ru)

Заместитель главного редактора

Сергей Зубарев (redactor@techinform-press.ru)

Дизайнер, бильд-редактор

Лидия Шундалова (art@techinform-press.ru)

Руководитель службы информации

Илья Безручко (bezruchko@techinform-press.ru)

Перевод **Тамары Невлевой**

Корректор **Мила Дмитриева**

Руководитель отдела стратегических проектов

Людмила Алексеева (editor@techinform-press.ru)

Руководитель службы рекламы,

маркетинга и выставочной деятельности

Нелля Кокина (roads@techinform-press.ru)

Руководитель отдела подписки и распространения

Нина Бочкова (public@techinform-press.ru)

Отдел маркетинга:

Ирина Голоухова (market@techinform-press.ru)

Полина Богданова (post@techinform-press.ru)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

В.Н. Александров, генеральный директор ОАО «Метрострой»

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

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

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

С.В. Кидяев, генеральный директор АО «Объединение «ИНГЕОКОМ»

А.С. Кириллов, генеральный директор ООО «ГНБ-Лидер»

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

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

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

Е.В. Щекудов, к.т.н., директор филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

Адрес редакции: 192007, Санкт-Петербург,

ул. Тамбовская, д. 8, лит. Б, оф. 35

Тел./факс: (812) 490-47-65; (812) 905-94-36

office@techinform-press.ru

www.techinform-press.ru

Установочный тираж 8 тыс. экз. Цена свободная.

Подписано в печать: 22.12.2017

Заказ №

Отпечатано в ООО «АКЦЕНТ типография», 194044, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., д. 60, лит. И

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

(812) 490-47-65 и на сайте www.techinform-press.ru

Содержание / Contents



Стр. 4-5



Стр. 6-7



Стр. 8-10



Стр. 12-14



Стр. 16-19



Стр. 20-22



Стр. 24-27

- 4 Бизнес-калейдоскоп
Business events Kaleidoscope

С места событий / Field Coverage

- 6 Итоги года и новые идеи комитета
НОСТРОЙ
NOSTROY Committee's Annual
Performance and New Ideas
- 8 Метростроевцы страны, объединяйтесь!
Underground workers of the country, unite!

Экспертное мнение / Expert Opinion

- 12 Лев Маковский о научной основе
надежных тоннелей
Lev Makovsky on scientific concept of
reliable tunnels
- 16 Л. В. Маковский, В. В. Кравченко.
Решение городских автотранспортных
проблем с использованием
подземного пространства
L. V. Makovsky, V. V. Kravchenko.
Solving urban motor transport problems
by using underground space

- 20 Е. В. Щекудов. Подготовка
транспорта Москвы к ЧМ-2018
и развитие метрополитена
E. V. Shchekudov. Preparation of the
Moscow's transport to the World Cup
2018 and the underground development

- 24 С. А. Гужов, О. Д. Ивлиева. Модели
внебюджетного финансирования
метрополитена
S. A. Guzhov, O. D. Ivlieva. Underground
Off-Budget Funding Models

Исследования / Research works

- 28 Д. С. Конюхов, С. А. Казаченко.
О проблеме сходимости результатов



Стр. 28-31



Стр. 33-35



Стр. 36-38



Стр. 40
Р. 41



Стр. 42-43
Р. 44-45



Стр. 46-48

геотехнических расчетов с данными
мониторинга
D. S. Konyukhov, S. A. Kazachenko.
On the problem of convergence of
geotechnical calculation data with
monitoring data

- 33 С. С. Зуев, О. А. Маковецкий.
Технологические деформации
основания зданий при устройстве
грунтобетонных элементов
S. S. Zuev, O. A. Makovetsky.
Technological Deformations of Building
Foundations when Soil & Concrete
Elements are Mounted

Мировой опыт / International Practices

- 36 Й. Хеннинг. Строительство крупных
автомобильных тоннелей в черте
городов на примере Австралии
J. Henning. Construction of large road
tunnels in urban areas using the example
of Australia
- 40 Использование цифровой стратегии
при строительстве тоннеля Thames
Tideway Tunnel
- 41 The Thames Tideway Tunnel Benefits
from a Digital Strategy

- 42 П. Луарди. Управление деформацией
экструзии лба забоя как средство
стабилизации тоннельной выработки
- 44 P. Lunardi. Extrusion control of the
ground core at the tunnel excavation face
as a stabilisation instrument for the cavity

Тоннели / Tunnels

- 46 В. А. Гарбер. АСУ для транспортных
тоннелей
V.A. Garber. CAM systems for transport
tunnels



Стр. 49–51

- 49 Байкальский тоннель — новые возможности БАМа (интервью с В. Э. Гартигом)
Baikalsky tunnel: new possibilities of the BAM

**Исторические экскурсии /
Historical essays**



Стр. 52–55

- 52 Г. С. Бузов, А. Н. Семенов.
Достижения советской науки в освоении подземного пространства
G. S. Buzov, A. N. Semenov.
Achievements of Soviet science in the development of underground space

Метрополитены / Subway



Стр. 56–58

- 56 В. Е. Меркин. Современные технологии в отечественном метростроении
V. E. Merkin. Modern technologies in domestic metro-building



Стр. 59–61

- 59 Станций — десять,
Мосметрострой — один
Ten stations, the only Moscow
Underground Construction Company

- 62 Николай Александров: «Пусковой период — жаркая пора»
(ОАО «Метрострой»)
Nikolay Alexandrov: “Startup period is a busy time”



Стр. 62–64

- 65 Н. В. Александров, А. Ю. Старков.
Сооружение двухпутного тоннеля
Невско-Василеостровской линии
Петербургского метрополитена
N. V. Aleksandrov, A. Yu. Starkov.
Construction of a double-track
tunnel of the St. Petersburg Metro
Nevsko-Vasileostrovskaya line



Стр. 65–67

- 68 С. Ю. Чумаков. Особенности монтажа и демонтажа ТПМК S-782 в условиях Санкт-Петербурга



Стр. 68–69



Стр. 70–73



Стр. 74–77

- S. Yu. Chumakov. Specifics of installation and dismantling of TBM S-782 in the conditions of St. Petersburg

- 70 Современные задачи петербургской подземки (интервью с А. Г. Фурсой)
St. Petersburg Subway Current Tasks

- 74 В. С. Медяник. О сдерживающих факторах развития метрополитенов России
V. S. Medianik. On the factors inhibiting the metro development in Russia

**Строительный практикум /
Workshop for building**



Стр. 78–80

- 78 Bautrade: решения, преобразующие пространство (интервью с А. Иналовым)
Bautrade: materials transforming space



Стр. 82–85

- 82 А. С. Данилов, Н. Ш. Шихмагомедов, А. Л. Крайцер, Г. З. Костыря, Г. С. Кони́х, Е. С. Любимов.
Технология бетонирования вертикального турбинного водовода Зарамагской ГЭС-1
A. S. Danilov, N. S. Shikmagomedov, A. L. Kraysler, G. Z. Kostyrya, G. S. Konikh, E. S. Lyubimov.
Technology of the placement of concrete of the vertical penstock of Zaramagskaya HPP-1



Стр. 86–88

**Бестраншейные технологии /
Trenchless Technologies**

- 86 Подольский юбилей и водоснабжение без траншей (интервью с М. Р. Фатхутдиновым)
Podolsk Anniversary and Water Supply without Trenches



Стр. 90–92

- 90 Подземные горизонты петербургского Водоканала
Underground horizons of Vodokanal of St. Petersburg

В Северной столице открылся российский завод BASF

В октябре в Санкт-Петербурге открылось предприятие международного концерна BASF по производству строительной химии. На новом заводе введены в строй три линии, выпускающие, соответственно, добавки в бетон, бесщелочные ускорители схватывания бетона и материалы для смазки тоннелепроходческих щитов. Номенклатуру предприятия составляет целый ряд инновационных решений, разработанных и запущенных в производство в 2016–2017 гг.



На заводе выпускается вся линейка добавок в бетон — на базе лигносульфонатов и нафталинсульфонатов, на основе эфиров поликарбоксилатов и, наконец, последних разработок концерна — эфиров полиариллов, не имеющих аналогов в России. Новое производство также позволило BASF на 100% локализовать выпуск бесщелочных ускорителей схватывания бетона и материалов для смазки тоннелепроходческих щитов.

«Открытие нового производства позволит полностью удовлетворить имеющийся высокий спрос на добавки в бетон в Северо-Западном регионе, — отмечает генеральный директор компании «БАСФ Строительные системы» Сергей Ветлов. — Материалы для подземного строительства востребованы на крупнейших горнодобывающих предприятиях Северо-Западного региона, Сибирского, Уральского и Приволжского федеральных округов. Благодаря оптимизации логистических цепочек стоимость этой

продукции станет более привлекательной для потребителя, а время доставки существенно уменьшится».

По словам Сергея Ветлова, заводская линия по выпуску материалов для смазки тоннелепроходческих щитов имеет также мощный экспортный потенциал. После удовлетворения потребностей местных компаний предполагается наладить поставку продукции за рубеж. Эта перспектива рассматривалась изначально, и логистические возможности Санкт-Петербурга в плане морских грузоперевозок повлияли на выбор региона для строительства завода.

Объем инвестиций в новое производство на данном этапе составил около 5 млн евро. Для обеспечения высокого уровня качества, соответствующего российским и европейским стандартам, на заводе имеется собственная лаборатория. Кроме того, здесь открыт центр разработок, где будут создаваться новые продукты, в том числе подбираться составы под требования конкретного региона.

На конкурсе НОПРИЗ наградили «Саларьево»



29 ноября Национальное объединение изыскателей и проектировщиков наградило победителей своего профессионального конкурса на лучший инновационный проект 2017 года. Общее число принятых заявок составило 362 по 16 номинациям. На звание «Лучший проект инженерной и транспортной инфраструктуры» претендовали 19 объектов.



Первое место в этой номинации присуждено АО «Институт «Стройпроект» за Западный скоростной диаметр в Санкт-Петербурге. Подземщики завоевали «серебро»: наградой отмечена станция метро «Саларьево» Сокольнической линии Московского метрополитена, заказчиком-генподрядчиком и генпроектировщиком которой является АО «Мосинжпроект».

Напомним, на первом конкурсе НОПРИЗ в 2015 году по номинации «Лучший проект инженерной и транспортной инфраструктуры» были отмечены два объекта подземного строительства. Второе место поделили ООО «ПКБ «Инжпроект» (за станцию «Тропарево» Сокольнической линии Московского метрополитена) и ФГУП «Управление строительства № 30» (за Юкспорский тоннель №2 в Кировске Мурманской области).

В 2016 году в аналогичной номинации «серебро» завоевал проект «Межтерминальный переход в аэропорту Шереметьево», представленный АО «МАШ». А вторая линия метрополитена в Екатеринбурге (ОАО «Уралги-

протранс») заняла первое место в номинации «Лучшая концепция нереализованного проекта».

Призер этого года станция «Саларьево» при своем открытии стала 200-й в столичной подземке и второй на территории Новой Москвы. Жители отдаленного района получили возможность всего за полчаса добраться до центра города. Ежедневный пассажиропоток «Саларьево» составляет около 24 тыс. человек. Что касается проектных решений, то интерьеры станции выполнены в стиле конструктивизма. Стены, потолок, колонны и пол разбиты на условные квадраты разного цвета, в том числе сделаны витражи из цветного стекла.

Кстати, «Саларьево» также стало победителем московского конкурса «Лучший реализованный проект в области строительства 2016 года» среди объектов метрополитена и железнодорожного транспорта. Сейчас на базе станции продолжается формирование транспортно-пересадочного узла.

На ТПУ «Рязанская» появится подземный вокзал

Заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин 16 декабря сообщил, что подземный вокзал в составе транспортно-пересадочного узла (ТПУ) «Рязанская» будет построен до конца 2018 года. Сейчас идет активное строительство распределительного уровня площадью около 7 тыс. м², который соединит станцию «Нижегородская» Кожуховской линии и Третьего пересадочного контура (ТПК) со станцией «Нижегородская» Московского центрального кольца (МЦК).

Как уточнил руководитель столичного Стройкомплеса, под землей расположится единый распределительный зал с билетными кассами, залом ожидания и пассажирским терминалом.

В 2018 году заодно планируется построить технологическую часть ТПУ — зону пересадки с метро на общественный транспорт и связи с платформой «Карачарово», а также торговые площади в составе ТПУ. Завершить строительство остальных объектов (комплекс офисов и апартаментов) предполагается в течение 3–4 лет.

«ТПУ «Рязанская» будет одним из крупнейших транспортно-пересадочных узлов в Москве, — подчер-

кнул Марат Хуснуллин. — Его пассажиропоток в часы пик будет достигать 90 тыс. человек».

Для связи ТПУ «Рязанская» с Третьим транспортным кольцом (ТТК) также будет построена новая 4-полосная дорога. На данный момент по ней готовится предпроектная документация. Торги на определение подрядчика по строительству дороги планируется провести в начале 2019 года.

Уточним, что транспортно-пересадочные узлы, в зависимости от потребностей жителей каждого конкретного района могут быть плоскостными (с перехватывающими парковками) или капитальными (с сопутствующими объектами социальной и коммерческой недвижимости). Капитальные ТПУ, соответственно, обеспечат дополнительные рабочие места вблизи пересечения транспортных потоков, что, в свою очередь, позволит сократить маятниковую миграцию и создать новые центры притяжения городской жизни в непосредственной близости от станций метро и МЦК.

Всего в столице до 2020 года планируется построить более 250 ТПУ. Сейчас разрабатывается документация по 134 капитальным узлам. 55 ТПУ предполагается построить за счет средств города.



NOSTROY Committee for Underground Space Development is headed by senior executives from St. Petersburg, Vadim Alexandrov (Chairman) and Sergey Alpatov (his deputy). Thus, most meetings are held in the Northern capital. St. Petersburg State Railway Engineering University was chosen as a venue for one of them. On December 8, the underground space developers summarized the current year performance and discussed the plans for the future.

Игорь ПАВЛОВ

ИТОГИ ГОДА И НОВЫЕ ИДЕИ КОМИТЕТА НОСТРОЙ

Комитет по освоению подземного пространства НОСТРОЙ, как известно, возглавляют петербуржцы — Вадим Александров (председатель) и Сергей Алпатов (его заместитель). Поэтому и большинство заседаний проходит в Северной столице. Местом проведения очередного из них стал Петербургский государственный университет путей сообщения — один из ведущих вузов страны, готовящий специалистов для подземного и транспортного строительства. 8 декабря подземные строители подвели здесь итоги уходящего года и обсудили планы на будущий.

В рамках встречи, помимо отчета по основным направлениям деятельности Комитета, были рассмотрены проблемы подготовки и повышения квалификации специалистов в области подземного строительства, утвержден проект резолюции Всероссийского совещания по развитию метрополитенов, обсуждены перспективы работы по популяризации идей комплексного освоения городского подземного пространства в СМИ и на специализированном информационном портале «Подземный эксперт». В целом в повестке дня значилось десять вопросов.

Председательствовал специальный представитель губернатора Санкт-Петербурга по метростроению и освоению подземного пространства Вадим Александров, ранее более четверти века возглавлявший петербургский Метрострой. Открывая заседание, он подчеркнул, что сегодня государственная власть выражает готовность к диалогу с профессиональным сообществом, прислушивается к мнению специалистов по актуальным вопросам развития городской среды.

С отчетным докладом выступил Сергей Алпатов. Он отметил, что Комитет сейчас

сотрудничает практически со всеми общественными организациями страны, которые так или иначе связаны с освоением подземного пространства. При этом на сегодняшний день взят курс на более тесное взаимодействие с Тоннельной ассоциацией России.

Помимо двух заседаний Комитета, прошедших в традиционном формате, в уходящем году особо интересным стало организованное им Всероссийское совещание по развитию метрополитенов в Красноярске, где одним из главных вопросов было привлечение инвестиций в метростроение.

Докладчик также отметил большую работу по формированию новых адекватных расценок по бестраншейным технологиям, проведенную на базе Международной ассоциации специалистов горизонтального направленного бурения (МАС ГНБ). «А просто суперподарок к концу года — это приказ главы Минстроя Михаила Меня по введению свода правил «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением», — эмоционально заявил Сергей Алпатов. — Документ разработан по инициативе нашего подкомитета «Бестраншейные технологии» на базе стандарта НОСТРОЙ, который мы с вами делали вместе».

О продолжении работы в этом направлении подробнее проинформировал председатель подкомитета и президент МАС ГНБ Александр Брейдбурд. В частности, в феврале нового года Ассоциация проведет всероссийские семинары «Практические аспекты внедрения новой федеральной системы ценообразования работ по технологии ГНБ на этапах проектирования и бестраншейного строительства подземных коммуникаций» и «Современное оборудование для высокоточного определения планово-высотного положения и 3D-картографирования подземных инженерных коммуникаций».

Сергей Алпатов также рассказал о дальнейшей стратегии деятельности Комитета и ближайших планах. По его словам, новый год не то чтобы должен стать переломным,

Хочу поздравить с наступающим Новым годом и поблагодарить всех участников Комитета за неформальную работу. На заседаниях, которые мы проводим на различных площадках, обсуждаются важнейшие отраслевые вопросы. Мы аккумулируем опыт, активно сотрудничаем с ведущими профессиональными организациями в России и за рубежом, а инициативы, разработанные в рамках Комитета, выносятся на уровень НОСТРОЙ и профильных государственных структур. В новый год мы входим с новыми идеями.



Сергей АЛПАТОВ,
заместитель председателя Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков

но необходимы некоторые новации. В самой системе саморегулирования, как известно, произошли большие изменения, связанные, в том числе, с выполнением работ по госзаказу. В связи с этим повышается ответственность членов СРО. Комитет, в частности, уже проводил по данным вопросам круглый стол, и работа будет продолжена. Еще одним новым трендом можно назвать идею о более тесном сотрудничестве с коллегами из стран СНГ.

Активизируется также конгрессно-выставочная деятельность Комитета. Предполагается проведение цикла выставок,

посвященных метростроению России, во всех городах, где действует или планируется к открытию метрополитен. Начнут, скорее всего, с Петербурга.

Далее Сергей Алпатов сообщил о формировании под эгидой Комитета российской делегации на XVI Всемирную конференцию Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов. АСУUS 2018 состоится в Гонконге — городе, ставшем одним из мировых лидеров по развитию экономики и технологий. Исходя из пожеланий россиян, Комитет готов разработать дополнительную программу, вплоть до организации эксклюзивных целевых экскурсий.

Подводя итоги встречи, Вадим Александров обозначил еще одну интересную перспективу, связанную с созданием петербургской общественной организации тоннельщиков: «Мы будем заниматься этим вопросом, чтобы, не разрушая, а поддерживая Тоннельную ассоциацию России, создать свое подразделение, которое будет работать с отдельным уставом и располагать собственными финансовыми возможностями».





This is probably how we could rephrase the 100-year-old slogan, calling for the union of a wide group of people on a professional basis. But now in Russia it is not about revolution but evolution. More precisely, about the change in the state's attitude to metro construction. Today, it is only in Moscow that the metro is built at an adequate level. At the same time, the professional community is fragmented. An attempt to unite underground workers from different cities was undertaken in Krasnoyarsk at the All-Russia Meeting on the Metro Development.

Илья БЕЗРУЧКО

МЕТРОСТРОЕВЦЫ СТРАНЫ, ОБЪЕДИНЯЙТЕСЬ!

Примерно так можно переиначить лозунг столетней давности, призывающий консолидироваться широкую группу людей, объединенных по профессиональному признаку. Но, в отличие от дел минувших, сейчас речь идет не о революции, а о необходимой эволюции. Точнее, об изменении отношения государства к метростроению в целом, потому как сегодня метрополитен в достаточном объеме строится лишь в одном городе страны. При этом профессиональное сообщество разобщено. Попытку объединить метростроителей из разных городов предприняло петербургское Объединение подземных строителей и проектировщиков. При его активном участии 21 сентября в Кrasноярске, в рамках выездного заседания Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ, состоялось Всероссийское совещание по развитию метрополитенов.

Красноярск типичный

История Красноярского метрополитена, пожалуй, лучше всего иллюстрирует проблемы отечественного метростроения. Планы по строительству подземки в городе появились в середине 80-х гг. прошлого века, к середине 90-х были выполнены изыскания, получены все согласования и проект прошел экспертизу. На рубеже нулевых даже началось строительство, которое продолжалось почти десять лет. За это время строители, с переменным успехом прошли более 3 км горных выработок и уже было приступили к сооружению станционных комплексов. Однако в 2009 году прекратилось федеральное финансирование, которое составляло порядка 80% от всех затрат, и строительные работы пришлось заморозить. Сейчас

местный бюджет ежегодно тратит порядка 70 млн рублей на содержание возведенных конструкций, чтобы сохранить их в более-менее пригодном состоянии.

Чтобы достроить первую линию Красноярского метро, по грубым подсчетам, необходимо потратить около 80 млрд рублей. Для сравнения: в марте руководитель столичного департамента строительства Андрей Бочкарев заявил, что на развитие подземки в 2017 году бюджетом Москвы предусмотрено 157 млрд рублей.

Если разобраться, то, помимо Первопрестольной, продолжать строить метро своими силами может себе позволить лишь Санкт-Петербург. Но без внешних финансовых вливаний темпы развития будут крайне низкими, что и наблюдается уже много лет. Если посмотреть на другие города, то новая



станция с перегонным тоннелем строится только в Нижнем Новгороде. При этом необходимо учитывать, что работы здесь ведутся в рамках подготовки транспортной инфраструктуры к Чемпионату мира по футболу 2018 года и на 50% финансируются государством. В других городах собственных средств на дорогостоящее подземное строительство нет.

Сила в единстве

Метростроение, учитывая всю его сложность и масштабность, следует считать отдельной подотраслью строительства. Но при этом единства в среде подземщиков нет. Сегодня большое число строителей и проектировщиков задействовано в Москве, но в условиях рыночной экономики они видят друг в друге больше конкурентов, нежели партнеров. Консолидировавшись вокруг одной структуры, Петербург стоит обособленно. Остальные представители метростроения разбросаны по крупным городам страны и в условиях упадка отрасли не испытывают острой необходимости в тесном контакте друг с другом.

Но объединяться надо! Год назад глава ГУММиДа (нижегородский заказчик строительства метро) Юрий Гаранин отметил, что государство должно озадачиться формированием целевой программы по метростроению в России. Но для этого регионы должны консолидироваться, совместно выработать предложение, направить его в правительство и пролоббировать его исполнение. Но пока — «каждый за себя», резюмировал чиновник. Говоря о перспективах строительства новых станций в Нижнем Новгороде, он упомянул грядущий юбилей города, благодаря чему губернатору, может быть, удастся получить федеральное финансирование на эти цели.

Печально, но приходится констатировать, что разобщенность профессионального сообщества отчасти подтвердило и совещание в Красноярске. Приехало всего около 40% от

заявленного числа участников. У некоторых приглашенных были уважительные причины, и коллеги передали извинения от их лица. При этом министры транспорта и строительства принимающего региона так и не нашли времени посетить мероприятие.

В то же время было много и позитивных моментов. Так, делегация из Челябинска, возглавляемая региональным замминистра строительства и инфраструктуры Виталием Передерием, оказалась более чем представительной и деятельной. Было видно, что челябинцев живо интересует тема развития метрополитена, и они рассматривают все возможности возобновления строительства подземки.

Инвестиционный потенциал

В разговорах о строительстве метро в центре внимания обычно оказываются деньги. Да, дело это не дешевое, но в итоге — выгодное для всех. Не стоит забывать, что транспорт является главным драйвером экономического роста территорий, особенно больших городов и агломераций. По словам Сергея Алпатова, в мегаполисах метрополитен является не только самым крупным перевозчиком пассажиров, но и выполняет градобразующую функцию, становится транспортным стержнем любого города.

В этом смысле продолжение метро в новые районы значительно повышает инвестиционную привлекательность территорий. И в строительстве метрополитена инвестировать теоретически выгодно. Этот тезис в своих докладах подтвердили представитель Института Генплана Москвы Станислав Гужов и петербургской инвестиционно-инжиниринговой компании «И. И. С.» Глеб Евтушенко. Причем девелоперы могут профинансировать до 30% стоимости строительства.

В Москве уже есть первый для страны пример строительства станции метро с помощью частных инвестиций, но столичный опыт может быть малоприменим в других регионах. Вместе с тем руководство российского пред-



ставительства компании IKEA сообщило о намерениях вложить 1 млрд рублей в строительство станции Казанского метрополитена рядом со своим торговым центром.

Проектирование и строительство в комплексе

О важной роли метрополитена и необходимости его строительства можно не повторяться — это очевидно всем. Идея комплексного освоения подземного пространства также на слуху. Но, к большому сожалению, этот принцип в недостаточной степени внедряется в жизнь. Опять же, Москва с ее большим числом транспортно-пересадочных узлов не в счет — сейчас, с учетом запуска МЦК, метрополитен не проектируется без учета ТПУ, включающих в себя связь разных видов транспорта, парковки, многофункциональные центры и даже жилую застройку. Стоит отметить, что также разрабатывается СП, который будет регулировать обязательность такого комплексного подхода к проектированию.

Сейчас метро как объект инфраструктуры рассматривается практически без привязки к планам дальнейшего наземного и вероятного подземного строительства. Решение этой задачи, в частности, должно обеспечиваться включением в генеральный план городов раздела по комплексному развитию подземного пространства. Но сейчас крайне сложно взаимосвязать проектируемую станцию метро с соседними объектами.

Так, например, в Петербурге на Театральной площади можно было бы сформировать ТПУ и создать под землей целый комплекс объектов. Но сейчас существуют сложности просто по выделению места для вестибюля станции «Театральная», не говоря уже о возможных проектах подземной парковки и т. п. При этом проектировщики закладывали дополнительные сооружения в комплексе строительства, но экспертиза их отвергла.

Но если бы все заинтересованные организации объединились и выдали общее



техническое задание проектировщикам, а затем строителям, то, как было посчитано, процесс возведения всех сооружений оказался бы минимум на треть дешевле.

Хотя проблемы согласования между различными организациями существуют и в столице. Так, в отношении ТПУ порой возникают вопросы балансовой принадлежности сооружений.

Долгожданный ФЗ

Несмотря на обилие проблем, в области метростроения есть и положительные изменения. Так, до конца года должны принять Федеральный закон «О метрополитенах и других видах внеуличного транспорта», который успешно прошел первое чтение.

Новый норматив введет в правовое поле понятие внеуличного транспорта, что даст серьезный импульс развитию метрополитенов, транспортно-пересадочных узлов и других транспортных технологий, считает директор филиала ЦНИИС «Тоннели и метрополитены» Евгений Щекудов. Кроме того, ФЗ на нормативном уровне предусматривает создание концессионных проектов в метростроении, а также в целом должен снять законодательные преграды по развитию метро и других видов внеуличного транспорта.

Консолидированное заявление

Несмотря на то, что принять участие в собрании смогли не все приглашенные, директор Объединения подземных строителей Сергей Алпатов предложил совместными усилиями сформировать общепрофессиональное обращение в правительство страны с основными требованиями профессионального сообщества, а также инициировать подписание этого документа властями регионов, где необходимо развивать метро.

Среди первых предложений — разработка и включение в генеральные планы территориального развития раздела по подземному строительству, принятие ФЦП развития метрополитенов в рамках комплексного освоения подземного пространства мегаполисов.

Справедливо будет отметить, что это не первое подобное обращение. В марте текущего года с призывом к возвращению федерального финансирования строительства метро в городах-миллионниках в Правительство РФ, после предложения новосибирского мэра Анатолия Локтя, обратился Конгресс российских городов. Будем надеяться, что общими усилиями удастся изменить ситуацию. Главное — выступать единым фронтом. ■



ГК Юнирус – официальный дистрибьютор Reduct в Российской Федерации

- Сервисный центр
- Центр обработки данных
- Учебный центр

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЯЕМЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

МАТЕРИАЛ:

- МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ
- ПОЛИМЕРНЫЕ
- КЕРАМИЧЕСКИЕ

ВНУТРЕННИЙ ДИАМЕТР: ОТ 50 ДО 1500 ММ

ДЛИНА: ДО 1500 М

НАЗНАЧЕНИЕ: ЛЮБОЕ

КОНТРОЛЬНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

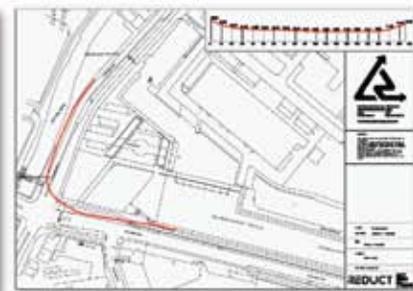
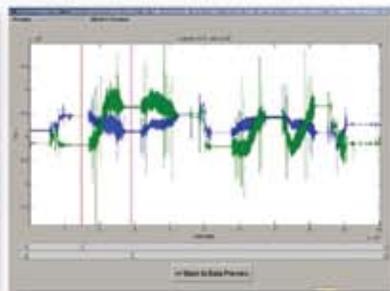
- ИНТЕГРАЦИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (ГИС)
- СОЗДАНИЕ 3-D КАРТ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА
- ПРЕДПРОЕКТНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ
- АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ



Сбор данных

Обработка данных

Передача данных в ГИС



Среднее операционное время измерений участка трубопровода: 1 час



ЛЕВ МАКОВСКИЙ О НАУЧНОЙ ОСНОВЕ НАДЕЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Prof. Lev Makovsky, RANS correspondent member, is rightfully considered one of the top tunnel construction experts in Russia. He published over 300 treatises and educated a series of disciples and followers in the long period when he headed the Bridges, Tunnels and Construction Structures Chair at the Moscow State Automobile and Road Technical University. The renowned expert shared his vision of training the professionals and the industrial science development in Russia with the Underground Horizons journal.

Лев Вениаминович Маковский по праву считается одним из ведущих российских специалистов в области тоннелестроения. В легендарном МАДИ (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет) он возглавляет научно-исследовательскую работу по проблемам строительства подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. Им опубликованы более 300 научных трудов, а за долгие годы руководства кафедрой «Мосты, тоннели и строительные конструкции» подготовлены сотни молодых специалистов, воспитана целая плеяда учеников и идейных последователей. Заслуги члена-корреспондента РАЕН профессора Маковского перед Отечеством отмечены званиями «Почетный работник высшего образования», «Почетный строитель России», «Почетный транспортный строитель». С журналом «Подземные горизонты» именитый эксперт поделился своим видением ситуации по подготовке специалистов и развитию отраслевой науки.

— Лев Вениаминович, одна из проблем современного метростроения, о которой приходится постоянно слышать, — нехватка специалистов. Насколько МАДИ способствует ее решению?

— Строго говоря, напрямую такие кадры готовит Российский университет транспорта, исторически больше известный как МИИТ. И, насколько я знаю, число

выпускаемых специалистов сейчас у них значительно сократилось, до 8–10 тоннельщиков в год.

В последнем выпуске нашей кафедры насчитывалось 83 человека: более 40 из них — инженеры, вторая половина — бакалавры и магистры. Но у нас нет конкретной специальности по метрополитену. На нашей кафедре читается курс «Проектирование и строительство автодорожных и

Подготовила
Наталья ГРИГОРЬЕВА

городских тоннелей», рассчитанный на три семестра, двум группам студентов. Потом они делают дипломную работу. И те, кто ее подготовил по соответствующему направлению, уже считаются тоннельщиками.

В целом курс обучения инженеров (специалистов) длится шесть лет. У нас есть и бакалавры, которые обучаются четыре года и также получают специализацию «строительство автодорожных мостов и тоннелей». Но руководители производственных организаций логично предпочитают работать с инженерами. В советское время существовало четкое разделение: техникумы давали хорошие практические знания, в институтах будущие инженеры получали необходимую теоретическую платформу. Сейчас же пока что получается так, что бакалавры, которым дают понемногу и того, и другого, — это нечто среднее между техниками и инженерами. Систему надо отлаживать.

— А насколько выпускники соответствуют современным требованиям рынка труда? В частности, как обстоит дело с новыми информационными технологиями?

— Студенты изучают новые программные комплексы — например, САПР — и активно пользуются ими как на практических занятиях, так и при курсовом и дипломном проектировании. Мы работаем в основном с учебными программами, но сейчас у нас появились сертифицированные программы MIDAS, Sofistic, Plaxis и другие. Наши студенты владеют языками программирования, в основном предпочитают работать в «Автокаде». Раньше курсовой проект чертили вручную, сейчас все эти работы делаются на компьютерах.

Могу с гордостью сказать, что наши выпускники пользуются популярностью. Их с удовольствием берут на работу — и на производство, и в проектные институты. Многим студентам, имея мизерную стипендию, приходится работать со второго или третьего курса. Когда они приобретают определенные навыки, в Москве их охотно берут на подработку чертежниками в проектные институты, такие как Союздорпроект, Метрогипротранс, Гипростроймост.

— Насколько я понимаю, вы тесно сотрудничаете с проектными институтами?

— Прежде всего, это ЦНИИС — Научно-исследовательский центр «Тоннели и метрополитены», им руководит наш бывший выпускник, а ныне преподаватель, кандидат технических наук Е. В. Щекудов. А вообще



мы сотрудничаем с целым рядом организаций, занимающихся проектированием и эксплуатацией тоннелей. Среди них Мосинжпроект, Союздорнии, Союздорпроект.

Мы стараемся, что называется, держать руку на пульсе. Проводим научно-технические конференции, куда приглашаем специалистов-производственников. Они рассказывают студентам о наиболее интересных технологиях, которые сейчас внедряются. Все это помогает нам двигаться вперед.

— Как построена ваша научно-исследовательская работа в современных условиях? Какие существуют научные направления?

— На кафедре есть малые инвестиционные предприятия и научно-производственный центр, которые от

лица университета заключают договоры с организациями: ведут научную работу, делают отчеты, а в итоге получают деньги. При этом тематика исследований очень разнообразна.

В частности, мы занимаемся совершенствованием конструктивно-технологических решений и методов расчета тоннельных конструкций. Серьезные исследования, посвященные компенсационному нагнетанию при строительстве тоннелей на плотно застроенных городских территориях, выполнены кандидатом технических наук, доцентом В. В. Кравченко. Вопросы, касающиеся совершенствования полуткрытых способов строительства, проводятся кандидатом технических наук, доцентом М. А. Зиборовым. Проблемы сооружения тоннелей из металлических гофрированных элементов, были положены



— Таким образом, ваши молодые ученые моделируют новые методы проходки тоннелей и новые конструкции?

— Да, но любую модель нужно апробировать, насколько она адекватна. Раньше аспиранты делали физические модели, сейчас используется метод математического моделирования. Проводить натурные эксперименты в метро сложно. Хотя, например, мой коллега Щекудов такое все-таки делал, и это было целесообразно.

Возьмем ситуацию с известным долгостроем — Алабяно-Балтийским тоннелем. На мой взгляд, это яркий пример изначально неудачного технического решения. На совещании, где рассматривался проект, я, вообще-то энтузиаст подземного строительства, сам предложил сделать эстакаду. Мне возразили, что она нарушит архитектурный облик района. В результате все-таки решили строить тоннель — ценой огромных затрат и совершенно неоправданных усилий. И получили много проблем.

При строительстве сложных подземных сооружений необходим четкий расчет и особо строгий контроль. Технические решения должны оценивать научные работники, чем и занимаются многие наши сотрудники. Но последнее время проводить эти работы так же тщательно, как раньше, зачастую не получается, поскольку не выделяют необходимых средств. Думаю, государство должно заинтересовать заказчиков сотрудничать с учеными.

— О прошлом и настоящем вы рассказали. А как, на ваш взгляд, будет развиваться тоннелестроение в будущем?

— Сейчас в сфере тоннелестроения появился интересный персонаж — американский изобретатель и миллиардер Илон Маск, предлагающий строителям подземных сооружений нечто новое и грандиозное. Он задумал построить даже 30 ярусов тоннелей, которые будут располагаться под городом. Но, во-первых, для этого нужны триллионы долларов. Во-вторых, лично я, как тоннельщик-реалист, считаю такую идею научной фантастикой, да и сама целесообразность подобных тоннелей под вопросом. Но при скорости развития современных технологий нельзя с точностью предсказать, что произойдет с транспортом через 30–40 лет: возможно, люди будут перемещаться в собственных летательных аппаратах. И, надо признать, господин Маск дает любопытное сочетание реальных технологий и футуристики. Его дерзкие идеи будят мысль инженеров, строителей — и наших студентов, которым предстоит строить тоннели будущего. ■

в основу кандидатской диссертации доцента Е. Н. Петровой. Ограждающими конструкциями для котлованов подземных сооружений занимается старший преподаватель Н. А. Сула. Недавно интересную научную работу, посвященную совершенствованию конструкций гибких тоннельных обделок, защитил мой аспирант Д. Поляков.

Еще одно актуальное направление, по которому несколько наших аспирантов защитили диссертации, — осадки земной поверхности. Некогда профессор Ю. А. Лиманов разрабатывал эту тему применительно к сооружению тоннелей в кембрийских глинах и создал целую теорию. Мы подхватили его идеи и уже много лет занимаемся исследованиями. Очень важно знать, как происходит деформация грунта. В истории тоннелестроения были случаи, когда этот фактор не учитывался, и обрушивались здания. Существует история о том, как метростроители в Москве «уронили» фабрику «Красная роза». Ее рассказал мне отец, работавший на этой стройке. Строители тоннеля пошли обедать, а когда вернулись на площадку — фабрики уже не

было, старое здание провалилось вместе с фундаментом! Тоннель тоже разрушился.

Фактор осадки обязательно нужно учитывать. Практически допустимы лишь 3–5 мм. В идеале тоннели вообще не должны давать осадки, и щиты нового поколения при грамотном их использовании позволяют это обеспечить.

Еще одна тема, которой занимались Е. В. Щекудов и несколько наших аспирантов, — опережающая крепь. Когда тоннель прокладывается горным способом в слабых породах, специалисты сталкиваются с такой проблемой, как неустойчивый забой: пространство разрушается сразу после его разработки. В этом случае создается крепь. Бывают разные виды опережающей крепи: экраны из труб, цементирование, замораживание. Один из аспирантов сделал диссертацию по опережающей бетонной крепи. Вперед идет специальная машина и вырезает в грунте щель на глубину 2 м, тут же заполняемую бетоном. Получается своего рода кровля, под которой и прокладывается тоннель, а бетонная оболочка потом входит в состав конструкции.

«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»
13-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОДНЫЙ ФОРУМ

ЭКВАТЭК 2018 ECWATECH

25-27 СЕНТЯБРЯ 2018
МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

ОРГАНИЗАТОР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



**ВСЕ ПРОФЕССИОНАЛЫ И ЭКСПЕРТЫ
ВОДНОЙ ОТРАСЛИ В ОДНО ВРЕМЯ
НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ!**

Только раз в два года в течение трех дней лидеры отрасли представляют современные технологии и решения для коммунального и промышленного водоснабжения, водоподготовки и очистки сточных вод, строительства и эксплуатации трубопроводных систем, а эксперты рассмотрят актуальные вопросы развития водного сектора страны.

WWW.ECWATECH.RU



Л. В. МАКОВСКИЙ, к. т. н.;
В. В. КРАВЧЕНКО, к. т. н.;
Московский автомобильно-
дорожный государственный
технический университет
(МАДИ)

As the population grows, new territories are annexed, and the road network needs improving, major cities of the world are facing numerous problems. Comprehensive measures are taken to improve the situation, including the construction of highway tunnels, metro, pedestrian roads, above-ground and underground parking, transport interchange hubs. This article deals with technological and conceptual solutions for underground highways in large cities, giving examples of the projects.

РЕШЕНИЕ ГОРОДСКИХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРОБЛЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

В связи с ростом населения, присоединением новых территорий и необходимостью совершенствования улично-дорожной сети в крупных городах мира возникают многочисленные проблемы, связанные со снижением скорости движения автомобилей, периодическими пробками, загрязнением воздушной среды и т. п. Для улучшения ситуации принимаются комплексные меры, включающие в себя строительство автотранспортных тоннелей, линий метрополитена, пешеходных дорог, наземных и подземных паркингов, ТПУ. В статье рассматриваются технологические и концептуальные решения для подземных автомагистралей в крупнейших городах, приводятся примеры проектов.

К технологическому ускорению

В 2016 году известным американским предпринимателем, руководителем компаний Tesla и Space X Илоном Маском была выдвинута футуристическая концепция создания многоярусной системы подземных автомагистралей, которая будет состоять из 30 уровней тоннелей для перемещения автомобилей со скоростью ~200 км/ч на специальных платформах, работающих на электротяге (рис. 1, 2).

В 2017 году созданная им же Boring Company в Лос-Анджелесе начала строительство демонстрационного тоннеля для соединения офисов Space X и Tesla. В настоящее время вскрыт стартовый котло-

ван шириной 9 м, длиной 15 м и глубиной 4,5 м для монтажа тоннелепроходческого агрегата. Было заявлено, что для реализации проекта разрабатываются специальные щитовые агрегаты, способные строить тоннели в 10–14 раз быстрее, чем это позволяет делать имеющееся современное оборудование.

Как известно, наиболее совершенные на сегодня механизированные щитовые комплексы фирм «Херренкнехт» (Германия), «Ловат» (Канада), «Роббинс» (США), «Мицубиси» и «Хитачи» (Япония) диаметром 6–8 м в зависимости от инженерно-геологических условий достигают скорости проходки около 600–700 м/мес. Следовательно, новые щиты должны обеспечить 6–10 км/мес., что до сегодняшнего дня представлялось нереальным.



Рис. 1. Специальные платформы на электротяге для перемещения автомобилей в тоннеле



Рис. 2. Система, опускающая автомобили на платформе для их дальнейшего перемещения по тоннелю

Российское и мировое

В связи с реализацией амбициозной концепции Илона Маска интересно вспомнить, что в 70-е гг. прошлого столетия для Москвы был разработан эскизный проект подземных автомагистралей большой протяженности, дублирующих основные наземные трассы и связывающих периферийные районы с центром города. В частности, рассматривался вариант создания магистралей «Север — Юг» и «Восток — Запад» для связи Киевского направления железной дороги с Горьковским, а Павелецкого — с Савеловским. В наиболее крупных транспортных узлах по трассе магистральных тоннелей предусматривалось создание подземных паркингов. Однако практическая реализация проектных предложений была отложена на неопределенный срок, в основном по финансовым соображениям.

Не был осуществлен также план строительства подземных автомагистралей в Ленинграде. В соответствии с разработанными проектными предложениями предусматривалось создание диаметральных скоростных дорог с 50 подземными участками, среди которых несколько тоннелей значительной протяженности.

Многочисленные автотранспортные тоннели построены во многих крупных городах мира. В Москве на сегодняшний день их эксплуатируется более 60. Среди них такие крупные подземные сооружения, как Лефортовские тоннели глубокого и мелкого заложения длиной, соответственно, 3,2 и 2,5 км, двухъярусные тоннели Серебряноборский (2,5 км) и на пересечении улиц Берзарина и Народного ополчения, шесть тоннелей в составе Кутузовской развязки, Алабяно-Балтийский тоннель.

В Санкт-Петербурге эксплуатируется 13 тоннелей (под Пулковским шоссе, под КАД, у моста Александра Невского, у Сампсониевского моста и т. д.). Автоторожные тоннели построены также в Новосибирске, Казани, Перми, Волгограде, Владивостоке и других городах России.

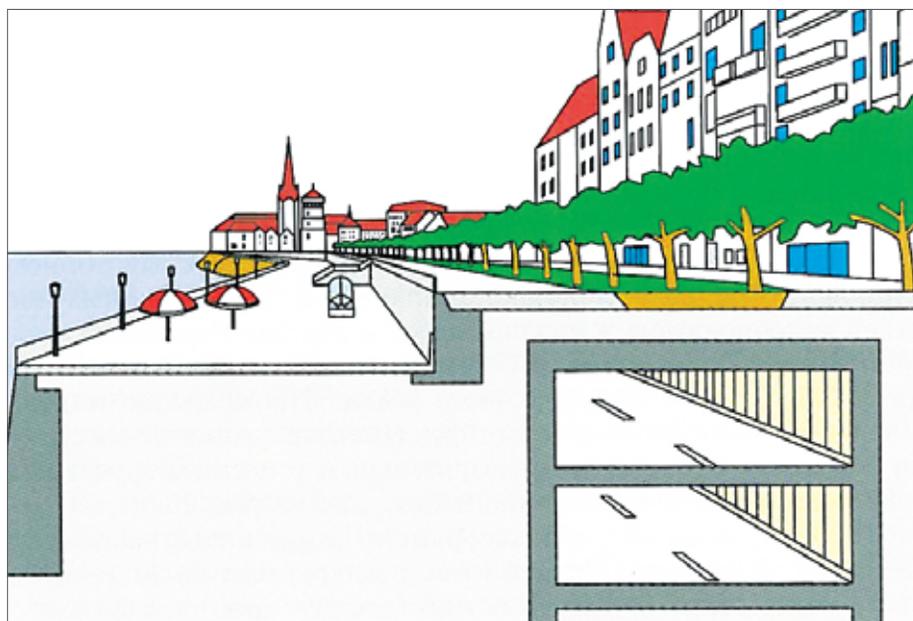


Рис. 3. Общий вид двухъярусного тоннеля в Дюссельдорфе

Что же касается интересных конструктивных решений, то уместно обратиться к зарубежному опыту. Например, в Дюссельдорфе (Германия) вдоль набережной реки Рейн построен двухъярусный автотранспортный тоннель длиной около 2 км, который связывает южную и северную части города и служит для пропуска более 45 тыс. автомобилей в сутки (рис. 3). Рамная конструкция сооружения выполнена с применением технологии «стена в грунте» толщиной 0,8 м и отметкой низа, находящейся на 15 м от дневной поверхности.

В Эссене, другом немецком городе, эксплуатируется двухъярусный тоннель для совмещенного движения автотранспорта и метро. В верхнем ярусе проходит участок Рурской автомагистрали, а в нижнем находится станция и участки перегонных тоннелей метрополитена (рис. 4). Тоннель шириной 34 м заложен на глубине 11 м от поверхности земли. Строительство в непосредственной близости от фундаментов существующих

зданий вели открытым способом с предварительным их усилением.

Интегральное решение

Строительство новых и реконструкция существующих тоннелей и других дорожно-транспортных сооружений, однако, хотя и способствует упорядочению автотранспорта, но не позволяет в полной мере решить транспортные проблемы мегаполисов. Многочисленные тоннели, эстакады, паркинги, железные дороги, как правило, не связаны между собой в единую городскую сеть, что отрицательно сказывается на пропускной способности магистралей.

Необходима интеграция всех транспортных сооружений мегаполиса в единую систему, работающую как сложный слаженный механизм. В первую очередь, это касается автомагистралей, дальнейшее расширение которых практически невозможно в связи с необходимостью значительного нарушения существующей планировки и застройки городских территорий.

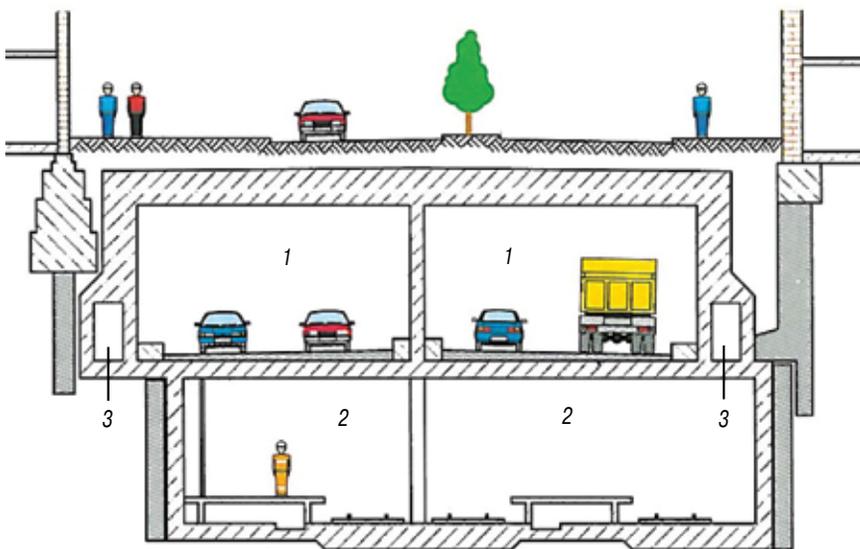


Рис. 4. Поперечное сечение двухъярусного тоннеля в Эссене:
1 – отсеки для автотранспортных средств; 2 – станция метрополитена; 3 – вентиляционные каналы

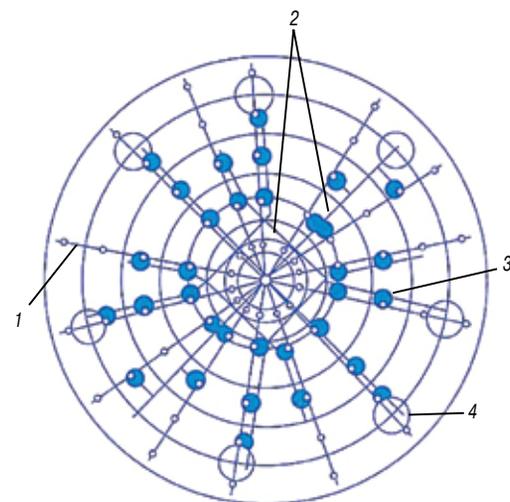


Рис. 5. Принципиальные схемы подземных автомагистралей:
а – радиально-кольцевая; б – ортогональная; 1 – линии метрополитена; 2 – подземные автомагистрали; 3 – подземные паркинги; 4 – зональные общественные центры; 5 – вентиляционные шахтные стволы; М-1 – М-12 – магистральные тоннели; В-1 – В-27 – въезды и выезды из тоннелей; А-1 – А-19 – подземные паркинги

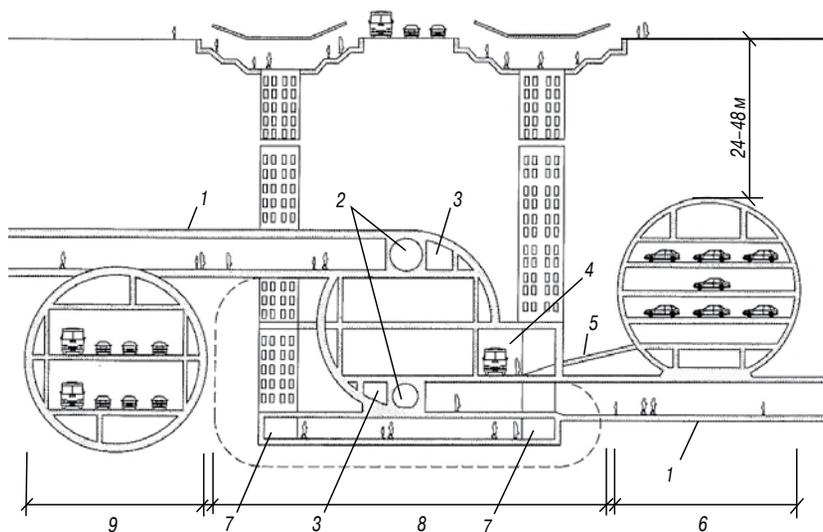


Рис. 6. Крупный транспортный узел в составе системы подземных автомагистралей Лондона (проект):
1 – пешеходные тоннели с движущимися тротуарами; 2 – отсеки для монорельса; 3 – служебные каналы; 4 – автобусная стоянка; 5 – рампа для въезда и выезда автомобилей со стоянки; 6 – подземная автостоянка; 7 – эскалаторы; 8 – разворотная камера; 9 – магистральный тоннель

Создание развитой системы протяженных подземных автомагистралей позволит обеспечить транзитный пропуск транспортных потоков через центральные районы города, где концентрируется большое число автомобилей и велики пешеходные потоки. У порталов таких магистралей, а также через определенные интервалы по их длине должны быть предусмотрены въезды и выезды на поверхность. По трассе магистральных тоннелей и в местах их взаимного примыкания и пересечения целесообразно создавать станции метрополитена, автобусные терминалы, торгово-развлекательные центры.

В соответствии с планировочной структурой города сеть подземных автомаги-

стралей может быть запроектирована по радиально-кольцевой или ортогональной схеме. Принципиальные схемы представлены на рис. 5.

Возможно устройство комбинированной планировочной схемы с элементами кольцевой и ортогональной сетей в сочетании с диагональными и хордовыми магистралями.

Въезды и выезды из магистральных тоннелей располагают исходя из конкретных условий, но не реже, чем через 3–5 км, а также вблизи больших площадей или наземных магистральных улиц, в местах размещения административных, торгово-развлекательных центров и т. п. При

этом въезды и выезды не должны мешать основным потокам наземного транспорта и пешеходов.

К первым проектам

Наиболее крупная система подземных автомагистралей разработана для Лондона. Шесть взаимно пересекающихся магистральных тоннелей общей протяженностью около 300 км пройдут под центральной частью города на глубине 24–48 м от поверхности земли и будут иметь въезды и выезды на окраинах. Через каждые 800 м по длине магистральных тоннелей намечено устроить разворотные камеры для возможности изме-

нить направления движения, а через каждые 4,8 км — промежуточные въезды и выезды на поверхность земли. В этих же местах намечено создать подземные автостоянки на 250 тыс. автомобилей, оборудованные грузовыми и пассажирскими лифтами и эскалаторами (рис. 6).

В Токио планируется создание сети подземных автомагистралей для скоростного 12-полосного движения. Фирмой Ohbayashi Corporation разработаны проектные предложения по их включению в транспортную инфраструктуру мегаполиса (рис. 7). Также подготовлен проект сооружения кольцевой подземной автомагистрали вокруг города.

Есть основания утверждать, что реализация подобных проектов в Москве, Санкт-Петербурге и других городах России не вызовет принципиальных сложностей, поскольку у нас имеется соответствующая производственная база и богатый опыт строительства метрополитенов, транспортных, пешеходных и коллекторных тоннелей в условиях плотной городской застройки.

В первую очередь, однако, требуется разработать комплексную программу развития системы автотранспортных тоннелей различного назначения в крупных городах страны, включающую в себя создание подземных автомагистралей, а также подгото-

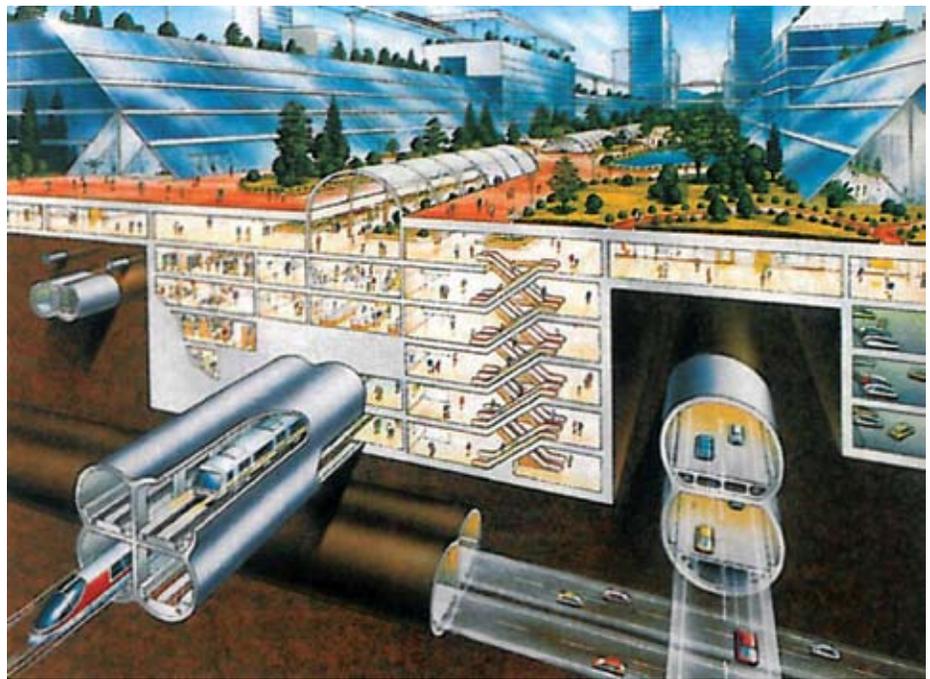


Рис. 7. Проект включения автомагистралей в подземное пространство Токио

вить соответствующую нормативную базу с учетом прогрессивных тенденций современного строительного опыта.

До недавнего времени вопрос о технической возможности реализации рассмотренных

выше проектов оставался открытым, однако достигнутый в последние десятилетия прогресс в области городского подземного строительства может позволить воплотить в жизнь идею создания сети подземных автомагистралей.



ТЕХНОПРОК
Изготовление бурового оборудования

БОЛЕЕ 10 ЛЕТ В БУРЕНИИ!

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО, ИЗНОСОСТОЙКОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА:

- система защиты от абразивного износа «Панцирь»;
- зубья из твердого сплава карбида вольфрама;
- повышение рентабельности работ за счет минимизирования времени

ОБСЛУЖИВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА:

- послегарантийное обслуживание инструмента
- индивидуальное проектирование инструмента
- наш инструмент пройдет везде



www.technoprok.com

8 (800) 700-22-61

Е. В. ЩЕКУДОВ,
к. т. н., директор филиала НИЦ
«Тоннели и метрополитены»
АО «ЦНИИС»

ПОДГОТОВКА ТРАНСПОРТА МОСКВЫ К ЧМ-2018 И РАЗВИТИЕ МЕТРОПОЛИТЕНА



Timely and quality preparation of the transport infrastructure is one of the key requirements for the success of large-scale sporting events, especially the World Cup. Organization of transportation of the participants and guests of the competitions is an integral part of the government guarantees that Russia has adopted for the football World Cup. At two stadiums, Moscow will host 12 matches, including the 2018 World Cup opening and closing ceremonies. In addition to the federal transport infrastructure preparation program, the capital of Russia implements a number of its own activities, including the development of the metropolitan railways.

Россия получила право на проведение Чемпионата мира по футболу 2 декабря 2010 года. 28 сентября 2012 года был объявлен окончательный список из 11 городов, где пройдут игры. Москва на двух стадионах примет 12 матчей ЧМ-2018, включая его открытие и финал. Вопросы организации перевозок участников и гостей соревнований составляют неотъемлемую часть государственных гарантий, принятых Российской Федерацией. Своевременная и качественная подготовка транспортной инфраструктуры — одно из основных условий успешного проведения любых крупномасштабных спортивных мероприятий, тем более мирового уровня. А в самых развитых мегаполисах, как известно, главным видом общественного транспорта является метрополитен.

Из базовых принципов

Первым из базовых принципов подготовки транспортной системы к обслуживанию ЧМ-2018 является обеспечение соблюдения требований и рекомендаций FIFA и выполнения соответствующих обязательств Российской Федерации.

Стабильное, эффективное, безопасное и комфортное перемещение всех участников и гостей ЧМ-2018 должно осуществляться с учетом обозначенного уровня сервиса для различных клиентских групп на основе изучения и использования лучшего зарубежного опыта при проведении аналогичных соревнований.

Удовлетворение транспортных потребностей должно обеспечиваться, в первую очередь:

- системами общественного пассажирского транспорта городов-организаторов (во внутригородском сообщении);
- воздушным, железнодорожным и междугородным автобусным транспортом (в междугородном сообщении);
- воздушным и железнодорожным транспортом (в международном сообщении);
- за счет развития немоторизованных видов передвижения в городах (вело- и пешеходное движение);

■ за счет использования транспортных средств, работающих на электричестве и низкоуглеродных видах топлива.

Основой является: реализация к 2017 году существующих планов и программ (федеральных, региональных, местных) развития инфраструктуры и общественного транспорта; максимальное использование возможностей существующей транспортной инфраструктуры; интеграция, совершенствование качества и расширение номенклатуры услуг различных видов транспорта общего пользования (реализация принципа мультимодальности); расширение привлечения частного капитала и инвестиционных финансовых структур к реализации проектов на основе механизмов ГЧП. При этом требуется также предусмотреть эффективное использование новых объектов после завершения ЧМ-2018.

Еще одним из принципов является достижение специфических целей транспортного обеспечения ЧМ-2018 за счет внедрения специальных мер и решений (включая сферу управления), апробированных в других странах, с последующим их использованием при обслуживании крупных спортивных и культурных мероприятий.

Наши решения

Что касается отечественных нововведений, то, в частности, министр транспорта РФ Максим Соколов заявил о разработке сервис-гида для болельщиков, который поможет рассчитать маршруты, в том числе и между городами-участниками чемпионата, забронировать бесплатные билеты на железнодорожный транспорт. К слову, бесплатный проезд в города проведения игр по железной дороге — тоже новинка, которую ни одна из других стран-организаторов мундиаля не применяла. Эта услуга будет доступна для обладателей билетов на стадионы.

Руководитель Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы Максим Ликсутов заверяет, что столица, которая примет главные матчи, со своими задачами справится. По его словам, вся транспортная система на сегодняшний день уже мобилизована для того, чтобы выполнить обязательства РФ во время проведения чемпионата. Ради этого московский транспорт, в частности, становится интеллектуальнее, доступнее для маломобильных граждан и экологичнее — как для решения конкретной задачи подготовки к ЧМ-2018, так и на дальнейшую перспективу.

В Москве, по словам Максима Ликсутова, не останется ни одного автобуса и ни



такси, которые ездят на топливе стандарта ниже «Евро-4+». Для себя город закупает только машины, соответствующие «Евро-5». Еще одним шагом на пути к «зеленому» общественному транспорту в столице, а в перспективе и во всей стране, станет электробус. Мосгортранс уже получил на тестирование такие машины, российского и белорусского производства.

В Москве для обслуживания спортивных мероприятий чемпионата к тому же предусмотрены временные выделенные полосы для общественного транспорта, а также появятся несколько новых стоянок для болельщиков, в частности, на территории «Лужников». Прорабатываются и специальные маршруты следования автобусов, включая экспрессы, и пешеходные маршруты для маломобильных групп населения.

Болельщик едет бесплатно

Мэр Москвы Сергей Собянин принял решение, что гости Чемпионата мира по футболу и Кубка конфедераций смогут пользоваться общественным транспортом бесплатно. Речь

идет о наиболее удобных маршрутах к стадионам, определяемых департаментом транспорта столицы. Такое право распространяется не только на получивших аккредитацию FIFA гостей и участников спортивных соревнований, но и на волонтеров и даже болельщиков. Это относится и к метрополитену, и к поездам Московского центрального кольца, а также пригородного железнодорожного сообщения в пределах Москвы и области. Чтобы воспользоваться правом бесплатного проезда, нужно иметь при себе персонализированный «паспорт болельщика» и билет на матч (в день его проведения), причем число поездок не ограничено, за исключением поездов «Аэроэкспресса».

В метрополитене, на пересадочных узлах МЦК и пригородных электричек на всех линиях и направлениях два часа после завершения матча болельщики могут бесплатно войти на станции метро, которые находятся рядом со стадионами. Во время Чемпионата мира по футболу 2018 года это будут «Спартак», «Тушинская», «Фрунзенская», «Спортивная», «Воробьевы горы», а также станция МЦК «Лужники».



Метрополитен-2017

Сегодняшнее стремительное развитие Московского метрополитена учитывает, в том числе, подготовку инфраструктуры столицы к ЧМ-2018. Это направление входит в государственную программу города Москвы, «Развитие транспортной системы», которая берет свое начало в 2012 году и предположительно завершится в 2020. В целом к тому времени планируется открыть 64 новые станции.

В 2012 году ввели в эксплуатацию участки «Красногвардейская» — «Алма-Атинская», «Митино» — «Пятницкое шоссе», «Новогиреево» — «Новокосино», открылся второй вестибюль станции «Марьяна Роща». В 2013 году сдали участок «Выхино — Жулебино», общая длина которого составила 5,18 км, со станциями «Лермонтовский проспект» и «Жулебино». В 2014 году открылись участки «Юго-Западная» — «Тропарево», «Деловой центр» — «Парк Победы», «Улица Старокачаловская» — «Битцевский парк», а также станция «Спартак». В 2015 году начали функционировать станция «Технопарк» и участок «Жулебино» — «Котельники».

Население Москвы и области стремительно растет, как и количество автомобилей, поэтому власти города вынуждены «расши-

рять карту» метрополитена. Ведь наземный общественный транспорт не всегда эффективен, особенно в час пик. Уже немало лет только метро позволяет всегда совершать поездки быстро и планировать свое время. На данный момент развитие подземки — наиболее актуальный и обсуждаемый вопрос в столичном правительстве, когда речь идет о транспортной инфраструктуре. К 2017 году, согласно программе, планировалось открыть 38 новых станций. Это существенно разгрузило уже существующие ветки и обеспечило пассажирско-транспортную доступность ряда районов.

В 2016 году сдали в эксплуатацию несколько станций на разных ветках. В том числе: на Люблинско-Дмитровской — «Бутырская», «Фонвизинская», «Петровско-Разумовская» (второй вестибюль), на Калининско-Солнцевской — «Ломоносовский проспект», «Раменки», «Минская» (изначально планировалось открыть в 2017 году), на Сокольнической — «Саларьево», на Замоскворецкой — «Ховрино». На Третьем пересадочном контуре появились станции «Петровский парк» (количество пассажиров в сутки — более 245 тыс.), «Деловой центр» (обеспечивает транспортную доступность

«Москва-Сити»), «Шелепиха», «Ходынское поле», «Хорошевская» (пассажиропоток — более 300 тыс. человек в сутки).

На 2017 год запланировано также открытие нескольких станций. На Кожуховской ветке — «Авиамоторная», «Лухмановская» (в проектируемом транспортно-пересадочном узле), «Косино», «Некрасовка», «Окская улица», «Стахановская», «Нижегородская улица», «Юго-Восточная», «Улица Дмитриевского». На Третьем пересадочном контуре — «Нижняя Масловка» (пассажиропоток — более 290 тыс. человек в сутки), «Рубцовская», «Лефортово». На Калининско-Солнцевской ветке — «Очаково» (с двумя подземными вестибюлями), «Говорово», «Боровское шоссе», «Солнцево», «Рассказовка», «Новопеределкино». На Люблинско-Дмитриевской ветке — «Окружная», «Верхние Лихоборы», «Селигерская». В каждом случае решаются те или иные важные задачи — обеспечение пешеходной доступности метро в районах с населением в несколько десятков тысяч человек или беспересадочного проезда, разгрузка существующих линий метрополитена, а также автомагистралей. Производится также ремонт существующих станций.

Стоит отметить, что на строительстве новых участков Московского метрополитена задействовано более 40 тыс. человек. Работы ведутся постоянно, на 350 разных площадках. Прокладка тоннелей между будущими станциями осуществляется при помощи 29 проходческих щитов.

Возвращаясь к ЧМ-2018

Следует отметить также некоторые изменения в работе столичной подземки. Сергей Собянин сообщил, что метро теперь будет открыто круглосуточно на Новый год и в День города. Такой же режим работы обещан и на время проведения Чемпионата мира по футболу 2018 года.

В рамках подготовки к ЧМ-2018 также названия всех станций метрополитена будут переведены на английский язык. На первом этапе были озвучены все станции Таганско-Краснопресненской линии, сейчас реализуется второй — на Кольцевой линии. Все схемы метро к тому же продублируют на шести официальных языках ООН, включая китайский и испанский. Для этого размер схем увеличат. Также в подземке планируется продублировать на английском языке указатели, всю навигационную информацию.

Со своей стороны, Научно-исследовательский центр «Тоннели и метрополитены» АО «ЦНИИС» продолжает принимать активное участие в развитии столичного метро. ■

AQUASTOP

www.aquastop.ru

24–25 мая 2018 г.

Москва. Экспоцентр

X МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ И ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ



организаторы

генеральный спонсор

тел. +7 (812) 380-6572, 335-0992, 703-7185 и +7 (495) 580-5436

email: sub@alitinform.ru

С. А. ГУЖОВ,
к. э. н., руководитель
НПО «Экономика градостроитель-
ства и стратегических исследова-
ний» ГАУ «Институт Генплана
Москвы»;
О. Д. ИВЛИЕВА,
старший научный сотрудник НПО
«Экономика градостроительства и
стратегических исследований» ГАУ
«Институт Генплана Москвы»

The underground is one of the most rapidly developing transportation means in Moscow. 60 stations and 111.5 km of lines have been built over the last 7 years in the capital; the plan is to build over 116.5 km and 51 new stations by the end of 2020. Approx. RUB 190 billion will be allocated for construction annually. The grand-scale spending necessitates raising some extra funding to mitigate the burden on the municipal budget. The possible scenarios are discussed by experts of the Moscow General Construction Plan Institute.

МОДЕЛИ ВНЕБЮДЖЕТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

Метрополитен — один из самых динамично развивающихся видов транспорта в Москве. За последние 7 лет в столице построено 60 станций и 111,5 км линий метро и Московского центрального кольца (МЦК); до конца 2020 года планируется построить еще более 116,5 км линий и 51 новую станцию. Ежегодно на строительство метрополитена будет выделяться около 190 млрд рублей. Такие масштабные затраты ставят вопрос привлечения дополнительных средств с целью облегчения нагрузки на городской бюджет. В отличие от российской практики, подобный опыт широко распространен за рубежом. Но Москва уже начинает его осваивать.

Примером наиболее успешного в финансовом плане метрополитена может служить метро Гонконга, где управляющая компания Hong Kong's Mass Transit Railway Corporation Limited получает от транспортных операций только 40% прибыли, параллельно зарабатывая на недвижимости и коммерции на станциях (рис. 1).

Анализируя финансово-хозяйственную деятельность Московского метрополитена, можно увидеть, что в 2015 году значения прибыли от продаж и чистой прибыли были отрицательными (см. таблицу).

Различная окупаемость метрополитенов связана с несколькими факторами. Во-первых, это происходит за счет разницы в стоимости ресурсов, необходимых для нормального функционирования метро:

электроэнергии, инженерного обслуживания, трудовых ресурсов. Во-вторых, это финансовая составляющая: стоимость билета, специфика рекламной политики и использование прилегающей инфраструктуры в коммерческих целях.

Очевидно, что Московский метрополитен и другие метрополитены на территории РФ могут увеличить свою прибыль за счет регулирования рекламной и арендной политики, а также реализации моделей внебюджетного финансирования.

Основными видятся две стратегии:

- реклама и сдача в аренду подземных площадей под торговые павильоны;
- включение станций в состав ТПУ, с привлечением внешнего инвестора. Рассмотрим каждую из них подробнее.

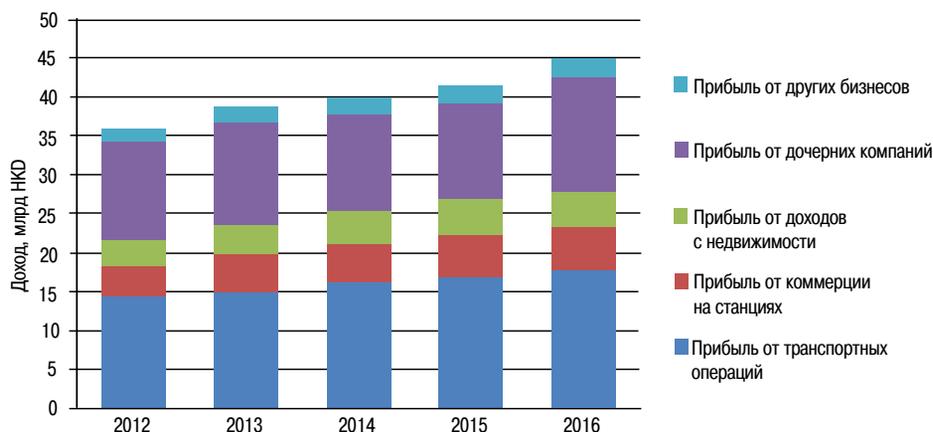


Рис. 1. Специальные платформы на электротяге для перемещения автомобилей в туннеле

Некоторые показатели деятельности ГУП «Московский метрополитен»

Наименование показателей	Фактические показатели за 2015 г., тыс. руб.	Показатели, утвержденные на 2016 г., тыс. руб.
Выручка	54 667,81	95 212,83
ЕВITDA (прибыль до процентов, налогов и амортизации)	-7 626,32	27 431,61
Чистая прибыль (убыток)	-47 119,53	-19 917,88
Расходы, связанные с производством и реализацией; подконтрольные расходы – всего	52 972,35	54 994,09
Неподконтрольные расходы	51 305,88	59 870,43

Реклама и сдача в аренду

Метрополитен может формировать арендную и рекламную политику, получая прибыль от коммерческих площадей.

На данный момент вопрос увеличения внебюджетных поступлений за счет рекламных доходов можно считать решенным. Десятилетний контракт на размещение рекламы в московском метро был заключен в начале 2016 года в результате торгов. Согласно протоколу подведения итогов, в аукционе участвовали три компании, победитель («Трейд Компани») предложил сумму свыше 21,4 млрд рублей. Также разыгрываются конкурсные торговые площадки в переходах: город напрямую заключает договоры с арендаторами на право торговли на пять лет без права продления и переуступки прав третьим лицам. Спрос на предлагаемые лоты высок — некоторые киоски выкупаются с почти пятнадцатикратным превышением изначальной цены (у станций «Марксистская», «Юго-Западная» — до 127,5 тыс. рублей за 1 м² ежемесячно).

Таким образом, в сфере небилетных доходов за счет рекламы и сдачи подземных площадей в аренду уже сложилась модель взаимодействия с инвесторами, острых проблем с их привлечением нет.

Несколько другая ситуация сложилась в сфере создания ТПУ с участием метрополитена.

Модель ТПУ как способ привлечения инвестиций

Основная идея организации транспортно-пересадочного узла состоит в разделении расходов и рисков на различных этапах между городским бюджетом и инвестором. По обобщенной европейской модели, инвестор строит всю инфраструктуру за свой счет, а затем за счет реализации возведенных на территории ТПУ коммерческих площадей окупает не только затраты на строительство узла, но и расходы на обслуживание технологической части.

Однако в реальности варианты отношений «город/инвестор» и зоны ответственности каждого могут быть различными.

Одной из самых распространенных на сегодняшний день остается модель государственного контракта, не подразумевающая участие инвестора и, соответственно, внебюджетное финансирование. В данном случае все расходы берет на себя бюджет города, привлекая различных подрядчиков на разные виды и этапы работ. Существенным недостатком подобной модели, помимо отсутствия внешнего финансирования, является невозможность объединения всего процесса строительства в один контракт, что влечет за собой возможные дополнительные издержки: высокие риски срыва сроков и низкое качество. У строительных подрядчиков в данном случае нет заинтересованности в успешной эксплуатации объекта.

Модель, подразумевающая участие инвестора в проекте, — инвестиционное соглашение. С инвестором, который берет на себя частичное или полное финансирование, заключается договор на проектирование, строительство и эксплуатацию. Госзаказчик впоследствии компенсирует затраты посредством извлечения прибыли из построенных объектов. Применение инвестиционных соглашений мало распространено, основным препятствием можно считать непроработанность правовых механизмов в сфере земельных отношений. Есть существенные сложности с получением прав аренды (гл. 5 ЗК РФ) на земельные участки под строительство: зачастую они принадлежат разным владельцам и входят в состав различных функциональных зон. Процедура передачи в аренду регулируется на уровне субъектов, единого федерального законодательства в этой сфере пока не существует. Более того, при заключении инвестиционного соглашения есть риск его перекалфикации в концессионное, с возникновением обязательств подрядчика по эксплуатации возводимого объекта.

Модель концессионного соглашения, однако, позволяет преодолеть некоторые ограничения предыдущих моделей. Она предполагает финансирование инвестором на стадии проектирования и строительства, а затем возврат вложенных средств и извлечение прибыли за счет использования коммерческих площадей, реализации построенной недвижимости или платы концедента. Существенным преимуществом модели является возможность объединения всего цикла работ и всех возводимых объектов в один контракт, что позволяет снижать временные и стоимостные издержки. В связи с тем, что торговые помещения не могут быть объектами концессионного соглашения, возвратность инвестиций может быть осуществлена несколькими путями:

- а) плата концедента (платеж из городского бюджета инвестору за готовность объекта);
- б) предоставление капитального гранта инвестору на возмещение затрат на стадиях строительства и эксплуатации;
- г) предоставление инвестору права взимать плату за пользование созданной им инфраструктурой.

В отличие от концессионного соглашения, в модели государственно-частного партнерства консолидируются ресурсы обеих сторон, которые затем делят между собой финансовые результаты реализации проекта в заранее оговоренных пропорциях. Классическое ГЧП предполагает наиболее рациональное распределение рисков и обязательств. Однако в российское правоприменение данная модель вошла относительно недавно. Единое федеральное законодательство пока что не разработано, и на уровне каждого региона могут существовать свои особенности. Не все законы субъектов РФ позволяют реализовывать проекты в отношении ТПУ, существуют закрытые списки объектов ГЧП-соглашений и т. д. На финансовые результаты проекта также может сильно повлиять запрет на нахождение объекта ГЧП в частной собственности.

Таким образом, внебюджетное финансирование метрополитена путем включения его в ТПУ — относительно новая практика, механизмы и правовые особенности которой еще будут совершенствоваться. Но постепенно модель ГЧП становится все более распространенной, в особенности при проектировании и строительстве транспортно-пересадочных узлов.

Внебюджетное финансирование ТПУ в Москве

ГЧП — превалирующая модель в европейской практике создания ТПУ. Один из основных профильных документов Евросою-

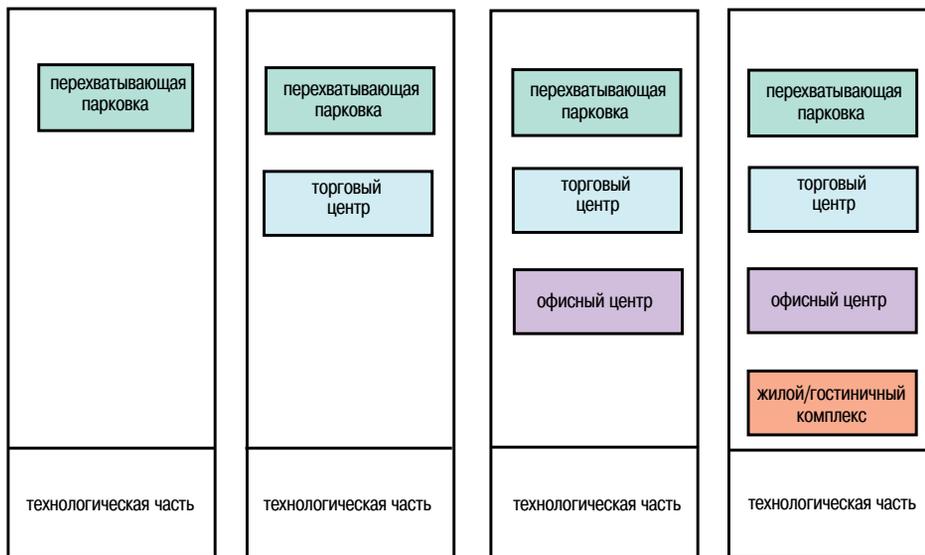


Рис. 2. Типы ТПУ по составляющим их объектам



Рис. 3. Макет ТПУ «Ботанический сад»

за, «Белая книга — Транспорт», рассматривает такое партнерство как основную модель реализации подобных проектов и устойчивого развития отрасли. По этой модели были построены такие крупные транспортные узлы мирового уровня, как станция Шарлотт (Charlotte Gateway Station) в Северной Каролине, мультимодальный пассажирский терминал (MultiModal Passenger Terminal) в Атланте, интермодальный терминал в Болонье (Interporto di Bologna — Intermodal terminal) и многие другие объекты.

На сегодняшний день концепция ТПУ получила в Москве масштабное развитие благодаря запуску МЦК. В ближайшие шесть лет планируется создать 273 ТПУ. Из них 32 появятся на базе МЦК, 114 построит ГУП «Московский метрополитен», 64 — ОАО «РЖД».

Модель финансирования, выбранная основной для новых ТПУ, несколько отличается от стандартной схемы ГЧП. Главная разница состоит в том, что с инвестора снимается обременение транспортной составляющей. Высокие риски и стоимость строительства инфраструктуры уже на начальном этапе отпугивали инвесторов, поэтому Правительство Москвы приняло решение использовать двухэтапную схему финансирования. Транспортные технологические объекты строятся за счет города из средств адресной инвестиционной программы (первый этап), а инвестора привлекают к строительству коммерческих объектов и дальнейшему развитию территории (второй этап).

Расчет делается на то, что ТПУ улучшает транспортную ситуацию в районе, тем самым повысив стоимость аренды недвижимости и налоговые поступления на прилегающей территории. Это, в свою очередь, позволит городу окупить затраты на строительство и эксплуатацию узла.

Однако территориальные различия в стоимости земли и пассажиропотоках играют существенную роль в инвестиционной привлекательности ТПУ. Там, где цена недвижимости относительно высокая и пассажиропотоки интенсивны (преимущественно центральные районы, не прилегающие к промышленным зонам), окупаемость проектов будет в разы выше. Более того, на окраинах такая модель может дать сбой уже на первом этапе: к примеру, в случае с «Тропарево» средств государственной компании не хватило на перехватывающую парковку, в результате чего развитие ТПУ приостановилось. Зависимость от территориального расположения определяет и выбор модели участия инвестора в строительстве инфраструктуры узла.

Таким образом, можно выделить несколько вариантов ТПУ. Первый их тип не включает в себя коммерческих объектов, четвертый со-

стоит из сочетания всех возможных объектов, второй и третий — промежуточные (рис. 2).

Различия в расположении, типах и, соответственно, моделях финансирования можно рассмотреть на примере двух транспортно-пересадочных узлов: «Ботанический сад» и «Рязанская».

Первый из них является примером модели удачного использования преимуществ расположения (пересечение с МЦК, близость к парку, объектам культурного наследия; район с дорогой недвижимостью), а также совмещения максимально разнообразных функций внутри узла: жилая недвижимость, офисный и торговый центр, парковка, технологическая часть. Здесь реализован четвертый вариант, инвестор финансирует возведение нетехнологической части ТПУ. Более того, эта компания, как в последующем продавец и арендодатель, заинтересована в качестве (в том числе с точки зрения эстетической составляющей) возводимых им объектов инфраструктуры, так как это повысит стоимость реализуемой им недвижимости.

ТПУ «Рязанская», несмотря на то, что станет одним из самых крупных в России и Европе, внебюджетного финансирования на сегодняшний день не имеет. Соответственно, все риски и затраты пока возлагаются на городской бюджет. В данном случае, при внушительных объемах строительства и затрат, сроки окупаемости для потенциального инвестора могут быть в разы больше, чем у проекта «Ботанический сад». Низкая стоимость жилой недвижимости, соседство с промышленными территориями, экологические проблемы и высокая интенсивность транспортного движения в районе делают жилищное строительство здесь невыгодным. При таком низком качестве городской среды наиболее обоснованным представляется возведение торгового центра в качестве коммерческого объекта. В данном случае поиском инвестора занимается подрядчик, финансируемый городом.

Выводы

Рассмотренные примеры наглядно показывают, что не все проектируемые транспортно-пересадочные узлы могут обеспечить основное условие для привлечения инвестора — наличие прибыли. Соответственно, включение метрополитена в состав ТПУ не всегда позволяет привлечь внебюджетное финансирование. В современных экономических условиях инвесторы предпочитают финансировать проекты со сроком окупаемости менее десяти лет, а ТПУ могут окупаться дольше. На сегодняшний день частные компании проявляют интерес только к немногочисленным заведомо прибыльным проектам.



Рис. 4. Макет ТПУ «Рязанская»

В целом перечень моделей внебюджетного финансирования метрополитенов российских городов может быть сведен к извлечению прибыли из рекламы, сдаче в аренду торговых павильонов, включению метро в состав ТПУ.

Московский метрополитен успешно реализовывает первые две модели. Однако система взаимодействия с инвестором в рамках создания ТПУ пока не получила должного развития. Реализованных проектов на сегодняшний день мало.

Чтобы повысить привлекательность участия в них, в российской модели ГЧП, в отличие от европейской практики, строительство технологической части берет на себя городской бюджет. С одной стороны, в таком случае на него ложится финансирование самого дорогого этапа, с другой — повышается шанс прихода в проект инвестора.

В зависимости от характеристик ТПУ (стоимость недвижимости в районе / пассажиропоток / близость к центрам притяжения / соседство с промзонами / экологическая ситуация и т. д.) могут быть коммерчески эффективны различные типы объектов: торговые центры при высоких показателях пассажиропотоков, офисные центры при относительной близости к центру, жилые комплексы при высоких ценах на недвижимость, благоприятной экологической ситуации, хорошей транспортной доступности.

Основной проблемой реализации концепции ТПУ и привлечения к финансированию частного инвестора при этом продолжают оставаться «узкие места» в законодательстве, слабая проработанность механизмов выкупа земель и общая неопределенность относительно прибыльности и сроков окупаемости проекта. ■

Д. С. КОНЮХОВ,
к. т. н., заместитель начальника
НИЦ ОПП АО «Мосинжпроект»;
С. А. КАЗАЧЕНКО,
инженер,
ФБГОУ ВПО НИУ «МГСУ»

The established practice actually leads to the exclusion of analytical methods of soil mechanics from the geotechnical calculation of the "underground structure - host soil body" system and to the ubiquitous use of numerical methods. Mathematical modeling uses commercial software complexes. At the same time, the problem is the convergence of calculation data and field data, which is covered in the article.

О ПРОБЛЕМЕ СХОДИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ С ДАННЫМИ МОНИТОРИНГА

Сложившаяся практика геотехнического и научно-технического сопровождения строительства, а также требования нормативных документов (СП 22.13330.2011, СП 120.13330.2012, СП 248.1325800.2016) сводятся к практическому исключению из геотехнических расчетов системы «подземное сооружение — вмещающий грунтовый массив» аналитических методов механики грунтов и к повсеместному использованию численных методов. Для проведения математического моделирования совместной работы подземного сооружения с вмещающим грунтовым массивом применяются коммерческие программные комплексы. При этом проблемой является сходимость результатов расчетов с натурными данными.

Сопоставление расчетных (полученных с использованием программного комплекса Plaxis) и замеренных величин осадок оснований фундаментов зданий, расположенных в зоне влияния строительства котлованов (см.: Ильичев В. А., Коновалов П. А., Никифорова Н. С. «Прогноз деформаций зданий вблизи котлованов в условиях плотной городской застройки г. Москвы»), показывает расхождения: до 20% при креплении ограждений котлованов анкерами и железобетонными перекрытиями и до 30% — распорками из металлических труб. В другой публикации (Никифорова Н. С. «Прогноз деформаций зданий вблизи глубоких котлованов») отмечается, что расхождение может составлять 7–34%. По данным анализа результатов мониторинга 15 объектов (Леушин В. Ю., Шишкин В. Я., Карабаев М. И. и др. «Анализ деформаций в окружающей застройке при сооружении глубоких котлованов») можно сделать вывод, что это расхождение может составить от 3 до 75% в зависимости от способов крепления и производства работ. Французские исследователи приводят еще большие величины: для стены в грунте и ограждения из металлических труб расхождение расчетных и замеренных осадок дневной поверхности за ограждением котлована достигает 100%. В среднем же сходимость результатов расчетов с натурными данными не превышает 60%, что не

соответствует требованиям о 95% «удовлетворительной» сходимости.

Нужно отметить, что подобная ситуация характерна как для численных, так и для аналитических методов расчета. При наблюдении за осадками строящегося 31-этажного здания (Тер-Мартirosян З. Г., Тер-Мартirosян А. З., Соболев Е. С. «Анализ данных геотехнического мониторинга плитных фундаментов большой площади») было установлено, что расчетные осадки, полученные как численным (метод конечных элементов, расчетная осадка 170 мм), так и аналитическим (метод послойного элементарного суммирования, расчетная осадка 188,41 мм) методами существенно превышают фактически замеренные значения (максимальная осадка — 113,1 мм, минимальная — 71,5 мм, средняя — 97 мм). В другой публикации (Улицкий В. М., Шашкин А. Г., Шашкин К. Г. «Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям)») приводится сопоставление результатов аналитических расчетов с данными натурных наблюдений за осадками по СНиП 2.02.01-83, СП 50-101-2004 и методу линейно-деформируемого слоя, показывающее, что для метода послойного суммирования расхождение расчетных и наблюдаемых значений составляет 30%. Там же отмечается: «осадки по другим методам в разы отличаются от наблюде-

ний». В качестве основной причины такой ситуации авторы указывают на недостаточность данных инженерно-геологических изысканий, при которых только одна часть физико-механических характеристик грунтов определяется экспериментально, а вторая — «принимается по справочным данным».

Эти данные подтверждаются результатами исследований (Тер-Мартirosян З. Г., Тер-Мартirosян А. З., Сидоров В. В., Нгуен Х. Х.), показавших влияние принятой в расчет величины коэффициента Пуассона на зависимость осадки одиночного фундамента s от приложенной нагрузки p (рис. 1).

Здесь необходимо добавить, что в настоящее время на строительных площадках практически не проводятся крупномасштабные испытания грунтов. Все физико-механические характеристики исследуются в лабораторных условиях. При этом игнорируется явление, названное проф. С. Б. Уховым «масштабный эффект». Суть его заключается в существенном различии абсолютных значений прочностных и деформационных характеристик грунтов в массиве и в образце.

В чем причина подобного явления, в первую очередь применительно к математическому моделированию геотехнических задач?

Исторически сложилось так, что в нашей стране для решения геотехнических задач численными методами в основном используется метод конечных элементов. На его математическом аппарате базируется ряд используемых отечественными геотехниками зарубежных программных комплексов коммерческого назначения: Plaxis, Midas, Z_Soil и некоторые другие, в основном реализующие «типовые» математические модели грунта с некоторыми вариациями:

- модель Кулона — Мора;
- шатровые модели Cam Clay;
- различные вариации «упрочняющейся» модели Hardening Soil Model (в некоторых программных комплексах называется Modified Colon Mohr);
- модели скальных грунтов.

Одним из немногих исключений из этого ряда является разработанный в Санкт-Петербурге программный комплекс FEM models, использующий упрочняющуюся вязко-упруго-пластическую модель грунта.

Отечественными проектировщиками для описания поведения нескальных грунтов в основном применяются модель Кулона-Мора и Hardening Soil Model.

Наиболее часто для геотехнических расчетов задействуется «идеально упругопластическая модель с предельной поверхностью, описываемой критерием Кулона — Мора». Основным ее достоинством в российских

условиях является использование физико-механических свойств грунтов, определяемых по испытаниям. При этом применение в расчетах нелинейных моделей грунтов, рекомендуемое рядом исследователей, осложнено тем, что необходимость определения некоторых характеристик (секущий модуль общей деформации E_{50}^{ref} , разгрузочный модуль общей деформации E_{ur}^{ref} ; одометрический модуль общей деформации E_{oed}^{ref} и другие), необходимых для выполнения расчетов с использованием нелинейных моделей поведения грунта под нагрузкой, не установлена. Она должна быть отдельно внесена в программу инженерно-геологических или геотехнических изысканий, что может быть сделано только в рамках научного сопровождения строительства.

Таким образом, при использовании упругопластической модели:

- а) нет необходимости в проведении дополнительных дорогостоящих изысканий для определения недостающих механических свойств грунтов;
- б) при назначении недостающих характеристик по «справочным данным» не требуется обосновывать их величины и нести ответственность за несовпадение результатов расчета с фактическими значениями.

Основные недостатки этой модели были подробно рассмотрены А. Г. Шашкиным («Критический анализ наиболее распространенных нелинейных моделей работы грунта»). Во-первых, при описании пластических сдвиговых деформаций не учитывается нелинейность при объемном сжатии. Проблема частично может быть решена при задании в качестве исходных данных модуля сдвига G_{ref} вместо модуля Юнга E , однако этот прием может быть использован только для решения очень узкого круга задач.

Во-вторых, использование в модели модуля Юнга предполагает равенство модулей деформации грунта на фазах первичного нагружения и разгрузки, следствием чего, например, становится чрезмерное расчетное поднятие дна котлована после моделирования его откопки, при этом в зону выпора вовлекается окружающий грунтовый массив. Чтобы минимизировать этот эффект, в руководстве к программному комплексу Plaxis предлагается ограничивать максимальное расстояние от низа конструкции до границы расчетной схемы или использовать модуль разгрузки E_{ur} вместо модуля первичного нагружения E_0 . Однако необходимо отдавать себе отчет в том, что данный эффект действительно имеет место при производстве земляных работ.

Так, в публикации «Геотехнические особенности проектирования высотных зданий в Москве» (Шулятьев О. А.) дается ссылка на

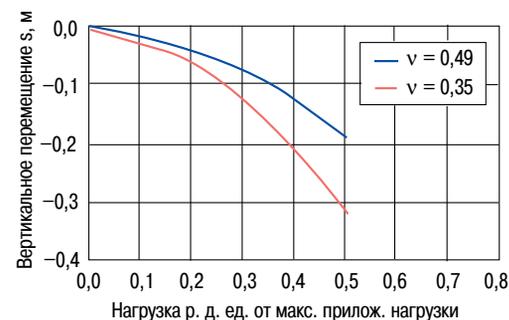


Рис. 1. Влияние величины коэффициента Пуассона ν на зависимость $s = f(p)$

результаты измерения подъема дна котлована с естественными откосами, глубиной 10 м, размерами в плане 36 × 86 м при его откопке. Максимальный подъем был зафиксирован в центральной части и составил 36,2 мм, у откосов — 21,8 мм, неравномерность подъема составила 0,00065, то есть осредненная величина подъема — около 0,3% от глубины котлована. К сожалению, не удалось обнаружить в литературных источниках указаний на другие подобные исследования, поэтому названную величину следует рассматривать как ориентировочную. Тем не менее, она может быть использована как предварительный критерий достоверности при верификации результатов математического моделирования.

В качестве примера на рис. 2 приводится расчет подъема дна модельного котлована с габаритными размерами в плане 40×40 м, глубиной 6, 9 и 12 м для следующих грунтовых условий: массив грунта сложен из песка, супеси, суглинка и глины (табл. 1). Моделировалась как поэтапная разработка грунта в котловане, так и разработка одной заходкой на всю глубину. Из графиков, представленных на рис. 2, видно:

1. Наиболее близкое к экспериментальным данным расчетное значение подъема дна котлована (0,25–0,5%) от его глубины дает

Таблица 1. Принятые в численном эксперименте характеристики грунтов

	Глина	Суглинок	Супесь	Песок
Модуль деформации грунта E , кН/м ²	10 000	10 000	10 000	10 000
Коэффициент Пуассона ν	0,42	0,35	0,3	0,3
Удельный вес γ , кН/м ³	19,5	19,5	19,5	19,5
Сцепление c , кН/м ²	33	18	11	2
Угол внутреннего трения ϕ , °	11	18	22	23
Угол дилатансии ψ , °	0	0	0	0

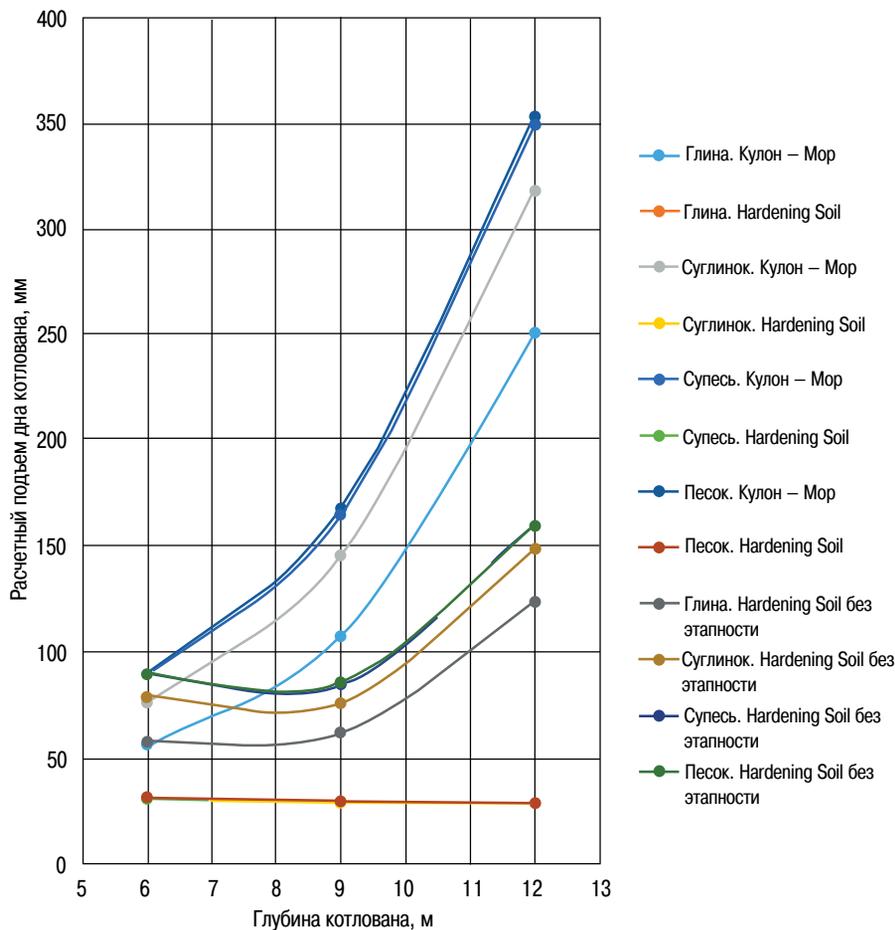


Рис. 2. Математическое моделирование подъема дна котлована

Hardening Soil Model при учете поэтапности разработки грунта. Основные параметры модели принимались по табл. 1, недостающие — назначались программным комплексом Z_Soil по умолчанию. При этом, как видно из рис. 2, абсолютная величина расчетного подъема дна котлована не зависит от его глубины. Учитывая, что использовалась общая схема, в которой варьировались глубина котлована, тип грунтовых условий и расчетная модель грунта, можно полагать, что при решении данной задачи первоочередное влияние на абсолютное значение подъема дна оказал заложенный в программный комплекс алгоритм вычисления модулей деформации при разгрузке.

2. При применении упрочняющейся модели без учета поэтапности разработки грунта в котловане результаты близки к расчетам по упругопластической модели.

3. Расчеты по модели Кулона — Мора завышают абсолютное значение подъема дна по сравнению с экспериментальными данными ориентировочно в 3–10 раз в зависимости от глубины котлована и типа грунта: для глин — ориентировочно в 3–7 раз, суглинков — в 4–9 раз, супесей и песков — в 5–10 раз.

Упругопластическая модель с упрочнением грунта Hardening Soil Model является усовершенствованной версией модели Кулона — Мора и учитывает зависимость модуля деформации от напряженного состояния грунта. Таким образом, поверхность текучести не зафиксирована в пространстве главных напряжений, а может изменяться вследствие пластического деформирования.

В качестве недостатков модели отмечается, во-первых, несовпадение результатов численного моделирования компрессионных испытаний с аналитическим расчетом. По мнению К. В. Сливца, причина этого заключается в том, что при решении системы уравнений для описания компрессионного нагружения количество неизвестных превышает количество уравнений, и система уравнений имеет решение только при $s = 0$. Другими словами, Hardening Soil Model наиболее адекватно описывает поведение песчаных грунтов.

Во-вторых, модель некорректно описывает поведение слабого глинистого грунта при деформациях формоизменения.

Еще одним важным фактором, влияющим на сходимость результатов расчетов с натурными данными, является выбор расчетной схемы. Ряд авторов указывают

на значительные расхождения результатов расчетов по плоской и пространственной схемам. Так, Д. В. Устинов, применительно к моделированию крупнопролетных выработок машинных залов и трансформаторных подстанций подземных гидроэлектростанций, размещаемых в скальных грунтах, показывает, что при решении задачи в плоской постановке в «некоторых зонах» наблюдается превышение перемещений в 2–3 раза по сравнению с трехмерной задачей. Этот эффект объясняется невозможностью учета в плоских задачах пространственного характера ориентации трещин.

Применительно к устройству котлованов в нескальных грунтах проблема рассмотрена В. С. Поспеховым. На основании анализа отечественных и зарубежных данных показано, что при расчете ограждений котлованов расчеты в плоской постановке дают завышенные результаты по сравнению с трехмерными, а горизонтальные перемещения значительно ниже в угловых зонах, по ширине примерно равным его глубине. Этот анализ подтверждается результатами наблюдений при строительстве нулевого цикла гостиничного комплекса в Варшаве. За время откопки котлована глубиной 11,5 м максимальное горизонтальное перемещение стены ограждающей конструкции составило 10 мм, что соответствовало прогнозируемому значению 11 мм. В то же время перемещение реперов по углам котлована не превысило 3–4 мм.

Для более подробного исследования степени влияния расчетной схемы на результат расчетов авторами этой статьи выполнено математическое моделирование влияния котлована вестибюля станции «Бутырская» Люблинско-Дмитровской линии Московского метрополитена на близрасположенное здание по ул. Руставели.

В геоморфологическом отношении рассматриваемый участок относится к пологоволнистой моренной равнине. Естественный рельеф строительства повсеместно изменен планировкой. В геологическом строении присутствуют отложения четвертичной, меловой, юрской и каменноугольной систем. Гидрогеологические условия до разведанной глубины 75 м характеризуются наличием пяти водоносных горизонтов. Инженерно-геологические условия территории строительства характеризуются как сложные (III категория).

Вестибюль №2 станции «Бутырская» сооружался открытым способом в котловане глубиной около 16 м (рис. 3).

Ограждение котлована — совершенного типа с заглублением из буросекущих свай (d 830 мм с шагом ~ 700 мм) на 2 м в юрские глины. Устанавливались четыре яруса распорных креплений, включающих в себя рас-

стрелы и раскосы из металлических труб $d\ 630 \times 8\ \text{мм}$ — $d\ 820 \times 8\ \text{мм}$, а также продольные пояса из двутавров 50Б2.

На весь период строительства вестибюля был организован геотехнический мониторинг за зданием.

Жилой дом №19 по ул. Руставели — 7-этажный, с подвалом и пристройкой, 11-подъездный, V-образной формы в плане. Конструктивная схема здания — каркасно-стеновая, с наружными несущими стенами и внутренними колоннами. К нему примыкает 1–2-этажная пристройка театра с подвалом под частью габарита, ее конструктивная схема — стеновая, с несущими продольными стенами. Предельные деформации здания в результате нового строительства не должны превышать: осадка — 30 мм, относительная разность осадок — 0,001. Замеренные величины деформаций составляют: максимальная осадка — 12,5 мм, относительная разность осадок — 0,0014.

Математическое моделирование влияния строительства котлована вестибюля станции «Бутырская» на здание выполнялось в плоской (рис. 4) и пространственной (рис. 5) постановках с применением программного комплекса Z_Soil. Поведение грунта под нагрузкой описывалось Hardening Soil Model. Результаты сопоставления приведены в табл. 2.

На основании выполненных расчетов можно заключить:

- расчетная зона влияния строительства при решении задачи в плоской постановке примерно в 1,3–1,5 раза больше, чем в трехмерной;
- расчетные осадки здания при математическом моделировании плоской задачи в 3,3 раза больше полученных при трехмерном моделировании и в 3,44 раза больше фактически замеренной величины;
- расчетные осадки здания при использовании пространственной модели примерно на 4% превышают фактически замеренную величину, что соответствует требованиям «удовлетворительной» сходимости.

В целом выполненный анализ литературных источников и проведенные

I ярус $\varnothing 630 \times 8\ \text{мм}$
 II ярус $\varnothing 720 \times 8\ \text{мм}$
 III ярус $\varnothing 820 \times 8\ \text{мм}$

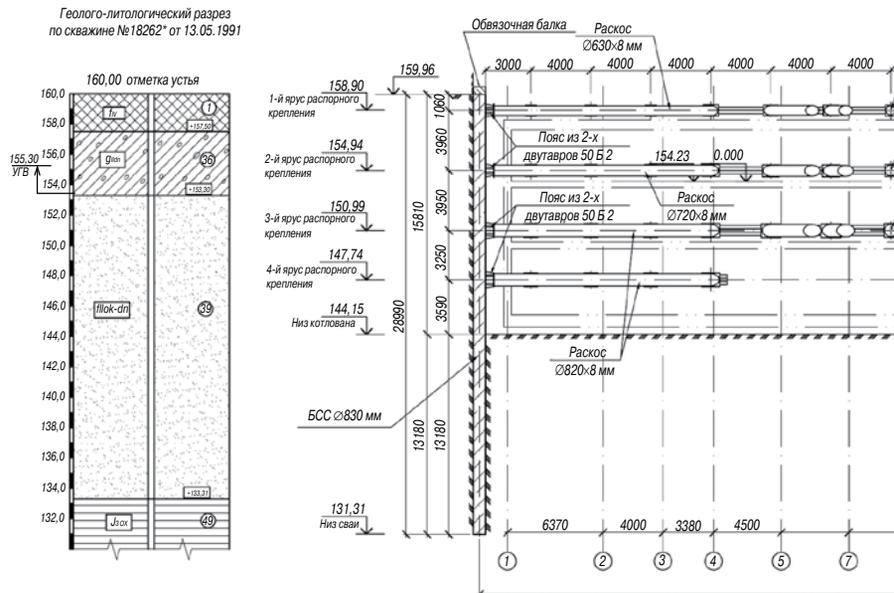


Рис. 3. Разрез по ограждению котлована

Таблица 2. Сопоставление осадок здания: максимальных расчетных и замеренной

Адрес	Предельно допустимая	Осадка, мм		Замеренная
		Расчетная		
		Плоская задача	Пространственная задача	
Ул. Руставели, д. 19	20	43	13	12,5

расчеты позволяют сделать следующие выводы:

Средняя сходимость результатов геотехнических расчетов (вне зависимости от принятого метода) с данными натурных наблюдений не превышает 60%, что не соответствует требованиям о 95-процентной «удовлетворительной» сходимости. Одна из важнейших причин этого — недостаточность исходных данных. В частности, при проведении инженерно-геологических изысканий не учитывается «масштабный эффект» — существенное различие абсолютных значений прочностных и деформационных характеристик грунтов в массиве и в образце.

При использовании коммерческих программных комплексов для выполнения расчетов совместной работы подземного сооружения с вмещающим грунтовым массивом наибольшую сходимость с натурными данными дает пространственная расчетная схема. Расхождение результатов математического моделирования с данными мониторинга не превысило 4%.

Применение плоской расчетной схемы в 3,3–3,4 раза увеличивает расчетные осадки здания сложной геометрической формы, расположенного на углу котлована, по сравнению как с трехмерной схемой, так и с фактическими значениями. ■

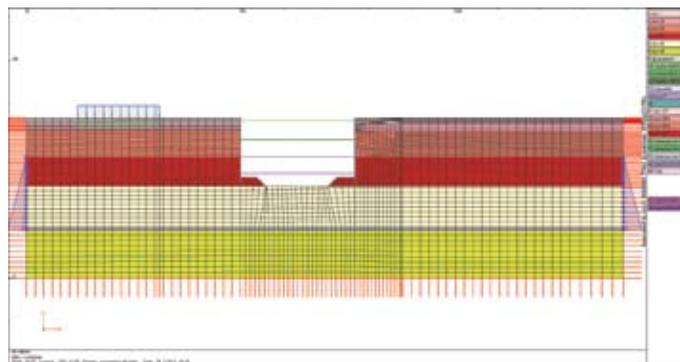


Рис. 4. Расчетная схема в плоской постановке

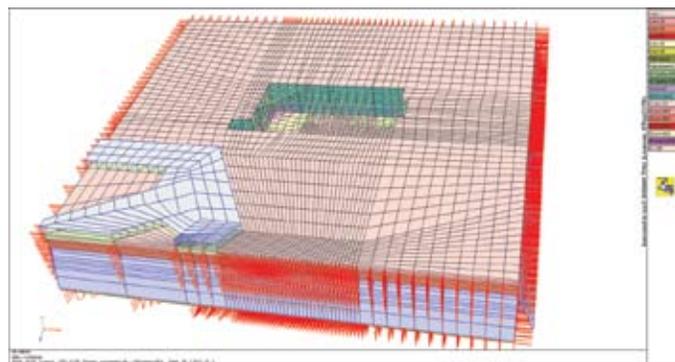


Рис. 5. Расчетная схема в пространственной постановке



MiningWorld
Russia

MiningWorld

22-я Международная выставка
машин и оборудования
для добычи, обогащения
и транспортировки
полезных ископаемых

17–19 апреля 2018
Москва, Крокус Экспо

Подробнее о выставке

miningworld.ru



Впервые в павильоне:

экспозиция
«Территория
тяжелой техники»

Организаторы:



primexpo



ITE

+7 (812) 380 60 16/00
mining@primexpo.ru

12+

С. С. ЗУЕВ, О. А. МАКОВЕЦКИЙ
(ОАО «Нью Граунд»)

When designing facilities in municipal and industrial development sites, architects should make deformation calculations for both new and the existing neighboring buildings. To estimate the development nature and the size of technological subsidence when soil & concrete elements are mounted in close proximity from the existing foundations, hardware and geodesic monitoring was performed.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ГРУНТОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

При проектировании новых объектов в городской и промышленной застройке необходимо выполнение расчета по деформациям как новых зданий, так и существующих соседних. На процесс трансформации НДС «основание — здание — окружающая застройка» существенное влияние оказывают: физико-механические характеристики грунтового массива; технология устройства котлована и ограждающей конструкции; технология подготовки искусственного основания; последовательность возведения подземной и надземной части здания. Дополнительные осадки от строительно-технологических воздействий могут вызвать потерю устойчивости основания существующих фундаментов.



Рис. 1. Работы по устройству грунтобетонных элементов в непосредственной близости от существующих конструкций

Осадки данного вида вызываются вибрацией грунта, фундамента и наземных конструкций вследствие погружения свай и шпунта молотами разного типа или вибраторами, созданием поблизости строительного котлована глубже подошвы существующих фундаментов, промораживаем при зимнем ведении земляных работ, пловунным разжижением грунта под фундаментами при открытой откачке подземной воды, поступающей в котлован, отклонением шпунтовых стен котлованов.

Особое внимание следует уделять работам по преобразованию строительных свойств грунта различными методами: уплотнению трамбовками, шнековыми буроинъекционными сваями, нагнетанием в грунтовое пространство цементного раствора под большим давлением. Анализ теоретических решений при различных технологиях устройства искусственно улучшенных оснований показывает, что при применении этих методов в грунтовом массиве развиваются остаточные деформации, увеличивается плотность, растут компоненты напряжений, которые частично релаксируются, а частично остаются.

Для оценки характера развития и величины технологических осадок при устройстве грунтобетонных элементов в

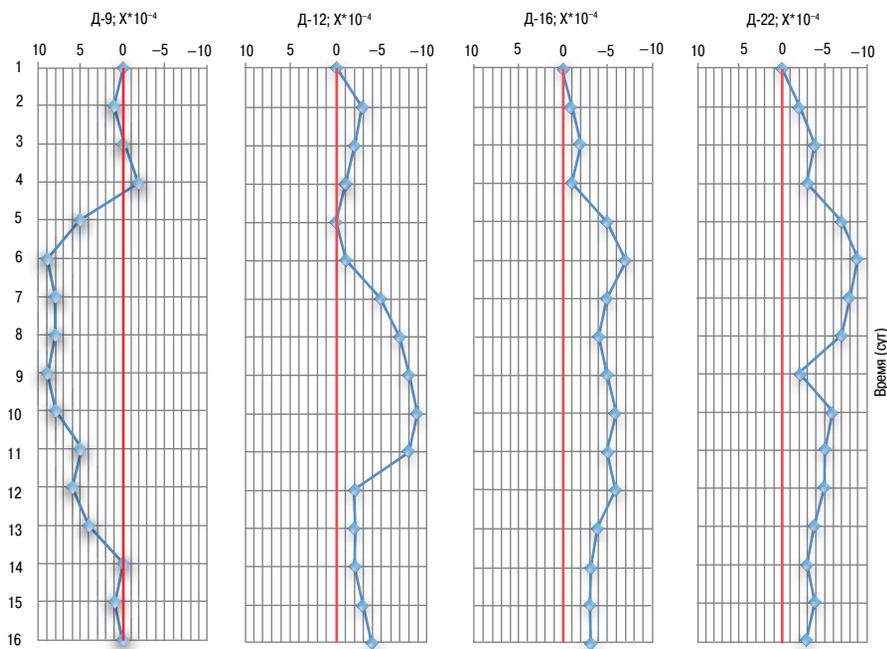


Рис. 2. Технологические деформации (относительные отклонения от вертикали) колонн Д-9, Д-12, Д-16, Д-22 при устройстве грунбетонных элементов

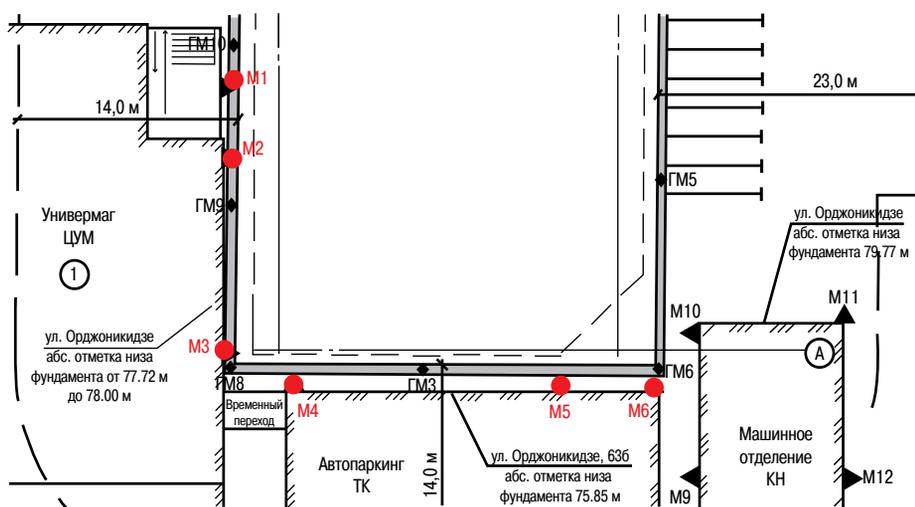


Рис. 3. Схема контрольных точек измерения вертикальных перемещений оснований при устройстве геотехнического барьера

непосредственной близости от существующих фундаментов были выполнен аппаратный и геодезический мониторинг.

В качестве объекта для аппаратного мониторинга рассматривались колонны металлического каркаса промышленного здания при устройстве около них системы геотехнических барьеров (рис. 1).

Измерение положения (угла наклона) колонн проводилось с помощью системы мониторинга «Терем-4». Она позволяет вести многопараметрический, многоканальный непрерывный мониторинг объектов, регистрируя процессы изменения во

времени различных физических величин: линейных и угловых перемещений. Для определения угла наклона колонн система была укомплектована пятью датчиками (инклинометрами) ИН-Д 3.2 со встроенными адаптерами. Датчики являются двухкоординатными, то есть позволяют фиксировать углы наклона в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Основные характеристики ИН-Д3.2: диапазон измеряемых углов наклона — град ± 5 ; разрешение — 20 сек.; угол между горизонтальными измерительными осями — 90 ± 1 град; рабочий диапазон температур

от -30 до $+50$ °С; температурный дрейф — 0,005 град/°С.

Инклинометры-адаптеры были установлены на колоннах по осям «9», «12», «16», «22» по оси «Д». Направление X — перпендикулярно осям, Y — вдоль осей. Через уголки датчики жестко прикреплены к колоннам, и показания наклона датчиков соответствуют наклону колонн. Датчики были установлены на высоте $\approx 4,0$ м от верха фундаментов колонн на приваренных к ним металлических уголках. С центральным регистрирующим блоком инклинометры-адаптеры соединялись кабелями (через соединительные коробки). Замеры значений углов наклона проводились с периодом в 1 час. Обработка результатов (перевод углов наклона в относительный крен колонн) и построение графиков изменения крена колонн проводились с помощью программы Microsoft Office Excel. Итоги аппаратного мониторинга представлены в виде графиков на рис. 2.

За период проведения мониторинга значения величины крена колонн не превысили предельного значения 0,002 (фактически для поперечного и продольного крена — не более 0,001). Это показало возможность проведения работ в непосредственной близости от существующих конструкций фундаментов, что затем было подтверждено на других производственных площадках.

Устройство грунбетонных элементов по технологии Jet-2 осуществилось с созданием системы геотехнических барьеров глубиной 36 м от поверхности. На стенах зданий закрепили геодезические марки (схема расположения приведена на рис. 3). На площадке за пределами зоны влияния был выполнен грунтовой репер. Марки M1-M3 закреплялись на здании с отдельно стоящими фундаментами под конструкции железобетонного каркаса, марки M4-M-6 — на здании с единой фундаментной плитой под аналогичные конструкции. Давление на основание под подошвой существующих фундаментов находилось в пределах 200–250 КПа.

Вертикальные перемещения определялись путем высокоточного геометрического нивелирования с помощью цифрового нивелира Dini 03 №708419 и с использованием инварной штрих-кодовой рейки. Точность проводимых измерений — 0,2 мм. В соответствии с «Руководством по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений», они осуществлялись одним горизонтом в прямом и обратном направлениях способом совмещения. Измерения проводились в течение 32 дней один раз в сутки в период

проведения работ по устройству грунтобетонных элементов. Результаты приведены в виде графиков развития перемещений во времени на рис. 4.

Анализ показал: подъем отдельно стоящих фундаментов составил 5–14 мм, фундаментной плиты — 4–10 мм. Это не превышает предельно допустимых значений дополнительных перемещений для зданий, находящихся в работоспособном состоянии. С течением времени происходит снижение дополнительных напряжений в массиве грунта, вызванных технологическим процессом, снижение перемещений и их стабилизация на уровне 55–65 % от первоначальной величины.

Данные исследования применения технологии струйной цементации грунта в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений показывают допустимость ее использования для устройства геотехнических барьеров, при проведении ежесменного геодезического контроля. ■

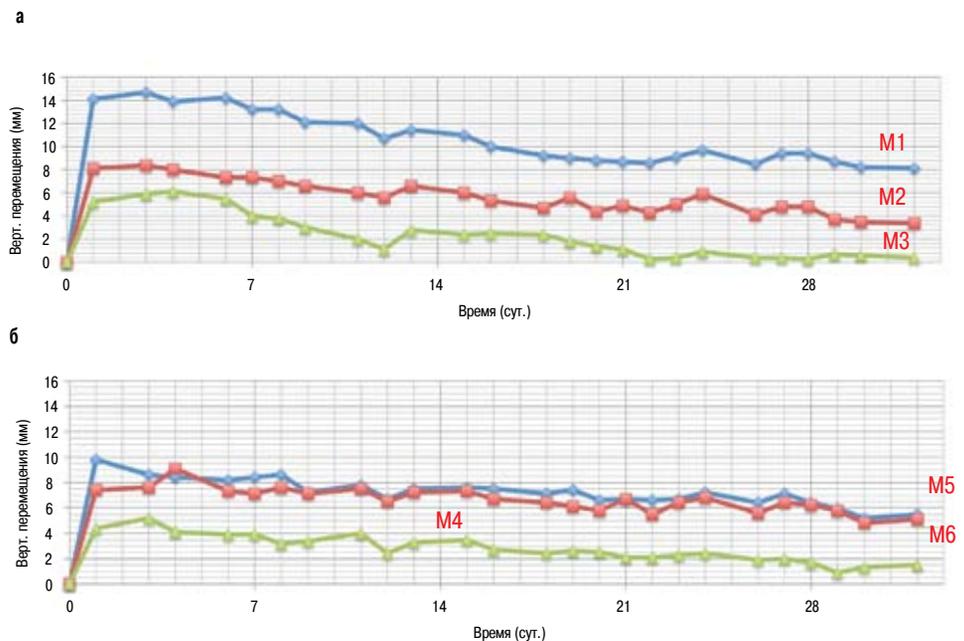


Рис. 4. Вертикальные перемещения основания отдельно стоящих фундаментов (а) и фундаментной плиты (б) при устройстве геотехнического барьера глубиной 36 м



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО подземных частей технически сложных и уникальных объектов:

подземные автостоянки;
транспортные развязки;
гидротехнические сооружения

ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНОВ

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ на памятниках истории и архитектуры

NEW GROUND

С нами строить легко!



ОАО «НЬЮ ГРАУНД» г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35
тел/факс: (342) 236-90-70 info@new-ground.ru

- ИЖЕВСК : (3412) 56-62-11
- КРАСНОДАР : (861) 240-90-82
- КРАСНОЯРСК : (391) 208-17-15
- КАЗАНЬ : (843) 296-66-61
- РОСТОВ-НА-ДОНУ : (863) 311-36-36
- МОСКВА : (495) 643-78-54
- САНКТ-ПЕТЕРБУРГ : (812) 923-48-15
- ТЮМЕНЬ : (3452) 74-49-75
- УФА : (917) 378-07-48
- ЧЕЛЯБИНСК : (351) 223-24-53





И. ХЕННИНГ,
руководитель сервисной службы
ООО «Херренкнехт тоннельсервис»

The main topic discussed in underground construction forums in Russia is usually the metro construction. However, the road tunnel segment also deserves attention, because it has prospects in any country developing the transport infrastructure in major cities. At the forum "Trends, Issues and Prospects of Underground Development in Russia", Herrenknecht shared its experience in this specific area, using the example of four large facilities, all of them built using large-diameter tunneling shields.

СТРОИТЕЛЬСТВО КРУПНЫХ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ В ЧЕРТЕ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ АВСТРАЛИИ

На форумах по подземному строительству в России обычно в основном обсуждается метростроение. Однако сегмент автодорожных тоннелей тоже заслуживает внимания, поскольку имеет перспективы в любой стране, развивающей транспортную инфраструктуру своих больших городов. На международном форуме «Тенденции, проблемы и перспективы развития подземного строительства в России», недавно состоявшемся в Санкт-Петербурге, компания «Херренкнехт» решила поделиться опытом работы именно в этом направлении на примере четырех крупных объектов последних лет в Австралии и Новой Зеландии. Все они строились с применением щитов большого диаметра.

Для успешной реализации крупных инфраструктурных проектов подземного строительства необходимо наличие нескольких определяющих факторов. Первый — это, несомненно, общественная и политическая заинтересованность. Второй — тесные партнерские отношения между заказчиком, проектировщиком, подрядчиками и производителем проходческой техники. С точки зрения ее оптимальной адаптации к условиям проекта цель такой совместной работы состоит в достижении максимально четкого планирования, гарантирующего безопасность строительства, принятии оперативных решений, использовании всех существующих

эффективных технологий и инноваций, рассмотрении экономических аспектов и воздействия на окружающую среду, принятии комплексных решений при изготовлении техники и оборудования. При этом главным достижением становится коренное изменение транспортной инфраструктуры города.

Clem Jones

Три крупных объекта с применением техники фирмы «Херренкнехт» были построены за последнее десятилетие в агломерации австралийского города Брисбен. Первый из них — двойной автодорожный тоннель

«Клем Джонс» (Clem Jones) длиной 4,3 км. При строительстве использовали два щита диаметром 12,3 м. Проходка началась в 2008 году, сбойка состоялась в 2009. Работали строители из трех фирм.

Тоннель был пройден в экстремально сжатые сроки в довольно сложной геологии с породами высокой прочности (включая аренит, филлит и кварцевые жилы). В имеющихся условиях оптимальным решением стало применение двойного щита, который может вести проходку и монтаж колец одновременно.

Поскольку встречались участки с довольно низким покрытием над шельгой (оно варьировалось от 6 до 30 м), в конструкции комплекса потребовалось предусмотреть возможность отбора керна и бурения скважин для инъецирования с целью более точного определения геологии.

Что касается конструктивных особенностей щита, самым главным стала борьба с износом режущего инструмента. Было принято решение использовать 19-дюймовые шарошки, что применяется довольно редко. Но благодаря тому, что они почти на 40 мм больше обычных, их ресурс увеличивается. Задействовали также специальные износостойкие пластины по всей поверхности ротора. А поскольку при разработке грунта в скальных породах в числе основных проблем — перегрев режущего инструмента и образование пыли, были установлены 16 водяных сопел для охлаждения и пылеподавления.

Еще одна особенность — в зоне пересечения р. Брисбен предусматривалась техническая возможность закрыть и загерметизировать забой, временно остановив проходку. Это позволило исключить попадание воды в тоннель.

Основное преимущество примененной техники состоит в том, что было предоставлено комплексное решение под ключ. Это помогло достичь скорости проходки в среднем 586 м в месяц.

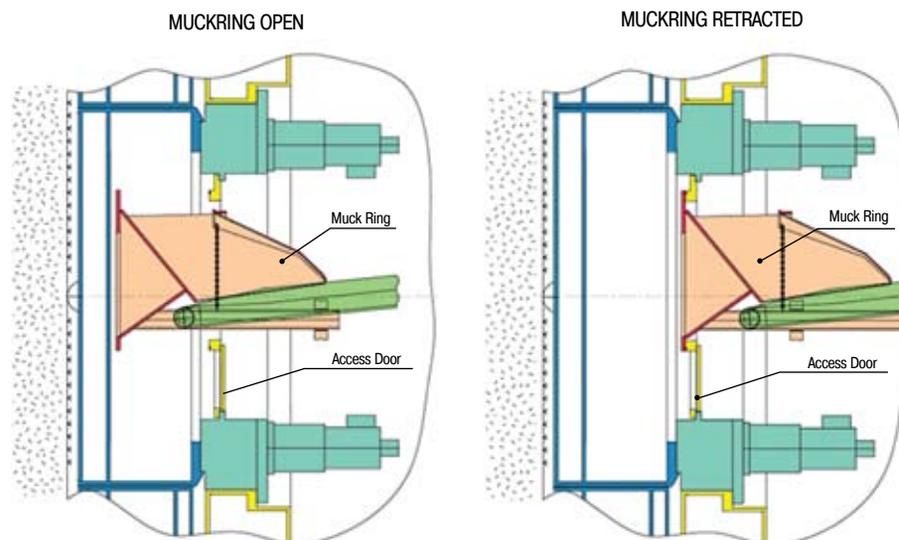
Legacy Way

Второй жизнью для ТПМК проекта «Клем Джонс» стал следующий подобный проект в Брисбене — также двойной автодорожный тоннель «Легаси Вей» (Legacy Way), имеющий также длину около 4,3 км. Но строил его уже другой подрядчик. Сбойка состоялась в 2013 году.

Между строительством тоннелей прошло определенное время. Сначала машины вернулись на завод, но потом фирма вновь выиграла тендер, и, поскольку предполагалась проходка в аналогичных геологических условиях, было решено повторно использовать ту же технику после адаптации к новому проекту.



Тоннель «Clem Jones», Брисбен



Тоннель Clem Jones, Брисбейн, ТПМК

Обе машины прошли санацию и полную контрольную сборку перед поставкой. Были внесены определенные изменения в конструкцию щита. В частности, теперь также использовались двойные шарошки. В итоге машины достигали скорости проходки до 50 м в сутки и удалось пройти тоннель с опережением графика: первым щитом — на три месяца, вторым — на полгода.

Следует отметить и еще одну особенность. Поскольку для автодорожного тоннеля нужна плоская проезжая часть, ее основание запол-

нили ранее разработанным и извлеченным грунтом, состоящим из крепких скальных пород. После окончания проходки и демонтажа ТПМК это было сделано с помощью тоннельного конвейера, поставленного на реверс, за три месяца.

Brisbane's Airport Link

Третий крупный автодорожный тоннель — это «Связь с аэропортом города Брисбен» (Brisbane's Airport Link) длиной 2,5 км. Здесь



Крупномасштабные проекты возможно осуществлять быстрее, безопаснее и с меньшим воздействием на окружающую среду. Главным достижением становится коренное изменение транспортной инфраструктуры города.

использовались два щита с грунтопригрузом диаметром 12,4 м. Время строительства — 2010–2011 гг.

Сложность состояла в том, что в имеющихся условиях можно было вырыть только короткий стартовый котлован, не позволяющий собрать сразу весь ТПМК. Для решения этой задачи сначала смонтировали щит, первую технологическую тележку и часть второй, а потом в промежуточном режиме была сделана проходка 180 м. Таким образом, появилась необходимая площадка, чтобы завершить монтаж машины общей длиной 195 м.

После этого началась основная проходка.

Поскольку и данный объект требовалось построить в очень сжатые сроки, были применены некоторые технологические новации. Одна из них — быстрая разгрузка блоков. Они доставлялись с помощью мультисервисных транспортных средств (МТС), которые въезжают в технологическую тележку и за один раз с помощью специальных захватов поднимают по три блока. Время их разгрузки занимает две-три минуты. Но, поскольку МТС двигались не по рельсам, требовалось гарантировать точность их въезда в тележку. Поэтому машины имели специальное автоматизированное управление. Положение опоры, на которой находятся блоки, тоже регулировалось.

Еще одна особенность — кстати, подобное решение недавно реализовано и в Петербурге — это проходка через промежуточные камеры. В нашем случае их было две, длиной 390 и 190 м. Применялся режим проходки с полукольцами, которые использовались

для отталкивания ТПМК и как дорога для технологических тележек. Затем часть колец спиливают и убирают, что дает возможность смонтировать тоннельный конвейер.

Следующая особенность — это способ демонтажа щитов. Убрать инженерные коммуникации, проходящие сверху, оказалось сложнее, чем предполагалось первоначальным проектом, и демонтажные камеры строить было нельзя. Принятое решение заключалось в том, чтобы оставить в тоннеле оболочки обоих щитов, вынув из них все гидравлику и другие технические узлы.

Waterview Connection

Самый большой щит в Южном полушарии был применен в Окленде (Новая Зеландия) при строительстве двойного автодорожного тоннеля «Ватервью Каннекшн» (Waterview Connection) длиной около 2,5 км. Заводская приемка уникального ТПМК состоялась в 2013 году. Машина имеет щит с грунтопригрузом диаметром 14,4 м. Сбойка первого тоннеля состоялась в 2014 году, второго — в 2015.

Реализация этого проекта полностью изменила инфраструктуру города. Только тоннель, проходящий под жилыми кварталами и реками, мог обеспечить необходимую транспортную связь.

В условиях городской застройки Окленда предъявлялись очень строгие требования к осадке дневной поверхности, поэтому использовалась специальная система контроля. Сложностями являлись также

меняющаяся геология и высокое (до 6 бар) давление водных пластов. Однако щит был рассчитан на такую нагрузку и сжатые сроки строительства.

Новацией здесь стало решение осуществлять монтаж кабельного коллектора и засыпку проезжей части одновременно с проходкой тоннеля. (Опять же, подобную технологию недавно освоили и петербургские метростроители.) Монтаж коллектора сегментами весом в 12 т производился сразу вслед за проходкой при помощи индивидуально спроектированной самоходной тележки общей длиной 96 м, высотой 12 м, весом 400 т. В состав системы входят также раздвижная платформа, стальной пандус. Коллектор устанавливается с помощью крана в лотке, под защитой временного мостика для МТС. Преимущество такого решения заключается, прежде всего, в том, что это самостоятельная тележка. Она работает гибко и может двигаться не только вперед, но и назад, не завися непосредственно от щита и находясь от него на расстоянии в 100–200 м.

Сама проходка началась с северного портала, потом был произведен разворот щита. При его движении в обратную сторону параллельно начали строить сбойки из первого тоннеля. Всего было 16 межтоннельных сбоек.

Заключение

Какие же преимущества дает использование современных щитов большого диаметра? Самое главное — это безопасность эксплуатации с точки зрения качества конструкции, которая почти стопроцентно соответствует проектным данным. Аналогичная точность присутствует и в финансовом плане. На сегодняшний день мы видим на примере этих тоннелей, что финансовые показатели ($\pm 5\%$) совпадают с теми, что предполагались проектом. То же самое относится к надежности планирования и соблюдению намеченных сроков строительства. Ведь и в Германии, и в России, и в других странах найдется немало примеров, когда при реализации крупных инфраструктурных проектов не удавалось уложиться в финансовые и временные рамки. Здесь же мы можем заранее определить стоимость и сроки достаточно точно.

Крупномасштабные инфраструктурные проекты возможно осуществлять быстрее, безопаснее и с меньшим воздействием на окружающую среду. Этому способствуют комплексные решения по производству и поставке современной техники из одних рук. ■

E&E EVENT 2018

EURASPHALT & EUROBITUME



BERLIN

14 & 15 JUNE 2018

PREPARING THE ASPHALT INDUSTRY FOR THE FUTURE



What is different about the E&E Event 2018?

What makes the E&E Event 2018 unique?

- Based on a completely new and exciting format: centred around a series of professionally-facilitated sessions between experts and participants using debates, workshops and information exchanges on key issues related to the future of the **Asphalt Industry**.
- Supported by online tools that will allow the participants to have their input before, during and after the event.
- There will be NO call for abstracts – each session be supported by selected experts.

What should you expect to gain from attending?

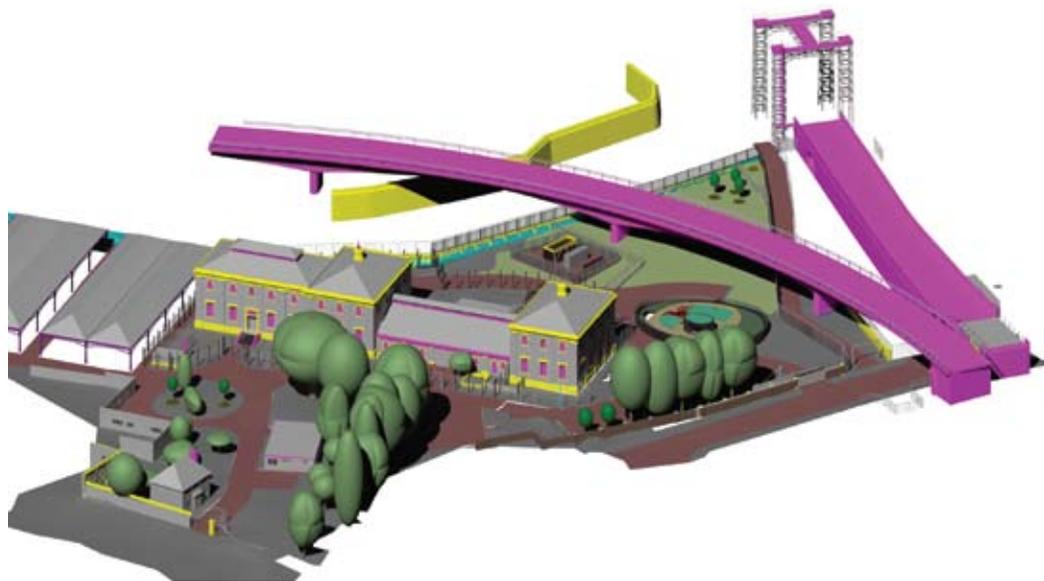
- A valuable insight into six important strategic issues for the **Asphalt Industry** as discussed by a wide range of stakeholders:
 1. Visions of the future
 2. Financing solutions
 3. Sustainability
 4. Health and safety trends
 5. New technologies
 6. Communication and education



Keep up-to-date with all the latest updates on: www.eeevent2018.org

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СТРАТЕГИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЯ THAMES TIDEWAY TUNNEL

Компания «Мотт МакДональд» стала инновационным лидером в разработке самого крупного за всю историю Великобритании проекта строительства гидротехнического объекта, внедрив стратегию перехода на цифровые технологии для проектной группы совместного предприятия CVB (между Costain, Vinci Construction Grands Projets и VachySoletanche). Проект подводного тоннеля Thames Tideway Tunnel позволил установить стандарт для строительных проектов во всем мире, поскольку он объединяет различные коллективы работников и выводит на новый уровень сотрудничество между ними.



Основной задачей проекта являлось снижение количества канализационных стоков в Темзу, повышение качества воды, создание новой инфраструктуры, которая прослужит не менее 120 лет, а также соблюдение высоких европейских экологических стандартов. Дополнительной целью было выполнение планов правительства по увеличению численности инженеров на 182 тыс. человек к 2022 году.

Используя BIM-методологию от компании «Бентли Системс», «Мотт МакДональд» гарантировала, что трехмерные цифровые инженерные модели будут создавать окружение с максимальным эффектом присутствия для поддержки этапов планирования и проектирования. Участники проекта также воспользовались преимуществами среды связанных данных, используя облачную платформу Azure для оптимизации сотрудничества и обеспечения доступа к нужным данным в любое время.

Компания «Мотт МакДональд» была генеральным проектировщиком в совместном предприятии CVB, отвечавшим за «Восточный контракт» — от Chambers Wharf до Abbey Mills, а также за строительство соединительного тоннеля из Гринвича до центрального

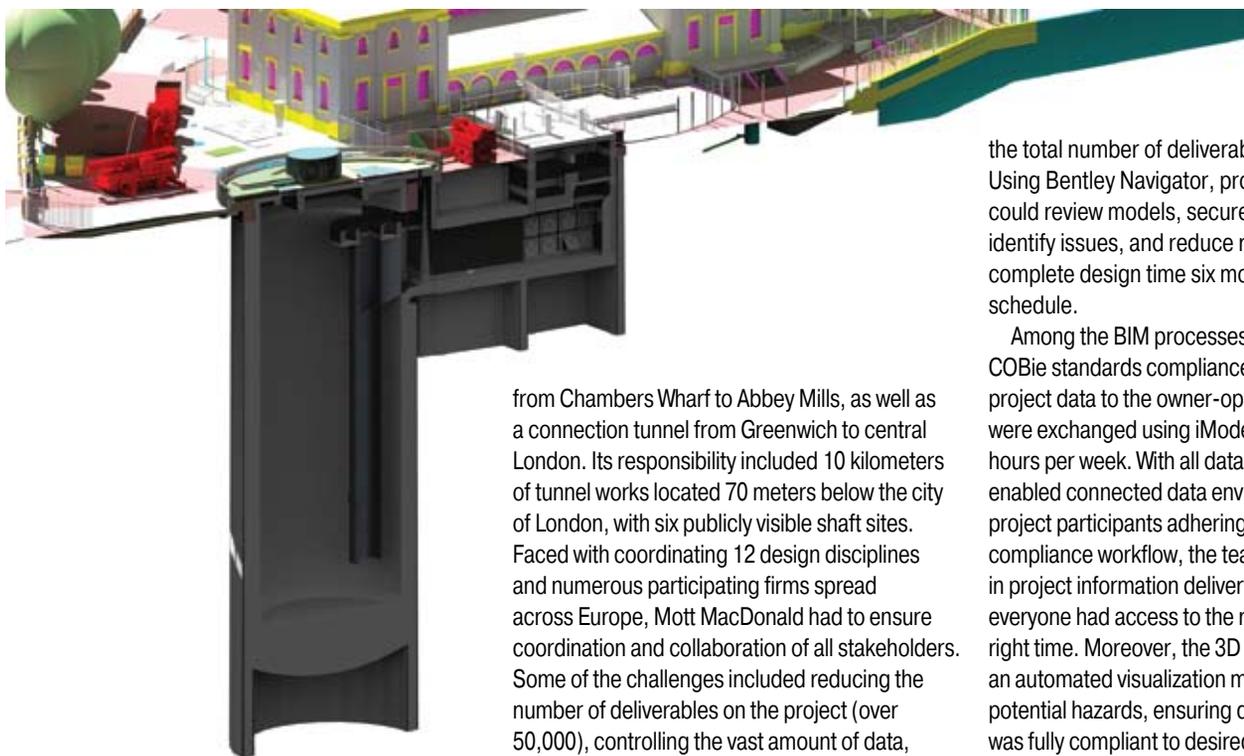
Лондона. В зону ответственности компании входила прокладка 10-километрового тоннеля, расположенного на глубине 70 м, с шестью шахтными площадками. Компании «Мотт МакДональд» приходилось координировать совместную работу многочисленных фирм, находящихся в различных европейских странах и управлять проектом по 12 направлениям. Некоторые из задач включали в себя сокращение количества отчетной проектной документации (более 50 тыс. единиц), контроль огромного объема данных, стандартизацию процессов, уменьшение объема исправлений, упрощение процесса анализа.

В данном проекте, стоимость которого составляла 4 млрд фунтов стерлингов, «Мотт МакДональд» и совместное предприятие CVB для проектирования и строительства использовали приложения «Бентли». Переход на BIM-методологию от «Бентли», предлагающую для совместной работы трехмерное программное обеспечение, обеспечил оптимальный обмен информацией между проектными подразделениями с целью принятия обоснованных решений. Используя ProjectWise, члены команды смогли получить доступ ко всей результирующей информации

на 80% быстрее, чем по аналогичным проектам. Это преимущество уменьшило общий объем отчетной документации по проекту. С помощью Bentley Navigator участники проекта могли анализировать модели, утверждать решения, выявлять проблемы и уменьшать объем исправлений, что позволило завершить проектирование на 6 месяцев раньше графика.

Среди принятых BIM-процессов было соблюдение стандартов COBie для передачи проектных данных заказчику объекта. Обмен BIM-моделями осуществлялся с использованием технологии iModel и позволял экономить до 22,5 часов в неделю. Благодаря тому, что все данные хранились в облачном хранилище, а также благодаря соблюдению всеми участниками проекта рабочих процессов в соответствии с BS1192, коллектив сэкономил 80% времени передачи проектной информации и обеспечил наличие у каждого сотрудника доступа к необходимым данным в нужное время. Более того, в трехмерных моделях использовался метод автоматизированной визуализации для выявления возможных рисков и обеспечения полного соответствия документации стандартам безопасности.

THE THAMES TIDEWAY TUNNEL BENEFITS FROM A DIGITAL STRATEGY



Mott MacDonald provided innovative leadership on the UK's largest-ever water industry infrastructure project by enabling a going-digital strategy for the CVB JV project team (a joint venture of Costain, Vinci Construction Grands Projets, and Bachy Soletanche). The Thames Tideway Tunnel project sets the standard for construction projects around the world, as it connects diverse teams and improves collaboration.

The project's primary objective was to reduce sewerage overflows into the River Thames, improve water quality, and create new infrastructure that lasts at least 120 years while meeting strict European environmental standards. An additional objective was meeting the government's goal of adding 182,000 new engineers by 2022.

By adopting Bentley's BIM methodology, Mott MacDonald ensured 3D digital engineering models would provide the immersive environment to support the planning and design phases. Project participants also took advantage of a connected data environment, leveraging an Azure cloud platform for improved collaboration and providing access to the right data at all times.

Mott MacDonald was the lead designer for the CVB JV responsible for the East contract

from Chambers Wharf to Abbey Mills, as well as a connection tunnel from Greenwich to central London. Its responsibility included 10 kilometers of tunnel works located 70 meters below the city of London, with six publicly visible shaft sites. Faced with coordinating 12 design disciplines and numerous participating firms spread across Europe, Mott MacDonald had to ensure coordination and collaboration of all stakeholders. Some of the challenges included reducing the number of deliverables on the project (over 50,000), controlling the vast amount of data, standardizing processes, reducing rework, and streamlining the review process.

For this GBP 4 billion project, Mott MacDonald and the CVB JV venture leveraged Bentley applications for design and construction. The adoption of Bentley's BIM methodology, which included 3D collaborative software, enabled better communication among the project disciplines to make informed decisions. Using ProjectWise, team members could access all deliverable information 80 percent faster than on similar projects. This advantage reduced

the total number of deliverables on the project. Using Bentley Navigator, project participants could review models, secure approvals, identify issues, and reduce rework. This helped complete design time six months ahead of schedule.

Among the BIM processes adopted was COBie standards compliance for handover of project data to the owner-operator. BIM models were exchanged using iModels, saving 22.5 hours per week. With all data stored in a cloud-enabled connected data environment, and all project participants adhering to the BS 1192 compliance workflow, the team saved 80 percent in project information delivery time and ensured everyone had access to the right data at the right time. Moreover, the 3D models leveraged an automated visualization method to identify potential hazards, ensuring data given to the field was fully compliant to desired safety standards.

Mott MacDonald drove significant change in process and culture, which was key to achieving these project results. By adopting BIM processes and a going-digital strategy, the project team improved collaboration and cooperation with the supply chain and stakeholders. 3D digital engineering models enabled immersive simulation for review and approvals, and provided engineering-ready data required for handover. Mott MacDonald and the CVB JV utilized Bentley applications to ensure a 32-percent savings on developed design.



The project common data environment hosted on ProjectWise allows us to easily access the latest information and has improved and simplified design approvals. Bentley ProjectWise provided the tool to coordinate over 80,000 documents totalling 685 gigabytes of data to give 300 users across 12 design disciplines the latest controlled information on which to base design and construction decisions.

Michael Gaunt, BIM Manager, Mott MacDonald



Пьетро ЛУНАРДИ,
профессор

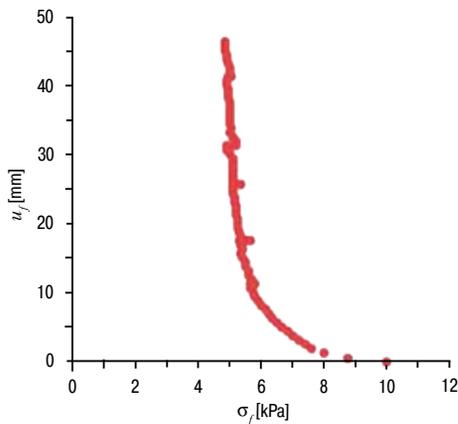


Рис. 28. Характеристическая кривая лба забоя, полученная на физическом макете

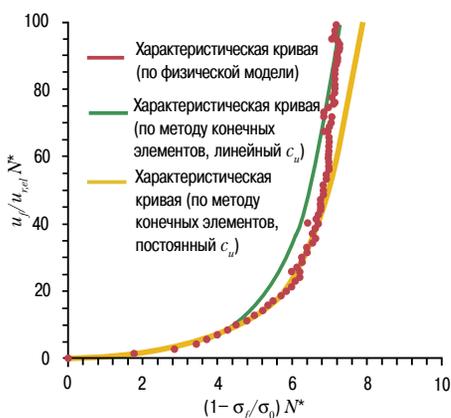


Рис. 29. Характеристические кривые лба забоя на плоскости $u_f/u_{rel} N^*$ – $(1 - \sigma_f/\sigma_0) N^*$

Памяти сэра Алана Муира Вуда

УПРАВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЕЙ ЭКСТРУЗИИ ЛБА ЗАБОЯ КАК СРЕДСТВО СТАБИЛИЗАЦИИ ТОННЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Окончание. Начало в №№6, 8, 10, 11–13

Результаты экспериментов, проведенных на физическом макете в уменьшенном масштабе

Тесты на физическом макете в уменьшенном масштабе проводятся со следующими целями:

- проверить способность численной модели предсказывать поведение системы;
- подтвердить механизм развития экструзии, определенный численным моделированием и представленный на рис. 14 (см. «Подземные горизонты» №12);
- подтвердить правильность вида «материнской кривой», определенной по результатам численной модели и предсказать объем экструзии в зоне «лоб — ядро» забоя, а также определить операции, которые необходимо выполнить в этой зоне;
- подтвердить эффект закрепления лба забоя как функции от длины и интенсивности закрепления (предварительно определенный численным моделированием).

Для этой цели была сформулирована следующая программа экспериментов:

- первая серия — подстройка экспериментальных параметров (изменение скорости тестирования) для определения оптимальной скорости, при которой вязкое поведение материала перестает оказывать влияние на результат;
- вторая серия экспериментов с незакрепленным лбом забоя (изменение глубины заложения и степени уплотнения материала) и соответствующий численный анализ для подтверждения правильности результатов;

■ третья серия экспериментов с закрепленным лбом забоя (изменение числа, положения и длины закрепления) и проведение численного анализа.

На рис. 27 показаны результаты одного из экспериментов в виде характеристических кривых лба забоя. Обратите внимание на эффект релаксации, определенный путем измерения изменения времени давления на лоб забоя при определенном виде движения. В соответствии с программой результаты эксперимента были смоделированы конечно-элементным анализом с учетом линейных изменений недренажно-го сцепления и модуля упругости. Зеленая характеристическая кривая, показанная на нормированной плоскости $u_f/u_{rel} N^*$ – $(1 - \sigma_f/\sigma_0) N^*$ (рис. 28) была получена в результате численного моделирования.

Нормализация экспериментальных данных и численные результаты были получены для недренажной связности, оцениваемой по оси тоннеля, а также определяемой через остаточное упругое смещение из начального наклона характеристической кривой на плоскости $u_f - \sigma_f$.

На рис. 28 красным цветом показаны результаты, полученные в эксперименте на физическом макете. Обратите внимание на существенное соответствие между численными и экспериментальными результатами: в частности, точки, полученные в конце фаз релаксации (точки А, В, С, D и E) почти полностью совпадают с кривой, полученной численным способом (зеленая кривая). На том же рисунке желтым цветом показана

«материнская кривая», полученная численным способом при постоянном значении c_u . Отметим и тот факт, что, несмотря на очевидное локальное влияние изменения c_u , на поле смещений грунта, глобальный ответ системы в виде характеристической кривой не проявляет значительных изменений.

Можно с определенностью утверждать, что результаты, полученные в экспериментах на физическом макете, обнадеживают; они показывают четко выраженное соответствие с результатами численного моделирования и с теми закономерностями, которые наблюдались в реальных условиях при строительстве целого ряда тоннелей в сложных напряженно-деформированных условиях. Можно также предположить, что «материнская характеристическая кривая» также подтверждается. Эти факты безусловно могут быть использованы на фазах диагноза и терапии этапа проектирования.

Результаты экспериментов на физическом макете в уменьшенном масштабе будут детально описаны в последующих публикациях.

Заключительные замечания

Как замечательно сказал великий философ Карл Поппер в своей интеллектуальной автобиографии, наука — это «неоконченный поиск». Этот поиск в науке и технологии начался в конце XVI века и непрерывно развивается вплоть до сегодняшнего дня, давая миру новые научные открытия и технологические достижения.

В области проектирования и строительства аксиома Поппера очевидно применима к созданию как подземных, так и наземных сооружений.

Говоря о создании подземных сооружений и о нашем вкладе в эту область, мы можем сказать, что нашей задачей (в которой мы, надеюсь, преуспели) было следование устремлениям двух отцов подземного строительства, а именно, Владислава фон Рабцевича («Тоннели нужно по возможности проходить полным сечением, хотя (сегодня) это не всегда можно сделать ...»), (Rabcewicz, 1964) и Алана Маршалла Муир Вуда («Стратегия проекта должна быть подробно определена до того, как на его выполнение будут предоставлены основные ресурсы») (Muir Wood, 2002). Наша задача состояла в том, чтобы достичь тех целей, которые эти люди сформулировали до нас.

По этой причине я здесь рассказывал о том строго научном пути, которого придерживались я и мои уважаемые коллеги при создании технологии, получившей название Анализа управляемых деформаций в пере-

секаемом массиве, то есть того способа проектирования и строительства подземных сооружений, который в последние десятилетия доказал свою универсальность при проходке как традиционным, так и механизированным способом в любых грунтах и при любых напряженно-деформированных условиях.

И действительно, начиная с того момента, как мы встретились с особыми деформационными явлениями во время строительства автотранспортного тоннеля Фреджюс:

1. Мы выделили явление экструзии ядра забоя, определив ее как самую важную составляющую Деформационного Ответа массива на действие проходки.

2. Мы провели углубленные теоретические и экспериментальные исследования в рамках анализа деформационного дтвета массива на действие проходки. Это позволило нам вполне определенно доказать, что явление экструзии зоны 'лоб-ядро' забоя непосредственным образом определяет следующую за ней конвергенцию выработки и, следовательно, устойчивость самой выработки.

3. Мы занимались изучением, внедрением и совершенствованием тех систем и операций, которые были нам необходимы для измерения упомянутого Деформационного Ответа и всех его компонентов, особенно компонента экструзии (которую мы определили как причину) и компонента конвергенции (которую мы определили как следствие в противоположность тому подходу, при котором конвергенция выдвигалась в центр исследования).

4. Мы продолжили наше исследование, сформулировав задачу управления выявленным деформационным ответом, и разработали, внедрили и усовершенствовали ряд операций и технологий, необходимых для управления явлением экструзии зоны лоб — ядро забоя, а также превратили само ядро в эффективный инструмент, обеспечивающий стабильность выработки в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Нам удалось показать, что если задача устойчивости тоннеля не может быть решена даже в зоне лба забоя (когда статическая задача является трехмерной вследствие присутствия зоны лоб — ядро забоя), то она тем более не может быть решена на удалении от лба забоя (где задача становится плоской)! На этом этапе мы показали, что успешное управление деформацией экструзии напрямую связано с выбором технологии проходки полным сечением при систематическом бетонировании обратного свода вблизи лба забоя или, проще говоря, с выбором «идеальной» поверхности экструзии.

5. Мы обобщили результаты наших исследований в сформулированном нами методе проектирования и строительства, который мы назвали «Анализ управляемых деформаций в пересекаемом массиве». Это название было выбрано исключительно для того, чтобы подчеркнуть тот строгий научный подход, на котором мы основывались при создании предложенной нами технологии.

6. Наконец, на основании опыта, полученного в результате применения метода Анализа управляемых деформаций в пересекаемом массиве при строительстве более чем 1000 км тоннелей в различных рельефах и в самых разнообразных напряженно-деформированных условиях, мы наконец смогли продемонстрировать возможность проектирования и строительства тоннелей по образцу промышленного производства (то есть возможность оставаться в рамках тех затрат и тех сроков строительства, которые были определены в самом начале, еще до начала работ), гарантируя при этом ритмичность производственного процесса и исключительную безопасность строительных работ.

Я также хотел бы всем напомнить, что результаты применения численных и физических моделей, в которых для простоты было принято предположение об идеально связанном массиве грунта в недренированных условиях, могут быть распространены также и на случай твердых пород, находящихся под большим давлением. В таких условиях их поведение, как мы видели при проходке тоннеля Фреджюс, очень похоже на поведение мягких грунтов типа глины.

В заключение я хотел бы заверить вас, что у меня нет намерения изменить образ мысли тех, кто в течение многих лет решал задачу проектирования тоннелей как двумерную или плоскую и кто использовал проходку уступом в качестве единственно приемлемого решения сложных геотехнических и геомеханических проблем. Тем не менее, я надеюсь, что новые поколения, вступающие в эту увлекательнейшую область деятельности, научатся применять в проектировании тоннелей такой подход, который — путем анализа управляемых деформаций в пересекаемом массиве обеспечит систематический выбор проходки полным сечением, в особенности при необходимости строить в сложных напряженно-деформированных условиях. Это была та надежда, которую мне высказал Владислав фон Рабцевич во время его посещения строительства тоннеля Гран Сассо (Италия) в начале 70-х гг. ■

EXTRUSION CONTROL OF THE GROUND CORE AT THE TUNNEL EXCAVATION FACE AS A STABILISATION INSTRUMENT FOR THE CAVITY

Previous chapter see in “Underground Horizons” #6,8, 10, 11–13

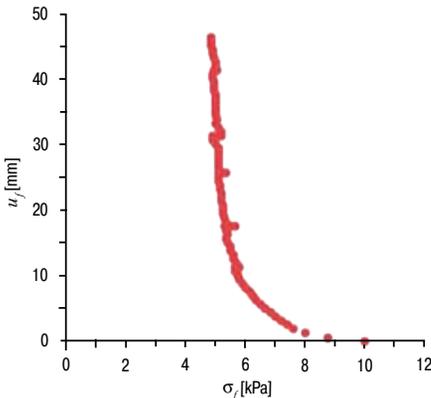


Fig. 29: Characteristic curve of the face obtained from a physical model test

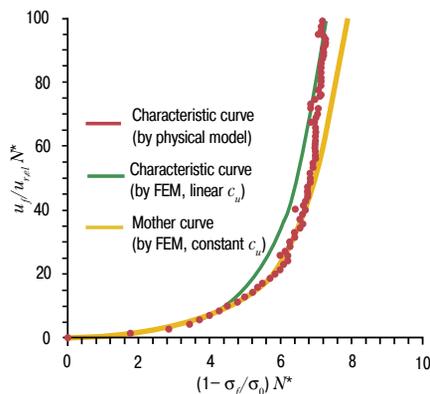


Fig. 30: Characteristic curves of the face in the normalized plane $u_f/u_{r,el} N^* - (1 - \sigma_f/\sigma_0) N^*$

5.3.1 Results of experiments on physical models in a reduced scale

The tests on physical models in a reduced scale serve the following purposes:

- verify the capacity of the numerical model to foresee the real behaviour of the system;
- confirm the evolutive mechanism of the extrusive phenomenon identified by the numerical modelling and represented in fig. 16;
- verify the validity of the “mother curve” identified by the results of the numerical model and to predict the importance of extrusive phenomena at the tunnel face as well as to assess the necessary reinforcement operations of the core-face;
- confirm the effect of core-face strengthening as a function of length and the intensity of reinforcement (previously underlined by the numerical modelling).

To this aim, the following program of tests was set up:

- a first series of experimental calibration tests (varying the test speed) to determine the optimal speed at which the viscous behaviour of material no-longer influences results;
- a second series of tests with a non-reinforced core-face (varying the overburden and the degree of consolidation of material) and corresponding numerical analyses to verify the conformity of results;
- a third series of tests with a reinforced core-face (varying the number, positioning and length of reinforcements) and numerical analyses.

The experimental calibration tests have just been completed during the preparation of the present text. Figure 29 reports the results of

one of these tests in terms of a characteristic curve of the face. Notice the effect of relaxation obtained by measuring, at a fixed movement, the variation in time of the pressure at the face. In conformity with what had been programmed, the experimental results were simulated by FEM analyses, taking into consideration a linear variation of undrained cohesion and Young’s modulus. The green characteristic curve shown on the normalised plane $u_f/u_{r,el} N^* - (1 - \sigma_f/\sigma_0) N^*$ in figure 30 was obtained from the numerical analysis.

Normalisation of experimental data and numerical results was carried out by using the undrained cohesion which was assessed at the axis of the tunnel and by defining the remaining elastic displacement from the initial inclination of the characteristic curve on the plane $u_f - \sigma_f$.

Figure 30 also shows in red the points corresponding to the results obtained from the experimental test on a physical model. Notice the substantial correspondence between the numerical results and the experimental results: in particular, the points obtained at the end of the relaxation phases (points A, B, C, D and E) coincide almost perfectly with the curve obtained numerically (green curve). The same figure presents in yellow the “mother curve” which was obtained by the numerical analyses with a constant c_u (fig. 18). Notice that, despite the fact that the field of ground displacements is quite influenced locally by the variation of c_u , the global response of the system in terms of characteristic curve doesn’t show significant variations.

Definitively, the results of the experimental tests on the physical model carried out so

far are encouraging, and show an excellent correspondence with the results of the numerical model and with what has been observed on the field when excavating many tunnels in complex stress-strain conditions. It also seems to confirm the validity of the “mother characteristic curve”. This can be used positively in order to define the diagnosis and therapy which must be prescribed during the design stage. Complete results regarding the tests on physical models in a reduced scale will be reported in a future publication.

6. Final remarks

As the great philosopher Karl Popper famously said in his Intellectual Biography, research is an “Unended Quest”. One that for science and technology began at the end of the XVI century and has developed more and more up to the discoveries and technologies of present day.

In the case of civil engineering, Popper’s axiom is clearly pertinent to modern underground and overground works alike.

In our case, speaking about underground works, we may say that we have tried (and hopefully succeeded) to follow the aspirations of two fathers of underground construction such were Ladislaus von Rabcewicz (“Tunnels should be driven full face whenever possible, although (today) this cannot always be done...”) (Rabcewicz, 1964) and Alan Marshall Muir Wood (“The strategy for a project needs therefore to be fashioned in considerable detail before major resources are committed”) (Muir Wood, 2002). It was our aim to meet the goals that they had set before us.

For this reason I have here recounted the rigorously scientific path which me and my esteemed collaborators followed in formulating the Analysis of Controlled Deformations in Rocks and Soils. A design and construction approach for underground works which in the last decades has proven to be universally valid, both conventionally and with TBM, in any sort of ground and stress-strain condition.

Indeed, starting from the particular deformation phenomenon which occurred during construction of the Frejus motorway tunnel:

1. We identified in the extrusive phenomenon of the core-face the most significant component of Deformation Response in the mass under excavation action;

2. we carried out in-depth theoretical and experimental research in terms of Deformation Response Analysis on the mass under excavation action. This allowed us to prove without a reasonable doubt that the extrusive phenomenon of the core-face is directly

responsible for the evolution of the following cavity convergence phenomena, and therefore of its stability;

3. we consequently studied, actualised and perfected the systems and instruments necessary to measure said Deformation Response and all of its components, especially the extrusive component (cause) and convergence (effect – which up to then had been the main focus of study);

4. we continued our Research in terms of Control of said Deformation Response and we identified, actualised and perfected the instruments and the technologies necessary to control the extrusion phenomenon of the core-face as well as to transform the core-face itself into an effective instrument for cavity stability in the short and long term. We were able to point out that: if tunnel stability problems can’t even be solved at the excavation face (where the static problem is three-dimensional due to the presence of the core-face), they certainly can’t be solved away from the face (where the problem becomes plane)! In this phase we highlighted how the success of extrusion deformation phenomena control is directly linked to the choice of full-face advancement with final invert systematically at the face or, more simply, to the choice of the “ideal extrusion” surface;

5. we finalised the results of our research into a design and construction approach which we called Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils. A name which was chosen exclusively for the manner in which it recalls the rigorously scientific approach that we used in formulating said approach;

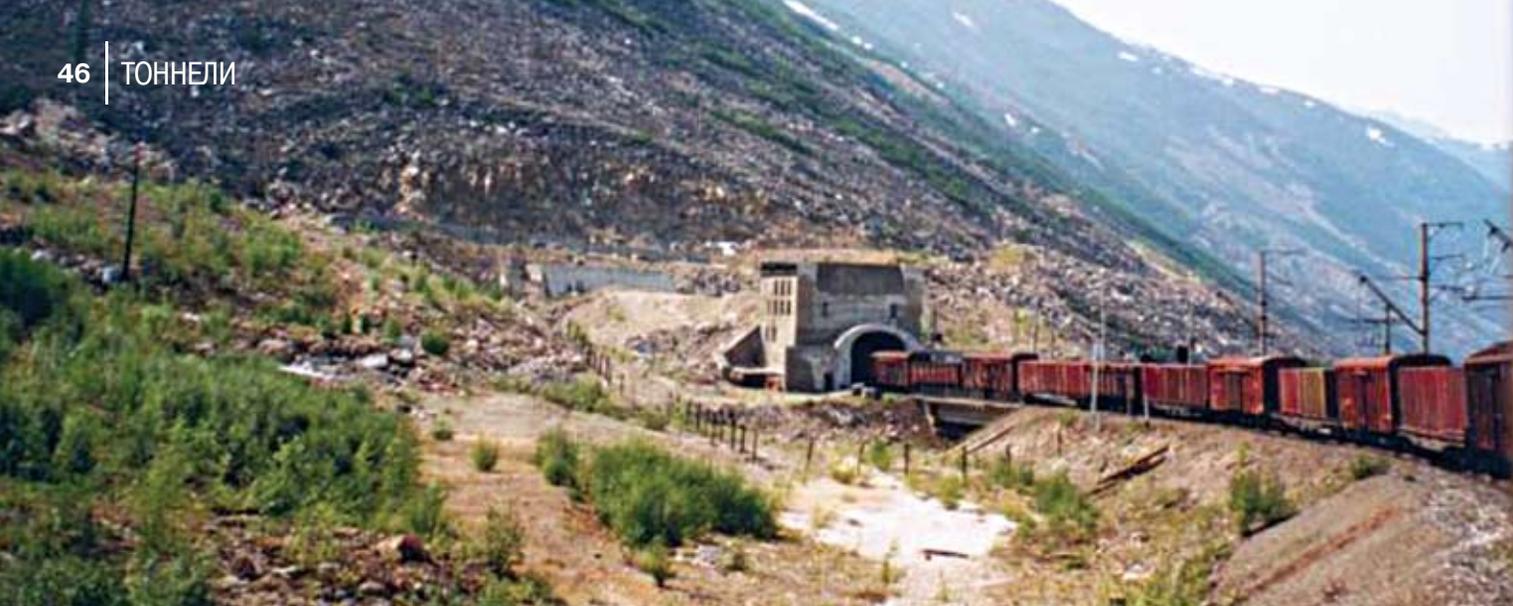
6. finally, after applying the Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils

on over 1,000 km of tunnel in various types of terrain and in different stress-strain conditions, we were finally able to demonstrate that designing and constructing tunnels in accordance with industrial criteria (meaning in full compliance with the designed construction times and costs) is possible before construction begins, with the guarantee of regular production and exceptional safety for workers during construction.

I would also like to remind all that the results of the numerical and physical models – which for the sake of simplicity took into account the case of a purely cohesive ground in undrained conditions – can also be extended to the case of competent rocks under heavy overburden. Their behaviour, as we saw when excavating the Frejus tunnel, is quite similar to that of soft grounds such as clays.

In conclusion, I assure you that I don’t have the presumption of changing the minds of those that have been designing tunnel for years as a two-dimensional or plane problem, and have been using partitioning as the only solution for difficult geotechnical and geomechanical problems. However, I do hope that the new generations which are approaching this fascinating discipline learn to face tunnel design with an approach that – by analysing and controlling the deformation response of ground to the excavation action – may guarantee the systematic choice of full-face advancement above all in the case of difficult stress-strain situations. This was the aspiration that Ladislaus von Rabcewicz confided to me during a visit of his to the Gran Sasso tunnel construction site (Italy), in the early 70s. ■





В. А. ГАРБЕР, д. т. н.,
филиал АО «ЦНИИС»
НИЦ «Тоннели
и метрополитены»

As mentioned in a previous publication by Professor Garber, the first computer-aided manufacturing (CAM) systems in Russia were introduced into machine-building industry in the 1960s, and in the following decade, similar developments were made in underground transport facilities. Having introduced Russian CAMs for the underground, let us now discuss railway and road tunnels.

АСУ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Как отмечалось в предыдущей публикации автора (см. журнал «Подземные горизонты», №13), первые автоматизированные системы управления производством в нашей стране были внедрены в 60-е годы прошлого века в машиностроении, а в следующем десятилетии появились аналогичные разработки для подземных транспортных сооружений. Сначала представив российские АСУ для метрополитена, теперь уделим внимание железнодорожным и автодорожным тоннелям.

Напомним, что важнейшей задачей АСУ является повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса строительства или эксплуатации. Применительно к транспортной сфере России на сегодняшний день речь идет об автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП), разработанных в разные годы.

АСУ ТП строительства тоннелей БАМа

В 1975 году началось строительство Байкало-Амурской магистрали (БАМ). Одной из ключевых задач ставилось ускорение сооружения тоннелей большой протяженности и сложных горно-геологических и суровых климатических условиях.

Для этих объектов были характерны: значительная удаленность стройплощадок одна от другой и от управления строительством, а также от баз материально-технического снабжения; отсутствие

транспортных подъездов и линий связи; повышенная сейсмичность зоны; значительные суточные и сезонные перепады температур и т. д.

В таких условиях особое значение приобретают вопросы организационного управления ходом технологического процесса, оперативного распределения человеческих и материальных ресурсов, предотвращения и устранения критических и аварийных ситуаций, учета и анализа состояния основного и вспомогательного оборудования, создания и поддержания в выработках нормальных условий для работы. Решение этих вопросов традиционными методами оказалось недостаточно эффективным.

Специализированным управлением Бамтоннельстроя совместно с СКТБ Главтоннельметростроя и ЦНИИСом была разработана автоматизированная система управления технологическими процессами строительства тоннелей БАМ (АСУ ТП «СТ БАМ»).

Система (рис. 1) имеет два уровня управления. Верхний («уровень треста»), в свою очередь, состоит из двух подуровней. Пер-

вый из них — руководство Бамтоннельстрой (начальник, главный инженер, заместители начальника). Второй подуровень включает в себя функциональные отделы предприятия (технический, производственный, плановый и др.), службу главного диспетчера, а также отдел АСУ и информационно-вычислительный центр (ИВЦ).

Нижний уровень системы управления имеет трехступенчатую структуру. Первая ступень включает в себя руководство основных и вспомогательных подразделений (тоннельных отрядов, управления механизации (УМ), управления производственно-технологической комплектации (УПТК), автобаз). Вторая — функциональные отделы и диспетчерские службы основных и вспомогательных подразделений. На третьей ступени нижнего уровня системы управления находятся технологические комплексы основного проходческого и вспомогательного оборудования и производственные комплексы вспомогательных подразделений (УМ, УПТК, автобазы).

Основными недостатками существовавшей диспетчерской службы являлись отсутствие непрерывности контроля выполнения планов горно-строительных работ и материально-технического обеспечения, дублирование сбора и обработки информации различными службами, а также неоперативность принимаемых решений.

Эти недостатки устранило введение новой структуры непрерывного оперативно-диспетчерского управления. Для уровня тоннельных отрядов она предусматривала сменное планирование горно-строительных работ по забоям, почасовой контроль хода производства и обеспечения выполнения планов, для уровня Управления Бамтоннельстрой — суточное планирование по тоннелям и посменный контроль.

Согласно новой структуре, диспетчерские пункты (ДП) были организованы в Управлении (верхний уровень) и во всех его производственных подразделениях (нижний уровень). Источниками информации первого являются ДП последнего, получающие сведения непосредственно с контролируемых производственных объектов. Таким образом, вся оперативная информация сосредоточивается в ДП верхнего уровня, который использует ее для регулирования производственных процессов, а также для представления руководству и функциональным подразделениям. Это исключает дублирование и повышает оперативность принятия решений.

АСУ ТП «СТ БАМ» базировалась на разветвленном и стабильном обмене инфор-

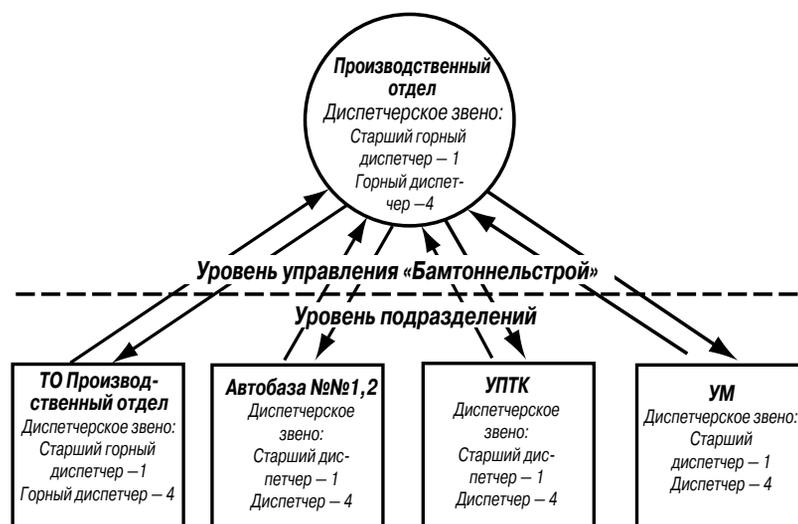


Рис. 1. Структура АСУ ТП строительства тоннелей БАМа

мацией между объектами производства по телефонной и радиосвязи (с использованием кабельных и радиорелейных телефонных линий, радиотелеграфных каналов, АТС, средств громкоговорящей связи и аварийной сигнализации). Аварийная (резервная) связь между объектами обеспечивалась радиостанциями.

Комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП имел трехуровневую структуру. В нижний уровень были включены средства, обеспечивающие локальное управление оборудованием, установленным непосредственно в забоях и на поверхности, а также средства передачи данных. Средний базировался на комплексах устройств оперативно-диспетчерского управления КОД-1М-БАМ, установленных на четырех стволах Северомуйского тоннеля и на Мысовых тоннелях. Основой верхнего уровня КТС являлся вычислительный центр Управления строительства «Бамтоннельстрой» на базе ЭВМ СМ-2, обеспечивающий работу в интерактивном режиме.

АСУ ТП «СТ БАМ», введенная в эксплуатацию в 1982 году, экспонировалась на ВДНХ СССР, где была награждена золотыми, серебряными и бронзовыми медалями.

АСУ ТП строительства Алабяно-Балтийского тоннеля

Для автодорожных подземных сооружений российская АСУ появилась лишь более чем через три десятилетия. Она была разработана для Алабяно-Балтийского тоннеля в Москве, двустороннее движение по которому открылось в 2015 году.

Особенность и сложность нового транспортногo сооружения общей длиной 1935 м

(в одну сторону), длиной закрытой части 1565 м и максимальной глубиной 22,5 м заключается в том, что оно, в свою очередь, проходит под Волоколамским тоннелем, под Ленинградским тоннелем, под тремя тоннелями Замоскворецкой линии Московского метрополитена. При строительстве использовались самые современные технологии и материалы, оборудование.

Основу АСУ ТП составила разработанная впервые и успешно внедренная уникальная система круглосуточного мониторинга состояния конструкций тоннелей метрополитена, близлежащих зданий, действующей автомагистрали, уровнем шума и грунтовых вод.

Руководство строительством осуществлялось из центра управления проходкой (ЦУП), оснащенного современной электроникой, в который по кабелям передавалась информация от датчиков, установленных на конструкциях тоннелей и земной поверхности.

Целью мониторинга являлось осуществление долговременного периодического контроля нагрузок, воздействий, усилий, перемещений, деформаций конструкций, напряжений в их сечениях, установление соответствия фактического напряженно-деформированного состояния конструкций расчетным данным и рабочему проекту.

На рис. 2 приведены некоторые типы применявшихся на объекте датчиков.

АСУ ТП эксплуатации Северомуйского тоннеля

В последние годы также начали проводиться работы по научному обоснованию эксплуатации транспортных подземных



Алабяно-Балтийский тоннель

сооружений, включая внедрение автоматизированных систем управления. Так, в Иркутском государственном университете путей сообщения разработана АСУ ТП эксплуатации Северомуйского железнодорожного тоннеля БАМа. Цель — повышение безопасности и эффективности эксплуатационного процесса за счет учета при проектировании особенностей взаимодействия тоннельных конструкций с неоднородными грунтовыми массивами.

Были осуществлены:

- обоснование учета геодинамических воздействий в неоднородных горных массивах в результате сейсмической и разломно-криповой геодинамической активности;

- разработка аналитических и численных моделей определения усилий в обделках железнодорожных тоннелей от геодинамических воздействий в неоднородных горных массивах;

- выявление закономерностей распределений усилий и напряжений в обделках железнодорожных тоннелей при смещении горных блоков;

- разработка научно-методических аспектов построения систем мониторинга транспортных тоннелей в неоднородных грунтовых массивах для контроля соблюдения проектных условий.

Система включает в себя мониторинг факторов внешних нагрузок и воздействий, параметров технического состояния конструкций, режимов эксплуатации и содержания тоннеля. Исходя из полученных результатов, разрабатываются технологии восстановления эксплуатационных функций в регламентируемых режимах, а также рекомендации по проектированию других объектов.

В рамках АСУ ТП эксплуатации железнодорожных тоннелей предусматриваются шесть видов мониторинга: геодезический, деформационный, динамический, геофизический, визуальный, сейсмический.

На рис. 3 приведена схема расположения датчиков различных типов АСУ ТП эксплуатации Северомуйского тоннеля.

Таким образом, разработаны основные положения системы автоматизированного мониторинга для контроля условий обеспечения проектных решений, включая:

- оперативный контур для отслеживания параметров геодинамических, геодинамических воздействий и реакции на них тоннеля;

- аналитический контур контроля условий обеспечения проектных решений и контроля безопасности с выходом на систему управления эксплуатацией. ■



Рис. 2. Типы датчиков, примененных в АСУ ТП строительства Алабяно-Балтийского тоннеля: а – струнный трехосевой трещинономер; б – датчик давления; в – струнный тензодатчик; г – скважинный инклинометр

- Волоконно-оптический датчик, устанавливаемый на рельсы (ос 3200)
- Волоконно-оптический датчик (ос 3200)
- Тензодатчик SM-5B
- ▲ Пьезометр

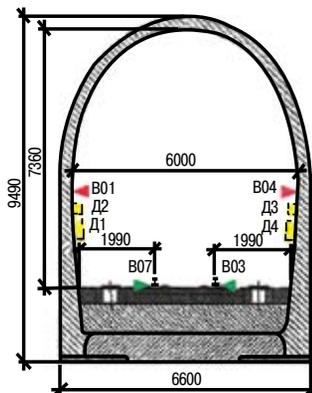
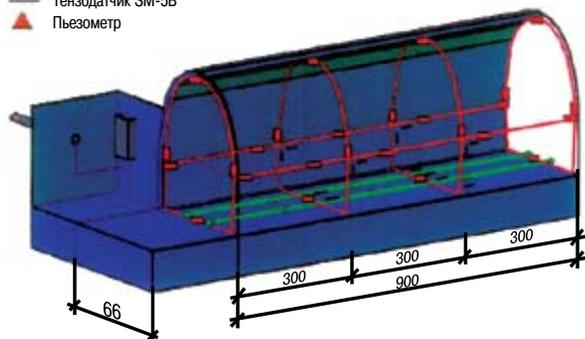


Рис. 3. Схема расположения датчиков АСУ ТП эксплуатации Северомуйского тоннеля



Building highway and railway tunnels is inevitable, for example, in Switzerland or in Italy. In the wide spread of Russia, this problem is not so acute as in the compact Europe, especially in the mountains. But even in Russia there are highways where a new tunnel is the optimal or even the only possible solution. One such tunnel is being built on the BAM. The first deputy general director of JSC "Bamtonnelstroy" Vladimir Hartig talks about the construction progress.

Подготовила
Наталья ГРИГОРЬЕВА

БАЙКАЛЬСКИЙ ТОННЕЛЬ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БАМА

Строительство тоннелей для автомобильных и железных дорог — это неизбежная необходимость, например в Швейцарии или Италии. На широких просторах России, в основном равнинных, вопрос стоит не настолько остро, как в компактной Европе, особенно в ее горной части, но и у нас есть магистрали, где прокладка нового тоннеля является оптимальным или даже единственно возможным решением. Один из таких объектов строится на БАМе. Это второй Байкальский тоннель.

Увеличение пропускной способности Байкало-Амурской железнодорожной магистрали — важная стратегическая задача транспортной отрасли России. Для этой цели реализуется проект модернизации БАМа и Транссиба. В августе 2017 года президент страны поручил до конца года выделить из Фонда национального благосостояния на эти цели 150 млрд рублей. Существующий Байкальский тоннель, пересекающий одноименный хребет на границе Иркутской области и Бурятии, считается одним из узких мест БАМа. Поэтому в проект реконструкции магистрали было включено строительство второго пути, что должно значительно увеличить пропускную способность участка.

Самым крупным и сложным объектом здесь является новая нитка Байкальского тоннеля, которую прокладывают в горах специалисты АО «Бамтоннельстрой». В роли генерального подрядчика на этом объекте выступает АО «Стройстрест». Обе организации входят в Группу компаний СК «Мост». О ходе работ и особенностях строительства нам рассказал первый заместитель генерального директора Бамтоннельстроя Владимир Гартиг:

— Мы строим на БАМе далеко не первый тоннель. Сначала был легендарный Северомуйский тоннель в Бурятии, который считается самым длинным в стране. Затем на Дальневосточной железной дороге мы построили Тарманчуканский, Лагар-Аульский, Кипарисовский, Кузнецовский, Облученский, Рачинский тоннели, на Красноярской железной дороге — Крольский и Манский тоннели. Сейчас ведем вторую нитку Байкальского тоннеля.

Работы на объекте начались в октябре

2014 года. Но через некоторое время стройку пришлось законсервировать из-за проблем с финансированием. Только в марте 2016 года мы возобновили работы. Проходка началась с западного портала на восток параллельно старому Байкальскому тоннелю. Общая протяженность сооружения — 6682 м, диаметр — 10 м. Проходка ведется механизированным способом. Мы используем наш тоннелепроходческий комплекс (ТПК) Lovat 394.

— Владимир Эрихович, насколько известно, эту машину покупали для строительства тоннелей в Сочи?

— Да, в Сочи мы строили тоннельный комплекс Олимпийской трассы, включающий в себя три выработки: железнодорожный и автодорожный тоннели, а также эвакуационную штольню. На одном из объектов работала эта машина. Можно сказать, что Lovat — наш «ветеран», испытанный на самых непростых участках строительства. Теперь мы его передислоцировали на этот объект, отремонтировали, и он успешно работает.

Средняя скорость проходки составляет 250 м в месяц, как и закладывалось в проект. На сегодняшний день основная часть пути, около 5,5 км, уже пройдена.

— Здесь вам пришлось работать не с мягким грунтом, как в Сочи, а со скальными породами, причем протяженность тоннеля намного больше. Насколько это сложнее?

— Основная трудность работы над этим тоннелем — сложные горно-геологические условия. Но ведь у нас есть техника, предназначенная именно для скальных пород.



Правда, приходится считаться с тем, что пробег у нее уже немаленький. Позитивный же момент состоит в том, что прочность скалы в местах проходки не самая высокая, всего 8–10 единиц по шкале коэффициента крепости горной породы Протождяконова. Нам приходилось вести проходку и в более сложных условиях, где это значение доходило до 14 единиц. Имею в виду Манский тоннель в Красноярском крае.

Однако следует учитывать тот факт, что порода на данном объекте представлена абразивными гранитоидами, что приводит к повышенному износу режущего инструмента и, соответственно, к необходимости частых остановок на ремонт. Здесь, к слову, есть небольшая хитрость. Проект предполагает устройство эвакуационных сбоек между строящимся тоннелем и штольной через каждые 300 м. Их мы сооружаем с опережением, и когда подходит ТПК, останавливаемся, и через эти сбойки у нас появляется возможность доступа к рабочему органу щита.

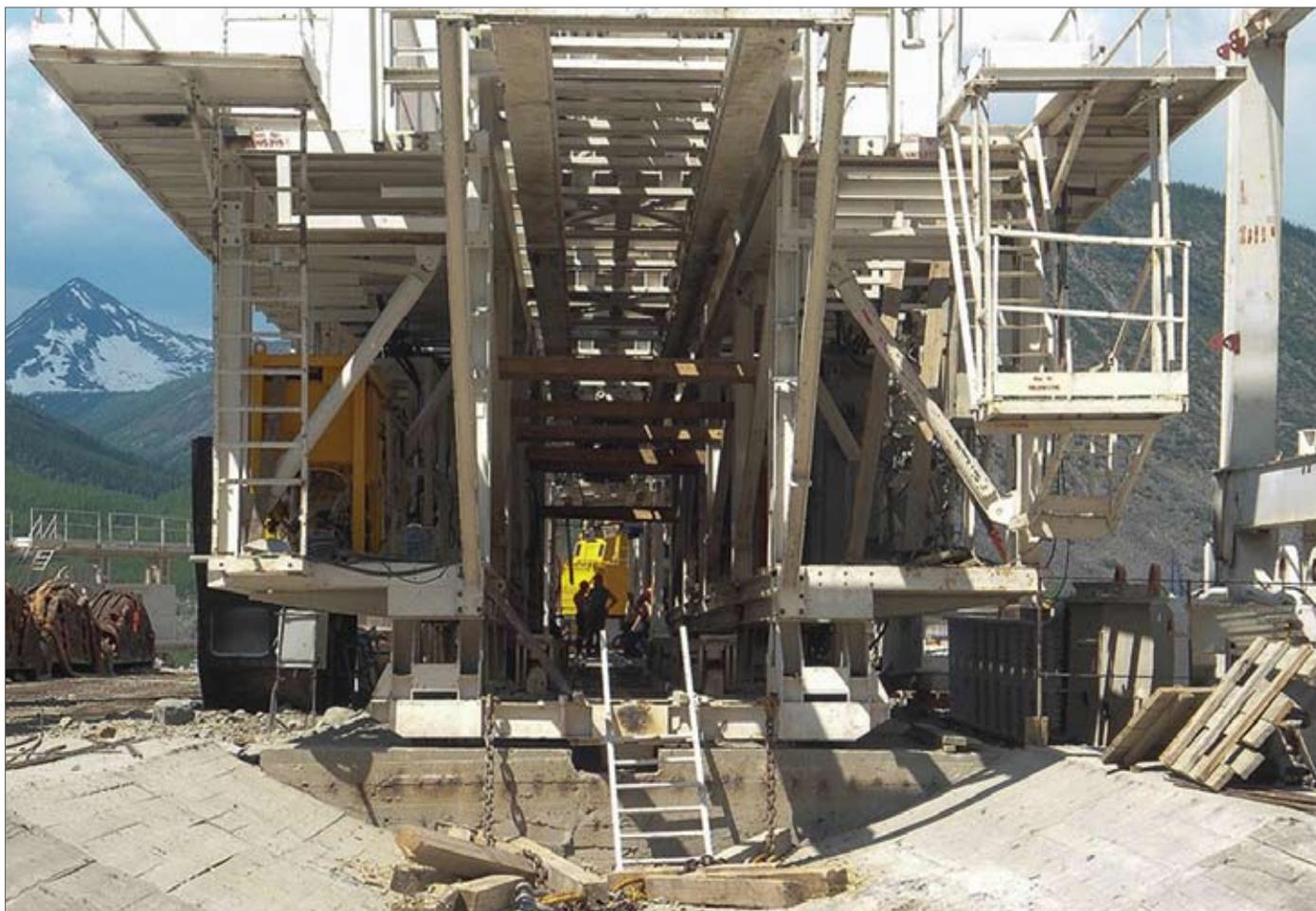
Мы осматриваем и ремонтируем машину: меняем шарошки, производим осмотр ротора, если надо, частично ремонтируем его и наносим защитный слой. По необходимости ремонтируем и другие узлы ТПК. В среднем на эти остановки тратится от 3 до 5 суток в месяц, но обойтись без них нельзя.

— Что еще входит в план работ по Байкальскому тоннелю?

— Одновременно с проходкой тоннеля строятся две дренажные штольни. Одна, длиной 1500 м, идет с западного портала, другая, 1747 м, — с восточного. Эти штольни не сквозные, а так называемые «слепые»: они пробиваются в грунте, затем выводятся на строящийся тоннель. Их проходка будет завершена до конца года.

Сейчас приступаем к ремонту вентиляционного ствола действующего тоннеля. В проект строительства было заложено интересное решение, позволяющее задействовать этот ствол для вентиляции нового сооружения, что мы и реализуем. Здесь также имеются две штольни — №1 и №2, по 232 м каждая. Они уже пройдены. По окончании горных работ мы займемся устройством верхнего строения пути в тоннеле.

Всего же комплекс работ включает проходку нового тоннеля, ствола, штолен, включая «слепые», более двадцати эвакуационных сбоек — как видите, объемы солидные. Сейчас на строительной площадке задействовано порядка 1600 наших сотрудников. Большую часть строительного объема мы уже выполнили. Проходческие работы рассчитываем завершить уже в



начале следующего года. Это позволяет полностью сдать объект в контрактные сроки — в первой половине 2019 года.

— А какие работы вы выносите на субподряд?

— Ближе к завершению строительства мы привлекаем сотрудников других подразделений. В частности, они занимаются монтажом контактной сети тоннеля, централизованной сигнализации, поездной сигнализации и других специализированных систем, которые должны обеспечить безопасность движения поездов. Как правило, эти виды работ мы отдаем на субподряд. Подходы к тоннелю снаружи также устраивают наши коллеги, при этом мы отсыпаем и готовим для них земполотно.

— Что интересного в этом проекте с инженерной точки зрения?

— Примечательно, что при строительстве мы используем два способа работы: механизированный, с помощью комплекса Lovat, и классический способ горнопроходцев, в котором используются буровзрывные работы на штольнях и сбойках, перемычках между штольнями и тоннелем.

Надо отметить, что наша компания с самого начала специализировалась на тоннелях большого диаметра для железнодорожного транспорта. Это наш конек. Механики и проходчики Бамтоннельстроя прекрасно владеют всеми способами строительства таких объектов.

— Есть ли какие-либо особые современные требования, которые железнодорожники предъявляют к строящемуся тоннелю?

— В этом проекте все достаточно стандартно. Хочу только уточнить, что после проходки мы оставляем за собой практически готовый тоннель. Сразу монтируем высокоточную обделку из железобетона, выпускаемую красноярским заводом, который вместе с нами входит в Группу компаний «СК Мост».

Сразу после проходки мы выполняем бетонирование конструкций для верхнего строения пути, монтаж кронштейнов под кабельную продукцию для постоянного обустройства, причем не мешая процессу проходки. Благодаря накопленному опыту мы научились достаточно успешно совмещать все эти виды работ.

Было время, когда наша компания строила одновременно пять-шесть тоннелей в разных точках страны: на Дальнем Востоке, в Сибири, на юге. Но это в прошлом. К сожалению, тоннелестроение в России сегодня переживает не лучшие времена.

— Многие компании отрасли берут курс на диверсификацию бизнеса. Возможно, такая стратегия подходит и вам?

— Учитывая опыт и квалификацию наших специалистов, мы можем заниматься самыми разными объектами. Например, строили водосбросный коллектор на Саяно-Шушенской ГЭС, взлетно-посадочную полосу аэропорта в Улан-Удэ, и это далеко не весь наш послужной список. Кроме того, наша организация участвовала в строительстве Новосибирского метрополитена. Пока было открыто финансирование, построили более 3 км горных выработок метро в Красноярске. Строили и продолжаем строить метро в Москве.

Жизнь показала, что лучше специализироваться на чем-то одном, как это делают профессионалы за рубежом. В первую очередь мы строим тоннели — и, как доказало время, делаем это хорошо. ■

Г. С. БУЗОВ,
к. т. н., вице-президент
ЗАО «ОШК «Союзспецстрой»;
А. Н. СЕМЕНОВ,
к. т. н., член-корреспондент
Академии проблем водохозяй-
ственных наук, заслуженный
изобретатель РФ



ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКОЙ НАУКИ В ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

На сегодняшний день достаточно оснований утверждать, что за годы реформ в России был разрушен большой пласт прикладной науки, который применительно ко многим отраслям так и не восстановлен. В истории страны был период, когда развитие экономики фактически определялось инфантильным девизом: «Не надо ничего производить, если все лучшее мы можем купить на Западе». Недальновидность и бесперспективность такой логики особенно четко проявилась при очередном экономическом кризисе и с обострением международной обстановки. Вместе с тем это повод вспомнить бывшие достижения страны. В частности, в сфере подземного строительства. Это мы и сделали, обратившись к опыту Московского горного института и ЦНИИподземмаша.

Years of reforms in Russia harmed a large stratum of applied science. There was even a period when economic development was actually determined by the infantile motto: "We don't have to produce anything if all the best can be bought from the West". The short-sightedness of this logic was clearly manifested during yet another economic crisis and with the deterioration of the international situation. At the same time, it is an occasion to recall the country's past achievements. In particular, by learning from the experience of the Moscow Mining Institute and Moscow Central Scientific-Research Institute for Excavation Equipment (TsNIIpodzemmach).

От истоков

Вскоре после Октябрьской революции, как известно, с принятием Декрета о земле все недра перешли государству в исключительное право распоряжения и пользования. При этом, несмотря на Гражданскую войну, в стране сразу же начали решать проблемы научно-технического обеспечения экономической деятельности в изменившихся условиях.

Одним из первых новых вузов стала Московская горная академия, образованная 4 сентября 1918 года. Одним из ее профессоров, а затем ректором являлся основатель советской нефтяной геологии И. М. Губкин, в ее ряды был призван выдающийся ученый-геолог В. А. Обручев. В первые годы деятельности Академии в ней работали 21 профессор, 46 преподавателей и 38 ассистентов. Это было учебное заведение политехнического типа, готовившее специалистов для всех горнопромышленных отраслей, а также по геологоразведочным и металлургическим специальностям. Однако со временем Академия перестала полностью удовлетворять нужды развивающейся промышленности. Инженеров с высшим образованием не хватало.

В апреле 1930 года на базе Академии были созданы шесть самостоятельных вузов, и ее правопреемником по освоению подземного пространства стал Московский горный институт (МГИ). Вначале его задачей являлась подготовка специалистов для строительства шахт и рудников, а затем и тоннелей различного назначения.

В то время уровень механизации был низок, и подземному строительству, как и другим отраслям, нужны были квалифицированные конструкторы и проектировщики для создания новой техники и технологий. Начали создаваться проектные бюро и конторы. Интересна история появления одной из первых таких контор. 15 июня 1931 года Л. М. Каганович на пленуме ЦК ВКП(б) предложил построить в Москве метрополитен. Решение приняли, и уже в августе 1931 года начала работать контора по проектированию строительства линии метро от Сокольников до Парка Культуры. В июне 1933 года проект был готов.

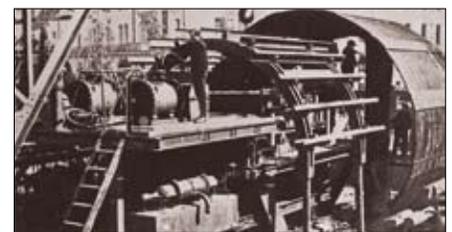
Руководство строительством первой очереди метрополитена поручили Е. Т. Абакумову, получившему образование в Московском горном институте. При создании Мосметростроя он явился одним из инициаторов закупки первого проходческого щита в Англии, которым была осуществлена проходка тоннеля в тяжелых условиях (под кессоном) от Охотного ряда до Лубянки с ручной разработкой забоя. 15 мая 1935 года первую линию Московского метрополитена от Сокольников до Парка Культуры сдали в эксплуатацию.



Первые студенты Московской горной академии (1919 г.)



На строительстве первой ветки Московского метрополитена

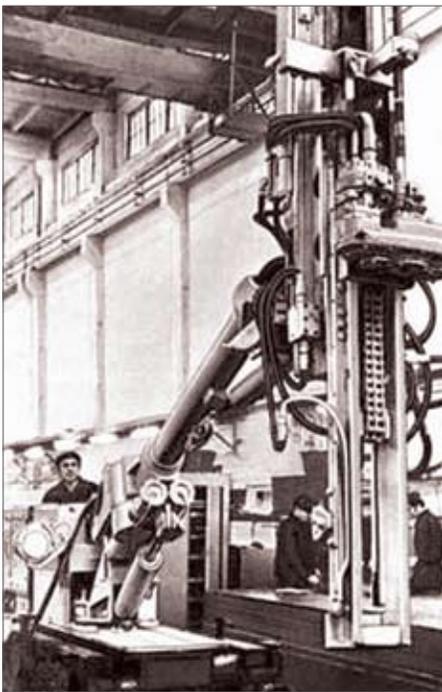


Е. Т. Абакумов руководил Мосметростроем с 1935 по 1938 год. Затем, по 1947 год, являлся начальником Главного управления шахтного строительства. С 1935 по 1953 гг. Е. Т. Абакумов, в том числе в должности замминистра угольной промышленности, курировал механизацию проходческих работ на угольных шахтах Подмосковья с разработкой, изготовлением и применением механизированных щитов диаметром 4 м и 5,2 м, за что в 1947 году был удостоен Сталинской премии. Следует вспомнить, что уровень советской щитовой проходческой техники тогда превзошел зарубежные аналоги. Доказательством тому является, например, то, что в 1951 году два роторных проходческих щита диаметром 3,2 м были проданы в Японию.

Достижения Московского горного

Большую роль в развитии прикладной науки сыграли преподаватели Московского горного института. В 1932 году в МГИ было создано бюро для проектирования горных предприятий, которое разрабатывало проекты новых шахт Подмосковного бассейна, рудников фосфоритовых месторождений, сооружений специальных подземных объектов, а также отдельных машин и механизмов.

Еще в первые годы существования МГИ практиковалась посылка ученых для устранения «узких мест» и решения различных проблем, возникавших в процессе производства. Например, в Подмосковный бассейн



Бурильная установка на скуратовском заводе ЦНИИПодземмаш

направлялись бригады по вопросам шахтного подъема, вентиляции, компрессорного хозяйства, в Донбасс — бригада по откатке. Одновременно была налажена консультационная помощь выпускникам МГИ, работавшим на производстве. В 1937–1938 гг. институт направил в Наркомат тяжелой промышленности большую группу ученых, успешно проработавших там в течение нескольких лет. Это Г. И. Сосунов (член коллегии, председатель Техсовета Наркомата тяжелой промышленности), И. Т. Першин (зам. главного инженера Главгортормаша, член Техсовета НКТП), Н. М. Покровский (член Техсовета НКТП, затем начальник Бюро Генплана восстановления Донбасса), Н. В. Васильев (главный механик Главного управления горнорудной промышленности), И. Я. Белецкий (главный инженер Ткварчелугля) и другие. Члены-корреспонденты АН СССР А. С. Ильичев и А. О. Спивакокеий в 1942 году работали непосредственно в Подмосковном угольном бассейне консультантами Треста «Наркомугль» и были награждены орденами.

В 1930-е годы прошлого века была принята программа, направленная на индустриализацию СССР. Советская наука получила большие полномочия в решении данной задачи. Создавались конструкторские и научно-исследовательские бюро по станко-, авто-, авиа-, судостроению. Начали появляться отечественные станки, автомобили и т. д. Особое внимание уделялось развитию военной промышленности. После войны темпы

создания новой техники снизились во всех отраслях. Но наука продолжала развиваться, и к 1960-м годам мы, по крайней мере, в горном производстве находились, как сейчас принято говорить, на европейском уровне.

Успехи ЦНИИПодземмаша

В 1947 году был образован (при участии Е. Т. Абакумова) институт «Гипрошахтостроймаш», с которым МГИ тесно взаимодействовал, поставляя студентов-дипломников для конструкторской и проектной работы. Это сотрудничество дало весомый результат. За полтора десятка лет, с развертыванием научно-исследовательских и экспериментальных работ и созданием опытных образцов на Скуратовском заводе, отлично оборудованном по тем временам, институт разработал и внедрил много разновидностей новой необходимой техники для угольной и горнорудной промышленности. В частности, целый ряд погрузочных и буропогрузочных машин, комплекс оборудования для проведения горизонтальных выработок КГ-1т, несколько бурильных установок (с комплексом навесного оборудования, вращательно-ударные, гидравлические и др.), проходческих лебедок, нарезной комбайновый комплекс КН-5, горнопроходческие комбайны КП-2 и ГПК-2, проходческие комбайны 4ПП-2С, ГПК, ПК-9р и т. д. В стенах института также были разработаны и внедрены комплексы для проходки вертикальных стволов КС-1, КС-2у40, ПД, СК-1, КС-8 и др. Причем комбайн СК-1 установил мировой рекорд, пройдя 401 м за месяц.

За такую эффективную работу Гипрошахтостроймаш в 1950-е годы был преобразован в Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт проходческих машин и комплексов для угольной, горной промышленности и подземного строительства (сначала ЦНИИПодземмаш-шахтострой, затем ЦНИИПодземмаш).

В 1960-х годах в связи с началом массового жилищного строительства в Москве на промышленной основе с девизом «каждой московской семье — по квартире» при освоении новых территорий потребовалось опережающее сооружение тоннельных подземных коммуникаций для водоснабжения, канализации и т. д. Это обусловило необходимость и создания новой техники, соответствующей масштабу задач.

Поскольку работа ряда НИИ и проектных организаций столицы практически не давала удовлетворительных результатов, данное направление Постановлением Госстроя СССР было поручено ЦНИИПодземмашу. Таким образом, имея большой опыт и вы-

сококвалифицированные кадры, институт приступил к созданию проходческой техники для коммунальных тоннелей. За время тесного сотрудничества с Правительством Москвы в лице Главмосинжстроя, начиная с середины 1960-х и до конца 1980-х годов ЦНИИПодземмашем был создан целый ряд механизированных проходческих комплексов для освоения подземного пространства столицы. Ранее коммунальные тоннели в СССР строились немеханизированными щитами диаметром от 1,5 до 3,6 м с ручной разработкой забоя, с шандорным креплением и укладкой крепи вручную.

Следует отметить, что в разных строительных организациях щиты могли быть разными, поэтому задачей института также являлось упорядочить их размеры. Для этого в лаборатории механизированных проходческих щитов при отделе щитовых комплексов был разработан параметрический ряд по диаметрам 2, 1, 2, 6, 3, 2, 4, 0 и 5, 2 м, а на его основе, в свою очередь, — стандарт на щиты проходческие (ОСТ-24.170.02), утвержденный Госстроем СССР. Затем с учетом этого ОСТА создали и выпустили в 1974 году строительные нормы «Указание по производству и приемке работ по строительству в городах и на промышленных предприятиях коллекторных тоннелей, сооружаемых способом щитовой проходки» (СН-322-74).

В 1960-х гг. решающую роль и непосредственное участие в создании прогрессивной щитовой проходческой техники для тоннелестроения в московских условиях и не только сыграл директор института «ЦНИИПодземмаш», заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственных и Сталинских премий, доктор технических наук профессор Д. И. Малиованов.

По щитовой проходческой технике в 1960 году в институте были запущены программы исследований, в том числе на стендах, с моделированием исполнительных органов для работы в песчаных и малоустойчивых грунтах, с комбинированными ножевыми площадками, запатентованными в зарубежных странах.

Буквально взрывной, неожиданный эффект произвела рекордная проходка в марте 1963 года в неустойчивых песчаных грунтах. Она была осуществлена СМУ-7 Мосметростроя щитом, подготовленным изначально к проходке с шандорным креплением и ручной разработкой забоя, а в последний момент переоборудованным по предложению и с участием руководителя работ ЦНИИПодземмаша А. Н. Семенова. Рекорд мгновенно послужил оборудованию проходческих щитов по такому же образцу. Месячные темпы проходки с необходимой подготовкой на других

объектах уже превышали и 400-метровые рубежи.

В 1976–1979 гг. также был разработан стенд и проведены исследования по монолитно-прессованному бетону, материалы которых использовались на промышленных образцах проходческих щитов при проходке тоннелей в Риге и Москве комплексами КЩ-2ПР, «Гранит» и «Топаз» даже на рубеже 2000-х гг.

В обычном исполнении были спроектированы и изготовлены механизированные проходческие щитовые комплексы КЩ диаметром от 2,1 до 5,2 м с креплением из железобетонных блоков. В Москве широкое применение нашли комплексы диаметром 4,0 м при проходке в неустойчивых грунтах щитами, оборудованными комбинированными ножевыми площадками. Также были осуществлены бессадочные проходки в центральных районах (под Старым Арбатом, на Северном и Южных каналах, при строительстве Обручевской канализационной системы) щитом 5,2 м.

Для проходки вертикальных стволов институт разработал специальные комплексы и механизмы «Темп-1», «Темп-2», КС-14, КСМП, КШБ-1, КСБ, ОСМГ-5.5 и др.

... в том числе на экспорт

Опытные образцы щитов изготавливались на Скуратовском экспериментальном заводе ЦНИИПодземмаша. Это была полностью механизированная техника (разработка породы забоя, погрузка породы, возведение постоянной крепи тоннеля и откатка породы к стволу). Щиты малого диаметра (2,1 и 2,6 м) выпускались с роторным рабочим органом в виде однозаходной винтовой планшайбы и с горизонтальными рассекающими полками, а диаметром 3,2, 4,0 и 5,2 м — с рабочими органами избирательного действия, с экскаваторными и с комбинированными рабочими органами (с экскаваторами и ножевыми комбинированными горизонтальными площадками).

Опытные образцы, по мере изготовления, проходили промышленные испытания на объектах Главмосинжстроя (в Москве), объединения «Союзтоннельстрой» (в Туле, Саратове, Самаре, Уфе, Нижнем Новгороде, Таллинне и других городах СССР), на шахтах Подмосковского угольного бассейна.

Наибольшим спросом пользовался комплекс со щитом диаметром 2,1 м для тоннелей диаметром 2 м, как самый ходовой по объемам работ. По скромным подсчетам, Ясиноватский машзавод изготовил более 30 таких машин. Кстати сказать, этими комплексами в Москве были осуществлены три рекордные проходки, вплоть до 702 м в

месяц. Хотя и такой скоростной показатель — не предел возможностей этой техники.

Надо также добавить, что в 1978 году в Москве было образовано СКТБ Главмосинжстроя, а еще раньше, с целью разработки конструкторских щитов для метроостроения, СКТБ ГКТУ Тоннельмостроения. Эти организации тоже активно подключились к процессу создания техники для тоннелестроения.

Поскольку не сразу был определен завод-изготовитель полного параметрического ряда согласно ОСТ-24.170.02, проходческие комплексы производились на нескольких предприятиях на договорных началах.

В частности, завод Мосинжстроя (ЗРДМ) изготовил 22 щита диаметром 2,0 и 2,6 м. Из них два комплекса по лицензионному договору были проданы в Германию даже в 1998 году, также два — в Латвию и один — в Эстонию. На экспорт направлялась и продукция других предприятий. Так, МОЭТЗК изготовил для Болгарии восемь щитовых комплексов (диаметром 3,6 и 4,0 м) с экскаваторными рабочими органами. Завод «Метромаш» — семь щитовых комплексов (диаметром 5,6 м) для строительства метро в Чехословакии и Венгрии.

В целом десятком предприятий в разных городах страны к 1988 году, по самым скромным подсчетам, было изготовлено около 270 щитов и щитовых комплексов различного назначения, из них около 100 — механизированных.

В 1988 году щитовым способом в СССР было построено 66,51 км тоннелей, в 1989 — 67,38 км. Из них Мосинжстроем — 27,94 и 31,03 км соответственно, Союзтоннельстроем — 24,38 и 24,42 км. Очевидно, что объемы работ тоннелестроению выполнялись немалые, особенно в Москве.

Хотелось бы также добавить, что еще в конце 1970-х гг. столичные власти задумались о программе строительства тоннелей глубокого заложения, но для этого необходимо было создать оборудование для проходки вертикальных стволов (для монтажа щитов и последующего их демонтажа). Институт «ЦНИИПодземмаш» в кратчайший срок разработал, изготовил и испытал комплекс КС-14 для проходки стволов опускным способом. В последующие годы также были созданы небольшие комплексы и оборудование КШБ-1, КСМП, ОСМГ-5.5. После опытного внедрения их рекомендовали к производству.

Двигаться дальше?

Казалось бы, имелись все предпосылки и дальше наращивать изготовление механизированных комплексов для подземного



Топаз-4 — проходческий щитовый комплекс для сооружения тоннелей в сложных горно-геологических (в том числе гидрогеологических) условиях

строительства. Ведь, даже не считая метроостроения, городам России необходимо развиваться, что невозможно без системы коммунальных тоннелей.

Однако последующие события (распад СССР, так называемая приватизация, непродуманные экономические реформы) перечеркнули развитие этого отраслевого направления. Закрывались и производственные предприятия, и научные учреждения. Такая судьба не миновала и легендарный ЦНИИПодземмаш.

Вместе с тем, заканчивая экскурс в советскую прикладную науку по тоннелестроению, хотелось бы еще раз отметить одно из главных ее достижений. Анализируя технические данные механизированных комплексов, разработанных институтом «ЦНИИПодземмаш» согласно ОСТ-24.170.02, изготовленных и испытанных на практике, мы видим, что это достаточно производительная техника, с полной механизацией проходческих процессов, к тому же отличающаяся относительно небольшими весом и стоимостью. Причем они были созданы с необходимой энергоемкостью для различных горно-геологических условий именно России.

Таким образом, тесное содружество в освоении подземного пространства Московского горного института с институтом «ЦНИИПодземмаш» и производственными подразделениями Минуглепрома СССР, Минзвезапстроя СССР в лице объединения «Союзтоннельстрой» (Тула), с трестом «Спецтоннельстрой» (Ленинград), Правительством Москвы в лице Главмосинжстроя и другими участниками процесса дало достойные результаты.

С публикацией этой статьи мы надеемся, что другие конструкторы и исследователи из советского прошлого также поделятся своими знаниями и опытом, а новое поколение выскажет свои доводы для развития подземного строительства в России. ■

В. Е. МЕРКИН,
д. т. н., научный руководитель
ООО «НИЦ Тоннельной
ассоциации»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ МЕТРОСТРОЕНИИ



Plans of an unprecedented scale to be undertaken to develop the Moscow Metro in 2011 - 2020 will include putting into operation 154 km of new lines and opening 73 stations. Builders of railway and road tunnels in various regions of the country also face the great challenges ahead of them. These plans can be implemented only by the teams of tunnel builders with a good experience of work in difficult conditions, using high-performance state-of-the-art equipment and advanced technologies, which are precisely the topic of the article.

Беспрецедентные по своим масштабам планы развития Московского метрополитена в период с 2011 по 2020 гг., от которых зависит успех преодоления транспортного коллапса в мегаполисе, предусматривают ввод 154 км новых линий и 73 станций. Полным ходом идет создание Третьего пересадочного контура и вовлечение в городскую транспортную систему столицы Московской кольцевой железной дороги. Большие задачи стоят также перед строителями железно- и автодорожных тоннелей в различных регионах страны (на вторых путях БАМа, в районе Сочи, на Дальнем Востоке и т. д.). Очевидно, что реализация намеченных планов возможна лишь при наличии коллективов тоннелестроителей с опытом работы в сложных природных и градостроительных условиях, оснащении высокопроизводительным современным оборудованием, использовании прогрессивных конструкций и способов работ.

В настоящее время строительный комплекс не только Москвы, но и страны в целом имеет кадровый и технико-технологический потенциал, отвечающий современным требованиям и в основном способный выполнять поставленные задачи. Вместе с тем часть из имеющегося в мировом тоннелестроении многообразия технических средств, конструктивных и технологических решений еще не нашла должного применения в отечественной практике.

Так, только в последние 3–4 года, после появления щитов с активным пригрузом забоя

и сборной водонепроницаемой обделки, способных обеспечить практически безосадочную проходку, в метростроении столицы определилась тенденция к росту протяженности линий мелкого заложения (по сравнению с линиями глубокого заложения). Данное решение отличается существенными преимуществами по строительной стоимости и эксплуатационным расходам, а также большей привлекательностью метрополитена (экономией времени) в этом случае для пассажиров.

Практически не востребованными остаются некоторые резервы повышения эффектив-

ности строительства. В частности, использование временных конструкций в качестве несущих элементов постоянной обделки, надтоннельного пространства при сооружении станционных комплексов открытым способом в углубленных котлованах с расположением в нем различных объектов городской инфраструктуры (автостоянки, торговые залы, складские помещения и т. п.).

В связи с этим и базируясь на анализе современного опыта и тенденций развития тоннелестроения в мире, в настоящее время применяется и разрабатывается ряд адаптированных к российским условиям прогрессивных объемно-планировочных, конструктивных и технологических решений.

Первым из них можно назвать строительство двухпутных тоннелей метрополитена на новых участках линий мелкого и глубокого заложения. Результатом работы, начало которой положено в 2013 году в Санкт-Петербурге, должны стать конкретные указания:

а) по рационализации и эффективному применению возможных вариантов объемного исполнения перегонных тоннелей: два однопутных или один двухпутный;

б) по организации проходки перегонных тоннелей и станционных комплексов в увязке со скоростями работы механизированных щитов и конструктивными решениями станций.

Практический интерес представляет схема сооружения перегонных тоннелей большого диаметра для обеспечения движения поездов в двух направлениях (двухпутные тоннели) и одновременной проходкой станционных тоннелей с боковыми посадочными платформами.

Необходимо также рассмотреть альтернативный вариант сквозной проходки в устойчивых грунтах двухпутных перегонных и станционных тоннелей с боковыми платформами при использовании буровзрывного или комбайнового способов проходки и оборудования для возведения временных и постоянных тоннельных конструкций из монолитного бетона или набрызгбетона.

Перспективной является проходка наклонных эскалаторных тоннелей с применением ТПМК. Первые результаты работы с использованием тоннелепроходческих механизированных комплексов в Москве и Санкт-Петербурге показали высокую эффективность такого способа, особенно в сложных инженерно-геологических условиях и при плотной городской застройке.

Очевидно, что эффект применения ТПМК может быть существенно выше, если их удастся использовать с возможностью дальнейшего, после проходки эскалаторного тоннеля, продолжения работы на горизонтальных

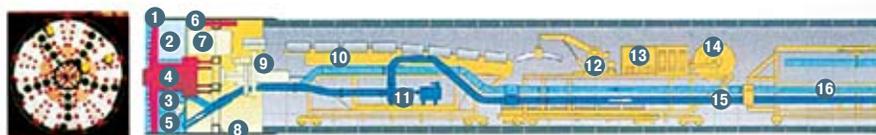


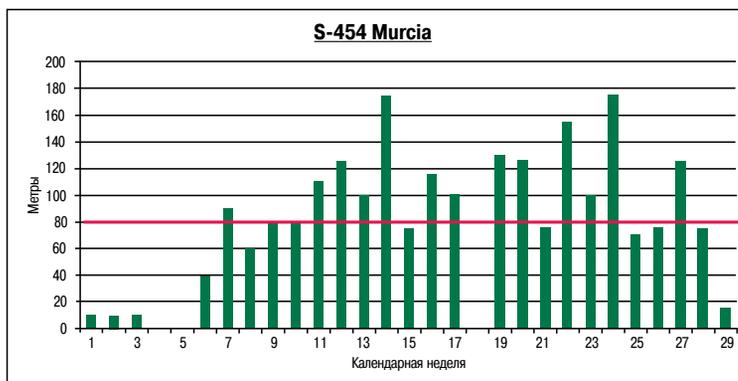
Схема ТПМК с гидропригрузом забоя: 1 — ротор мехщита; 2 — воздушная подушка; 3 — бентонитовая суспензия; 4 — привод; 5 — камнедробилка; 6 — герметическая перегородка; 7 — кессонная шлюзовая камера; 8 — цилиндр управления; 9 — тьюбингоукладчик; 10 — тьюбинговый транспортер; 11 — транспортный насос; 12 — кран для тьюбингов; 13 — силовой щит; 14 — кабельный барабан; 15 — транспортный трубопровод; 16 — питающий трубопровод



Схема ТПМК с грунтопригрузом забоя: 1 — ротор мехщита; 2 — привод; 3 — герметическая перегородка; 4 — кессонная камера; 5 — шнековый транспортер; 6 — укладчик обделки; 7 — шнековая задвижка; 8 — тьюбинговый транспортер; 9 — кран для тьюбингов; 10 — лента транспортера; 11 — щитовые домкраты

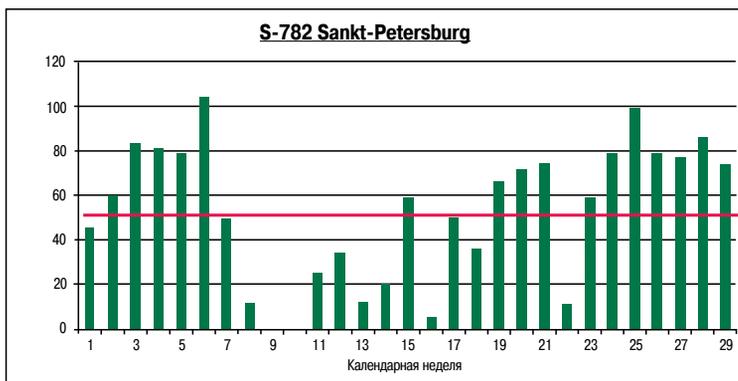
S-454 Мурсия, Испания

Назначение:	железнодорожный тоннель
Протяженность	2311 м
ТПМК	10'550 мм EPB
Геология:	известняк
Средняя скорость проходки	80 м/неделя
Макс. скорость проходки	174 м/неделя

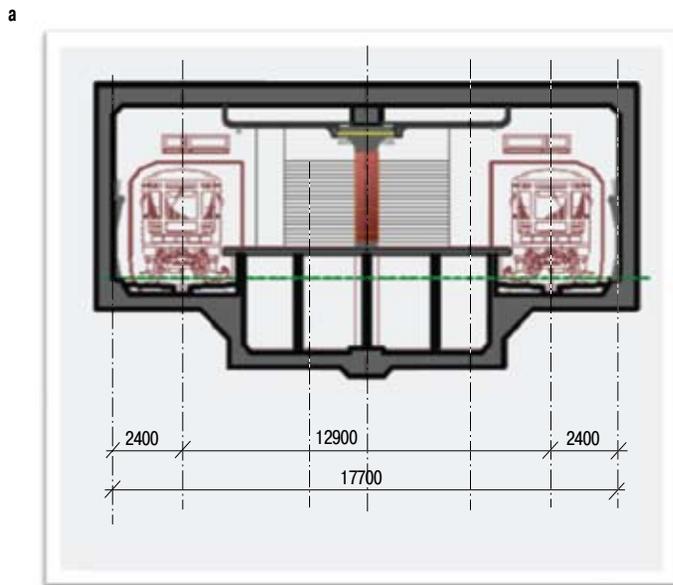


S-782 Санкт-Петербург, Россия

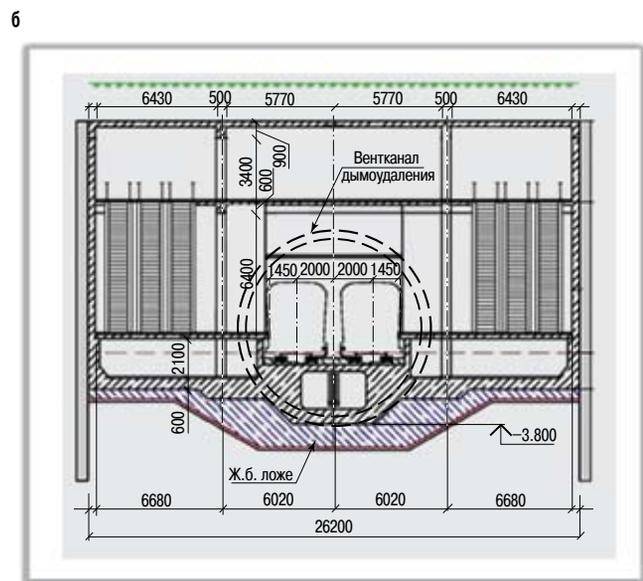
Назначение:	метро
Протяженность	3767 м
ТПМК	10'620 мм EPB
Геология:	суглинок, глина с включениями валунов
Средняя скорость проходки	53 м/неделя
Макс. скорость проходки	104 м/неделя



Обзор скоростей проходки ТПМК с грунтопригрузом фирмы Herrenknecht

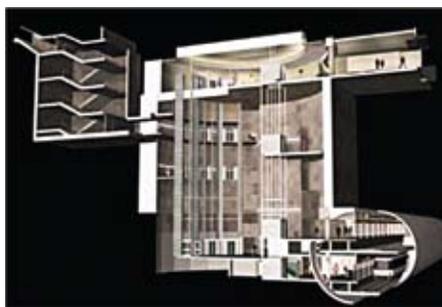


Длина станции с вестибюлями: 260 м
Площадь станции в плане: 7040 м²
Объем котлованов под станцию: 98 тыс. м³



Длина станции с вестибюлями: 196 м
Площадь станции в плане: 5200 м²
Объем котлованов под станцию: 80 тыс. м³

Схемы планировок станций: а – с островной платформой; б – с боковыми платформами



Схемы планировок станций «винчестерного типа»

участках средних залов станций метрополитена и выходом на поверхность после проходки второго наклонного тоннеля.

Нуждается в углубленном анализе и определении области эффективного применения использования механизированных стволотехнологических комплексов (зарубежного и отечественного производства) для сооружения:

а) вентиляционных и технологических стволов диаметром 6 и 8,5 м;

б) восстающих выработок для технологических нужд и вентиляции в условиях плотной городской застройки и природоохранных зон;

в) вертикальных стволов больших диаметров (около 35 м) с целью размещения в них скоростных пассажирских лифтов и подземных парковок.

Для снижения стоимости строительства и зависимости от поставок зарубежного оборудования необходимо содействовать созданию отечественной тоннелепроходческой техники на еще сохранивших производственный и кадровый потенциал отечественных предприятиях — например, на Скуратовском опытно-экспериментальном и Копейском заводах.

Следует также рекомендовать применение: ленточных конвейерных систем для выдачи породы на поверхность по горизонтальным, наклонным и вертикальным выработкам; подвижного состава на пневмоходу для доставки тоннельных конструкций, материалов и персонала к месту работ в подземных выработках.

Эффективной является и механизированная проходка коротких выработок и межтоннельных сбоек (вентиляционных, эвакуационных, коллекторных и т. п.):

а) проходческими комплексами на базе блокоукладчика рычажного типа;

б) щитами прямоугольного сечения с активным пригрузом забоя, в том числе в

водонасыщенных неустойчивых грунтах без применения спецспособов.

К современным решениям также относятся: технология возведения постоянной конструкции «стена в грунте», в том числе при полужакрытом способе производства работ и с гидроизоляцией из напыляемых материалов; использование анкерного крепления котлованов типа буроинъекционных свай «Титан», «Атлант» и т. п. в качестве постоянных конструкций.

Дальнейшего развития и более широкого применения требуют освоенные нашими строителями прогрессивные способы сооружения тоннелей без помех для эксплуатации действующих магистралей: под защитной экраном из труб, в предварительно закрепленном массиве неустойчивых грунтов или методом продавливания крупноразмерных железобетонных секций, технология компенсационного нагнетания для стабилизации и выравнивания высотного положения зданий и сооружений, находящихся в зоне влияния проходческих работ.

Учитывая существующие риски, особенно в условиях плотной городской застройки, необходимо также уделять повышенное внимание геотехническому прогнозу развития ситуации при производстве работ. Для оперативного принятия управленческих решений при этом следует использовать автоматизированные системы мониторинга состояния сооружений, попадающих в зону влияния подземного строительства. ■



The ambitious development program of the Moscow Underground is known to be implemented by different contractors from several towns. However, Moscow Underground Construction Company, the founder of Russian underground construction, still plays the key part. Moscow Underground Construction Company has built 186 out of 206 underground stations since 1931 and is simultaneously building ten more stations. The significant events for Moscow underground construction took place in several facilities last autumn, and technological upgrading continues.

Игорь ПАВЛОВ

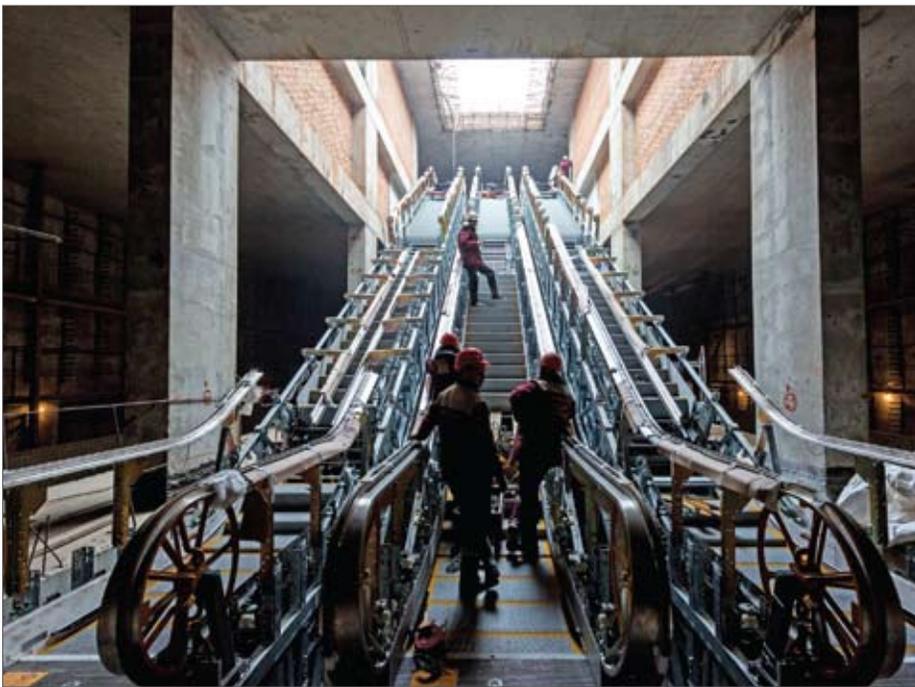
СТАНЦИЙ — ДЕСЯТЬ, МОСМЕТРОСТРОЙ — ОДИН

Амбициозная программа развития Московского метрополитена, как известно, реализуется силами разных подрядчиков из нескольких городов. При таких масштабах иначе нельзя. Однако ключевую роль продолжает играть родоначальник российского метростроения. Мосметрострой, начиная с 1931 года, из 206 станций столичной подземки построил 186, а сейчас одновременно ведет строительство еще десяти. На пусковом участке Люблинско-Дмитровской линии протяженностью 6,2 км (с учетом ветки в электродепо «Лихоборы») — это «Окружная», «Верхние Лихоборы» и «Селигерская», а на участках Третьего пересадочного контура (ТПК) общей протяженностью 14,6 км — «Нижняя Масловка», «Ржевская», «Шереметьевская», «Стромынка», «Рубцовская», «Лефортово» и «Авиамоторная». На нескольких объектах минувшей осенью произошли важные для московского метростроения события. При этом продолжается и технологическое развитие.

Селигерский экскурс

Люблинско-Дмитровская линия примечательна тем, что фактически стала первой линией Московского метрополитена, открывшейся после распада СССР. На сегодняшний день развитие этой транспортно-пассажирской артерии продолжается. Так, в минувшем октябре метростроевцы заявили о высокой (85%) степени готовности станции «Селигер-

ская» и даже организовали для москвичей экскурсию на объект. В ноябре начался монтаж светильников в вестибюле. Кстати, в оформлении интерьеров, запроектированных по принципам современной урбанистики, применяются энергоэффективные технологии. «Селигерская» — колонная трехпролетная станция мелкого заложения с двумя подземными вестибюлями, связанными с островной платформой трехленточными эскалаторами.



— К строительству мы приступили в 2013 году, — рассказывает Сергей Заусаев, начальник Тоннельного отряда №6 Метростроя. — Первоначально планировалась станция глубокого заложения с закрытым способом строительства. Потом переориентировались на мелкое заложение глубиной 18 м. Но это не значит, что наши задачи упростились. Серьезные трудности по ходу строительства возникали. Требовалось переустроить дорожное движение, перенести большое количество коммуникаций — почти весь первый год выносили инженерные сети. Ожидаемой была высокая обводнен-

ность грунтов. К тому же рядом с участком строительства протекает река Лихоборка. При проходке тоннеля в сторону станции «Верхние Лихоборы» на воду натолкнулись там, где ожидали, однако водоносный слой оказался гораздо мощнее, чем предполагалось. Пришлось побороться — откачивали постоянно, увеличили мощность насосов. С задачей справились успешно.

При выполнении монолитных работ, к которым метростроители приступили в начале 2014 года, возникла аналогичная проблема: большая обводненность под станцией, снизу в котлован поступала вода. Силами

мосметростроевского СМУ-9 по всему периметру были установлены иглы водопонижения, около 80 шт. на глубину до 18 м. Они работали постоянно. Иначе строить было невозможно.

Основной монолит станции выполнили за 1,5 года. Далее все упиралось в перекладку дороги, связанную со строительством пешеходных переходов. Сейчас этот процесс на завершающей стадии, скоро Дмитровское шоссе вернется в свой створ.

Тоннельный отряд №6 выполнял монолит станции и всех ее сооружений по классическому методу — откопка котлована и установка распорной системы, ведение работ снизу вверх. Всего было четыре яруса и четыре этапа. Специалисты СМУ-9 делали стену в грунте. Гидроизоляция выполнена оклеечная в три слоя. Из подразделений Мосметростроя на объекте также задействованы СМУ-1, СМУ-4, Строймехсервис, Управление специальных работ (отделка в зоне видимости пассажиров). Дизайн интерьера станции выполнен в стиле хай-тек с использованием металлокерамики.

Станция станет конечной на «салатовой» ветке Московского метрополитена (но для перспективы продления Люблинско-Дмитровской линии в сторону области за камерой съездов предусмотрены тупиковые тоннели с венткамерой). После открытия «Селигерской» ощутимо снизится транспортная загруженность Дмитровского и Коровинского шоссе. Ожидаемый пассажиропоток — до 100 тыс. человек в сутки. Новый пусковой участок с тремя станциями на севере Москвы планируется сдать в эксплуатацию весной 2018 года. Впоследствии будет также сформирован транспортно-пересадочный узел «Селигерская».

От «Лефортово» с гидропригрузом

Первый пусковой комплекс северо-восточного участка ТПК имеет протяженность 6,7 км и включает в себя три станции: «Рубцовская» (с пересадкой на «Электрозаводскую» Арбатско-Покровской линии), «Лефортово» и «Авиамоторная» (с пересадкой на одноименную станцию Калининской линии). Мосметрострой здесь уже развернул масштабные круглосуточные работы на всех стройплощадках.

В сентябре стартовала проходка перегонных тоннелей от станции «Лефортово» в сторону «Авиамоторной». Задействованы два тоннелепроходческих механизированных комплекса (ТПМК) Herrenknecht S-290 с гидропригрузом и Herrenknecht S-772 с грунтопригрузом. По сложившейся тради-



ции, этим мощным машинам даны красивые женские имена. Первый из них, «Елена», — ТПМК уникальный, единственный в России. Ранее щит с гидропригрузом применяли только петербургские метростроевцы.

По словам генерального директора Мосметростроя Сергея Жукова, «Елене» потребуется примерно восемь месяцев, чтобы пройти около 1286 м под сложившейся застройкой и железнодорожными путями. Кстати, для машины этот старт стал юбилейным, десятым по счету. Начав со строительства Серебряноборских тоннелей, в целом щит прошел уже 12 км.

— Новая трасса — довольно сложная по геологическим условиям, — развивает тему Антон Чёмов, заместитель начальника участка №3 ООО «Тоннель-2001». — Есть и юрская глина, по которой щит идет тяжело, и пльвуны, на которых он — лучшее решение. Особо сложна проходка под авиамоторным заводом. Любые вибрации здесь нежелательны, и маркшейдерская служба ведет постоянный мониторинг с точными измерениями. Более простой, но не менее ответственный участок — проходка под железнодорожными путями. Там недопустимы любые просадки. По путям постоянно ездит лаборатория РЖД, обследуя их ежедневно.

ТПМК с гидропригрузом, однако, позволяет прорыть тоннель без просадки даже в водоносном грунте. Пригрузом является бентонитовая суспензия, которая подается специальным насосом в камеру гидроузла. При малейшей разнице давления подкачивается воздух. Ротор разрабатывает породу, она попадает в камеру, обволакивается бентонитовым желе. Затем транспортным насосом подается на сепарационную уста-

новку. Там происходит отделение породы и рекультивация бентонитового раствора. Отжатый грунт вывозится, а суспензия возвращается в камеру гидропригруза.

Грунтопригруз не идеален в сыпучих и обводненных грунтах, но хорошо проходит глину. А щит с гидропригрузом — наоборот. В целом проектом заложена скорость 250 м в месяц, включая сервисные остановки на осмотр режущего инструмента.

— Каждый день по-своему интересен, — говорит Антон Чёмов. — Ведь, например, порода меняется. А при проходе стены в грунте бентонит, когда в него попадает бетонная крошка, начинает очень быстро густеть, и насосы плохо справляются. Задача — поймать этот момент загустевания и добавить воды.

«Лефортово» и «Авиамоторная» — типовые станции мелкого заложения. Сооружаются открытым способом в котлованах глубиной 20–27 м. Конструктивно запроектированы трехпролетными колонного типа с подземными вестибюлями. После открытия станций улучшится транспортная доступность для жителей района Лефортово, разгрузятся Кольцевая и Калининская линии метрополитена.

Другие объекты ТПК

17 ноября также стартовала проходка перегонного тоннеля от «Авиамоторной» к «Нижегородской улице», соединяющего Третий пересадочный контур с Кожуховской линией. Herrenknecht S-832 «Ольга» за пять месяцев должен пройти 1193 м в сложных геологических условиях под промзоной и железнодорожными путями. Как и «Авиамо-

торная», «Нижегородская улица» запроектирована мелкого заложения, на глубине около 26 м, колонного типа с островными платформами. На базе станции будет создан ТПУ «Рязанская».

Всего на строительстве перегонных тоннелей северо-восточного участка ТПК в 2017 году задействованы шесть ТПМК. Мосметрострой также приступил к работам по второму пусковому комплексу общей протяженностью около 7,9 км, включающему в себя станции «Стромынка», «Ржевская» и «Шереметьевская». На последней с применением механизированного комплекса Herrenknecht VSM-10000 недавно завершилась проходка 80-метрового ствола, через который будет вестись основное строительство станционного комплекса. То есть в данном случае речь идет о глубоком заложении. По словам Сергея Жукова, для мосметростроевцев это был первый опыт сооружения ствола на большой глубине. Проходка велась около двух месяцев в смешанных породах. При этом было пересечено три водоносных горизонта.

«Шереметьевская» — пилонная станция глубокого заложения (70 м), трехсводчатая с платформой островного типа, одним вестибюлем. Запроектирована с пересадкой на станцию «Марьяна Роцца» Люблинско-Дмитровской линии. Субподрядчик — СМУ-8 Метрострой.

Напомним, что Третий пересадочный контур общей протяженностью 68 км станет второй подземной кольцевой линией Московского метрополитена. Сейчас активно строятся около 25 км. Полностью запустить движение по ТПК планируется в 2020–2021 гг.



St. Petersburg Underground Construction Company is working in four lines at once. In 2018, two underground sections with five stations are to be commissioned. Commissioning of one of them is timed to the World Football Championship. The last time when the underground builders commissioned five stations at once was long ago, in 1975. Nikolay Alexandrov, Metrostroy OJSC General Manager, tells about the company's current objectives in detail.



190013, г. Санкт-Петербург,
Загородный пр., д. 52а
Тел.: +7 (812) 635-77-55
Факс: 635-77-47
E-mail: mail@metrostroy-spb.ru
www.metrostroy-spb.ru



НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВ: «ПУСКОВОЙ ПЕРИОД – ЖАРКАЯ ПОРА»

Сменить легендарного метростроителя на посту главы крупнейшего в своей сфере предприятия страны – согласитесь, это огромная ответственность. И какого-либо «управленца со стороны» в такой роли представить сложно. Но в петербургском Метрострое и не сомневались, что найдется своя достойная кандидатура. Так оно и случилось. А одной из причин конкретного выбора стало то, что этот коллектив славится преемственностью поколений, насчитывая, в частности, более двухсот трудовых династий. Самая известная в его современной истории – Александров-старший и Александров-младший. Прежде чем принять вахту отца, Николай Вадимович Александров больше десяти лет проработал здесь заместителем генерального директора и заслужил звание «Почетный строитель России». Стратегия остается прежней – «сохранять традиции, развивать технологии». А тактика всегда требует решения новых непростых задач. О них рассказывает новый генеральный директор ОАО «Метрострой» Николай Александров.

— **Николай Вадимович, подводя итоги 2017 года, какую оценку вы можете дать работе коллектива и метростроению в целом?**

— Не буду скрывать, что год выдался непростым для всего Метростроя. Я сейчас имею в виду не только управление акционерного общества, но и все подрядные организации. Но трудности нас не пугают. Не для того нам доверяют строительство сложнейших объектов, чтобы мы боялись и пасовали. Если говорить о метростроении, то сейчас эта отрасль находится, я считаю, на пике своего развития. Благодаря тому, что правительство города и лично губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко, отдают строительству метро приоритет, мы имеем возможность сейчас работать на четырех линиях одновременно. Надо отметить, что далеко не каждый город может позволить себе такую серьезную нагрузку на бюджет. По факту это вообще возможно только в Москве и Санкт-Петербурге. И самое главное, что наше городское правительство не останавливается, а, наоборот, планомерно развивает данное направление. В этом я вижу залог безостановочного строительного процесса, а значит, стабильного пополнения петербургского метро новыми станциями.

— **Что ожидает коллектив Метростроя? Чем вы порадуете жителей Петербурга в 2018 году?**

— Нас ожидает трудный год. Пусковой период всегда является самым напряженным. В 2018 году сдаются два участка метрополитена с пятью станциями. Один из них — продолжение Невско-Василеостровской линии, которое должно быть введено в строй к Чемпионату мира по футболу. Учитывая это, пусковая пора будет для нас не просто напряженной, а, прямо скажем, жаркой. Кстати, последний раз одновременно пять станций метростроевцы сдавали в далеком 1975 году (участок 1-й линии от «Выборгской» до «Академической». — *Прим. ред.*).

Сейчас мы понимаем, что ввести два участка одновременно не получится, хотя раньше ставили себе такую сверхзадачу. Но могу вас заверить, что все пять станций будут сданы в сроки, которые обозначены контрактами: участок НВЛ — весной, а Фрунзенский радиус — к концу 2018 года.

Следующий год должен стать ударным для новой, Красносельско-Калининской линии. Там планируем начать проходку перегонных тоннелей. Всего участок включает в себя пока только две станции: «Казаковскую» («Юго-Западную») и «Путиловскую», последняя будет пересадочной на «Кировский завод». Но в перспективе эта



линия должна прирасти еще четырьмя станциями и соединить юг с центром города. По Лахтинско-Правобережной линии также работы в активной стадии. Там проходка тоннелей уже ведется, готовимся к проходке наклонного хода станции «Большой проспект» («Горный институт»). К сожалению, в контракт не входит выход на поверхность для второй станции — «Театральная», так как город еще не определился с тем, где и как будет располагаться вестибюль. Но подземную часть станции мы, тем не менее, должны построить.

— **Вы упомянули Фрунзенский радиус. Его строительство началось раньше, чем НВЛ, а окончание строительства будет позже. В чем причина?**

— Для того чтобы это понять, надо вернуться на четыре года назад. В 2013 году мы приступили к освоению площадок под буду-

щее строительство. В 2014 году, уже после начала проходки первого в России двухпутного перегонного тоннеля, город объявил конкурс. При этом снизив стоимость с 35 млрд рублей, утвержденных Госэкспертизой, до 26 млрд. Но мы вынуждены были пойти на эти условия, так как до этого на протяжении года вкладывали свои собственные средства в строительство. Потом «скакнул» курс доллара и евро. В результате и город, и Метрострой встали перед фактом: денег не хватает. Сегодня средств не хватает на дозакупку оборудования и проведение финальных монтажных и архитектурных работ. Для решения проблемы городу необходимо скорректировать цену контракта. Сделать это непросто: по закону цена может быть увеличена не более чем на 10% от стоимости контракта, то есть максимум на 2,6 млрд. Для выхода за эти финансовые



тельно не хватает. Госэкспертиза, утверждая смету в 35 млрд, руководствовалась ведь не нашими запросами, а действующим в России ценообразованием.

— Многие долгострои города «ложились на плечи» метростроителей. С чем вы связываете эту практику и что из наземных объектов есть сегодня в портфеле Метрострой?

— Я, как строитель, испытываю гордость за нашу организацию, которая участвовала в сооружении таких важных городских объектов, как Комплекс защитных сооружений от наводнений, вторая сцена Мариинского театра, стадион на Крестовском острове. Но, безусловно, гораздо проще и правильнее строить объект от начала и до конца, а не доделывать за кем-то. Тем не менее, несмотря на то, что каждый из вышеперечисленных объектов стал своеобразным вызовом, работать на них было интересно, и тем ценнее был опыт, который мы приобрели в свою профессиональную копилку.

Что касается так называемой диверсификации, то нам по-прежнему интересно участвовать в реализации разных по направлению и предназначению сооружений. Так, сегодня мы работаем в Рождественно на строительстве Многофункционального музейного центра, недавно выиграли тендер ПАО СЗ «Северная верфь» на сооружение нового современного судостроительного комплекса. Но тут важно отметить: несмотря на это, основным видом деятельности Метрострой было, есть и будет строительство метро в Санкт-Петербурге. ■

рамки нужны железные доводы как с нашей стороны, так и со стороны заказчика. Сегодня мы совместно с КРТИ составляем обосновательную базу с тем, чтобы в следующем году Правительство Санкт-Петербурга могло вынести на обсуждение вопрос об увеличении цены контракта. Решился бы этот вопрос раньше — и сдача в эксплуатацию однозначно состоялась бы раньше.

Сегодня есть «скептики», обвиняющие нас в ненасытности, в постоянном требовании денег. В том числе мы слышим подобного рода высказывания в наш адрес и от некоторых представителей городских властей. Но если взглянуть на ситуацию объективно, посчитать, насколько выросли цены на материалы и оборудование, проанализировать проектную и фактическую стоимость многочисленных строительных процессов, то становится понятно, что мы не голословны. На завершение строительства этой линии средств действи-

*Поздравляю всех с наступающим Новым годом
и Рождеством!*

Хочется верить, что 2018 год будет богат на яркие и интересные события, профессиональные победы и успешную реализацию самых смелых планов. С Новым годом, друзья!

Крепкого здоровья и благополучия вам и вашим близким!

*Н. В. Александров,
генеральный директор ОАО «Метрострой»*



Н. В. АЛЕКСАНДРОВ,
генеральный директор
ОАО «Метрострой»;
А. Ю. СТАРКОВ, заместитель
генерального директора —
главный инженер
ОАО «Метрострой»

St. Petersburg underground workers continue to successfully implement a major project, one of the most formidable challenges in the history of the Russian subway. One of the reports presented to the underground development community at the international forum "Trends, Issues and Prospects of Underground Development in Russia" recently held in St. Petersburg described in detail the technology of construction of the double-track tunnel of the Nevsko-Vasileostrovskaya line and the unorthodox technical solutions that were applied there.

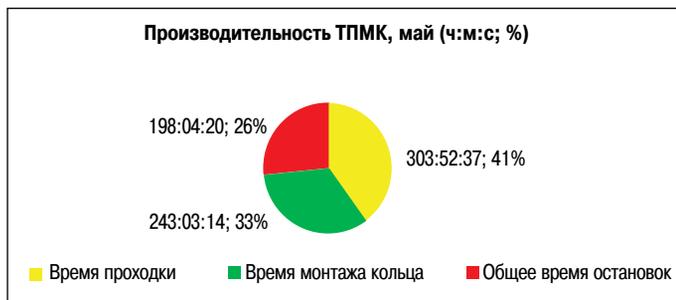
СООРУЖЕНИЕ ДВУХПУТНОГО ТОННЕЛЯ НЕВСКО-ВАСИЛЕОСТРОВСКОЙ ЛИНИИ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Местом проведения международного форума «Тенденции, проблемы и перспективы развития подземного строительства в России» в этом году Санкт-Петербург стал неслучайно. На сей раз Тоннельная ассоциация России организовала свое традиционное мероприятие совместно с ОАО «Метрострой». Долгие годы возглавлявший его Вадим Александров сейчас под эгидой губернатора к тому же активизирует разработку стратегии комплексного освоения подземного пространства Северной столицы, а петербургские метростроевцы успешно продолжают реализацию крупного проекта, являющегося одним из сложнейших в истории отечественной подземки. В одном из докладов, прозвучавших на форуме, отраслевому сообществу была подробно представлена технология сооружения двухпутного тоннеля Невско-Василеостровской линии.

Задачи, проблемы, решения

Победа России в отборе на проведение Чемпионата мира по футболу 2018 года потребовала усовершенствования транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга,

а именно — строительства или реконструкции транспортных узлов, дорог, мостов и тоннелей. В число основных новых объектов входит участок Невско-Василеостровской линии метрополитена протяженностью 6,155 км, который включает в себя:



Производительность при проходке тоннеля

- две станции мелкого заложения: «Новокрестовская» и «Беговая»;
- перегонный двухпутный тоннель диаметром 10,3 м и протяженностью 5,2 км;
- стартовый котлован с галереей;
- демонтажную камеру для ТПМК;
- два однопутных тоннеля общей протяженностью 0,955 км.

Геологические условия по трассе тоннеля, в двух местах проходящей под акваторией Финского залива, представлены грунтами четвертичных отложений и залежами кембрийской глины с прослойками песчаника.

1/4 трассы двухпутного тоннеля проходит в толще кембрийских глин с включениями песчаника. Кембрийские глины являются плотными, почти сухими, плохо размокают в воде, слабо разбухают, имеют полутвердую консистенцию, однородны и выдержаны по мощности и по простираю.

Толща четвертичных отложений, где проходит 3/4 (3,9 км) трассы, характеризуется обводненностью, наличием валунных зон, а также пересекается русло древней реки (зона «размыв»). Данные условия являются неблагоприятными для ведения горнопроходческих работ, так как процесс разработки грунта с помощью традиционных методов требует дополнительных мероприятий по закреплению грунтового массива (замораживание или цементация). Применение ТПМК с грунтовым пригрузом забоя, однако, позволило этого избежать.

Перечисленные выше условия строительства двухпутного тоннеля потребовали строгого соблюдения технологических параметров проходки, а именно: скоростных режимов разработки грунта, параметров давления пригруза забоя, кондиционирования грунта, нагнетания тампонажного раствора.

Для контроля выполнения данных условий и своевременной реакции при негативных тенденциях параллельно с проходкой двухпутного тоннеля ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» выполняло геотехнический мониторинг, включающий в себя:

- наблюдения за деформациями: земной поверхности; зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства тоннеля; обделки Ø10,3 м;

- мониторинг качества заполнения заобделочного пространства тампонажным раствором;

- прогноз инженерно-геологических и гидрогеологических условий впереди забоя.

Также одной из важных проблем во время строительства двухпутного тоннеля Невско-Василеостровской линии являлась транспортировка разработанного грунта на полигоны для его дальнейшей утилизации.

В соответствии с законодательством РФ летом 2015 года было введено ограничение осевой нагрузки транспортных перевозок. На практике это привело к существенной недогрузке кузовов автомобилей, задействованных в транспортировке грунта на полигоны, что потребовало увеличения количества самосвалов для своевременного вывоза разработанного грунта со строительных площадок.

Также в период проведения футбольных матчей Кубка конфедераций и ФК «Зенит» неоднократно закрывалось движение грузового транспорта по территории Крестовского острова, что тоже останавливало транспортировку разработанного грунта и, следовательно, проходческие работы. В целом по этой причине они не производились ориентировочно месяц. В целях уменьшения времени простоя ТПМК было принято решение об организации дополнительной площадки для временного складирования разработанного грунта.

Во время преодоления проходческим комплексом зон обводненных грунтов также возникли сложности с транспортировкой и приемкой грунта жидкой консистенции на полигоны. В результате применялись дополнительные меры по просушке жидкого грунта и его последующей перевозке.

Двухпутный тоннель имеет ряд преимуществ перед традиционной технологией строительства двух самостоятельных однопутных тоннелей:

- экономия времени сооружения;
- исключение строительства перекрестных съездов, эвакуационных сбоек и других необходимых выработок;
- удобство размещения вентиляционного и электрического оборудования;
- снижение стоимости строительства.

Сооружение 1 пог. м двухпутного тоннеля обходится дешевле в среднем на 20% (по сравнению с 1 пог. м двух однопутных тоннелей) благодаря тому, что отсутствует необходимость вспомогательных дорогостоящих выработок, сокращаются сроки строительства и, следовательно, затраты на финансирование обслуживающих процессов, а также требуется меньшее количество коммуникаций, обеспечивающих эксплуатацию тоннеля (электроснабжение, водоснабжение).

Технологическая схема

В связи со сжатыми сроками строительства Невско-Василеостровской линии ОАО «Метрострой» разработало план оптимизации технологического процесса сооружения двухпутного тоннеля. Сокращение сроков, согласно данным решениям, осуществляется за счет параллельного выполнения работ по проходке тоннеля, сооружению вентиляционного перекрытия, сооружению жесткого основания и устройству верхнего строения пути.

На подготовительном этапе выполнены следующие работы: сооружение стартового котлована; сооружение галереи для монтажа ТПМК; монтаж ТПМК и периферийного оборудования.

Рассмотрим технологическую схему подробно:

- I этап — проходка тоннеля (началась 17 декабря 2015 года): разработка грунта режущим органом; параллельно с разработкой грунта — нагнетание тампонажного раствора в заобделочное пространство; монтаж обделки; наращивание коммуникаций;

- II этап — монтаж опалубки перекрытия вентиляционного канала с помощью специально разработанной технологической тележки №4, которая находится на жесткой сцепке с ТПМК и не мешает движению мультисервисного транспортного средства (МТС) для его обслуживания (также с тележки производится наращивание и складирование коммуникаций для ТПМК на проектной отметке);

- III этап — укладка бетона в перекрытие вентканала, производимая при помощи бетононасоса через технологические отверстия;



ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЯ:

- заданный срок строительства — 2,5 года (28 месяцев);
- продолжительность проходки — 20,5 месяцев;
- время в проходке (разработка грунта + монтаж обделки) — 17 месяцев;
- плановые технологические остановки — 105 дней (осмотр и ремонт режущего органа, выход в кессон — 13 остановок; монтаж бустера ленточного конвейера — 5; наращивание ленты

- конвейера ТПМК — 25; наращивание электрического кабеля ТПМК — 21; вынужденные остановки проходческих работ ввиду проведения матчей Кубка конфедераций и ФК «Зенит»);
- лучший месяц в проходке — май 2017 года (417,6 м, 232 кольца);
- уложено бетона: в жесткое основание — 43 477 м³, в вентиляционное перекрытие — 6 877 м³, в верхнее строение пути — 5318 м³.

■ IV этап — укладка бетона в боковые уступы жесткого основания, так называемые треугольники (данная схема не мешает движению МТС для обслуживания ТПМК);

■ V этап — укладка бетона в центральную часть жесткого основания (осуществляется со специально разработанной технологической тележки №5, представляющая собой мобильную площадку с двумя пандусами, которая двигается с отставанием от сооружения уступов жесткого основания и не мешает движению МТС для обслуживания ТПМК);

■ VI этап — устройство путевого хозяйства первой очереди (монтируется РШР, раскрепляется и бетонируется): укладка путевого бетона; устройство верхнего строения пути.

Также для оптимизации технологического процесса сооружения двухпутного тоннеля были реализованы следующие мероприятия:

■ проход ТПМК через сооруженную в основных конструкциях станцию «Новокрестовская» путем передвижения по бетонному ложу, отталкиваясь домкратами от двух полублоков;

■ после прохода ТПМК через станцию «Новокрестовская» перенесено периферийное оборудование ТПМК (зона погрузки-разгрузки и хранения блоков обделки, конвейерное хозяйство со складом грунта, электрическое оборудова-

ние и т. д.) со строительной площадки стартового котлована на строительную площадку станции «Новокрестовская» для уменьшения времени логистических операций снабжения проходческих работ;

■ устройство закладных деталей для

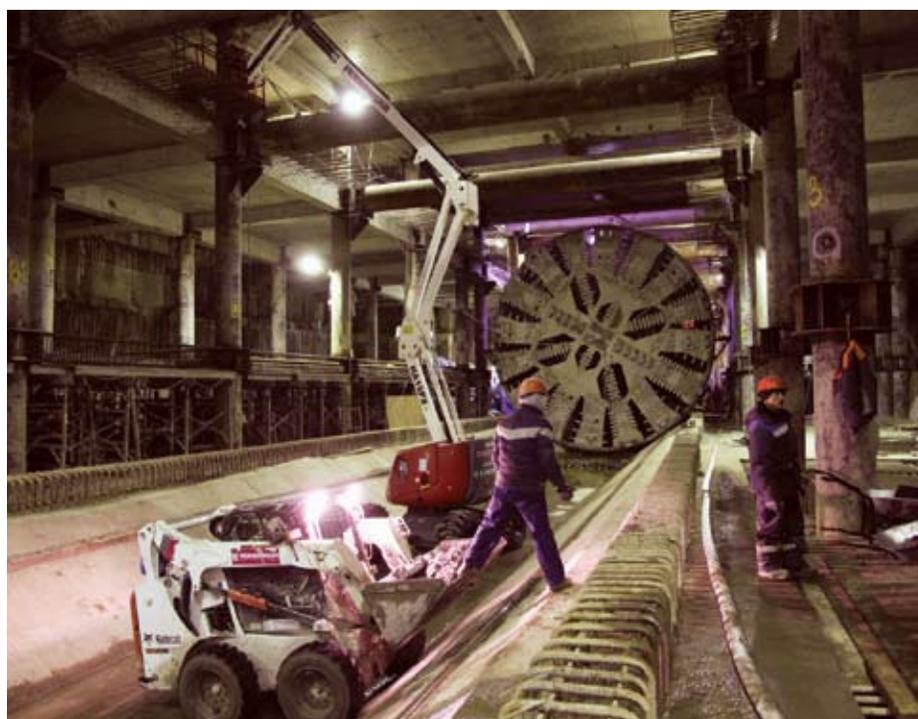
крепления вентперекрытия в блоках обделки двухпутного тоннеля в процессе их изготовления на заводе.

25 августа 2017 года была произведена сбойка между двухпутным тоннелем и демонтированной камерой.

Выводы

В настоящее время в Санкт-Петербурге пройдено два двухпутных тоннеля Ø10,3 м общей протяженностью 8,9 км. Геологические условия, в которых велось строительство до внедрения технологии сооружения тоннелей ТПМК с грунтопригрузом, считались неблагоприятными для ведения проходческих работ без применения дорогостоящих специальных способов закрепления окружающего массива. Применение ТПМК для проходки тоннелей мелкого заложения большого диаметра в данных условиях позволило сократить стоимость и сроки строительства объекта, автоматизировать операции, выполняемые по традиции вручную.

Петербургские метростроители не остановились на достигнутом и усовершенствовали технологическую схему сооружения двухпутного тоннеля за счет внедрения в основной проходческий процесс (разработка грунта, нагнетание тампонажного раствора, монтаж обделки) дополнительных механизмов (технологические тележки), что позволило большую часть бетонных работ производить параллельно с проходкой. Данное решение запатентовано. ■





Части ТПМК S-782 на строительной площадке ст. «Южная»



Демонтаж технологических тележек



Трал в двухпутном тоннеле для вывоза деталей ТПМК

С. Ю. ЧУМАКОВ,
главный инженер Управления
механизации — филиала
ОАО «Метрострой»

Excavation of a 5.2 km long double-track tunnel was completed by a tunnel boring machine (TBM) S-782 on the Nevsko-Vasileostrovskaya line of the St. Petersburg metro. Earlier the same machine bored about 3.8 km underground on the Frunze radius. The S-782 is the first complex that Russia used for the construction of double-track tunnels with a diameter of 10.6 m, and this first experience in working with the machine was interesting for the specialists. Metrostroy's Department of Mechanization (DM) presented a report on the TBM installation and dismantling specifics at the forum "Trends, Issues and Prospects of Underground Development in Russia".

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА И ДЕМОНТАЖА ТПМК S-782 В УСЛОВИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

На продолжении Невско-Василеостровской линии Петербургского метрополитена с помощью ТПМК S-782 закончена проходка двухпутного тоннеля длиной 5,2 км от улицы Туристская (шахта №462) до улицы Кораблестроителей (шахта №467). Ранее эта же техника прошла под землей около 3,8 км между станциями «Южная» и «Проспект Славы» на Фрунзенском радиусе. ТПМК S-782 — первый в России комплекс для строительства двухпутных тоннелей диаметром 10,6 м, и первый опыт работы с ним интересен специалистам. Как говорится, только на бумаге все гладко, но в действительности было много неожиданностей, с которыми мы столкнулись впервые, и приходилось оперативно принимать нестандартные решения. Доклад, посвященный специфике монтажа и демонтажа комплекса S-782, Управление механизации (УМ) Метростроя представило на форуме «Тенденции, проблемы и перспективы развития подземного строительства в России».

Первые части конструкции ТПМК S-782 стали поступать на строительную площадку станции «Южная» еще летом 2013 года. Мы заранее распланировали сроки и очередность завоза, чтобы разгрузить и расположить детали согласно технологии последующего монтажа. Каждая из них знала свое точное место размещения на площадке. Была проработана логистика проезда по территории, расставлены грузоподъемные краны, составлен четкий график завозки узлов и агрегатов ТПМК.

Комплекс монтировался по классической технологии с использованием козлового крана Brunnhuber 2x80, разработкой котлована, сооружением галереи для выхода тоннельного конвейера на поверхность. Сборка была осуществлена в полном соответствии с проектом производителя, компании Herrenknecht, под строгим контролем группы специалистов из Германии.

При монтаже S-782 на станции «Южная» не возникло никаких неожиданностей, все шло достаточно традиционно. Конечно, были

сложности, например, по сварке ротора и хвостовой оболочки при отрицательных температурах, подвижке почвы. Не всегда удавалось «поймать допуски», приходилось срезать сварные швы и начинать все сначала. Мы учились и познавали нюансы сборки новой машины, хотя опыт монтажа похожего комплекса у нас уже был — это ТПМК S-441 для строительства наклонных ходов эскалаторных тоннелей.

Комплекс собрали, началась проходка. И вот 11 июня 2015 года ТПМК S-782 вошел в демонтакную камеру станции «Проспект Славы». При этом еще задолго до окончания проходки нами были рассмотрены варианты демонтажа комплекса в подземных условиях. Это и есть самая главная особенность, с которой столкнулся коллектив Управления механизации. Как разобрать огромный механизм весом 1,5 тыс. т и выдать на поверхность в столь стесненных условиях? Ведь во всем мире по классической технологии строится демонтакный котлован, из которого по частям и поднимается комплекс.

Помимо этого, позднее у нас был еще один «сюрприз». Согласно концепции демонтажа фирмы Herrenknecht, тоннель после проходки щита остается пустой, без залитого жесткого основания и бетонного перекрытия для вентиляционного канала. Планировалось поочередно вывезти все три технологические тележки и свободно провезти на трале все узлы и детали ТПМК. Однако в связи со сжатыми сроками строительства на Невско-Василеостровской линии требовалось как можно скорее запускать ТПМК S-782 со стройплощадки будущей станции «Туристская». А для ускорения строительного процесса на Фрунзенском радиусе следом за проходкой двухпутного тоннеля сразу же заливалось вентиляционное перекрытие и бетонировался лоток на 1200 мм. Но при этом возник вопрос, как оперативно вывезти технологические тележки и главный привод ротора весом 150 т. Опять мы столкнулись с неординарной ситуацией. Но, поскольку инженеры УМа имеют богатый опыт проектирования и использования специальных приспособлений, выход был найден.

Чтобы вывезти технологические тележки, мы приняли решение о полном их демонтаже в тоннеле при помощи тельферов грузоподъемностью по 6,3 т и необходимых траверсов. Для этого, еще в процессе проходки, на подходе к демонтакной камере смонтировали, работая с технологической тележкой №3, две ветки двутавровых балок (№36) длиной по 30 м, а на них навесили четыре тельфера.

Для демонтажа щита в камере шахты №624, тоже до момента сбояки, были смонтированы три ветки двутавровых балок длиной по 16,5 м.



Сборка технологической тележки на поверхности шахты №462

На них навесили уже шесть тельферов грузоподъемностью 25 т каждый. Ввиду малого размера демонтакной камеры их разнесли по три с разных сторон щита. Было смонтировано радиоуправление по три тельфера на пульт и выполнена их синхронизация. Ввиду недостаточной высоты камеры к верхним сегментам щита приварили демонтакные кронштейны, заранее изготовленные в цехе.

Чтобы ускорить процесс, работы велись параллельно на нескольких частях комплекса: демонтировались технологические тележки, велась резка ротора стенорезными машинами Braun и алмазным канатом, на поверхности и под землей демонтировались тоннельный и отвальный конвейер, разбирались башня-накопитель. Гидравлики и электрики также работали параллельно на щите и технологических тележках. Все мелкие детали, шланги и кабели были промаркированы и уложены в специальные ящики, проводилась фотофиксация всей работы, чтобы быть максимально готовыми к монтажу на строительной площадке «Туристской».

Помимо всего, чтобы еще ускорить процесс демонтажа ТПМК S-782, на «Южной» был заменен ранее применяемый кран — вместо него смонтировали более удобный для данной цели «Жозеф Пари» 2x60 (от комплекса S-441). Как только детали технологических тележек выдавались наверх, их сразу же отправляли на новый объект, а агрегаты с тележек — на базу в УМ для ремонта и профилактики. И когда 8 сентября 2015 года полностью закончился демонтаж на «Южной», все технологические тележки были уже на «Туристской».

Как только на площадке шахты №462 новой станции появились детали ротора и его главный привод, начались их сборка и ремонт. На главный привод заменили все уплотнения. Демонтированные сегменты щита везли сразу на «Туристскую», где и производились их ремонт, начинка гидравликой и электрикой, зачистка сварных швов под

сварку. Параллельно восстанавливалась хвостовая оболочка щита, менялось щеточное уплотнение, прочищались каналы нагнетания тампонажного раствора. Работа была проведена колоссальная. Ремонт ТПМК занимались, в большей или меньшей степени, все участки Управления механизации.

Отличительной особенностью монтажа комплекса на шахте №462 («Туристская») было наличие измененной схемы доставки породы от щита на поверхность. Добавилось еще несколько звеньев — вертикальный и дозаторный конвейеры фирмы H+E. Сроки их монтажа были сжаты, так как узлы и детали доставили на площадку в самый последний момент, уже перед самым окончанием монтажа ТПМК. Проблем добавило то, что не вся необходимая в нашем случае комплектация была доставлена из Германии. Немалую часть конструкций и деталей пришлось изготавливать в Управлении механизации — ограждения, лестницы, защитные короба вертикальной ленты и многое другое. А главная сложность возникла в процессе сборки вертикального конвейера — это опускание конвейерной ленты массой 16 т и длиной 45 м. Далее шла наладка всей системы конвейеров: тоннельного, вертикального, дозаторного и отвального.

В итоге, после сбояки 11 июня 2015 года на Фрунзенском радиусе в демонтакной камере за станцией «Проспект Славы», ТПМК S-782 стартовал на шахте №462 («Туристская») 14 декабря, то есть демонтаж, ремонт и монтаж заняли ровно полгода.

25 августа 2017 года комплекс, войдя в камеру шахты №467, закончил проходку двухпутного тоннеля от «Туристской» до «Приморской», длившуюся год и семь месяцев. Но на этом не закончилась история ТПМК S-782. Сейчас полным ходом идет демонтаж комплекса, а в УМе уже подготовлен вариант расположения оборудования для проходки от «Туристской» дальше на север города. ■



СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ПЕТЕРБУРГСКОЙ ПОДЗЕМКИ

Метрополитен Северной столицы исторически старался не отставать от первого и крупнейшего в России — московского. Благодаря этому здоровому состязанию общими для страны победами становились и рекорды по строительству новых линий, и внедрение прогрессивных технологий, в том числе, по эксплуатации и обслуживанию подземки. Если сейчас строительные возможности Москвы и Санкт-Петербурга отличаются гораздо сильнее, чем во времена единого государственного финансирования, то в технологическом развитии две столицы продолжают на равных задавать друг другу современный темп, в целом спасающий отрасль от застоя, сохраняющий ее передовые мировые позиции. О том, какие задачи на сегодняшний день актуальны для ГУП «Петербургский метрополитен», рассказывает заместитель начальника предприятия по строительству Аркадий Фурса.

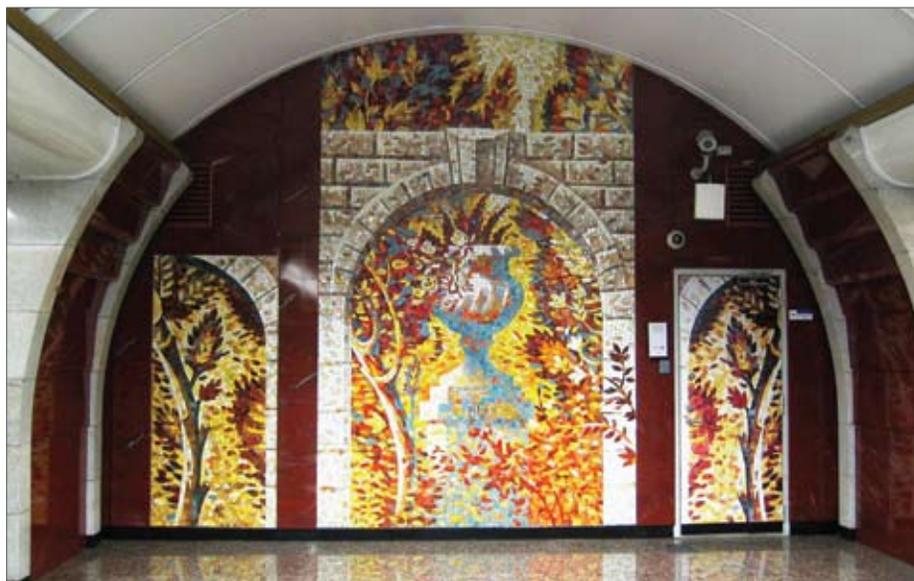
The Northern capital's underground has always tried to catch up with the Moscow underground, the first and the biggest in Russia. The gap between the construction capacities of Moscow and those of St. Petersburg is bigger than it used to be at the times of the single public financing, but as concerns the technological development, both capitals continue to compete and set the modern pace for each other, to remain in the forefront of the industry worldwide. Mr. Arkady Fursa, Deputy General Manager, Construction, tells which objectives are urgent for St. Petersburg Subway SUE.

Беседовала
Регина ФОМИНА

— Аркадий Георгиевич, в 2018 году в Петербурге должны открыться сразу пять новых станций. Такого не было давно. Три из них — долгожданное продолжение Фрунзенского радиуса, а две станции на Невско-Василеостровской линии — часть транспортной инфраструктуры Чемпионата мира по футболу, и, соответственно, важны для имиджа всей нашей страны. Петербуржцы с нетерпением ждут, когда все эти станции можно будет увидеть из-

нутри. Учитываются ли ваши пожелания при выборе архитектурного оформления и отделочных материалов для вестибюлей? Кто выступает заказчиком отделочных работ?

— Как такового заказчика отделочных работ нет. Все в ведении Комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга. А изначально концепцию архитектурного оформления определяет топонимическая комиссия, которая дает





рабочее название станции, расположенной в том или ином конкретном месте, историческом или новом.

У проектировщика есть собственные архитекторы. Они предлагают свое видение, с которым, соответственно, комиссия соглашается или не соглашается. Раньше действительно проводились конкурсы, но сейчас оформление разрабатывает институт, выигравший тендер на проектирование в целом. Много зависит, опять же, от топонимической комиссии.

Вот недавняя история со станцией «Бухарестская». По идее, если речь идет о Румынии, сразу представляется что-то яркое, желто-красное, с неким цыганским колоритом. Так изначально и было задумано оформление. Потом появились другие идеи — станцию переименовать, потому что отношения с Румынией испортились. Но топонимическая комиссия другие предложенные названия не утвердила. Осталось первоначальное название «Бухарестская», а конкретные решения по отделке выбирали архитекторы и художники.

Другой вопрос — если, предположим, хочется сделать золочение, то денег на такое нет. Придется использовать желтую краску. То есть на внешний вид вестибюлей новых станций и в этом плане влияем не мы, а городская власть, ее финансовые возможности. Пожелания метрополитена принимаются в тех случаях, когда, например, в переходе предлагают установить стеклянный витраж, а мы настаиваем, что здесь, из соображений надежности и безопасности, лучше сделать мозаику.

— Как известно, новые линии Петербургского метрополитена продолжает проектировать институт «Ленметрогипротранс». Пожалуйста, уточните — как у вас в сегодняшних условиях организовано взаимодействие с проектировщиком, как вы в целом влияете на проект?

— Раньше, когда в роли заказчика выступал ГУП «Петербургский метрополитен», мы могли что-то принципиально менять. Сейчас



заказчиком на проектирование является Дирекция транспортного строительства, входящая в структуру Комитета по развитию транспортной инфраструктуры. КРТИ только согласовывает с нами техническое задание. В этом формате мы и вносим какие-то свои замечания по проекту. Дальше работает заказчик.

— На Фрунзенском радиусе готовится к вводу в строй двухпутный тоннель метрополитена, первый в России. Какие сложности в его эксплуатации ожидаемы? Будет ли обслуживание принципиально отличаться от однопутных?

— Судить о сложностях можно будет хотя бы через полгода эксплуатации. Он первый.

Его проектировали профессионалы, а мы постарались внести свои предложения, чтобы в дальнейшем избежать каких-то дополнительных сложностей.

С одной стороны, в таком тоннеле есть плюсы с точки зрения не только строительства, но и эксплуатации. Хорошо то, что, например, кабельные линии там будут проложены сверху, лучше будет и водоотвод. Также, без деления на первый и второй путь, потребуется меньше притоннельных выработок.

С другой стороны, однопутные тоннели в мире обычно строят в тех случаях, когда метрополитен не считается объектом гражданской обороны. Это касается и отсутствия дополнительных выработок, и угрозы затопления всего



участка, а не одного из путей. С такой точки зрения однопутные тоннели уязвимы.

Что же касается эксплуатационных качеств в целом, то, повторяюсь, их предстоит проверить на практике.

— И еще об одном петербургском новшестве. СМУ-9, структурное подразделение Метростроя, организовало собственное производство эскалаторов. Речь заходит даже о том, чтобы в перспективе занять ту нишу, которая сейчас в нашей стране практически пустует. Как вы оцениваете потребительские свойства этого оборудования? Есть ли в планах замена устаревших эскалаторов новой петербургской техникой?

— По существу, это еще один вопрос о том, чего пока нет. Новые эскалаторы должны сначала поработать, и тогда мы сможем полностью оценить их потребительские свойства.

Что касается петербургской техники вообще, то практически везде только ее мы и устанавливали. Она выпускалась в основном заводом «Эскалатор» на Васильевском острове, который теперь закрылся. Последние машины его производства были заранее закуплены для «Международной» и «Бухарестской». Позднее на станции «Спортивная-2» мы установили технику, которую выпустило предприятие, возникшее на его базе. Она работает, но это не совсем то, что нам бы хотелось.

СМУ-9 предлагает в наклонный ход, где сейчас три эскалатора, поставить четыре. Конечно же, это нам интересно. Если они будут хорошо работать — значит, они имеют

право на жизнь. Действительно, есть план замены старых эскалаторов. Но деньги, опять же, дает город.

Последнее, что было сделано в этом плане, — замена эскалаторов при реконструкции станции «Пушкинская». На тот момент мы передавали функции заказчика городу и просто завершили начатое. После этого ничего нового не было сделано. Скорее всего, из-за недостатка финансирования.

— А если обнаруживается, что оборудование пришло в аварийное состояние, а денег на его замену нет?

— Такого не бывает. Эта техника, ввиду своих функций, просто не может находиться в аварийном состоянии. Проблемные эскалаторы сразу закрываются и ремонтируются. Запчасти производит наш завод, все ремонты мы делаем сами. Импортный у нас только один эскалатор, и он на гарантийном обслуживании. За рубежом, кстати, распространена другая практика — если оборудование отработало установленный срок, его меняют, даже если оно находится в исправном состоянии.

— Очевидно, технологическое состязание двух ведущих метрополитенов страны продолжается. Что-то первыми внедряют москвичи, что-то — петербуржцы. А взаимодействуете ли вы с другими метрополитенами? Ведется ли работа по обмену опытом, апробации новейших технологий?

— Да, взаимодействуем, в рамках Международной ассоциации «Метро», а также Тоннельной ассоциации России. Раньше у нас был свой главк в структуре Министерства

путей сообщения. После распада СССР, как известно, метрополитены передали городским администрациям, и тогда мы сами решили объединяться. Сначала была создана хозяйственная ассоциация «Метро». Когда, помимо российских, в нее начали вступать другие метрополитены бывшего Союза, она получила статус международной.

На площадках ассоциации «Метро» ежегодно встречаются, делятся своими успехами и проблемами главные инженеры всех метрополитенов, начальники всех служб — тоннельных сооружений и т. д. Таким образом, мы не потеряли связь. При этом ассоциация открыта для новых членов, но принимаются в нее только те организации, которые действительно работают с метрополитеном. В частности, заводы, выпускающие подвижной состав.

— Как у вас налажена работа с производителями подвижного состава? Какие требования предъявляете к новой технике?

— У нас много договоров с производителями подвижного состава, и постепенно мы обновляем наш парк. Появляются поезда с синхронными двигателями. Но для полной замены требуется комплексная модернизация системы электроснабжения метрополитена. Сейчас делаем соответствующее усиление на третьей линии, Невско-Василеостровской, новые станции которой откроются к ЧМ-2018.

— Еще одна современная тема — беспилотное метро. На ваш взгляд, создание его в Петербурге — выполнимая задача? Рассматриваются ли в настоящее время такие перспективные проекты?

— В принципе, все это выполнимо. Только зачем исключать человеческий фактор? А стоит ли? Приведу простой пример. Допустим, дверь не закрылась, потому что какой-то хулиган вставил монетку. Если есть машинист, который видит все происходящее в зеркало, он придет и через две минуты неполадку исправит. А если это беспилотный состав, то надо вызывать специалиста. И пока этот специалист не придет и не устранит причину сбоя, все движение на линии будет парализовано.

Я понимаю, что эту стратегию нужно продвигать, если бы это давало экономии. Но в чем она? В оплате труда машиниста? Но сначала нужен новый подвижной состав и соответствующее техническое обеспечение, а это стоит больших денег. Обслуживание такой системы тоже требует немалых затрат.

Кстати, насчет человеческого фактора. У нас проводится жесткое медицинское освидетель-



ствование — и предрейсовое, и послерейсовое. Есть и автоматизированная система контроля машиниста — система «Штурман». Если, предположим, машинист задремал, глаза у него закрылись, она сразу же это фиксирует, срабатывает и перекрывает движение.

Как эксперимент — теоретически беспилотное метро возможно, прежде всего, на новых линиях. Но на обозримую перспективу такие проекты у нас не рассматриваются.

— А есть ли подвижки по решению старой проблемы — ликвидации последствий так называемого Размыва? Некоторые специалисты говорят, что затопленный участок — это мина замедленного действия...

— Оно так и есть. Больше 20 лет назад грунт в районе улицы Карбышева осел на 1,1 м и продолжает оседать, хотя не так интенсивно. Напомню, этот участок решили затопить для того, чтобы предотвратить угрозу обрушения. На сегодняшний день, как мы можем предполагать, вода там замещается некой субстанцией с пылеватыми глинами и т. п., и земная поверхность медленно просаживается. Для решения проблемы ученые разработали несколько вариантов. Эксперты Тоннельной ассоциации России, в частности, одобрили такой способ, как бурение сверху скважин и закачивание специального состава,

после чего осадки поверхности должны прекратиться. Мы передали этот проект в КРТИ и наблюдаем за его судьбой. Известно, что в него внесены некоторые улучшения. Теперь ждем реализации проекта. Сейчас на проблемной территории есть ограничения строительства, но в целом ситуация серьезных опасений пока не вызывает.

— В каком состоянии в целом находится сеть метро по части протечек? Много ли их и как они устраняются?

— Протечки, как обычно, есть, но это не критично. Ими занимаются специальные службы метрополитена. Если же они не справляются, то привлекаются подрядные организации. У нас постоянно ремонтируются те или иные вентиляционные шахты, которые в этом смысле находятся в наименее благоприятных условиях, особенно зимой. Кстати, сейчас применяется новая технология. В шахту закладывается гидролист, который обеспечивает более долгий срок ее службы без протечек.

С другими новыми методами сложнее. Например, нами использовалась так называемая напыляемая гидроизоляция. Но, во-первых, это очень дорого. Во-вторых, она хороша только на металлоконструкциях, причем на новом металле, который обрабатывается таким способом. На мой взгляд, дешевле и

проще использовать композитные материалы, хотя это все равно дороже, чем традиционные решения. Но, например, в вентилях первые «гниют» и выходят из строя металлические лестницы, что значительно усложняет работы по осмотру ствола. В этой связи хорошим решением могут стать такие современные материалы, как композиты. Конкурс на поставку подобных материалов, опять же, проводим не мы, но проекты с нами согласовываются.

— Сейчас вообще популярна тема внедрения инноваций. Что у вас в приоритете — современные, но еще не отработанные решения — или старые, но многократно проверенные на практике?

— Неотработанные решения мы принимать не можем. Это вопрос безопасности людей, которые ездят в метро. В нашей сфере все инновационные решения, которые принимаются проектировщиками, включая применение новых материалов, сначала апробируются во Всероссийском научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта. Для этого там есть специальные полигоны. И, как говорится, сломя голову никто у нас за новшествами не гонится. Но по внедрению инновационных решений Петербургский метрополитен занимает передовые позиции. ■



В. С. МЕДЯНИК,
генеральный директор
ООО «Красноярскметропроект»

The main factor inhibiting the metro construction in Russia is a lack of the necessary funding. Apart from Moscow, Russian cities with millions of residents have practically no funds to support such construction. A perfect example is the Krasnoyarsk metro, where the construction stopped as the federal funding was cut off. Completing the construction of the first line will require up to 100 billion rubles. Even with a public-private partnership involved, the challenge can be met only with the federal support available. The lack of funds, however, is not the only problem.

О СДЕРЖИВАЮЩИХ ФАКТОРАХ РАЗВИТИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ РОССИИ

Основным сдерживающим фактором освоения подземного пространства в России, естественно, является отсутствие необходимого финансирования. Как известно, сегодня метростроение активно развивается только в Москве. К Чемпионату мира по футболу 2018 года нашлись деньги на продолжение строительства метро в Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде. У остальных российских городов-миллионников практически нет средств на метростроение. Яркий пример — Красноярский метрополитен, строительство которого велось до тех пор, пока было открыто федеральное финансирование. Сегодня на поддержание его сооружений город ежегодно тратит около 70 млн рублей. Для завершения же строительства первой линии требуется примерно 80 млрд рублей — сумма для местного бюджета неподъемная. Даже учитывая возможности государственно-частного партнерства, становится ясно, что принципиально задачу можно решить лишь при поддержке федерального центра. Но недостаток средств — далеко не единственная проблема.

Новые подходы к градостроительству

Концепция развития метрополитенов городов-миллионников разрабатывалась в 70-х гг. прошлого столетия. Тогда ставилась цель обеспечить массовое и комфортное перемещения людей из пункта А в пункт Б. Сегодня задачи значительно изменились — наши города столкнулись с серьезными транспортными проблемами, прежде всего связанными со значительным увеличением

автотранспорта, как личного, так и общественного. В результате транспортная инфраструктура работает в режиме перегрузки, особенно в деловых частях крупных городов. Кроме того, повсеместно сохраняется тенденция застройки жилья эконом- и бизнес-класса, где концентрируется большое количество жителей. В утренние «часы пик» тысячи людей выезжают из новых микрорайонов в центр, а вечером — обратно. Но городские дороги не были рассчитаны на эту дополнительную нагрузку.

В условиях увеличенного транспортного потока местные власти пытаются решить проблему строительством новых развязок, путепроводов, расширением существующих дорог, но далеко не всегда эти действия решают накопившиеся транспортные проблемы.

В сложившихся условиях для устойчивого развития городов, в которых ведется или велось строительство метрополитенов, следует пересмотреть концепции градостроительства и особое внимание уделить подземному пространству. Необходимо в ближайшее время выделить и закрепить земли под будущие линии метрополитенов с последующим развитием территорий по примеру «обрастания» новыми микрорайонами, торговыми и промышленными центрами вдоль запроектированных и, надеюсь, впоследствии построенных линий метро.

Развитие метро сдерживает ряд факторов. Среди них точечная застройка в новых районах, которая влияет на трассировку тоннелей, или же, наоборот, плотная застройка исторических или деловых центров. Причем, если современные технологии подземного строительства позволяют выполнять работы практически в любых городских условиях, то зачастую камнем преткновения становятся юридические сложности. Решение правовых вопросов может тянуться годами! Также свое влияние имеют стремительно изменяющиеся требования нормативных документов и законодательства.

Не стоит забывать и про человеческий фактор. Не секрет, что за Уралом центром подготовки специалистов строителей и проектировщиков тоннелей и метрополитенов является Новосибирск. Знаменитый факультет «Мосты и транспортные тоннели» НИИЖТа (ныне СГУПС — Сибирский Государственный университет путей сообщения) выпустил многих замечательных специалистов. Некоторые из них стали по-настоящему легендарными участниками проектирования и строительства метрополитенов во всех городах России. Они воспитали не одно поколение высококлассных специалистов. К сожалению, профессионалы своего дела, которые свято влюблены в свою «тоннельную специальность» не всегда находят работу в своих регионах и вынуждены уезжать и строить там, где идет развитие подземного пространства. Результат — в городах, где остановлено строительство метро, очень сложно отыскать квалифицированных специалистов. Особенно критичная ситуация с проектировщиками. В связи с этим возникает еще одна стратегическая задача —



Подземное строительство — это будущее современных городов, и в России необходимо формировать соответствующую государственную программу.

привлечь высококлассных специалистов со столичных строек.

Красноярская история

Решение о создании метрополитена в Красноярске приняли еще в 1986 году. Харьковский филиал проектно-изыскательского института «Метрогипротранс» разработал шесть вариантов технико-экономического обоснования строительства. Один из них был утвержден в 1991 году. Через два года Харьковский метропроект разработал проект строительства первой линии метрополитена в Красноярске от станции «Высотная» до станции «Проспект Мира», который получил положительное заключение Главгосэкспертизы РФ.

Строительно-монтажные работы начались в 1995 году. С переменным успехом они продолжались до 2010 года, когда феде-

ральное финансирование было прекращено. В настоящее время строительство заморожено, а выделяемые из бюджета Красноярского края средства расходуются только на оплату работ по обеспечению сохранности пройденных горных выработок в безопасном состоянии, предотвращению осадок дневной поверхности.

Всего было освоено около 2,65 млрд рублей (в ценах текущих лет). И что имеют жители Красноярска в настоящий момент? За годы строительства изменились нормативная база и требования к проектированию. В городе появились новые районы, изменились и пассажиропотоки. Многократно возросли дорожно-транспортные проблемы, вызванные автомобилизацией населения.

Мировой практикой доказано, что решить транспортные проблемы мегаполисов невозможно без развития внеуличного



Финансирование следует привлекать, в том числе, через механизмы государственно-частного партнерства.



общественного транспорта. При этом Красноярску, с учетом его климатических и других особенностей, необходим именно метрополитен.

Однако сдача в эксплуатацию только первого пускового комплекса, предполагаемого на сегодняшний день и состоящего из трех станций («Высотная», «Улица Копылова», «Вокзальная»), не сможет

решить задачу принципиального перераспределения пассажиропотоков с личного автотранспорта на общественный и повышения транспортной доступности городских территорий. Мы считаем, что необходимо выделить одновременно несколько пусковых участков и утвердить их поэтапное проектирование и строительство. Для этого потребуется значительное финансирование,

которое следует привлекать, в том числе, через механизмы государственно-частного партнерства.

Мировое решение – комплексный подход

В отношении метрополитена действующим законодательством такое партнерство теоретически предусмотрено Федеральным законом от 21 июля 2005 года № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях». Но действующих примеров сотрудничества государства и бизнеса в метростроении практически нет, за исключением станции «Мякинино», которой изначально вообще не было в проектах. Первая на территории Московской области, она стала первой станцией, в строительстве которой участвовал частный капитал. По информации СМИ, затраты инвестора — Crocus Group — составили 600 млн рублей. Специально для компании выход из подземки передвинули на территорию крупнейшего в стране торгово-выставочного комплекса «Крокус-Сити».

Такие проекты, как метрополитен, подразумевающие долгий срок возврата средств, в текущих российских реалиях бизнесу малоинтересны. Поэтому необходимо на законодательном уровне повышать инвестиционную привлекательность строительства подземных сооружений.

Мировая практика показывает, что зачастую метро строится не только за счет местного бюджета. Например, в Великобритании развитие скоростного внеуличного транспорта, включая метрополитен, осуществляется за счет средств консорциумов, образованных с участием частных компаний, компаний-операторов сетей и государственных банков, а также компаний-застройщиков жилых территорий (и деловых центров) и, наконец, мэрии Лондона.

Во Франции сети метро интегрированы в общую систему пригородно-городского сообщения. При этом координацию деятельности пассажирских компаний осуществляют региональные транспортные организации (АОТ) при муниципалитетах, занимающиеся распределением финансирования из средств основного источника — особого транспортного налога (Versement Transport), которым облагаются местные предприятия с числом сотрудников более 9 человек.

Подземное строительство — это будущее современных городов, и в России необходимо формировать соответствующую государственную программу. Следует воспользоваться опытом западных финансовых институтов. Государственно-частное партнерство позволит привлечь средства как

крупных инвесторов, так и частных лиц. Как известно, в России вопрос ГЧП при развитии метрополитена сейчас активно прорабатывает мэрия Новосибирска.

К программе развития

Проблему дефицита наземных городских территорий и повышения эффективности их использования, особенно в центральных частях мегаполисов, во многом могут решить многоуровневые системы с освоением подземного пространства. Напомним, что под землей размещают различного рода коммуникации, помещения и устройства транспортного назначения, предприятия общественно-торгового и культурно-бытового обслуживания.

В России уровень использования подземного пространства в настоящее время гораздо ниже, чем позволяют современные научно-технические достижения. Например, в Красноярске будущая станция метрополитена «Высотная», благодаря своему расположению, позволяет создать подземный комплекс, включающий в себя автостоянки, торговые и развлекательные объекты, а на поверхности — городской парк площадью около 10 Га.

Мегаполисы должны развиваться на основе продуманной градостроительной концепции, базирующейся на долгосрочной стратегии социально-экономического развития. Основным документом, определяющим эти цели, является Генеральный план, а методы их реализации и конкретные задачи — последовательность, сроки, объемы финансирования и т. д. — должны быть обоснованы в ТЭО.

При этом получается, что в настоящее время к законодательству в России нужно подходить творчески. Отмена раздела технико-экономического обоснования проекта, однако, зачастую приводит к удручающим последствиям. Разработать проектную документацию должным образом без предварительной проработки практически не представляется возможным. На стадии ТЭО следует выполнить необходимые инженерные изыскания, которые позволят принять основные положения проектирования, проработав несколько вариантов трассы. Наличие такой согласованной документации в дальнейшем позволяет заниматься подготовкой проекта, параллельно решая юридические и организационные вопросы.

Эффективность использования подземного пространства для строительства подземных сооружений должна быть выделена в каждом конкретном случае с учетом всех важных факторов — градостроительного, транспортного, социальных, технологических и других.



Еще один принципиальный момент. Сегодня во всем мире строят подземные транспортные магистрали, проходящие через центр города и позволяющие выйти на поверхность фактически в любой точке. В наиболее цивилизованных странах эстакады — не только в центральной части, но и ближе к окраинам — убираются под землю, а мы их строим везде, где только можно. Но ведь это потеря полезного пространства, и не только. Рядом с эстакадой вообще невозможно нормально жить и работать.

Опыт эксплуатации метрополитена в Новосибирске показывает, что метро, особенно в холодное время года в Сибири, является наиболее предпочтительным

видом пассажирского транспорта. Однако на сегодняшний день метростроение, если говорить о всероссийском масштабе, продолжает находиться в кризисе. При этом особо хотелось бы отметить, что подготовка инженерно-технических специалистов без соответствующей практики ослабевает с каждым годом.

Необходимо объединять профессиональное сообщество, развивать сотрудничество и обмениваться опытом с отраслевыми организациями разных стран. Только совместными усилиями мы сможем решать перспективные задачи в области комплексного освоения подземного пространства мегаполисов. ■

Сердечно поздравляем с 65-летием нашего коллегу, учителя, кандидата транспортных наук, члена тоннельной ассоциации России, выпускника знаменитого факультета «Мосты и тоннели» СГУПС (НИИЖТ) Валерия Владимировича Тура!

Спасибо Вам за воспитание патриотичности и любви к уникальной специальности «строитель тоннелей и метрополитенов»!

Коллектив ООО «Красноярск.метропроект»



BAUTRADE: РЕШЕНИЯ, ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ ПРОСТРАНСТВО

Времена, когда в строительстве архитектурно-художественной стороне не уделялось внимание и в приоритете были только сроки и стоимость, постепенно уходят в прошлое. Веяния сегодняшнего дня диктуют новые требования — эстетические.

В настоящее время при сооружении объектов транспортной инфраструктуры большое значение придается не только качественным характеристикам объектов, но и их архитектурной выразительности. В немалой степени это учитывается и при строительстве новых станций метрополитена.

Воплотить замыслы архитекторов и дизайнеров помогают решения, предлагаемые компанией ООО «Баутрейд» (Bautreid). Подробнее об этом нашему корреспонденту рассказал директор по продажам Алим Иналов.

One of the challenges facing the builders of the 21st century infrastructure facilities is to make these facilities as functional and practical as possible, at the same time making them interesting from the design point of view. Implementing the vision of architects and engineers requires suitable finishing materials. Experts from Bautreid company provide optimal solutions for decorating transport infrastructure facilities. Alim Inalov, Sales Director in Bautreid has details.

БАУТРЕЙД

эсклюзивные облицовочные и кровельные материалы

<http://www.bau-t.ru/>

Подготовила
Наталья ГРИГОРЬЕВА

— **Расскажите подробнее, чем занимается ваша компания?**

— Мы занимаемся разработкой технических решений и производством материалов для архитектурной отделки объектов транспортной инфраструктуры, офисно-административных и торгово-развлекательных центров, жилых комплексов, промышленных сооружений. При этом предлагаем ряд материалов, которые по своим свойствам идеально подходят для объектов, работающих с постоянной и высокой нагрузкой: аэропортов, пешеходных переходов, вокзалов и метрополитенов, так как они обладают высокими эксплуатационными свойствами и широким спектром возможностей для создания архитектурного дизайна общественных объектов. Среди таких материалов — металлокерамические панели «ХАРДВОЛЛ», которые производит компания «Баутрейд». Они представляют собой листы стали, покрытые стекловидной эмалью, запекаемой в печи при температуре 800 °С. Панели обладают высокими эксплуатационными свойствами, объединяя в себе все преимущества стекла и металла: их сложно поцарапать, невозможно разбить, они не горят, устойчивы к атмосферным и химическим воздействиям. Именно поэтому материал успешно применяется для облицовки различных объектов транспортной инфраструктуры: метро, автодорожных тоннелей, подземных переходов, вокзалов, аэропортов. В настоящее время мы производим и

поставляем панели для облицовки шести станций метрополитена в Москве и двух в Санкт-Петербурге.

— **Насколько сложен монтаж металлокерамических панелей?**

— Панели размещаются на стенах с помощью навесной системы. Технология позволяет осуществлять монтаж легко и быстро. Следует отметить, что при монтаже панелей в автодорожных тоннелях не рекомендуется оставлять зазоры в облицовке, а сами панели крепятся по периметру специальной планкой, хотя с архитектурной точки зрения это не лучшее решение. Монтаж в метро и на других общественных объектах — на вокзалах, в аэропортах, на фасадах различных зданий, где можно использовать наши панели, — по технологии отличается. Применяется скрытая система крепления, благодаря которой можно создавать не только ровную поверхность с эстетичным дизайном, но и различные геометрические формы. Важно отметить, к монтажу нужно привлекать только квалифицированных специалистов.

— **Какие главные преимущества металлокерамики по сравнению с гранитом или мрамором?**

— Недостатки камня в том, что он тяжелый, хрупкий и ограничен в размерах, что не позволяет в декоративном оформлении создавать такие большие форматы, как из легкой и податливой металлокерамики.



Кроме этого, за панелями можно проложить инженерные сети, например, так сделано на станциях Калининско-Солнцевской линии, где коммуникации проходят в трубах, расположенных между обделкой тоннеля и нашей отделкой. При необходимости конструкцию можно легко и быстро демонтировать, провести инженерные работы и поставить панели на место. В частности, более простой доступ к источнику протечки для ремонта можно обеспечить при устройстве наших панелей «ХАРДВОЛЛ».

К тому же, для подземных сооружений характерны протечки, и каменная облицовка лишь вынесет такую проблему на всеобщее обозрение. Наши же панели помогают решить и этот вопрос. Приведу пример Западного скоростного диаметра в Петербурге. Когда в тоннеле под рекой Смоленкой возникла проблема с гидроизоляцией, металлокерамические панели позволили реализовать инженерно-техническое решение — во время проведения мероприятий по устранению протечки вода незаметно для пользователя дороги стекала по стенке за облицовкой в специальный лоток, не попадая на проезжую часть. Таким образом, ликвидировалась опасность для движения транспорта и обеспечивался эстетический вид.

Защитную металлокерамическую облицовку удобно применять и для эвакуационных выходов, насосных станций, притоннельных сооружений. Ее преимущество в том, что она сохраняет яркость изображения, а любая грязь или граффити легко с нее стираются, что очень удобно для обслуживающего персонала.

— Как давно вы производите эти материалы?

— Спрос на них появился в период строительства олимпийских инфраструктурных объектов в Сочи. Мы освоили технологию изготовления металлокерамических панелей, получили лицензию европейской компании-



производителя и закупили оборудование. В 2012 году создали собственное производство.

Сегодня представительства компании работают в Москве, Санкт-Петербурге, на юге России. Мы поддерживаем связь с организациями, которые эксплуатируют наши объекты. При необходимости решаем вопросы поставки для них запасных комплектов нужного цвета и размера.

— Эти панели используются в основном для облицовки стен. А есть ли решения для потолков?

— Потолки — это зона активного применения алюминиевых сотовых панелей в метро.

Для их декорирования мы предлагаем алюминиевую сотовую панель «Уникор». Она может достигать в размере до 2х9 м. Панель представляет собой два листа алюминия, соединенных сотовыми перегородками толщиной до 60 мм.

Благодаря своей легкости и прочности, материал позволяет формировать на потолке сложные, объемные, масштабные архитек-

турные формы. Кроме этого, поверхность материала может быть любой: окраска по каталогу, анодировка, ламинация, принт.

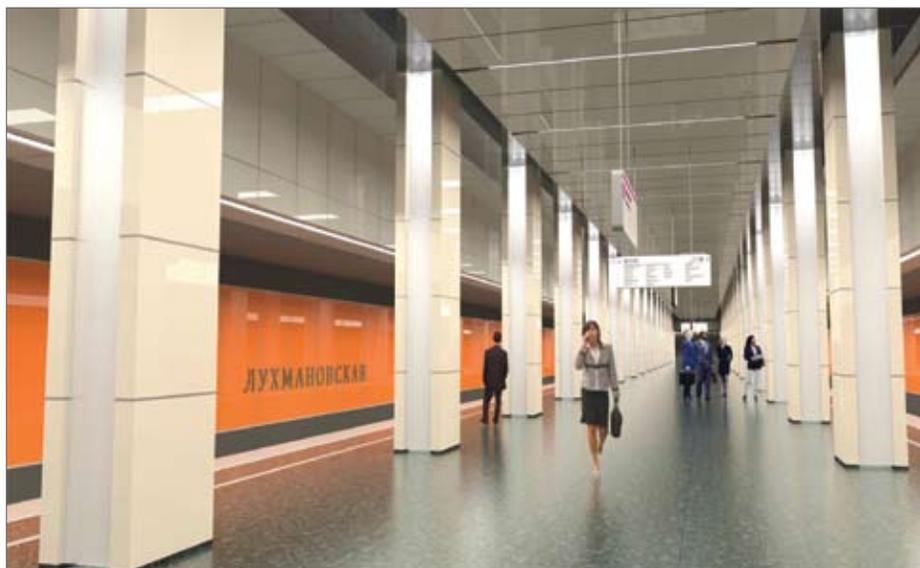
— Помогают ли ваши алюминиевые панели решать какие-либо инженерные задачи?

— Безусловно. Приведу интересный пример. По новым нормам метрополитена светильник должен отстоять от края платформы на 50 см. То есть кронштейн, на котором он крепится, увеличивается на эту длину. Мы без проблем выдвинули сотовые панели на нужное расстояние и сделали обрамляющий декоративный короб, который прикрыл вынос конструкции.

— Какие идеи современных дизайнеров позволяет воплотить ваша продукция?

— Как металлокерамические, так и алюминиевые панели дают архитекторам широкие возможности преобразовывать пространство, используя их самыми разными способами.

Как известно, в Москве и Петербурге огромное значение уделяется индивидуаль-



мая из глины методом запекания, обладает высокой прочностью, разбить ее практически невозможно. Кроме этого, она позволяет делать скрытые крепления и имеет натуральные цвета глины, а при покрытии глазурью приобретает функции антиграффити. Мы применили нашу керамику для облицовки пешеходного перехода на проспекте Маршала Жукова в Москве и на железнодорожной станции «Альпика-Сервис» в Сочи. Этот материал будет использоваться и в метро, на станции «Беговая» в Петербурге. Для фасадов мы производим также фиброцементные панели с однородным покрытием.

— Помимо производства отделочных материалов, чем еще занимается ваша компания?

— Наше кредо — это комплексный подход к архитектурной отделке. Мы стараемся подключаться к проектам еще на стадии идеи и, опираясь на мировой опыт, занимаемся поиском решений, позволяющих с помощью нашей продукции воплотить конкретную архитектурную идею.

Также предоставляем проектировщикам помощь в подготовке проектно-технической документации, проводим сертификацию и экспертизу, осуществляем поставку материалов и проводим шеф-монтаж, что позволяет обеспечить долгий срок безремонтной эксплуатации наших панелей. Компания также ведет эксплуатационное обслуживание своих объектов. Познакомившись практически со всеми самыми интересными и смелыми решениями в отделке станций метрополитена в Европе и Азии, мы можем с уверенностью сказать, что наши архитекторы и метростроители не только не отстают от мировых тенденций, но и нередко их опережают. ■

ному облику станций. Ранее существовало неписаное правило для проектировщиков: человек, выходя на платформу, по архитектурному дизайну должен был определить, на какую станцию он приехал. И сегодня наши архитекторы каждую новую станцию стараются сделать непохожей на все остальные, и металлокерамические панели позволяют воплотить в жизнь их идеи. В панели можно встраивать различные изображения, которые помогают понять историческую тему или элементы навигации.

На панели можно наносить принты — рисунки высокого качества. Красочный слой наносится на металлическую основу и затем покрывается эмалью. Такой рисунок устойчив к истиранию, выгоранию, механическим повреждениям и химическим воздействиям. Картинка сохранит яркость и насыщенность в течение всего срока эксплуатации.

Так, в Москве, на станции «Мичуринский проспект», мы участвуем в архитектурной отделке станции, где фасады, колонны, стены вестибюля и одна стена надземного пешеходного перехода будут облицованы панелями с принтом с силуэтами цветущих ветвей и плодов. Этот дизайн связан с деятельностью известного биолога и селекционера И. В. Мичурина.

В переходах и на станциях метро также целесообразно применять тематические панели с указателями. Например, это можно сделать на «Пушкинской». Такое решение оптимально, если рядом расположены исторические объекты и музеи.

Не стоит забывать, что наши панели обладают и свойствами металла. Их можно гнуть, придавать им практически любую пространственную форму.

Так, на станции «Некрасовка» Кожуховской линии Московского метрополитена мы

выполнили круговую облицовку колонн со сложным сечением. Интересный проект делаем и в Санкт-Петербурге. Станция «Новокрестовская» на Невско-Василеостровской линии будет облицована панелями, на которые по всей площади нанесен принт, повторяющий рисунок натурального гранита. Размер файла с этим изображением составил 12 Гб.

Панели «Уникор» также обладают широким спектром возможностей. Из них можно изготавливать практически любые формы: кессоны, карнизы, багеты. На станции «Расказовка» совместно с архитекторами Ленметрогипротранса мы создали эффектную форму карниза, в котором размещаются светильники.

— Какие еще интересные материалы для декора предлагает ваша компания?

— Еще один наш материал — объемная керамика. Керамическая плита, создавая-



Объединяя опыт по всему миру



Messe München

НАШИ РЕШЕНИЯ, ВАШ УСПЕХ.

баума СТТ РОССИЯ, Москва,
5 - 8 июня 2018



**ПРИМИТЕ
УЧАСТИЕ!**

ПОДАЙТЕ ЗАЯВКУ
→ [www.bauma-ctt.ru/
application](http://www.bauma-ctt.ru/application)



Реклама

Международная выставка
строительной техники и технологий.

www.bauma-ctt.ru

bauma СТТ **RUSSIA**
РОССИЯ



А. С. ДАНИЛОВ, к. т. н.;
Н. Ш. ШИХМАГОМЕДОВ
(АО «ЧиркейГЭСстрой»);
А. Л. КРАЙЦЕР, к. т. н.
(АО «ВГЭС-Проект»);
Г. З. КОСТЫРЯ, к. т. н.;
Г. С. КОНИХ,
Е. С. ЛЮБИМОВ
(АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»)

Nowadays Zaramagskiyе HPPs are being built on the territory of the Republic of North Ossetia – Alania, and will be a part of the Unified Energy System of the North Caucasus. The vertical mine of Zaramagskaya HPP-1 is staked on the spine of a rocky spur between the Ardon and Baddon rivers on the level ground. The execution of works of the placement of concrete under the existing conditions required the use of special technical solutions.

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТУРБИННОГО ВОДОВОДА ЗАРАМАГСКОЙ ГЭС-1

Зарамагские ГЭС строятся на территории Республики Северная Осетия – Алания и войдут в состав Объединенной энергосистемы Северного Кавказа. Вертикальная шахта Зарамагской ГЭС-1 (проектировщик – АО «Ленгидропроект») заложена на гребне скального отрога в междуречье рек Ардон и Баддон на горизонтальной площадке. Выполнение работ по бетонированию в имеющихся условиях потребовало применения специальных технологических решений.

Водоподводящий тракт Зарамагской ГЭС-1 включает в себя: подводящий безнапорный деривационный тоннель длиной 14 км; бассейн суточного регулирования с водоприемником; поверхностный сталежелезобетонный турбинный водовод диаметром 4,4 м; вертикальную шахту с промежуточной подходной выработкой и верхней воротниковой штольной; нижнее колено, камеру развилки, нижнюю дренажную штольную; субгоризонтальные турбинные водоводы №1, №2 и подходную штольную №4.

Шахта турбинного водовода имеет длину 507 м при круглом сечении диаметром в проходке 5,5 м, в свету — 5 м. К моменту

бетонирования была пройдена полностью и закреплена черновым бетоном. Внутри шахты размещается стальная облицовка турбинного водовода диаметром 3,6 м с толщиной стенки от 40 до 16 мм, переменной по высоте. Бетонная обделка общей толщиной 0,95 м состоит из первичного бетона 0,25 м крепления шахты при ее проходке и 0,7 м затрубного бетона, который должен укладываться после выполнения монтажа облицовки.

Подача бетона в имеющихся условиях требует использования наиболее совершенных бетононасосов, выпускаемых ограниченным кругом ведущих мировых фирм

(мощность двигателей — около 330–350 кВт, давление подачи — 220–250 бар).

Бетонирование узкого кольцевого пространства в стесненных условиях на большой глубине связано с проблемами обеспечения безопасности, в том числе от возможного нарушения плотности быстроразъемных соединений труб, работающих под высоким давлением, падения камней или бетона. Необходимо применять толстостенные трубы бетоноводов, специальные замки и бетонные смеси, а также исключать нахождение людей в зоне проведения работ.

В случае образования пробок в бетоноводах, расположенных в затрубном пространстве шахты, промывка их практически невозможна, что приведет к потере подающего тракта и необходимости менять технологию подачи бетона по ходу строительства. Имеется ряд проблем с подбором составов бетонной смеси для подачи ее на большую высоту при низкой интенсивности бетонирования, с разгрузкой бетоноводов после окончания бетонирования каждой захватки и т. д.

Проблематичной также оказалась организация параллельного бетонирования нескольких участков водоподводящего тракта Зарамагской ГЭС-1: из-за трудности доставки бетонной смеси по тоннелям и сбойкам. В связи с постоянно перемещающимся фронтом работ, небольшими объемами блоков бетонирования, определяемыми условиями монтажа металлической облицовки, необходимо постоянно производить перебазировку бетононасоса (включая регулярное перемещение его с нижних отметок в подходящую штольню), промывку и перемонтаж бетоноводов. Это повышает трудоемкость и снижает темпы строительства.

С учетом вышесказанного, в качестве альтернативы АО «ЧиркейГЭСстрой» предложило безнапорный способ подачи бетонной смеси в затрубное пространство вертикальной шахты с применением системы бетоноводов с концевыми гасителями энергии падения. При этом материал должен обладать высокой подвижностью (расплыв конуса 50–60 см), стойкостью к расслоению, однородной и плотной структурой. Применение таких высокотехнологичных смесей призвано обеспечить полное заполнение затрубного пространства без значительных вибрационных воздействий и при этом сплошность бетона.

Предполагалось, что предложенный метод позволит:

- сократить общие сроки строительства;
- совместить выполнение работ по строительству напорных водоводов;
- значительно сократить трудоемкость выполнения вспомогательных работ и процессов в подземном строительстве;



Рис. 1. Подача бетонной смеси в опытный блок с высоты 54 м по трубопроводу, оборудованному на конце гасителем скорости

■ повысить безопасность производства за счет отказа от применения высоконапорного оборудования и уменьшения количества задействованных рабочих.

Спуск бетонной смеси по вертикальным и наклонным трубопроводам достаточно широко применялся в отечественном гидротехническом строительстве. Так, на Токтогульской ГЭС по вертикальным тру-

бам, оснащенным концевыми затворами-гасителями, в блоки бетонирования подавались большие объемы материала с осадкой стандартного конуса 3–5 см и максимальной крупностью заполнителя до 150 мм. Высота спуска бетона достигала 60 м. Аналогичные решения использовались российскими специалистами на строительстве ГЭС Капанда в Анголе. На Миатлинской ГЭС применялся спуск пластичного бетона по кругонаклонному стальному трубопроводу с борта ущелья в котлован строящейся станции с высоты более 200 м.

Наибольший опыт по применению подобной технологии накоплен при бетони-



Рис. 2. Загрузка высокоподвижной бетонной смеси в опытный блок с высоты 54 м



Рис. 3. Гаситель скорости бетонной смеси, усовершенствованная конструкция

ровании вертикальных стволов угольных шахт. В Донецком бассейне еще в середине 1970-х гг. были выполнены исследования, определившие оптимальные параметры основных элементов трубопроводов для подачи бетонных смесей и физико-химических характеристик материала.

С целью производственной проверки возможностей безнапорного метода бетонирования на специальном стенде (рис. 1, 2), оборудованном АО «ЧиркейГЭСстрой» на площадке Зарамагской ГЭС, проводились опытные работы, такие как:

- подбор и испытание высокоподвижных, нерасплаивающихся и самоуплотняющихся бетонных смесей;
- испытания характера движения и состояния бетонных смесей при сбрасывании их по трубопроводу с большой высоты и при распределении в затрубном пространстве;
- оценка однородности бетонных смесей в блоке бетонирования, их способности к заполнению пространства, саморазравниванию и самоуплотнению;
- оценка работоспособности и эффективности концевой гасителя скорости падения бетонной смеси;
- разработка вариантов конструкции гасителя с учетом результатов производственных испытаний;
- определение пропускной способности трубопровода для уточнения возможной интенсивности подачи бетона при безнапорном методе подачи;

- определение физико-механических характеристик уложенного в блоки бетона.

При проведении опытных работ были опробованы высокопластичные бетонные смеси, изготовленные с использованием полифункциональных добавок (ГПМ-Ж, Д-5 и комплекс из двух добавок BASF).

Подбор состава с ГПМ-Ж для бетонирования напорных водоводов Зарамагской ГЭС-1 выполнен в отделе технологии строительства и ремонта железобетонных сооружений АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева». Остальными вариантами, включая их корректировку на бетонном заводе, занимались представители компаний-производителей. Составы бетона разработаны с расходом цемента 400 кг/м³ по базовой рецептуре АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева». Следует отметить, что для изготовления бетонных смесей использовался песок повышенной крупности ($M_{cp} = 3,2$) из отсевов дробления горной породы.

Составы прошли проверку в производственных условиях на бетонном заводе АО «ЧиркейГЭСстрой» при отработке технологии подачи бетона безнапорным методом на опытном блоке. Комплексная жидкая добавка ГПМ-Ж (40-процентный раствор) добавлялась в бетоносмеситель с пульта управления по автоматической линии, комплекс из двух жидких добавок BASF и порошкообразная добавка Д-5 вводились в бетонную смесь вручную.

При проведении опытных работ:

- выполнены испытания высокоподвижных бетонных смесей, применение которых предусматривалось при бетонировании вертикального водовода;
- выявлен характер движения и состояние бетонной смеси при сбрасывании ее по трубопроводу с высоты 54 м, характер гашения энергии падения, сохранность исходных характеристик бетонной смеси при ее спуске и при распределении в пространстве опытного блока;
- произведена оценка однородности бетонной смеси в блоке бетонирования, ее способности к заполнению пространства, саморазравниванию и самоуплотнению;
- выявлены реальные нагрузки на анкера крепления бетоновода (в том числе динамического характера);
- определена пропускная способность бетоновода (1 м³ за 1–1,5 мин.), что позволит оценивать интенсивность подачи смеси при альтернативном методе бетонирования;
- произведена оценка работоспособности и эффективности концевой гасителя энергии, выявлены недостатки конструкции;

■ выполнена разработка нового варианта конструкции гасителя с учетом результатов производственных испытаний.

Итоги опытных работ полностью подтвердили основные положения, принятые при разработке данной технологии.

Доказана возможность изготовления из материалов местных карьеров с использованием химических добавок бетонных смесей высокой пластичности (с расплывом конуса 50–60 см, не расслаивающихся во время транспортирования, перегрузок и спуска по вертикальному трубопроводу диаметром 125 мм с высоты, превышающей 50 м).

Во время транспортирования по трубопроводу была зафиксирована потеря подвижности различных смесей от 8 до 27%, что указывало на необходимость доработки составов.

При этом прочность бетона, уложенного в блок после прохождения по трубопроводу, на 3–15% превышала прочность контрольных образцов, изготовленных на заводе.

Растекание бетонных смесей в блоке бетонирования происходило без признаков расслоения, с образованием уклона поверхности 1,5–2 см на метр удаления от точки разгрузки. При таком показателе можно обеспечить заполнение затрубного пространства в вертикальном стволе с использованием двух стационарно установленных бетонопроводов, без дополнительных мероприятий по распределению материала и без виброуплотнения.

В связи с пониженным водоотделением и отсутствием вибрационного воздействия на бетонную смесь снижается вынос тонкодисперсных частиц цемента, образующих на поверхности блока пленку. Можно предположить, что это обстоятельство позволит исключить операцию по удалению цементной пленки при подготовке основания блоков к бетонированию.

В ходе опытных работ бетонная смесь полностью заполняла пространство блока, образования полостей на его боковых плоскостях после снятия опалубки не наблюдалось.

Результаты испытаний полностью подтвердили правильность предлагаемых технических решений, работоспособность конструкций по подаче бетонной смеси в вертикальную шахту безнапорным методом, а также основные тезисы по снижению трудоемкости и повышению уровня безопасности производства работ.

По результатам эксперимента с самоуплотняющимися бетонными смесями на опытном участке было решено:

■ отработать состав бетона с пониженным расходом цемента при сохранении



Рис. 4. Внешний вид бетонной смеси при выходе из гибкого шланга

распыва обратного конуса бетонной смеси 55–60 см;

■ доработать конструкцию гасителя скорости для снижения трудозатрат при его эксплуатации.

При подготовке к проведению работ по бетонированию затрубного пространства АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» разработало новый состав высокоподвижной бетонной смеси с расплывом конуса 55–60 см при низком расходе цемента (365 кг/м³) с использованием добавки ГПМ-Ж. Высокие технологические характеристики материала позволили гаранти-

с уровня подходной штольни на отм. 1348,3 м. Максимальная высота спуска бетонной смеси составила 82,2 м. Транспортирование производилось миксерами емкостью 4 и 6 м³,

время доставки от бетонного завода до места выгрузки составляло 30–40 мин., а время выгрузки 6 м³ —

13–16 мин. Высота металлической облицовки бетонированного блока — 6 м.

При подаче высокоподвижной бетонной смеси с использованием гасителя скорости усовершенствованной конструкции

Применение технологии безнапорного способа подачи бетонной смеси позволило значительно сократить сроки проведения работ по бетонированию вертикального участка трубопровода.

ровать полную заполняемость конструкции с одного стационарно установленного бетоновода. В результате было принято решение о внедрении нового состава в производство.

Бетонирование затрубного пространства вертикальной шахты на начальном этапе проводилось с помощью бетононасоса Putzmeister BSA 2110 HP D повышенного рабочего давления с отм. 1104,619 на высоту 161,5 м. Когда применение данной техники выше отм. 1266,1 стало невозможным по техническим причинам, было принято решение о продолжении процесса безнапорным способом подачи материала

(рис. 3) в кольцевое пространство затрубной обделки происходило ее равномерное распределение по всему периметру при подаче бетона в одну точку (рис. 4). Установки второго трубопровода или распределения материала гибким шлангом не потребовалось. Качество уложенного бетона соответствовало проектным требованиям.

Применение технологии безнапорного способа подачи бетонной смеси позволило значительно сократить сроки проведения работ по бетонированию вертикального участка трубопровода до подходной штольни. ■



Podolsk-based Vodokanal (a municipal unitary enterprise) won the Russia-wide contest, Best Utilities Enterprise, among cities with over 250,000 residents for three subsequent years. In this case, the standard expression “traditions and innovations” is actually filled with profound meaning: in 2017, Vodokanal celebrated its 100th anniversary. Mr. Marat Fatkhutdinov, Head of Overhaul and Construction Section, told about new trenchless technologies used by the enterprise.

СПРАВКА

Подольский Водоканал ведет отсчет своей истории с 1917 года, летом которого завершилось строительство первого общегородского водопровода, начатое в 1915 году. На сегодняшний день обсуживает жилой сектор, предприятия и организации городов Подольск, Климовск, Щербинка, населенных пунктов Подольского района. В качестве источников воды для хозяйственно-бытового назначения используются 100 артезианских скважин подземных водозаборов. Действуют 29 насосных станций различной производительности. Ежедневно потребителям подается до 100 тыс. м³ питьевой воды.

Подготовила
Наталья ГРИГОРЬЕВА

ПОДОЛЬСКИЙ ЮБИЛЕЙ И ВОДОСНАБЖЕНИЕ БЕЗ ТРАНШЕЙ

Один из главных показателей уровня развития инфраструктуры города — наличие в нем разветвленной сети инженерных коммуникаций. В этом смысле повезло подмосковному Подольску: местный Водоканал не просто снабжает горожан чистой водой, но также успешно модернизирует и расширяет свое хозяйство. В течение трех последних лет МУП «Водоканал» г. Подольска становилось победителем Всероссийского конкурса «Лучшее предприятие, организация в сфере ЖКХ» среди городов с численностью населения до 250 тыс. человек. Причем в данном случае стандартная фраза «традиции и новации» действительно наполнена глубоким смыслом — в 2017 году подольскому Водоканалу исполнилось 100 лет.

Современные предприятия системы муниципальных водоканалов способны не только выполнять функции водоснабжения и водоотведения, но и строить водопроводные сети под ключ для целых микрорайонов, как это делают в Подольске. При этом строители стараются не нарушать ритм жизни города, используя передовые бестраншейные технологии.

В 2007 году была принята инвестиционная программа модернизации систем водоснабжения и водоотведения Подольска до 2020 года. В данный момент она реализована на 87%. В связи со строительством новых микрорайонов в городском округе ведутся работы по прокладке водопроводных сетей. Их протяженность за последние годы здесь увеличилась до 645 км. Интенсивные темпы роста стали возможными благодаря специальному подразделению Водоканала — участку капитального ремонта и строительства, начальником которого является Марат Фатхутдинов. Поводом для нашей встречи стал юбилей предприятия, а основным содержанием разговора — современные бестраншейные технологии.

— Марат Рафикович, Водоканалу Подольска в этом году исполняется 100 лет, и к этому юбилею вы подошли с хорошими результатами. Что собой представляет ваша организация сегодня?

— Наш Водоканал — муниципальное предприятие, где работает более 950 человек. Прежде всего, мы выполняем традиционные

функции: добычу воды из земных недр, ее обработку в соответствии с нормами СанПиНа и распределение по абонентам.

В нашем случае вся она поступает в городской водопровод из артезианских скважин, а для очистки используются самые современные технологии. Организация осуществляет также сбор сточных вод, их транспортировку и очистку до норм Рыбнадзора — более жестких, кстати, чем для питьевой воды. Мы сбрасываем в реки не менее чистой воду, чем та, которую люди используют для питья.

Наше подразделение было создано в структуре Водоканала 15 лет назад. Мы занимаемся строительством, реконструкцией и капитальным ремонтом трубопроводных сетей. Почти все подземные коммуникации наши специалисты прокладывают своими силами.

— При этом вы используете бестраншейные технологии строительства?

— У нас нет ни одного объекта, где мы использовали бы только траншейные технологии. В условиях города нам часто приходится обращаться к бестраншейным методам прокладки труб. Среди подземных коммуникаций города сети Водоканала самые глубокие, и этому есть причины. Чтобы вода не замерзала зимой, наши трубы должны быть проложены ниже глубины промерзания. Для московского региона — это 1,7 м, что гораздо больше принятого минимума.

Другая причина глубины наших сетей — специфика самотечных систем. Самотечные

тоннельные коллекторы канализации должны всегда идти под определенным уклоном. Его надо соблюдать на всем протяжении тоннеля. Соответственно, чем больше протяженность коллектора, тем больше будет углубление труб. Быстро и легко их отремонтировать не получится. Мы не можем позволить себе перекапывать дороги и надолго останавливать движение транспорта, поэтому бестраншейные методы нам больше подходят.

— Какие бестраншейные методы у вас наиболее распространены?

— Наиболее универсальный способ прокладки трубопроводов — это хорошо известное горизонтально-направленное бурение. Второй популярный способ — метод направленного прокола. Напомню, при его использовании грунт не выбуривается из скважины, а уплотняется. Преимущество этой технологии в том, что здесь нет необходимости использовать буровой раствор. Правда, такой метод нельзя применять в неуплотняемых грунтах, таких как пески, сланец, известняк. В основном мы используем ГНБ и метод направленного прокола, как самые универсальные и доступные по цене технологии. Например, прокол применяем для реновации динамического разрыва трубопроводов.

Еще один хороший бестраншейный метод — микротоннелирование. Он позволяет обеспечить высокую точность прокладки тоннелей в любых грунтах и на любых глубинах. Но это дорогая технология, и желающих оплачивать ее применение, как правило, почти нет.

— Есть ли другие минусы и проблемы в применении бестраншейных методов?

— Основные бестраншейные методы строительства подземных коммуникаций основаны на применении буровых смесей. Для горизонтально-направленного бурения необходима смесь с бентонитом. Но в чистом виде он не используется, его модифицируют разными добавками. А как только вы вводите в бентонитный раствор полимеры, он из пятого класса опасности переходит в четвертый, и такая смесь уже подлежит утилизации.

Это создает проблему, которую в нашей стране пока решить не могут: у нас нет ни соответствующих полигонов, ни транспорта, ни законодательной базы. Номинально смета строительства сетей предполагает вывоз буровых отходов. Но вывезти их надо на полигоны, расположенные за сотнями километров от объекта, а это нецелесообразно. Многие организации еще до кризиса пробовали заключать договоры с профильными институтами, чтобы ученые снизили процент химических добавок в растворах. Но новых технологий пока не



изобрели. На практике все вывозят отходы, куда может, и часто совершают административные правонарушения.

Когда я был на стажировке в Германии, то узнал, что там стоимость работ по утилизации превосходит стоимость буровых работ. Этим занимаются специальные компании, с которыми строители заключают договор. Причем отходы являются собственностью заказчика. У нас же буровой шлам — это «головная боль» подрядчика.

— Как же все-таки решается проблема утилизации буровых отходов?

— Нашему Водоканалу повезло, поскольку в Подольске есть очистные сооружения,

оборудованные системой для складирования иловых осадков. В тех городах, где есть подобное, организации находятся в более выгодном положении. А один из самых проблематичных регионов для утилизации — это Сибирь, где огромные расстояния и нет нормальных дорог.

Одним из вариантов решения проблемы могло быть создание сети полигонов для жидких отходов. Правда, согласно нашим законам, вывоз мусора — лицензируемый вид деятельности. Но организации, у которых есть лицензия, как правило, не имеют специального транспорта. А законов, позволяющих допускать на эти полигоны нашу технику, в стране пока нет.



— Какие мощности имеются в арсенале вашего подразделения?

— В нашем парке мы имеем четыре машины ГНБ с тяговым усилием от 3,5 до 72 т. Для наших потребностей этого достаточно. У нас есть два комплекса направленного прокола: американский JT80 и белорусский «Мемпэкс» МНБ-50. Мы располагаем двумя машинами для статического разрыва трубопровода, которые используем для замены и ремонта, белорусского и петербургского производства. У нас есть также еще советское оборудование, продолжающее полноценно работать, — новосибирские пневмопробойники. Они применяются для динамического разрушения трубных конструкций. Но мы сейчас больше используем метод статического разрушения: он производит меньше шума и требует меньшего количества техники.

— Какие работы вы можете выполнять своими силами, а на какие приходится привлекать подрядчиков?

— Мы выступаем в качестве как подрядчика, так и заказчика. У Водоканала есть функция капитального ремонта, которую мы должны выполнять. Как игроки рынка, заключаем подряды, чтобы заработать денег. В роли заказчика выступаем, когда Водоканалу необходимо привлечь другие организации для специализированных работ.

В последнее время, однако, мы все сети строим сами, ведем бестраншейную прокладку трубопроводов диаметром до 800 мм. Наша техника позволяет заменять трубы диаметром до 500 мм без эскалации грунта. Подрядчиков привлекаем только для строительства зданий и дополнительных сооружений.

Руководство Водоканала создало наше подразделение, в частности, для того, чтобы снизить затраты по капитальному ремонту. Здесь стоимость одного метра сетей, заложенная в тариф, и рыночная цена — две разные цифры. Ситуация в отрасли сложилась такая, что если мы будем

кого-то нанимать, то не уложимся в деньги, отведенные на ремонт по тарифу. Сейчас у нас получается это делать.

— Какие наиболее значимые проекты вы реализовали за последнее время?

— Мы всегда сдаем объекты под ключ, включая строительство колодцев, камер, запорной арматуры. В 2012 году наши специалисты построили сети для микрорайона «Кузнечик», где было проложено 70 км трубопровода. Использовали как траншейные, так и бестраншейные методы. Вообще же мы участвовали в строительстве сетей во всех новых микрорайонах города. Провели также некоторые сети Южного обхода, который строится в Подольске.

— Сколько же километров сетей вы построили за 15 лет работы?

— Мы строим 20–30 км в год. Такие темпы реновации и строительства помогают в целом улучшить качество сетей и снизить аварийность на объектах.

— Какими вы видите перспективы развития?

— Мы зависим от общего состояния строительной отрасли: если она развивается, число абонентов Водоканала растет и, соответственно, развиваются наши сети. Сейчас в целом объемы строительства в стране падают, не исключение и Московская область с Подольском. Соответственно, и мы строим меньше.

Наш дополнительный источник дохода, который составляют договорные работы, серьезно сократился. Сейчас у нас в основном остался свой капитальный ремонт. Совсем недавно 70% нашей работы составляли внешние заказы, и только 30% — внутренние. Сейчас все наоборот. И сложно прогнозировать, какой объем заказов мы получим в ближайшем будущем.

— Какие технологии, при условии стабильного развития строительной отрасли, вы планируете освоить?

— Если ситуация улучшится, планируем развивать микротонелирование и бурошнековое бурение. Про главное достоинство первого метода я уже сказал. А преимущества второго, требующего использования бурошнековых установок, — это тоже высокая точность бурения, что особенно важно для самотечных систем, а также возможность прокладки труб любого диаметра ниже водоносных грунтовых пластов. Эти технологии очень перспективны для строительства сетей водоснабжения и водоотведения. ■



- **ЕЖЕГОДНЫЙ ФЕВРАЛЬСКИЙ УЧЕБНЫЙ СЕМИНАР ОПЕРАТОРОВ ГНБ**
- **ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ИТР В ОБЛАСТИ ГНБ**

ЕЖЕГОДНАЯ ЗИМНЯЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА MAS ГНБ

05 – 17 ФЕВРАЛЯ 2018 ГОДА. ГОРОД КАЗАНЬ. САНАТОРИЙ «ВАСИЛЬЕВСКИЙ»

5 – 6 ФЕВРАЛЯ 2018

ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ «ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВОЙ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ РАБОТ ПО ТЕХНОЛОГИИ ГНБ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И БЕСТРАНШЕЙНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ»;

7 – 8 ФЕВРАЛЯ 2018

УЧЕБНЫЙ СЕМИНАР ПО ЛОКАЦИОННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЛОКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ГНБ»;

8 ФЕВРАЛЯ 2018

- СЕМИНАР «СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАНОВО-ВЫСОТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ И 3D КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ»;
- МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ: «КОМПЛЕКСЫ ГНБ КЛАССОВ МАКСИ И МЕГА-НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БУРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ»;
- КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЭКОНОМИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ГНБ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПОДЗЕМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ»;

9 ФЕВРАЛЯ 2018

УЧЕБНЫЙ СЕМИНАР ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ «ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ В ГНБ»;

16 – 17 ФЕВРАЛЯ 2018

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН НА СООТВЕТСТВИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СТАНДАРТАМ В ЦОК «БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».



**НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИИ
В ОБЛАСТИ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

WWW.MASGNB.RU





ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ПЕТЕРБУРГСКОГО ВОДОКАНАЛА

In developing the underground space of a metropolis, when it comes to the transport infrastructure and the implementation of integrated urban development projects, Russia is falling behind the world. However, in terms of housing and communal services, our country has not only maintained but also strengthened its leading position in some segments. In particular, this relates to the activity of Vodokanal of St. Petersburg, which has introduced state-of-the-art technologies in underground development.

По материалам прес-службы ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

В освоении подземного пространства мегаполисов, если говорить о транспортной инфраструктуре и реализации комплексных проектов градостроительного развития, Россия отстает от мирового уровня. Однако по части жилищно-коммунального хозяйства отечественные передовые позиции, завоеванные исторически, в некоторых сегментах не только не утрачены, но и укреплены. Например, на сегодняшний день в числе мировых лидеров наша Северная столица: Водоканал Санкт-Петербурга обеспечивает очистку 98,5% сточных вод. Разумеется, этого не удалось бы достичь без современных технологий подземного строительства.

К Году экологии

За последнее десятилетие МУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализовал масштабные проекты, направленные на сокращение сброса неочищенных сточных вод и снижение техногенной нагрузки от всех загрязнений бассейна Балтики. На всех канализационных очистных сооружениях внедрены технологии глубокого удаления фосфора и азота. В результате Петербург в полном объеме выполняет рекомендации Хельсинкской комиссии по защите Балтийского моря.

До 1978 года в Ленинграде практически не существовало очистки сточных вод. Все городские стоки — около 3,2 млн м³/сут. — сбрасывались напрямую в Неву, другие городские водоемы — и в результате оказывались в Балтике. Проблема требовала комплексного и поэтапного решения.

Одним из важнейших проектов стало строительство продолжения Главного канализационного коллектора в северной части города. Оно завершилось в октябре 2013 года. Благодаря коллектору в систему коммунальной канализации было переключено 76 прямых выпусков неочищенных хозяйственно-бытовых, общесплавных сточных вод расходом 334 тыс. м³/сут.

В 2014 году, который был объявлен Годом Финского залива, петербургский Водоканал ликвидировал сброс неочищенных стоков стадиона «Петровский». В его районе и на Петроградской набережной также были закрыты еще более двух десятков прямых выпусков. В 2015 году завершилось строительство коллектора на участке Адмиралтейской набережной от Дворцового проезда до Сенатской площади. Были закрыты шесть

прямых выпусков стоков в Неву. В результате реализации этих и других мероприятий в Северной столице в настоящее время проходят очистку 98,5% сточных вод.

В 2016 году ключевым проектом в сфере водоотведения стало строительство Охтинского канализационного коллектора, рассчитанное на несколько лет. Сегодня это одно из главных мероприятий по прекращению сброса неочищенных сточных вод в акваторию Финского залива. Охта — одна из наиболее загрязненных рек Санкт-Петербурга.

Сейчас, в Год экологии, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализует ряд крупных мероприятий, в том числе в сфере экологической безопасности водных объектов региона. Помимо Охтинского коллектора, продолжается строительство таких социально значимых объектов, как канализационные очистные сооружения пос. Молодежное, перемишка от шахты №1/27 (проспект Обуховской Обороны), а также реконструкция подводящего коллектора к КОС Зеленогорска. 10 октября, в день 159-летия петербургского Водоканала, после проведения первого этапа реконструкции введена в эксплуатацию Северная станция аэрации. В конце 2017 года завершится реконструкция дождевой канализации в рамках программы благоустройства территории Муриноского парка.

В 2017 году Водоканал СПб также начинает реализацию проекта «Строительство перехватывающих канализационных сетей для переключения общесплавных и хозяйственно-бытовых выпусков в Петроградском районе в реку Карповку», который планируется завершить в конце 2019 года. Основной задачей станет переключение 15 прямых выпусков с расходом сточных вод 766,5 тыс. м³ в год. В общей сложности предстоит проложить более 2 км сетей диаметром от 0,25 до 1,3 м. Работы пройдут в охранной зоне и будут выполняться как закрытым, так и открытым методом. На данный момент проект получил положительное заключение Центра государственной экспертизы, выбран подрядчик (компания «Навигатор СБС»).

Инновационные технологии

В достижении успехов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», безусловно, незаменимую роль играет системная работа предприятия по увеличению доли применяемых инновационных технологий, оборудования и материалов. В сегодняшних реалиях при этом активно проводится политика импортозамещения.

Сейчас доля импорта от общего объема закупок Водоканала составляет всего 1,5% (для сравнения: в 2014 году было



30%). Результатом постоянной совместной работы предприятия с Комитетом по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга стало создание Каталога материалов и оборудования, которые могут быть использованы в процессе импортозамещения (в него вошла продукция более 80 отечественных предприятий).

В настоящее время Водоканалом закупаются трубы, фитинги, фасонные и соединительные части, запорная арматура исключительно отечественного производства. Потребность в полиэтиленовых трубах обеспечивает, в частности, петербургские компании «Икапласт», «Нордпайп», которые открыли производство труб новой линейки с повышенной стойкостью к механическим повреждениям.

Водоканал заинтересован сейчас также в применении труб из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита (ВЧШГ). Ведь, согласно Региональному методическому документу «Устройство сетей водоснабжения и водоотведения в Санкт-Петербурге» 40-20-2016, строительство и реконструкция водопроводных и канализационных сетей должно проводиться с применением коррозионностойких материалов, современной запорной арматуры, обеспечивающих срок эксплуатации 50–100 лет. Существующие сети города реконструируются с учетом данных требований. Минимальный срок эксплуатации для продукции из ВЧШГ составляет 100 лет, а эксплуатационные затраты по содержанию такого трубопровода, по сравнению с трубами из других материалов, в несколько раз ниже.

Инновационным внедрением ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в ходе реализации проекта «Строительство канализационных очистных сооружений (КОС) в пос. Молодежное» станет применение мембранных биореакторов для очистки стоков. В данном случае речь идет о примере локализации зарубежного производства в России. Мем-

брана, которую планируется использовать на КОС, изготавливается в Королеве на заводе ОАО «Альфа Лаваль Поток», открытом шведской компанией. Главная особенность новых очистных сооружений — внедрение системы биологической очистки сточной воды с повышенной концентрацией ила и последующим разделением иловой смеси на мембранах.

Еще одна инновация — это технология вакуумных систем наружной канализации. Она особенно актуальна при организации водоотведения хозяйственно-бытовых сточных вод в малых населенных пунктах. Ее применение позволяет эффективно и экономически выгодно решать одну из серьезных проблем агломерации Санкт-Петербурга — наличие неохваченных централизованными системами водоотведения малых населенных пунктов. Выполненные работы по проектированию сетей водоотведения в ряде из них показали, что при использовании традиционной напорно-самотечной системы канализации на строительство потребуются существенные затраты. Технология вакуумной канализации имеет целый ряд преимуществ: меньшая стоимость строительно-монтажных работ (на 30–50%) за счет применения труб меньшего диаметра, меньшая глубина их заложения, отсутствие смотровых колодцев, более короткий срок строительства, гибкость трассировки т. д.

Еще одно из новых эффективных решений, уже внедренных в условиях Санкт-Петербурга, — использование микротрубчатой кабельной канализации. При этой технологии уже проложенные сети водоотведения используются для прокладки в них оптоволоконных сетей связи. В условиях плотной городской застройки такое решение позволяет экономить средства и не нарушать целостность дорожных покрытий (не нужно вести земляные работы и прокладывать новые траншеи для систем связи).



звоняет работать в разных сложных условиях Санкт-Петербурга — в частности, преодолевать пльвуны.

Охтинский коллектор

Охтинский канализационный коллектор — это не только один из ведущих экологических проектов, реализуемых в настоящее время петербургским Водоканалом, но и один из крупнейших подземных объектов, строящихся в Северной столице.

Работы ведутся в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга на частично застроенных территориях, в черте города. Выбор трассы коллектора учитывает необходимость перехватить стоки в реки Охта и Лубья, а также подключить новых абонентов перспективной застройки.

В рамках первой очереди строительства предстоит проложить 7,7 км тоннельных коллекторов внутреннего диаметра от 1,2 до 3,1 м и глубиной заложения от 6 до 28 м. На сегодняшний день уже выполнено строительство 14 интервалов общей протяженностью около 5,2 км, или две трети объема работ. Также проект первого этапа предусматривает проходку стволов 20 шахт. Эти работы завершены в полном объеме. Сейчас на 15 шахтах выполняется технологическое оснащение.

Начинается проходка участка тоннеля протяженностью 2,2 км с помощью тоннелепроходческого комплекса AVND 3200AB. Его наружный диаметр — 3,8 м, внутренний — 3,1 м. Щит будет использоваться на сложных участках: тоннель в трех местах частично пройдет под руслом реки Охта, а также пересечет устье реки Оккервиль.

Еще один пример современных технологий и техники — это применение на Охтинском коллекторе специального робота-разрушителя большой мощности. Его используют при сооружении ствола шахты для увеличения производительности и облегчения труда проходчиков. Такая техника ведет раскопку грунта с помощью низкочастотных ударов, увеличивающих скорость работ в разы. После роботов поэтапно с помощью крана грунт вынимают на поверхность, далее возводят тубинговую отделку, а за нее нагнетают бетонный раствор.

Со сдачей в эксплуатацию первой очереди объекта будут переключены и направлены для очистки на Северную станцию аэрации 43 прямых выпуска общим расходом 11 млн м³ сточных вод в год. Кроме того, строительство Охтинского коллектора даст возможности для развития прилегающих территорий. Завершение работ по первому этапу запланировано на 2020 год. ■

Еще один пример — применяемая Водоканалом с 2014 года спирально-навивная технология (SPR) для восстановления тоннельных канализационных коллекторов. Она позволяет без выведения из эксплуатации проводить санацию трубопроводов больших диаметров (от 800 до 5 000 мм) и различных форм сечений.

Главный коллектор

Продолжая тему новых технологий и сложных технологических решений, нельзя не вспомнить строительство Главного канализационного коллектора в северной части Санкт-Петербурга — один из важнейших для города и крупнейших в освоении его подземного пространства проектов последних лет.

Многие работы, выполненные на этом объекте, без преувеличения можно назвать уникальными. Например, строительство Новорольского дюкера — тоннеля под Невой, по которому в коллектор попадают сточные воды с левого берега. Другой пример — проходка тоннеля в так называемой зоне размыва. Чтобы преодолеть участок от Арсенальной улицы до площади Ленина, пришлось использовать специальный немецкий горнопроходческий комплекс, уникальный щит фирмы «Херренкнехт». Он способен работать в двух режимах: в первом грунт выдается на поверхность обычным способом при помощи транспортные тележек, а во втором, при проходке пльвуна, водно-песчаная смесь поднимается по трубопроводам на поверхность.

Северное продолжение Главного канализационного коллектора — это комплекс сложных инженерных сооружений. В его составе:

- 2 тоннеля длиной по 12,2 км и диаметром 4 м, проложенные на глубине 40–90 м;
- 8 микротоннелей общей протяженностью более 7 км;

- 64 шахты диаметром от 6 до 9 м и глубиной от 10 до 80 м;
- 5,2 км уличных канализационных сетей диаметром от 0,25 до 1,2 м;
- узел регулирования стоков (УРС) — мощная насосная станция, расположенная в шахте глубиной 90 м и диаметром 24 м.

УРС — это самый сложный объект Главного коллектора. Строительство объекта началось летом 2008 года. Задача УРСа — регулировать скорость движения сточных вод, чтобы не допустить заиливания тоннелей коллектора. Объект находится в самой глубокой части коллектора и служит для подъема смеси бытовых и производственных сточных вод с уровня тоннеля «минус 84 м» на уровень стока «минус 30 м».

УРС состоит из девяти подземных этажей, расположенных в шахте глубиной 90 м, и надземного трехэтажного павильона. На самом нижнем этаже расположены 12 главных насосов. В коллектор вместе со сточными водами попадает мусор. Для защиты насосов от крупного мусора на УРСе установлены специальные решетки высотой 54 м. На уровне, где находится отводящий тоннель («минус 30 м»), отбросы попадают в измельчитель, где происходит их дробление до размеров около 20 мм. В итоге стоки с измельченным мусором направляются в отводящий тоннель.

Известно, что в Петербурге сложная геология. Нередко встречаются горизонты с напорными водоносными мелкодисперсными песками (пльвуны). Поэтому современное тоннельное строительство использует все доступные технологии: сооружение шахт и штолен ведется с применением шпунтового ограждения, буросекущих свай, искусственного замораживания грунтов и закрепления их методом струйной цементации. Это по-



Уважаемые коллеги, партнеры! Дорогие друзья!

Коллектив ОАО «Ленметрогипротранс» поздравляет вас с наступающим Новым годом!

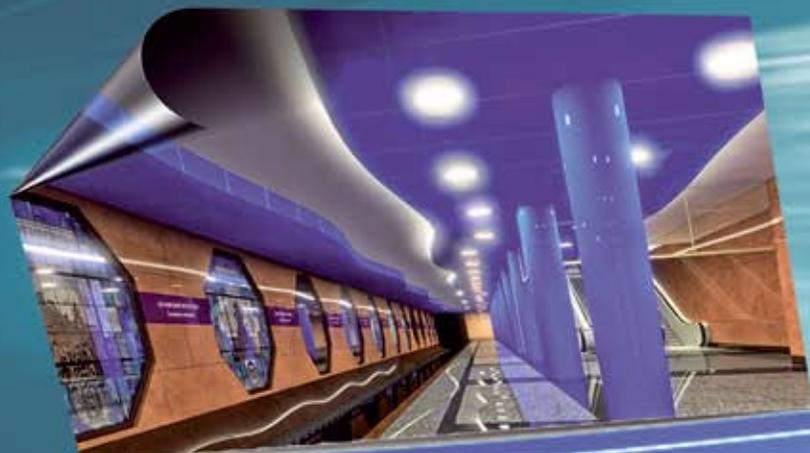
Все мы – архитекторы, проектировщики, инженеры и строители работаем на благо нашей страны, делаем жизнь более удобной, создаем лучшее будущее для следующих поколений.

Пусть следующий год каждому из нас принесет благополучие и успех, подарит новые блестящие идеи и поможет воплотить их в жизнь.

Пусть новый год принесет счастье и процветание вам и вашим близким!

Крепкого Вам здоровья и успехов!

*От имени коллектива,
генеральный директор Владимир Маслак*



www.lennigt.ru

С НАМИ СТРОИТЬ ЛЕГКО!



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО
подземных частей технически сложных
и уникальных объектов:**

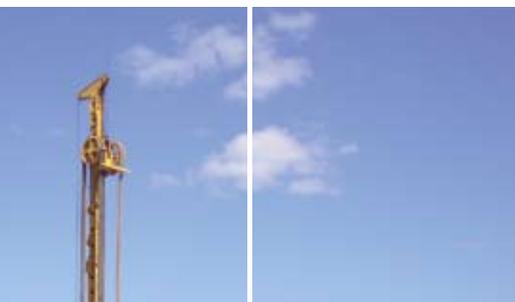
подземные автостоянки;
транспортные развязки;
гидротехнические сооружения

ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНОВ

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

**ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ
на памятниках истории и архитектуры**



г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35 тел./факс: (342) 236 90-70

ИЖЕВСК : (3412) 56-62-11 МОСКВА : (495) 643-78-54

КРАСНОДАР : (861) 240-90-82 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ : (812) 923-48-15

КРАСНОЯРСК : (391) 208-17-15 ТЮМЕНЬ : (3452) 74-49-75

КАЗАНЬ : (843) 296-66-61 УФА : (917) 378-07-48

РОСТОВ-НА-ДОНУ : (863) 311-36-36 ЧЕЛЯБИНСК : (351) 223-24-53



ОАО «НЬЮ ГРАУНД»

www.new-ground.ru
info@new-ground.ru

