



САМАЯ СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ

Фирма «Херренкнехт АГ» является признанным лидером среди фирм-производителей тоннелепроходческих комплексов для строительства транспортных тоннелей и прокладки городских коммуникаций диаметром от 150 мм до 16 м во всем спектре инженерно-геологических и гидрогеологических условий. В производственную программу фирмы входит изготовление машин с активным пригрузом забоя (с гидропригрузом или грунтопригрузом), щитов с открытым забоем с экскаваторным или фрезерными рабочими органами, комплексов в щитовом или комбайновом исполнении (в том числе с грипперами) одинарного или двойного типов.



ТПМК для строительства сервисного тоннеля в Серебряном Бору, Москва



ТПМК для строительства метрополитена в г. Алматы, Казахстан



ТПМК для строительства Митинско-Строгинской линии, Москва



HERRENKNECHT AG
D-77963 SCHWANAU

TEL (+49) 78 24/ 3 02-0
FAX (+49) 78 24/ 34 03

[HTTP://WWW.HERRENKNECHT.DE](http://www.herrenknecht.de)

ЗАО «ХЕРРЕНКНЕХТ ТОННЕЛЬСЕРВИС»

107497, Москва, Россия,
ул. Бирусинка, д. 4

телефон: (+7) 495 462 38 78
факс: (+7) 495 462 57 44

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета
В. А. Брежнев

Заместители председателя:

Д. В. Гаев, С. И. Свирский

Члены совета:

В. П. Абрамчук, В. Н. Александров,
В. М. Абрамсон, В. А. Бессолов,
П. Г. Василевский, С. М. Воскресенский,
В. А. Гарюгин, Б. А. Картозия,
Ю. Е. Крук, В. Г. Лернер, С. Ф. Панкина,
В. А. Плохих, Ю. П. Рахманинов,
Н. Н. Смирнов, Г. Я. Штерн

Редакционная коллегия:

О. Т. Арефьев, Н. С. Бульчев,
Д. М. Голицынский, С. Г. Гринько,
Е. А. Демешко, А. И. Долгов,
Е. Г. Дубченко, О. В. Егоров,
С. Г. Елгавев, А. В. Ершов,
В. Н. Жданов, В. Н. Жуков,
А. М. Жуков, Н. Н. Кулагин,
В. В. Котов, В. Е. Меркин,
Ю. А. Кошелев, К. П. Никифоров,
А. Ю. Педчик, П. В. Пуголов,
В. П. Самойлов, А. А. Севастьянов,
Л. К. Тимофеев, Б. И. Федунец,
Ю. А. Филонов, Ш. К. Эфендиев

Главный редактор

С. Н. Власов

Тоннельная ассоциация России

тел.: (495) 208-8032, 208-8172
факс: (495) 207-3276
www.tar-rus.ru
e-mail: rus_tunnel@mtu-net.ru

Издатель

ООО «ТА Инжиниринг»
Лицензия ИД № 04404
тел.: (495) 797-5851, 775-9934
факс: (495) 797-5851
127051, Москва,
Цветной бульвар, 17, оф. 215
e-mail: tunnels@metrostroy.ru

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандул

Компьютерный дизайн и верстка:

А. В. Попов

Фотографы:

А. В. Попов, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «ТА Инжиниринг», 2006

№ 4 2006

Панорама

3

Юбиляры отрасли

Союзгидроспецстрой — 55 лет, Гидроспецпроект — 50 лет

6

Выставки и конференции

Семинар компании Lovat, Inc в Москве

8

Юбилей

Жизнь, посвященная транспортному строительству

12

Строительство метрополитенов

Трансинжстрой приступил к проходке тоннелей

Строгинской линии метро в Москве

14

Центральный участок Люблинско-Дмитровской линии

Московского метрополитена

16

А. Э. Вартпатриков

Щитовая проходка

Машины больших диаметров на строительстве

окружной дороги в Мадриде

18

Горные тоннели

Большой Новороссийский тоннель

22

А. В. Яковлев, В. Г. Лозин

Гидротехнические тоннели

Гидротехнический тоннель водопроводящего тракта

для орошения Южных Алеппских земель

24

В. Н. Пархоменко, Е. М. Рьжанков,

В. М. Цилько, Ю. К. Гуров

Коммунальные тоннели

Перекладка канализационных

дюкеров через р. Москву

26

Б. М. Пржедецкий

Переустройство коллектора р. Неглинной

30

Л. Н. Насыбулина

Геомеханика

Исследование процесса сдвижения земной поверхности на

участке между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества»

в Санкт-Петербурге

32

Е. Г. Козин, Б. М. Савков, В. П. Хуцкий

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

«Международная» —
172-я станция Московского
метрополитена
(читайте на с. 3)

Коллективам
ЗАО «Корпорация «Союзгидроспецстрой»
и ООО «СПИИ «Гидроспецпроект»

Уважаемые коллеги!

Правление Тоннельной ассоциации России поздравляет вас с двойным юбилеем — 55-летием Корпорации «Союзгидроспецстрой» и 50-летием СПИИ «Гидроспецпроект».

За прошедшее время ваши организации заняли ведущее положение в отечественном гидротехническом подземном строительстве России, ближнего и дальнего зарубежья. С использованием проектной документации Гидроспецпроекта коллектив Союзгидроспецстроя построил и ввел в эксплуатацию 400 км гидротехнических тоннелей.

Огромные работы выполнены вами в 60-е годы на строительстве гидроэлектростанций в горных и предгорных районах Сибири, Якутии, Кавказа и Средней Азии, включавших в себя подземные комплексы с гидротехническими и транспортными тоннелями, камеры машинных залов, помещения для гидрозатворов, трансформаторов. Достаточно назвать только наиболее значимые и известные объекты. Это Нурекская, Чарвакская, Токтогульская, Колымская, Вишпойская, Хантайская, Ирганайская, Ингурская и Чиркейская ГЭС; крупнейшие гидротехнические тоннели — Арпа-Севанский, Воротанский, Дангаринский; промышленные объекты «Камаз», «Автоваз», «Атоммаш»; спецобъекты Минобороны; гидротехнические сооружения в Анголе, Афганистане, Вьетнаме, Египте, Индии, Ираке, Иране, Йемене, Китае, Марокко, Монголии.

Специалистами Союзгидроспецстроя и Гидроспецпроекта разработано и внедрено немало передовых способов подземных работ. Среди них — использование большегрузной автомобильной техники для транспортировки взорванной горной массы, применение современного высокопроизводительного самоходного бурильного оборудования манипуляторного типа, проведение контурного взрывания и облегченных типов временного крепления выработок.

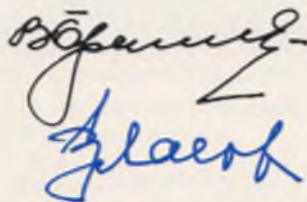
Героическую страницу в летопись отечественного гидротехнического тоннелестроения внесли коллективы-юбиляры при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

В настоящее время вы успешно трудитесь на строительстве Бурейской, Богучанской, Вилюйской № 3, Рогунской и Сангтудинской ГЭС, автотранспортного тоннеля Анзоб, выполняете проектно-сметную документацию трубопроводной системы Восточная Сибирь — Тихий океан, Серебряно-борских тоннелей в Москве.

Союзгидроспецстрой и Гидроспецпроект играют активную роль в работе Тоннельной ассоциации России, в проводимых ею мероприятиях по ускорению научно-технического прогресса, повышению эффективности и качества строительства и эксплуатации тоннельных сооружений.

Желаем коллективам Союзгидроспецстроя и Гидроспецпроекта, ветеранам отечественного тоннелестроения дальнейших производственных успехов в строительстве и проектировании гидротехнических тоннелей на благо развития России.

Председатель Правления
Тоннельной ассоциации России
Президент Группы компаний «Трансстрой»



В. А. Брежнев

Руководитель Исполнительной дирекции
Тоннельной ассоциации России

С. Н. Власов

СДАН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЛАГАР-АУЛЬСКИЙ ТОННЕЛЬ

25 июля 2006 г. на Транссибирской магистрали специалистами Тивисского отряда № 12 – ОАО «Бамтоннельстрой» введен в эксплуатацию важнейший объект: Лагар-Аульский тоннель протяженностью 1280 м. Это большая трудовая победа коллектива тоннельщиков Дальнего Востока под руководством заместителя генерального директора ОАО «Бамтоннельстрой» Ильина В. А., генерального директора Тоннельного отряда № 12 Галий И. С., всего инженерно-технического персонала и прекрасных рабочих.

Строительство каждого подземного сооружения индивидуально. Для возведения данного объекта пришлось создавать всю инфраструктуру, начиная от рабочего поселка. Сооружение Лагар-Аульского тоннеля началось во втором квартале 2003 г. и закончилось в четвертом квартале 2005 г. Кроме того, шесть месяцев понадобилось на постоянное обустройство объекта в объеме проектного решения, стоимость которого составила 2 млрд 170 млн р., включая подходы, реконструкцию станции Ударная и оснащение всем необходимым оборудованием.

Срок окупаемости данного объекта в сравнении с другими

тоннелями ОАО «РЖД» снижен в полтора раза. Кроме того, движение по действующему аварийному тоннелю осуществлялось со скоростью 20 км/ч. По новому тоннелю средняя скорость составит 90 км/ч. Ввод его в эксплуатацию, это, в первую очередь, ликвидация еще одного барьера на Транссибе.

Сложность строительства заключалась в том, что проходка велась как в мягких и разрушенных, так и в крепких породах. Учитывая то, что новый тоннель строился параллельно действующему, который давно находился в аварийном состоянии, и, чтобы не допустить никаких разрушений в нем, проходка нового тоннеля буровзрывным способом была исключена и осуществлялась двумя забоями горнопроходческими комбайнами «Мицуби». Скорость проходки верхним уступом достигала до 120, нижним – 150 пог. м в месяц. При постоянном обустройстве строители учли все недоработки по возведению верхнего строения пути, которые возникали в период эксплуатации на других тоннелях.

Для возведения временного крепления применялась новая



Первые поезда проследовали по новому тоннелю

технология (НАТМ) с толщиной набрызг-бетонной крепи 17 см. До этого на подобных тоннелях использовалось арочное крепление с толщиной временной обделки до 30 см. Это позволило значительно сократить сроки проходки, снизить трудоемкость и получить реальную экономию.

Постоянная обделка выполнена из монолитного бетона класса В-25 с помощью механизированных опалубок «САГА-КОГИО».

Распоряжением ОАО «РЖД» с 1 августа коллектив Тоннельно-

го отряда № 12 уже приступил к реконструкции ранее действующего негабаритного и аварийного Лагар-Аульского тоннеля с существующим оборудованием и использованием всей инфраструктуры, созданной для строительства нового тоннеля. Безусловно, такое решение сэкономит значительные денежные средства и позволит в кратчайшие сроки выполнить новую поставленную задачу – ввести в эксплуатацию очередной объект на Транссибе.



172-я СТАНЦИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

В прошлом году в День города была открыта станция метро «Деловой центр», которая положила начало масштабной работе по обеспечению скоростным внеуличным транспортом западный и северо-западный районы Москвы.

30 августа 2006 г. в Москве открылся новый участок Филевской линии «Деловой центр» – «Международная». «Международная» стала 172-й станцией Московского метрополитена и заложила основу строящегося интермодального пересадочного терминала, в который в ближайшем будущем, когда откроются еще две перспективные станции метрополитена, начнут прибывать поезда из всех столичных аэропортов.

Станция «Международная» размещена вдоль радиального проезда комплекса ММДЦ вблизи остановочных пунктов проектируемой скоростной транспортной системы (СТС) и проектируемого скоростного рельсового транспорта (СРТ). Станция трехсводча-

тая, с островной платформой 11,5 м и с междупьем 14,4 м.

Исходя из градостроительных и гидрогеологических условий, работы на новом участке велись закрытым способом.

Станция «Международная» и тупики за ней располагаются в ратмировской толще крепких трещиноватых известняков. Лотками тоннелей на 1–2 м вскрыты твердые карбонатные глины воскресенской толщи. Сводами станционных тоннелей подрезана на 0,5–2,0 м подошва глин неверовской толщи.

Максимальный суммарный водоприток достигал 200–250 м³/ч.

«Международная» построена специалистами СМУ «Ингеоком» совместно с подрядными организациями Мосметростроя

Станция «Международная» – колонно-стенового типа с островной платформой. Своды сооружены из чугунных тубингов диаметром 7,5/7,0 м, опирающихся на стальные стены-колонны и далее на железобетонные



Начальник Московского метрополитена Д. В. Гаев, мэр Москвы Ю. М. Лужков и М. С. Рудяк (справа), Ингеоком

опоры с плоским железобетонным лотком и изоляцией внутренней поверхности стальным листом. Проемы – шириной 3 м с клинчатыми перемышками.

Проходка наклонного тоннеля велась с предварительной цементацией водообильных и сильно-трещиноватых перху-

ровских известняков. Остаточная вода сбрасывалась в станционный тоннель.

Наземный вестибюль станции расположен в подэстакадном пространстве 3-го транспортного кольца и выходит к возводимому комплексу Транспортного терминала, от-

куда вскоре пассажиры смогут добраться в аэропорты Внуково и Шереметьево на скоростных комфортабельных поездах. В будущем в восточном торце станции будет построен второй выход в сторону Делового центра «Москва-Сити». Вестибюль соединен с платформой тремя новыми современными эскалаторами. В нем установлены кассы, оборудованные по последнему слову техники, что позволит быстро и качественно обслуживать пассажиров, и модернизированные турникеты со стеклянными створками. На платформе станции расположена диодная светящаяся полоса, которая обозначает безопасную границу до ее края.

Архитектура перронного зала и вестибюля выполнена в одном ключе с применением одних и тех же материалов.

Пилоны станции облицованы белым мрамором и черным гранитом. Потолок платформенного участка выполнен из панелей стеклопластикового водозащитного зонта, окрашенного в белый цвет.

Светильники на пилонх центральном и боковых залов закреплены кронштейнами на алюминиевых панелях с фактурой нержавеющей стали.

По краям платформы выполнена светодиодная подсветка, встроена в конструкцию пола.

В нишах пилонов станции установлены скамьи и информационные указатели с потолочной подсветкой.

В облицовке вестибюля применен естественный камень – белый мрамор и черный гранит. Колонны облицованы листом из нержавеющей стали. На потолке уста-

новлен ячеистый алюминиевый потолок со встроенными светильниками.

Объемно-пространственное решение вестибюля запроектировано с учетом перспективного строительства вестибюлей СТС, подземных паркингов и подземного пешеходного перехода с тремя эскалаторами в вестибюле на сторону ММДЦ в район 11-го участка.

Коллектив архитекторов института «Метрогипротранс» (архитекторы А. Ю. Орлов, А. В. Некрасов, соавтор В. О. Сычева) создал на ст. «Международная» не только транспортное сооружение, решающее вопрос перевозки пассажиров, но и архитектурно-художественными средствами сумел передать ритм жизни современного города. В черно-белую графику пространства станции органично вписываются голубые вагоны метро.

С вводом новой станции, которая стала подарком москвичам ко Дню города, метрополитен будет доступен для жителей Шмитовского и Красногвардейского проездов, а в перспективе новый участок станет началом второго пересадочного контура метро, который пройдет на расстоянии одного-двух перегонов от Кольцевой линии. Планируется, что в дальнейшем новая линия протянется вдоль Шелепихинской набережной к станции «Полежаевская», через Ходынское поле к станциям «Динамо» и «Савеловская». Это существенно разгрузит пересадочные станции в центральной части города и обеспечит удобный подвоз к деловому центру Москвы пассажиров Таганско-Краснопресненской, Замоскворецкой и Серпуховско-Тимирязевской линий, а главное – даст



Струнный ансамбль «Мелодия» выступает на открытии станции



Станция «Международная» – центральный зал

возможность пассажирам выбрать наиболее оптимальные маршруты поездок.

Открытие нового участка метрополитена стало уникальным событием – впервые такое мероприятие сопровождалось джазовым концертом. Необычный подарок москвичам подготовлен Московским метрополитеном совместно с Фондом поддержки культуры и искусств Олега Лундстрема, при поддержке прави-

тельства Москвы. Этим событием стартует новый проект «Метро-джаз». Именно джаз как нельзя лучше подходит для того, чтобы разрушить стереотип отношения к метро только как к транспортной магистрали города.

По уже сложившейся в Московском метрополитене традиции, в этот день в кассах станции «Международная» можно было приобрести празднично оформленный билет на две поездки.



УНИКАЛЬНЫЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ В МУЗЕЕ-ЗАПОВЕДНИКЕ «ЦАРИЦЫНО»

После долгих лет запустения «Царицыно» заняло достойное место среди московских достопримечательностей. Правда, мало кто представляет, какой объем работ предстояло сделать в музее-заповеднике, чтобы воплотить эти планы в жизнь.

Восстановлением Царицына занимается практически вся команда, которая участвовала в реставрации Манежа. Генеральный подрядчик – Открытое акционерное общество «Горно-проходческих работ № 1».

Строителям отвели жесткие сроки работ – ко Дню города открыть Хлебный Дом общей площадью 11600 м², оснащенный инженерными коммуникациями, вентиляцией, кондиционированием, различными системами пожаротушения и сигнализации.

Подарком для москвичей к следующему Дню города (в 2007 г.) станет открытие всего комплекса. Сейчас завершается реконструкция Большого Дворца площадью 19600 м², внутреннюю часть двора – между

Большим Дворцом и Хлебным Домом, перекроют стеклянной крышей. Атриумная часть купола сделана из стекла и металла – ажурная конструкция с подсветкой белого света изнутри. В подземном пространстве между Большим Дворцом и Хлебным Домом разместят гардеробы, туалеты, инженерные системы, диспетчерскую.

Кроме строительных в Царицыне полным ходом идут работы в лесопарковой зоне, а это 69 га земли. Дорожки, мосты, три пруда (Верхний, Малый

и Средний) восстанавливаются в первоначальном виде. На водоеме поставят очистные сооружения, а вода в прудах, куда запустят рыбу, будет обогащаться кислородом.

Всего реставрации и реабилитации в 2006–2007 гг. подлежат 26 малых исторических объектов: галерея-ограда с воротами между Большим Дворцом и Хлебным Домом, павильоны «Милвида», «Нерастанкино», Домик смотрителя Царицынской плотины. Большой гротесковый мост, Башня-руина и другие.



ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН СЕГОДНЯ

Ю. И. Дозорец, директор ООО «Метрострой – подземные технологии строительства»

Молодой Екатеринбургский метрополитен, возведение которого началось 25 лет назад, продолжает неуклонно развиваться. Сейчас он включает в себя семь станций, доля его в общем объеме городских перевозок составляет примерно 11 % (для сравнения: шесть лет назад она не превышала 3 %). Генеральным подрядчиком метрополитена является ООО «Метрострой – подземные технологии строительства». За годы работы коллектив накопил колоссальный опыт, освоив все виды подземных работ в сложнейших горно-геологических условиях.

Сегодня продолжается строительство метрополитена на участке Центр – Южный автовокзал – Ботанический микрорайон. Изменен порядок сдачи станций в эксплуатацию: ст. «Бажовская», где на сегодняшний день пассажиропоток не очень значителен, поезда будут проходить без остановки, а в первую очередь будут сданы ст. «Чкаловская» у Южного автовокзала и ст. «Ботаническая» в одноименном микрорайоне, кото-

рый в настоящее время значительно разросся и испытывает серьезные трудности в транспортной инфраструктуре. Для сооружения в дальнейшем ст. «Бажовской» (глубокого заложения 3-сводчатая, колонного типа в чугунной обделке) сегодня проводится комплекс работ, дающий возможность строительства без остановки движения поездов (проходка путевых тоннелей в обделке диаметром 8,5 м и др.).

Ведется строительство ст. «Чкаловская» (глубокого заложения, односводчатая с монолитной железобетонной обделкой). Здесь идет проходка левой и правой опорных выработок, монтаж и бетонирование пятых опор; на поверхности силами субподрядных организаций ведутся работы по выносу сетей и трамвайных путей для начала сооружения эскалаторного тоннеля и вестибюля, которое запланировано на ноябрь 2006 г.

В 2007 г. начнутся работы по ст. «Ботаническая». Это стало возможным в связи с тем, что строительство метрополитена в Екатеринбурге взяла под патронаж партия «Единая

Россия» и поэтому объемы финансирования в этом году значительно увеличены, в том числе благодаря партии. В июне 2006 г. на ст. «Чкаловская» прошел выездной семинар-совещание депутатов – членов комитета Государственной Думы по энергетике, транспорту и связи во главе с председателем комитета В. А. Язевым. В июле 2006 г. состоялось выездное заседание Политсовета Свердловского регионального отделения партии «Единая Россия» с посещением строящихся объектов метрополитена. В течение короткого времени были собраны 200 тыс. подписей горожан за увеличение федерального финансирования строительства Екатеринбургской «подземки». Эти подписи были переданы председателю Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации Б. Грызлову, который пообещал, что «Единая Россия» поддержит решение об увеличении финансирования строительства Екатеринбургского метро и в этом году и в следующем.

1 сентября 2006 г. возобновил проходку законсервированный последние годы из-за низкого уровня финансирования горнопроходческий комплекс «ВИРТ». Работы по проходке ЛПТ до ст. «Ботаническая» будут вести специалисты ОАО «Бамтоннельстрой».

Согласно перспективному плану развития города вместе со ст. «Ботаническая» будет возведен, так называемый, Метрополицентр, в состав которого войдет как большой объем подземных сооружений (подземные парковки, склады, магазины и т. д.), так и комплекс наземных объектов (гостиница, автовокзал, станция уже действующей городской электрички, торговый комплекс и т. д.). Уже сегодня идет работа по определению технологии, этапов строительства, поиск инвесторов.

Пуск в эксплуатацию станций «Чкаловская» и «Ботаническая» намечен на 2010 г., после чего начнется прокладка первой очереди II линии метрополитена, пересекающей город с северо-запада на юго-восток.



НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗЕЛЕНЧУКСКОЙ ГЭС

Строители ООО «Даггидро-спецстрой» завершили проходку тоннеля Хуса-Кардоникская-Маруха, являющегося одним из ключевых элементов третьего пускового комплекса Зеленчукской ГЭС в Карачаево-Черкессии. Ввод комплекса намечен на декабрь 2006 г.

Идея строительства каскада Зеленчукских ГЭС родилась более четверти века назад. Схема комплексного использования рек Верхней Кубани, Большого и Малого Зеленчуков была разработана Минводхозом СССР и Минэнерго СССР, рассмотрена и одобрена Госпланом СССР.

В основу проекта было положено использование огромных потенциальных гидроэнергетических ресурсов, которыми располагает Карачаево-Черкесская Республика, что позволяет построить ряд гидроэлектростанций, которые могли бы в значительной степени покрыть потребности в электроэнергии.

Это особенно актуально, если учесть, что годовое потребление электроэнергии Карачаево-Черкесской Республикой составляет более 1200 млн кВтч, а собственных генерирующих мощностей на ее территории, кроме каскада Куршавских ГЭС мощностью 460 МВт (эксплуатируются ОАО «Ставропольэнерго») и первого гидроагрегата Зеленчукской ГЭС мощностью 80 МВт, нет.

В составе каскада схемой предусматривалось возведение Зеленчукской ГЭС (мощностью 320 МВт), использующей часть стока рек Большого и Малого Зеленчука, перебрасываемого в реку Кубань, Верхне-Красногорской ГЭС (мощностью 102 МВт) и Нижне-Красногорской ГЭС (108 МВт).

Работы ведутся с 1976 г. и финансировались Минэнерго СССР, а затем РАО «ЕЭС России».

Определенное оживление в осуществлении проекта наступило в 1994 г., когда реше-

ние было осуществлено меры по обеспечению ввода в действие первого гидроагрегата Зеленчукской ГЭС мощностью 80 МВт с водозабором на реке Аксаут в 1999 г. Второй с такой же мощностью был сдан в эксплуатацию в 2002 г.

Площадка сооружения Зеленчукских ГЭС расположена в 50 км от г. Черкесска в непосредственной близости от многих известных курортов федерального значения.

Проходка тоннеля пускового комплекса протяженностью 5,3 км велась буровзрывным способом с обеих сторон горного массива в породах, представленных алевролитами и линз сидеритов.

Алевролиты при вскрытии на открытом воздухе подвержены выветриванию, в связи с чем требовали быстрой изоляции вслед за проходкой.

Породы в целом устойчивые и позволяли в качестве

временной крепи использовать железобетонные анкеры и набрызг-бетон. В зонах повышенной трещиноватости пород было рекомендовано усиление набрызг-бетона сеткой металлической, а в местах образования заколов (при горном способе проходки) – усиление анкерной крепи подхватками из арматуры.

Площадь сечения тоннеля превышает 13,5 м², а пропускная способность составит 45 м³ воды в секунду.

В настоящее время строители продолжают работы по бетонной облицовке тоннеля и подготовке его для пуска воды.

Третий пусковой комплекс, включающий в себя водозаборный гидроузел, перебросной канал, тоннель и водоводы, позволит осуществить забор воды из реки Большой Зеленчук для Зеленчукской ГЭС и увеличить ежегодную выработку электроэнергии более чем в 2 раза до 401 млн кВтч.



СОЮЗГИДРОСПЕЦСТРОЙ – 55 ЛЕТ ГИДРОСПЕЦПРОЕКТ – 50 ЛЕТ



В сентябре исполняется 55 лет со дня создания корпорации «Союзгидроспецстрой» и 50 лет специального проектно-изыскательского института «Гидроспецпроект», образующих систему «Гидроспецстрой». Сергея Воскресенского, ровесника института, а ныне его генерального директора и председателя Совета директоров корпорации, хорошо знает инженерная общественность. В преддверии двух юбилеев мы задали ему несколько вопросов.

– *Сергей Модестович, как получилось, что вы связали свою судьбу с «Гидроспецстроем» и «Гидроспецпроектом»?*

– После армии я продолжил учебу в Политехническом институте, на факультете экономики и организации строительного производства. Диплом писал по высоким промышленным трубам и гравирням на тепловых и атомных электростанциях, а моим научным руководителем был опытный инженер Вениамин Григорьевич Графкин, начальник отдела высотных сооружений института «Гидроспецпроект». Институт входил в систему промышленного объединения «Союзгидроспецстрой» при Министерстве энергетики и электрификации СССР, а я параллельно с учебой начал работать на одном из предприятий этого объединения – экспериментально-механическом. Это было в 1979 г. Тогда, будучи еще инженером, я однажды, по чистой случайности, побывал дома у министра энергетики и электрификации Петра Степановича Непорожного. Меня потрясло это знакомство. Потрясли его простота в общении, причем со специалистами любого ранга, знание специализации нашего объединения. С тех пор моя жизнь всегда была связана с российской энергетикой: из экспериментально-механического предприятия я был переведен в центральный аппарат «Союзгидроспецстрой», потом с 1989 г. работал в институте «Гидроспецпроект». В 1993 г. я стал его генеральным директором (институт к тому времени был преобразован в акционерное общество). В 1999 г. меня избрали президентом всей корпорации «Союзгидроспецстрой», а сейчас являюсь председателем ее Совета директоров.

– *50 и 55 лет – это серьезный «возраст». Перечислите этапы «большого пути» ваших компаний в подземном строительстве.*

– Система «Гидроспецстрой» начала формироваться в последние годы Великой Отечественной войны. В 1944 г. наши войска освободили от временной оккупации Запорожье, и страна приступила к восстановлению Днепровской ГЭС. До 1960 г. список работ, которые мы делали в гидроэнергетике, был не очень велик: укрепление оснований ГЭС, противофильтрационные мероприятия, устройство глубоких завес, ремонт бетона, водопонизительные работы, забивка шпунта.

А в 1960-х в стране широко развернулось строительство крупных гидроэлектростанций в горных районах, и «Гидроспецстрой» открыл

тоннельное направление. Мы проектировали и создавали подземные комплексы, включавшие в себя гидротехнические и транспортные тоннели, камеры подземных машинных залов, помещений для трансформаторов и т. п. Географически ареал работ был чрезвычайно широк – от Сибири и Якутии до Кавказа и Средней Азии. Наш вклад – это четыреста километров подземных выработок на строительстве практически всех крупных советских ГЭС.

Гидростроители знают, что геологические и гидрогеологические условия в разных регионах настолько различаются, что приходится для каждого из них разрабатывать и применять особые технологии проходки и крепления. Не буду перечислять все объекты, которые мы возводили, скажу лишь о самых экстремальных из них.

Ну, например, северные районы – Колыма, Вилюй, Хантайка. Кроме лютых морозов, которые сильно докучали строителям, было еще одно «отягчающее обстоятельство». Проходку приходилось вести в породах, скованных вечной мерзлотой. Изрядно помучившись, наши специалисты создали специальную технологию, которая позволила успешно выполнить эту непростую задачу. На другом конце тогдашнего Советского Союза сооружение 48-километрового перебросного тоннеля Арпа-Севан на глубине до 1200 м мы вели просто в чрезвычайных условиях: высокие температуры и горное давление, прорывы подземных вод, выбросы пород и углекислого газа. Но наши проходчики в итоге укротили и эти непокорные недра.

Одна из наиболее важных и ответственных задач в истории системы «Гидроспецстрой» – участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Нашими силами там были выполнены специальные работы по устройству фундаментной плиты под реактором четвертого энергоблока и «стена в грунте» для противодиффузионной защиты подземных вод от заражения. Многие из наших ликвидаторов получили различные правительственные награды.

— Каков главный итог этого непростого пути?

— Мы накопили огромный практический опыт проектирования и выполнения подземных работ в различной сложности климатических условиях. Участвовали в проектировании и возведении почти всех ГЭС на территории СССР, многих крупных промышленных объектов (например, «Камаза», «АвтоВАЗа», «Атоммаша»), предприятий алмазодобывающей промышленности в Якутии, некоторых сооружений Минобороны, а также объектов в Анголе, Афганистане,

Вьетнаме, Египте, Ираке, Иране, Йемене, Индии, Китае, Кубе, Марокко, Монголии. У нас выросло несколько десятков специалистов, чьи фамилии известны каждому гидростроителю-энергетику.

— Чем живут корпорация и институт сейчас?

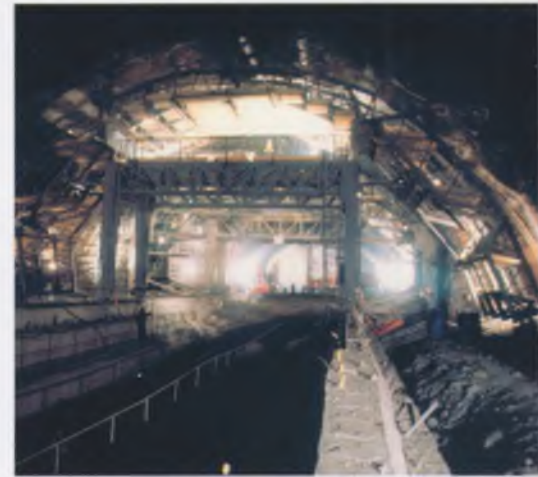
— Мы по-прежнему участвуем в строительстве крупных гидроэлектростанций. Работаем на Бурейской и Богучанской ГЭС, Вилюйской ГЭС-3, помогаем Таджикистану возвести Рогунскую и Сангтудинскую ГЭС. Прокладываем несколько транспортных тоннелей, участвуем в проектировании трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан». Продолжаем участвовать в сооружении пятикилометрового автодорожного тоннеля «Анзоб» в Таджикистане – самого протяженного на территории СНГ. Работаем в Сирии на строительстве нового тоннеля для водоснабжения Южных Алеппских земель.

Корпорация «Союзгидроспецстрой» и институт «Гидроспецпроект» являются членами различных профессиональных общественных организаций. Наши специалисты также являются членами Тоннельной ассоциации России, участвуют в российских и международных конгрессах по тоннельному строительству.

— В последние годы объемы подземных работ в России увеличиваются не очень заметно, зато появилось много новых фирм, готовых их выполнять. Как ваши компании чувствуют себя в новой конкурентной среде?

— Да, действительно, сегодня не так просто получить серьезную работу, как это было при централизованном распределении через министерства и ведомства. Мы наравне с другими участвуем в конкурсах, где побеждает лучший по технологии, цене, качеству. Лучшие мы или нет – заказчикам виднее. Но именно наши компании часто привлекают, например, для проведения сложнейших работ в подземном пространстве Москвы. Мы внесли свой инженерный вклад в возведение торгово-рекреационного комплекса на Манежной площади, памятника Петру 1, 3-го транспортного кольца (участок на площади Гагарина), Павелецкого вокзала, Серебряноборских тоннелей, подземных комплексов на площадях Тверской Заставы.

Пользуясь случаем, хочу поздравить с юбилеем всех проектировщиков и строителей, которые работали или продолжают трудиться сейчас в «Союзгидроспецстрое» и «Гидроспецпроекте». Ваш высокопрофессиональный труд является достойным вкладом в отечественное строительство!



Устройство железобетонного свода машинного зала ГЭС Деринер в Турции



Северный портал Гимринского автодорожного тоннеля в Дагестане



Северный портал автодорожного тоннеля Анзоб в Таджикистане

СЕМИНАР КОМПАНИИ LOVAT, Inc В МОСКВЕ

В растущих мегаполисах, таких как Москва, постоянно растут объемы коммуникаций, которые надо разместить в защищенном пространстве большой протяженностью под землей. И здесь приходится говорить не о прокладке «трубы», а о тоннеле значительного диаметра. Речь идет, прежде всего, о тоннелях для размещения в них высоковольтных кабелей энергоснабжения. С ростом строительства жилья растет, однако, и потребность в расширении сети водоснабжения и водоотвода (канализации).

Современные подходы к проектированию и сооружению таких тоннелей обсуждались на семинаре, который канадская компания Lovat, Inc провела в Москве 19 июля 2006 г. при поддержке правительства Москвы и Тоннельной ассоциации России.

В нем участвовали представители Мосводоканала, МОЗСК, проектных и многих специализированных строительных организаций.

Компания Lovat, Inc пригласила для выступлений на этом семинаре специалистов из компаний мирового уровня, специализирующихся на проектировании тоннелей (Хэтч-Мотт МакДональд, Канада), консультационных услугах и сопровождении проектов (Фабер Монсел Лтд, Великобритания), изготовлении форм для производства высокоточных железобетонных блоков обделки тоннеля (СВЕ, Франция). Все эти компании — давние партнеры Lovat, Inc по многочисленным совместным проектам в различных странах мира.

Опыт компании Lovat, Inc включает в себя множество кабельных и сотни канализационных тоннелей, сооруженных в Канаде, США, Франции, Италии, Испании, Великобритании, Сингапуре, Корее и Австралии. 180 тоннелепроходческих комплексов диаметром от 2 до 5 м, выпущенных компанией Lovat, Inc за 35 лет, проложили суммарно около 1000 км коллекторов.



А. Н. Левченко



RICK P. LOVAT
LOVAT, INC

Проекты в Москве

Открывая семинар, первый заместитель руководителя Департамента градостроительной политики развития и реконструкции Москвы А. Н. Левченко отметил, что среди других вопросов развития городской инфраструктуры задача строительства тоннелей такого диаметра и назначения для Москвы сейчас стала одной из первоочередных. Московское правительство активно работает над ее скорейшей реализацией.

Для того чтобы выполнить эти программы в несколько десятков километров за весьма короткие сроки, потребуется большое количество скоростных и современных тоннелепроходческих машин, способных работать в очень сложных, неустойчивых московских грунтах. Кроме этого необходимы новые подходы к конструкции тоннельной обделки и организации строительства.

Требование сегодняшнего дня — вывести на новый современный уровень все составляющие технологического процесса строительства — от расчета проектирования конструкции тоннеля до организации его проходки, правильного выбора и применения современной техники.

Поэтому инициатива компании Lovat, Inc, работающей в нашей стране уже на протяжении 20 лет, поделиться с Российскими заказчиками, проектировщиками и строителями опытом, накопленным мировой практикой, чрезвычайно своевременна и полезна.



Ю. С. Рохлин, президент компании «Интерторг Инк.», представителя Ловат в России

Английский опыт

А накопленный опыт, как стало понятно из выступления докладчиков, очень велик.

Технический директор компании «Фабер Монсел Лтд» (Великобритания) Энди Миллер, более сорока лет работающий в сфере тоннельного строительства в качестве консультанта подрядчиков, заказ-



А. А. Ремизов, директор российского представительства компании «Интерторг Инк.»

чиков и проектировщиков, рассказал как за последние 20 лет менялись подходы к сооружению канализационных и коммуникационных тоннелей малого диаметра в больших городах и, в частности, в Лондоне.

Одним из ярких примеров совершенствования технологии строительства является Лондонская кольцевая система водоснабжения, система самотечных тоннелей глубокого заложения, подающая воду для шести миллионов жителей города.

В связи с изношенностью и неэффективностью старой системы, в середине 80-х гг. было решено проложить вокруг Лондона кольцевой тоннель, подключив к нему в ключевых точках распределительную систему трубопроводов меньшего диаметра. Для надежности работы системы при любых обстоятельствах, тоннель был пройден на глубине до 70 м.

Во время сооружения первой очереди, которое велось с применением старой технологии и открытых машин, произошло крупное затопление тоннеля. Результатом этого было осознание необходимости отказа от прежних методов строительства и перехода на современную технологию с применением тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК) с грунтопригрузом.

Совместно с заказчиком компания Lovat, Inc разработала и поставила несколько машин для сооружения этого коллектора.

Проходка велась со скоростью больше 6 м/ч, максимально достигая 501 м готового тоннеля за пять дней. Кольцевой тоннель был сдан на два года раньше намеченного срока.

Эти результаты привели к изменению всей прежней философии и подходов к строительству тоннелей в Великобритании, где машины компании Lovat получили свое безоговорочное признание.

Сегодня 95 % всех коммунальных тоннелей в Великобритании сооружается с применением ТПМК.



Тема семинара вызвала большой интерес среди специалистов отрасли. Более 90 представителей заказчиков, проектировщиков и строительных организаций получили квалифицированные ответы на интересовавшие их вопросы

Английская компания «Мёрфи» активно участвует в прокладке коллекторов вокруг Лондона. На ее вооружении только ТПМК фирмы «Ловат»

Герметичность тоннеля

Отметив, что герметичность тоннеля из сборной железобетонной обделки часто вызывает недоверие заказчиков, Миллер показал, что эти сомнения необоснованны.

Высокоточные железобетонные блоки, изготовленные в прецизионных формах и имеющие по периметру один ряд (или несколько рядов) уплотнений из современных полимерных материалов, – абсолютно достаточная конструкция, обеспечивающая герметичность тоннеля при внешнем гидростатическом давлении до 10 бар.

Разумеется, главным условием при этом является технологически правильный и качественный монтаж блоков в современном тоннелепроходческом комплексе. По убеждению английских специалистов, ТПМК, производимые компанией Lovat, полностью обеспечивают и такое качество сборки, и необходимую скорость проходки в слабых обводненных грунтах.

Кабельные тоннели

Подходы к сооружению кабельных тоннелей в Великобритании те же, что и к строительству водопроводных и канализационных: высокоточная сборная железобетонная обделка с герметизирующими уплотнениями для достижения требуемой гидроизоляции. Такая конструкция исключает возведение вторичной обделки (рубашки).

Эти тоннели имеют свои особенности, связанные, прежде всего, с монтажом в них полок и несущих конструкций для кабеля и систем обслуживания (монорельсовые подвесные тележки), вентиляции и пожаротушения.

Для прокладки кабельных тоннелей в Великобритании применяется бетон с добавка-



ми полипропиленовых волокон, что значительно повышает его жаропрочность.

Сегодня Лондон – средоточие проектов кабельных тоннелей. Самый большой и динамичный из них – сооружение систем энергоснабжения различных площадок будущих Олимпийских игр в 2012 г. в Лондоне. Сейчас четыре тоннелепроходческие машины Lovat ведут работы на этих объектах.

Конструкция обделки тоннеля

Информация о современной практике проектирования железобетонных блоков обделки была особенно интересна для российских проектировщиков. Этим поделился ведущий специалист североамериканской консалтинговой компании «Хэтч-Мотт МакДональд» Томас Грегор.

Ключевым тезисом его выступления было утверждение, что обделка тоннеля и соответствующая тоннелепроходческая машина полностью взаимозависимы и ни та, ни другая не могут быть правильно рассчитаны без учета геометрии, технических и рабочих характеристик каждой из этих двух систем.

Проектирование обделки начинается с исследования геоподосновы и выбора соответствующей ей конструкции: формы блоков, типа уплотнений, связей, элементов для подъема и монтажа блока, закачки тампонажного раствора, типа армирования. Затем, с уче-

том характерных для проекта нагрузок (горное давление и строительные нагрузки) создаются аналитические модели. Анализ конструкции обделки производится с применением компьютерных систем (анализ методом конечных элементов), которые позволяют моделировать взаимодействие обделки с грунтом, а также работу стыков и связей.

За конструктивным анализом следует структурный анализ для определения необходимых характеристик бетона и армирования, что завершается выпуском чертежей и спецификации.

Выбор формы блока – один из наиболее важных аспектов проектирования обделки. Чаще всего распространены прямоугольные или конусные формы. Из-за большого числа различных вариантов количества и размеров блоков в кольце сегодня применяют конусную обделку, особенно в тоннелях малого диаметра (менее 5 м), поскольку при использовании на кольцевых швах самозащелкивающихся шпилек вместо болтов скорость сборки кольца увеличивается.

На радиальных стыках блоки связываются между собой прямыми, диагонально расположенными болтами, завинчивающимися в пластмассовые закладные в бетоне. Аналогичные болты применяются и на кольцевых стыках прямоугольных блоков.

Герметичность обделки обеспечивается уплотнениями, устанавливаемыми по периметру торцов блока. Сжимаясь в межблочном пространстве под действием больших нагрузок при сборке кольца, эти уплотнения выдерживают большое давление водяного столба снаружи тоннеля и противостоят проникновению воды в него. В большинстве случаев, одинарное уплотнение из эластомеров достаточно для обеспечения герметичности.

Крайне важна качественная закатка тампонажного раствора за обделку, которая может производиться либо через хвостовые уплотнения ТПМК (желательный вариант), либо через блоки, используя специальные отверстия. Новые составы тампонажных растворов с активизацией процесса схватывания в зоне сопла повысили контролируемость этого процесса. Монтаж блоков при помощи вакуумных захватов вместо механических позволяет все большее распространение.

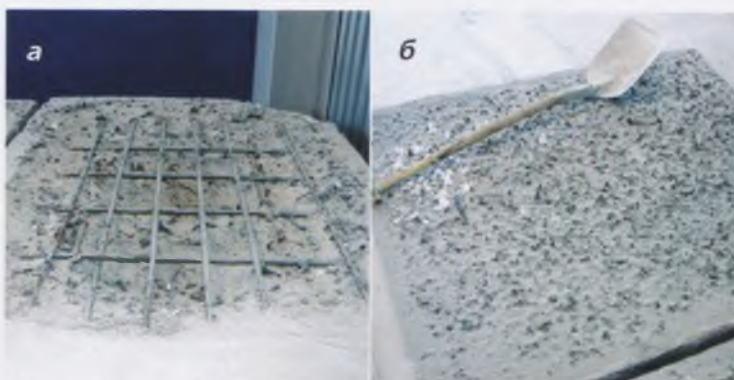
Качество сборки обделки – чрезвычайно важный фактор, определяющий эффективность работы уплотнений. Ему при монтаже следует уделять особое внимание.

Фибробетон

Традиционно для армирования блоков применяются сварные армокаркасы. В последнее время стали использовать для этих



Собранное кольцо железобетонной обделки тоннеля, используемое на ТПМК «Ловат»



Образцы бетонных блоков после термических испытаний: а - без применения специальных добавок; б - с добавлением пропиленовых волокон

целей стальные волокна (фибру). Однако фибра в качестве арматуры уступает армокаркасу по своей способности выдерживать нагрузки и по пластичности. Поэтому в тех случаях, когда ожидаются значительные деформационные нагрузки (например, в сейсмических зонах), армирования одной лишь фиброй недостаточно.

Толщина обделки определяется исходя из требований к прочности конструкции, толщиной бетонного слоя над армокаркасом, размерами уплотнений, шпилек и закладных, а также ограничениями транспортного и рабочего веса. Длина блока (чем длиннее, тем выше скорость проходки) лимитируется возможными ограничениями габаритов в зоне монтажа, длиной хода штоков на цилиндрах продвига ТПМК и радиусом кривых тоннеля.

Износостойчивость канализационных тоннелей

Для того чтобы противодействовать агрессивным средам, при сооружении канализационных тоннелей желательнее использовать высокопрочный бетон с добавлением кремнезема или зольной пыли. Хорошо работают цементы, устойчивые к воздействию серной кислоты (с низким содержанием S_2A), однако, в случаях, когда агрессивность

среды слишком велика, полимерная защита бетона изнутри тоннеля является практически единственным решением. Противостоянию механического истирания способствует высокопрочный бетон.

Прецизионные формы – основа качества высокоточных блоков

Качество и точность железобетонных блоков обделки тоннеля зависят от качества и точности форм для их изготовления, производством которых более 25 лет занимается французская компания СВЕ. Об этом говорит ее технический директор Паскаль Клерк.

Основа высокой точности изделия – тщательная и глубокая проработка проекта форм в полном соответствии с требованиями заказчика и в увязке с конкретной тоннелепроходческой машиной.

Проектная проработка составляет большую часть всего комплекса работ по изготовлению форм. Только при совместном участии конструкторов фирм-производителей ТПМК и форм возможно разработать требуемый продукт.

Основа компании СВЕ – большой штат опытных инженеров-конструкторов, имеющих большой опыт проектирования этих изделий. Большая часть времени и средств при выполнении заказа уходит на эти работы.

Производство изделий в металле – заключительный этап. Здесь требуется прецизионная металлообработка больших поверхностей и высокая квалификация монтажников и сварщиков при сборке форм.

Поточные линии – многократное увеличение производительности

Существуют две конфигурации линий по выпуску блоков: стационарная и «карусельная».

При стационарном варианте формы крепятся на фундаментах в цеху, а все операции, связанные с подачей армокаркаса, бетона, распалубки готового изделия осуществляются перемещающимися приспособлениями и обслуживающим персоналом.

При «карусельном» варианте формы устанавливаются на движущемся основании и последовательно перемещаются в зоны производства различных операций. При этом варианте увеличивается скорость производства, сокращается количество операций и потребность в обслуживающем персонале. Эта система позволяет автоматизировать и компьютеризировать процесс и улучшить его управляемость.

Перед применением железобетонные блоки выдерживаются необходимое время для полного набора прочности в соответствии с существующими регламентами. Поскольку этот срок достаточно велик, следует его учитывать при планировании работ по проходке, которые разумно начинать лишь при достаточном накоплении запаса готовых к монтажу блоков.

П. Клерк еще раз подчеркнул, что сосредотачиваясь на ТПМК как на главном инструменте строительства, подрядчики часто упускают из вида, что он не даст ожидаемой производительности, если не будет обеспечено достаточное качество и количество блоков.

35 ЛЕТ ОПЫТА КАНАДСКОЙ КОМПАНИИ — НА БЛАГО МОСКВЫ

Заключая выступления на семинаре, президент и исполнительный директор компании Lovat, Inc Рик Ловат сделал упор на несколько ключевых моментов, которые следует иметь в виду, приступая к строительству тоннелей для городской инфраструктуры.

Во-первых, изначальным залогом успеха проекта является точная оценка горно-геологических условий по трассе прокладки тоннеля, на основании которой, в свою очередь, принимается решение о конструкции машины, оптимально им соответствующей. Несмотря на то, что диапазон грунтов для той или иной конфигурации машины достаточно широк, неверно полагать, что можно создать некий универсальный комплекс, способный работать в любых геологических условиях.

Во-вторых, для работы в московских слабых, смешанных и водонасыщенных грунтах оптимальной является технология грунтопригруза. Применяя современные и экологически нейтральные реагенты и системы кондиционирования пород, ТПМК с грунтопригрузом позволяют уверенно контролировать забой и достигать высоких скоростей проходки в меняющейся геологии (глины, пески, известняки) и давлении около 3 бар.

В-третьих, ТПМК – это лишь одна из составных частей успешной работы. Важнейшей составляющей высокоскоростной проходки является тщательное и правильное предварительное планирование и организация работ, включающая расстановку персонала, откатку породы на поверхность и дальнейшую транспортировку, своевременную и четкую подачу блоков обделки, тампонажного раствора, реагентов для кондиционирования грунта и т. д.

ТПМК для стесненных городских условий и относительно небольших по длине тоннелей должны иметь возможность собираться и разбираться в короткие сроки и запускаться из относительно небольших котлованов. Такая машина должна иметь модульную компоновку защитного оборудования, что позволило бы начинать работу, не дожидаясь сборки всего «хвоста» комплекса, который в этом случае наращивается в стартовом котловане модуль за модулем по мере продвижения машины. При таком техническом решении на сборку и пуск ТПМК требуется две недели вместо обычных четырех-шести.

При четкой организации работ и материально-техническом снабжении с такой машиной диаметром 4 м легко достигнуть скоростей в 10–12 и более метров готового тоннеля в 10-часовую рабочую смену.

Рик Ловат привел некоторые примеры скоростей проходки, достигнутых при стро-



ительстве коллекторов в различных странах машинами Lovat:

- канализационный коллектор в Портсмуте, Великобритания. ТПМК диаметром 3,3 м – 20 колец за смену при ширине кольца 1 м;
- канализационный коллектор в г. Галл, Великобритания. ТПМК диаметром 4,2 м – 16 колец (20 м) за смену при ширине 1,2 м;
- Лондонский кольцевой водовод, Великобритания. ТПМК диаметром 3,3 м – наивысший результат за рабочую неделю – 500 колец;
- канализационный коллектор ECIS, США. ТПМК диаметром 4,6 м – 15 колец (18 м) за смену при ширине кольца 1,2 м;
- канализационный коллектор, Маркхам, Канада. ТПМК диаметром 3,6 м – 12 колец (15 м) за смену при ширине 1,2 м.

После выступлений прошла оживленная дискуссия.

Участники семинара – более 90 представителей заказчиков, проектировщиков и строительных организаций получили квалифицированные ответы на интересовавшие их вопросы.



От редакции: компания «Ловат Инк.» уже давно заслужила репутацию надежного партнера на российском рынке. Помимо того, что машины Ловат прокладывают тоннели метрополитена от Москвы до Красноярска, они еще и активно заняты в коммунальном строительстве. Из 19 тоннелепроходческих комплексов Ловат в России более трети участвуют в проходке различного рода коллекторов.

ЖИЗНЬ, ПОСВЯЩЕННАЯ ТРАНСПОРТНОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

27 августа 2006 г. исполняется 75 лет со дня рождения Владимира Аркадьевича Брежнева — крупного государственного деятеля, талантливого инженера и организатора производства, министра транспортного строительства СССР в 1985—1991 гг., президента Группы компаний «Трансстрой».

Практически вся трудовая жизнь В. А. Брежнева — это история развития в нашей стране отрасли транспортного строительства. Как и первые ее руководители — Е. Ф. Кожевников и И. Д. Соснов, он прошел все должностные ступени, самой судьбой подготовлен к тому, чтобы стать их достойным преемником на посту министра.

Трудовой путь В. А. Брежнева начался более полувека назад на Дальнем Востоке. По окончании в 1955 г. Одесского гидротехнического института распределен в трест «Дальтехфлот». Работал помощником багермейстера, начальником землечерпальных караванов в Приморье, на Камчатке, Сахалине и Курильских островах, закрепляя практикой полученные в вузе знания.

В 1959 г. В. А. Брежнев переезжает в Украину. Здесь ему довелось постичь тонкости новой профессии железнодорожного строителя, пройти путь от старшего прораба на электрификации участка линии Львов — Старый — Чоп до заместителя начальника СУ-150 треста «Югозаптрансстрой». Не в последнюю очередь благодаря его усилиям рос и совершенствовался коллектив, специалисты осваивали современные технологии и внедряли технические новинки, передовые методы организации работ.

В 1965 г. В. А. Брежнев — уже заместитель управляющего, а в 1971 г. и управляющий Югозаптрансстроем. В 1975 г., выполнив электрификацию более 1 тыс. км железнодорожных линий с переустройством и расширением многих станций, локомотивных и вагонных депо, грузовых дворов, трест досрочно завершил перевод основных направлений Юго-Западной и Львовской железных дорог на прогрессивный вид тяги. За эти годы возглавляемая Владимиром Аркадьевичем организация превратилась в одну из самых крупных передовых в отрасли. Помимо основных работ, трест сдал в эксплуатацию сотни производственных и социальных объектов.

Успешная работа в Украине определила дальнейшую судьбу В. А. Брежнева. В 1975 г. его переводят в Москву заместителем министра транспортного строительства СССР. В 1983 г. он уже первый заместитель, а в 1985 г. — министр транспортного строительства. И хотя к ответственности ему было не привыкать, пришлось осваивать другие масштабы, а многому просто учиться заново.

Когда произошла катастрофа на Чернобыльской АЭС, одним из первых на место событий во главе группы специалистов Минтрансстроя прибыл В. А. Брежнев. Многократ-



но находясь непосредственно в зоне реактора, он лично руководил работами, не забывая добиваться максимально возможного снижения уровня воздействия радиации на людей, трудившихся круглосуточно. В шесть смен в результате поручение правительства удалось выполнить в кратчайшие сроки.

В. А. Брежнев принимал участие в обосновании, строительстве и реконструкции Южно-Сибирской, Средне-Сибирской железных дорог; крупнейшей Байкало-Амурской магистрали, автомобильных дорог, метрополитенов, морских и речных причалов, мостов, транспортных тоннелей.

Уроки БАМа, новые масштабные планы, связанные с модернизацией транспортной системы страны, реализацией программы «Нечерноземье» и освоением труднодоступных северных районов Западной Сибири потребовали от отрасли настоящего прорыва в научно-технической

области. Именно в этих целях учеными и инженерами под руководством В. А. Брежнева и его соратников в конце 80-х годов разработана комплексная программа внедрения передовых достижений вплоть до 2000 г. — «Мировой уровень».

Благодаря этой программе и реализации других мер экономического и организационного характера, отрасль к моменту начала в нашей стране рыночных реформ успела подготовиться для работы в новых условиях. В этот труднейший период В. А. Брежневу вме-

Министр В. А. Брежнев со строителями Северомуйского тоннеля



сте с командой единомышленников удалось не только удержать ее «на плаву», но и создать Корпорацию «Трансстрой» – преемницу лучших традиций Минтрансстроя.

Эта структура, в процессе своего становления и развития переросшая в мае 2005 г. в холдинг Группа компаний «Трансстрой», сумела сохранить и использовать во благо страны огромный научный и производственный потенциал, удержать специалистов, обогатить их профессиональные возможности.

По совокупности показателей Трансстрой неоднократно признавался первым среди лидеров строительного комплекса России. И это один из безусловных критериев в оценке работы его лидера.

Особое внимание В. А. Брежнев уделяет благотворительной деятельности, реконструкции исторических памятников, в том числе Старого Гостиного Двора, и храмов. По его инициативе на средства Трансстроя и организаций транспортных строителей построен и взят на полное содержание детский дом в г. Кондрово Калужской области. Здесь еще раз проявились душевность и высокие человеческие качества Владимира Аркадьевича, не случайно получившего награду за выдающиеся заслуги в деле защиты детей – Золотую медаль им. Л. Н. Толстого.

Залогом успешной работы любого коллектива В. А. Брежнев всегда считал активную кадровую политику, включающую планирование и организацию подготовки, переподготовку и повышение квалификации персонала. Такой подход, по его мнению, благотворно сказывается на повышении ответственности

Заместитель министра транспортного строительства В. А. Брежнев, начальник УС «Печорстрой» Е. В. Басин, зам. начальника Главжелдорстроя Севера и Запада Минтрансстроя Ю. В. Петров с шахтерами в забое шахты Варгашерская. Воркута, 1976 г.



С Президентом Российской Федерации В. В. Путиным на церемонии награждения орденом «За заслуги перед Отечеством» II степени. Август 2005 г.

и самоотдачи, формировании у сотрудников личной заинтересованности. При этом во главе угла должно стоять обеспечение организаций отрасли молодыми специалистами за счет укрепления и расширения деловых связей с институтами и техникумами. Вот уже более восьми лет действует учрежденный по инициативе В. А. Брежнева Благотворительный фонд поддержки учебных заведений, который проводит целенаправленный подбор и направление в вузы наиболее одаренных абитуриентов из организаций отрасли. В процессе учебы студентам оказывается всесторонняя помощь в овладении профессиональными знаниями, обеспечивается возможность прохождения стажировки и практики рядом с ведущими специалистами. Особо старательным студентам и аспирантам Попечительским советом фонда установлены именные стипендии. После учебы многие из них принимаются на работу в Трансстрой.

Большое значение придает В. А. Брежнев налаживанию в коллективах здоровых социально-трудовых отношений, что нашло отражение в закреплении в Отраслевом тарифном соглашении на 2005–2007 гг. По его инициативе и постоянной под-

держке происходит формирование отраслевой негосударственной системы транспортных строителей. Его развитие получило общественное признание, а Трансстрой стал победителем Всероссийского конкурса «Предприятие высокой социальной эффективности» в номинации «негосударственное пенсионное обеспечение».

Родина высоко оценила деятельность В. А. Брежнева. Он кавалер четырех орденов СССР, в том числе Ленина, и четырех орденов Российской Федерации. Награжден многими медалями. Имеет благодарность Президента Российской Федерации. Лауреат национальных премий и конкурсов, в том числе «Создатель года». Выступая в июле 2005 г. на церемонии награждения орденом «За заслуги перед Отечеством» II степени, Президент России В. В. Путин подчеркнул, что Владимир Аркадьевич всем сердцем предан своей профессии, по праву считается признанным авторитетом среди деловых кругов страны. В. А. Брежнев – член ряда российских и Международных отраслевых академий, профессиональных творческих объединений, заслуженный строитель СССР, Украинской ССР, Республики Башкортостан, почетный строитель России и Москвы, почетный железнодорожник, почетный транспортный строитель.

Все, кто ранее трудился и продолжает работать вместе с юбиляром, отмечают его высочайший профессионализм, талант руководителя, умение брать на себя ответственность в трудные решающие моменты, сплачивать людей на выполнение заданий любой сложности. Ценят в нем порядочность в делах и нацеленность на высокий результат, справедливость и доброе отношение к коллегам, живой характер и чувство юмора. Отмечают, что в Минтрансстрое, а затем Трансстрое за годы руководства В. А. Брежнева выросла целая плеяда крупных специалистов транспортного строительства – проектировщиков, ученых, производственников, которые считают его своим учителем.

ТРАНСИНЖСТРОЙ ПРИСТУПИЛ К ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ СТРОГИНСКОЙ ЛИНИИ МЕТРО В МОСКВЕ

В 2005 г. немецкая компания «Херренкнехт АГ» выиграла предложение на поставку тоннелепроходческого комплекса с грунтовым пригрузом забоя для строительства перегонных тоннелей Строгинской линии Московского метрополитена от ст. «Кунцево» до шахты № 462.

Заказчиком, ОАО «Трансинжстрой», из-за сжатых сроков строительства была поставлена задача: обеспечить беспроблемную проходку тоннелей внешним диаметром 6 м со скоростью до 500 м в месяц и с использованием ленточного конвейера для выгрузки отработанного грунта из забоя на протяжении тоннеля до 3 км. Нужно сказать, что данная технология будет впервые применяться в России и должна вызвать немалый интерес специалистов. Одновременно предстояло оптимально определить технологию подачи конструкций обделки в забой и материалов для нагнетания в заобделочное пространство.

Свои предложения по поставке техники представили четыре компании: «Херренкнехт», «Ловат», «Вирт» и «Роббинс».

Тщательное изучение всех предложений потребовало значительного времени. С ноября 2004 г. рабочая группа специалистов Трансинжстроя во главе с первым заместителем генерального директора С. Г. Елгаевым изучала отечественный и мировой опыт проходки тоннелей с использованием ТПМК. Были посещены объекты как на территории России, так и за рубежом. Особый интерес вызвало строительство тоннелей в Испании, где на работающих там машинах «Херренкнехт» и «Роббинс» применялась конвейерная выдача грунта.

Для Трансинжстроя решение предстояло непростое, каждое предложение имело свои плюсы и минусы. Помимо ТПМК фирма-изготовитель должна была поставить и наладить всю технологическую цепочку с отслеживанием хода работ на всем протяжении проходки и привлечением своих специалистов. «Решение было возложено на технический совет, где каждый специалист высказывал свое мнение и, к своему удовлетворению, хочу отметить, что решение было принято единогласно: закупать оборудование у фирмы «Херренкнехт», — отмечает С. Г. Елгаев.

Новый щит прибыл в Москву в мае текущего года. Это уже третий ТПМК фирмы «Херренкнехт», работающий в Москве.

Проходку на данном участке Строгинской линии коллектив СМУ-161 ОАО «Трансинжстрой» начал 4 августа 2006 г.

После подписания акта о приеме и торжественного пуска приступили к продвижке щита в сторону забоя. По мере его продвижения были смонтированы три ложных кольца, т. е. стартовый ком-



плекс, на котором осуществлялась сборка ТПМК, позволял установить только три кольца шириной 1,4 м.

Затем началась проходка. Но на пути строителей оказались два свайных ограждения из бетона, и двигаться пришлось с минимальной скоростью.

После преодоления этого участка были смонтированы еще семь ложных колец, а затем уже приступили к возведению постоянной обделки. Поскольку этот отрезок трассы является порталной частью с выходом из тоннеля, то 11 колец смонтировали с метал-

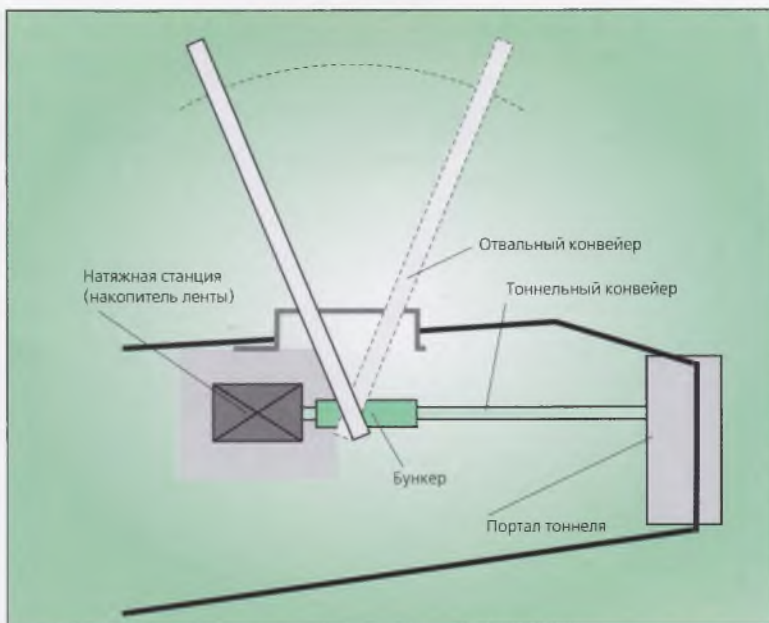
лическими дюбелями с целью повышения надежности конструкции.

На сегодняшний момент пройдено порядка 80 м, т. е. уложено около 55 колец. Смонтировано все необходимое для работы технологическое оборудование щита, кроме периферийного – натяжной станции, тоннельного и отвального конвейеров. К их сборке приступили в начале сентября.

Выгрузка разработанного грунта будет осуществляться с помощью конвейеров. Первый расположен на самом ТПМК. В конце этого конвейера размещен



Представители ОАО «Трансинжстрой» на приемке ТПМК на заводе в г. Шваннау, Германия



Технологическая схема работы тоннельного конвейера по выдаче грунта на поверхность

перегрузатель для перебороса грунта на боковой тоннельный конвейер, который протянется на всю длину тоннеля, т. е. около 3 км. Он будет наращиваться секциями. Чтобы ленту каждый раз не варить, предусмотрена накопительная станция на 400 м. Она оснащена большим числом роликов, через которые пропущена лента. И по мере того, как пройденный тоннель уходит вперед на 400 м, лента из накопителя вытягивается. Проходка останавливается, накопитель заряжается новой лентой на такую же длину, стык сваривается, и работы продолжают.

На тоннельном конвейере имеется концевой привод, с помощью которого порода перегружается на отвальный конвейер, а он,

в свою очередь, отбрасывает грунт на специально отведенную площадку. С нее фронтальным погрузчиком, либо экскаватором он грузится в автотранспорт для вывозки в отвал.

Такая конвейерная система выгрузки породы должна обеспечить ускорение темпов проходки. Для организации непрерывного технологического цикла отвальная площадка имеет запас складирования грунта как минимум на пять дней при максимальных темпах проходки, а вывоз породы будет производиться круглосуточно.

Участок от ст. «Кунцевская» до шахты № 462 будет проложен в водонасыщенных супесях с максимальным гидростатическим давлением на лоток сооружения 0,6 атм, а затем в суглинках тугопластич-

ной консистенции с включениями гальки и гравия и прослоями песка. За ст. «Славянский бульвар» щит пройдет вниз с уклоном 0,043, пересекая грунты четвертичного, юрского и каменноугольного возрастов. Максимальный гидростатический напор – 3,0 атм.

При прокладке трассы предстоит пройти довольно сложный участок под железнодорожными путями Смоленского направления на глубине 12,5 м.

Высокоточная обделка с уплотняющими рамками изготавливается на заводе «Моспромжелезобетон» в опалубке, поставленной фирмой «Херренкнехт».

Для работы с ТПМК специалисты Трансинжстроя прошли стажировку в Германии. **ИТТ**

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!



Юрию Павловичу Рахманинову, генеральному директору ОАО по строительству транспортных и инженерных сооружений «Трансинжстрой», исполнилось 70 лет.

Более 45 лет он отдает свои знания, талант, организаторские способности и энергию строительству метро-

политенов и специальных подземных сооружений. Его имя неразрывно связано с объектами, построенными в сложных инженерно-геологических и градостроительных условиях с широким применением новых технологий, конструкций и устройств.

Юрий Павлович руководил отраслью подземного строительства, работая начальником Главтоннельметростроя Минтрансстроя, и обеспечивал решение многочисленных сложных вопросов строительства метрополитенов, тоннелей и специальных объектов во многих регионах нашей страны.

Сложнейшие инженерные объекты под его руководством были успешно сооружены в установленный срок с высоким качеством и отмечены высокими наградами нашей страны.

Ю. П. Рахманинову присвоено звание Героя социалистического труда, он награжден орденами России «За заслуги перед Отечеством» II и III степени, орденами и медалями СССР.

В 1990 г. Юрий Павлович поддержал создание Тоннельной ассоциации России и в течение многих лет активно сотрудничает и принимает участие в проводимых мероприятиях.

Правление Тоннельной ассоциации России и Исполнительная дирекция Правления горячо поздравляют Юрия Павловича Рахманинова со знаменательным событием – 70-летием со дня рождения, желают крепкого здоровья и благополучия и надеются на дальнейшее его плодотворное сотрудничество с Тоннельной ассоциацией России.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УЧАСТОК ЛЮБЛИНСКО-ДМИТРОВСКОЙ ЛИНИИ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А. Э. Вартпатриков, начальник технического отдела ОАО «Мосметрострой»

В настоящее время ведется строительство центрального участка Люблинско-Дмитровской линии Московского метрополитена протяженностью 3,9 км с двумя станциями «Сретенский бульвар» и «Трубная»



Станция «Трубная»

Технико-экономическое обоснование сооружения данного участка от ст. «Чкаловская» разработано ОАО «Метрогипротранс». Главный инженер проекта – Е. С. Барский.

Район проложения трассы характеризуется как весьма сложный: с многоэтажной жилой застройкой, с большим количеством зданий культурного и социально-бытового назначения, а также памятников истории и архитектуры.

На участке между станциями «Чкаловская» и «Трубная» трасса метрополитена проходит в пределах Садового кольца, являющегося зоной повышенного градостроительного внимания и предъявляющей особые требования к инженерным сооружениям.

В районе размещения ст. «Сретенский бульвар» находятся памятники архитектуры XVIII–XIX в., ряд административных зданий, Главпочтамт, большое число магазинов и пунктов общественного питания.

Вблизи ст. «Трубная» располагаются: памятник архитектуры XVI в. – Рождественский монастырь, цирк, кинотеатр «Мир», Центральный рынок и т. д.

Станции, вестибюли и тоннельные сооружения размещены таким образом, чтобы в период строительства влияние на нормальные условия жизнедеятельности города, памятники архитектуры, истории и культуры практически не оказывалось.

Трасса прокладывается от ст. «Чкаловская» через Тургеневскую и Трубную площади в тоннелях глубокого заложения. Расположение ее в профиле определено инженерно-геологическими условиями с учетом градостроительных факторов.

Длина платформ на станциях рассчитана на прием восьмивагонных составов.

«Сретенский бульвар» – колонно-пилонная станция с междупутьем 22 м. Она входит в состав пересадочного узла треугольной структуры, образованного в месте пересечения Кировско-Фрунзенской, Калужско-Рижской и Люблинско-Дмитровской линий.

Вход на станцию предусмотрен из подземного вестибюля, примыкающего к существующему ст. «Тургеневская», который соединен с вестибюлем ст. «Чистые пруды».

Для осуществления пересадки торцы новой станции соединены с торцами действующих переходными устройствами.

Эскалаторный тоннель, оборудованный тремя лентами, связывает вестибюль с подземным коридором, который соединен со средним залом ст. «Чистые пруды».

Для пересадки на ст. «Тургеневская» Калужско-Рижской линии и в обратном направлении центр строящейся станции связан с серединой действующей наклонным ходом с четырьмя лентами эскалаторов и тремя боковыми лестничными сходами на каждой из

них, для размещения которых потребовалось на ст. «Тургеневская» продление среднего зала и раскрытие трех проемов.

Станция «Трубная» возводится в районе одноименной площади и образует пересадочный узел со ст. «Цветной бульвар». Для удобства организации пересадки платформенная часть ст. «Трубная» запроектирована севернее места ее пересечения с Серпуховско-Тимирязевской линией.

В результате рассмотрения различных вариантов расположения вестибюля было выявлено, что малоэтажная застройка территории Садово-Самотечной улицы является памятником градостроительной среды и снос ее невозможен, а территория на нечетной стороне Петровского бульвара у пересечения с Цветным бульваром зарезервирована под строительство филиала Малого театра. Поэтому было принято решение: вестибюль станции разместить на Трубной площади перед Цветным бульваром с выходом на него, а в перспективе на Петровский и Рождественский бульвары.

Инженерно-геологические условия строительства этого участка метрополитена довольно сложные. Повсеместное развитие горизонта грунтовых вод и высокая водообильность верхних известняково-доломитовых толщ карбона вызывают необходимость применения спецспособов при про-

водке стволов, наклонных тоннелей и разработке котлованов подземных вестибюлей.

На отдельных участках линии при сооружении тоннелей большого сечения в мергелистых глинах и закарстованных известняках требуются дополнительные мероприятия по обеспечению устойчивости последних.

При заложении в устойчивых породах и гидростатическом давлении менее 0,1 МПа используются обделки кругового очертания из сборного железобетона.

При гидростатическом давлении в уровне вышка от 0,1 до 0,2 МПа и небольших водопритоках применяются обделки из железобетонных блоков с внутренней теплоизоляции.

На участке перегонных тоннелей, где давление на конструкцию более 0,2 МПа, а также в местах примыкания притоннельных сооружений предусмотрены чугунные тубинги с плоским лотком.

Притоннельные сооружения: водоотливные установки, вентиляционные камеры, вентиляционные сбойки, санузел и др. запроектированы в обделке из чугунных тубингов, т.к. при небольшой протяженности выработка не обеспечиваются условия безопасности монтажа обделок из железобетона.

Все станции, учитывая наличие гидростатического давления свыше 0,1 МПа, приняты с комбинированными конструкциями из чугунных тубингов и железобетонных блоков с чугунными гидроизолирующими плитами.

Станция «Трубная» возводится без подплатформенных помещений в среднем зале с устройством сплошной монолитной железобетонной плиты, на которую опираются колонны и стены. Такая конструкция позволяет исключить весьма трудоемкие процессы по сооружению лоткового свода в среднем тоннеле, повысить устойчивость колонн и стен в период строительства.

Эта станция, на которой предусмотрена пересадка на ст. «Цветной бульвар» Серпуховско-Тимирязевской линии, запроектирована колонного типа с шагом колонн 5,25 м и раскрытием проемов на всю длину посадочной платформы.

Станции данного участка Люблинско-Дмитровской линии носят монументальный характер. Поэтому к ним предъявляются высокие архитектурные требования, так как станции располагаются в центре Москвы и принимают большой поток гостей столицы. В связи с этим для них предусмотрено улучшенное архитектурное оформление.

Архитектурная отделка станций и вестибюлей предусматривается долговечными материалами, отвечающими требованиям эксплуатации и эстетики.

Для облицовки пилонов, колонн и стен намечено применить мрамор различных пород. Для полов платформ станций, вестибюлей, облицовки парапетов лестничных сходов используется полированный гранит, для стен пешеходных переходов и лестничных сходов – глазурованная морозостойкая плитка и стеклокристаллит. Зонты платформенных участков запроектированы из стеклотекстолита.

Этот участок будет сдан в эксплуатацию в 2007 г.



Станция «Сретенский бульвар», центральный зал



Правый перегонный тоннель «Сретенский бульвар» - «Трубная». Слева - примыкание венттоннеля



Камера съездов за станцией «Трубная»

МАШИНЫ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОКРУЖНОЙ ДОРОГИ В МАДРИДЕ

Внутренняя кольцевая автодорога М30 в Мадриде опоясывает район центра города площадью 42 км². Она строилась в несколько этапов на протяжении 1960-х и 1980-х гг. и в настоящее время не соответствует необходимому уровню пропускной способности автотранспорта, что приводит к возникновению пробок на отдельных участках и высокой аварийности. Кроме того, важными проблемами являются повышенный уровень шума и воздействие автодороги на экологию жилых районов. Поэтому было принято решение, основанное на социально-экономических и экологических оценках, о реконструкции дороги (рис. 1), включая:

- перенос значительной части самого кольца и некоторых подъездных дорог под землю и создание на их месте новых парковых зон;
- увеличение пропускной способности дороги, непрерывности и плавности транспортного потока;
- повышение безопасности движения благодаря ярким сигнальным и информационным табло;
- перепроектирование участков с высокой пропускной способностью и подъездных дорог, соединяющих кольцевую трассу с городом.

Общая стоимость проекта составляет 5,7 млрд долл. форма организации – государственный проект с привлечением частного капитала, партнерами в котором выступили Городской совет Мадрида (80 %) и компания ACS/Ferrovial (20 %). Согласно прогнозам, в 2007 г. по завершении строительных работ новая кольцевая дорога М30 будет экономить 14 млн часов поездок в год, что соответствует годовому сокращению потребления топлива на сумму 5,7 тыс. долл. США; важно, что это приведет к сокращению выбросов CO₂ на 35 тыс. т, а число дорожно-транспортных происшествий уменьшится, по оценкам, на 400 в год. Помимо всех перечисленных преимуществ, следует упомянуть, что берега рек, проходящих вдоль дороги М30 в западной части Мадрида, существенно благоустроят: на них будут возрождены парковые зоны, исторически существовавшие в городе, а качество воды улучшится.

Одна из самых сложных задач в создании новой автодороги М30 связана не с ней самой, а с участком, соединяющим ее с трассой А3 на Валенсию. На сегодняшний день он самый загруженный на всей трассе, а интенсивность движения на нем одна из самых высоких в Испании: более 250 тыс. автомобилей в день. Реконструкция этого участка – главная цель строительства южного обьездного тоннеля, который является единственно приемлемым решением, так как дорога здесь проходит в районе плотной застройки.

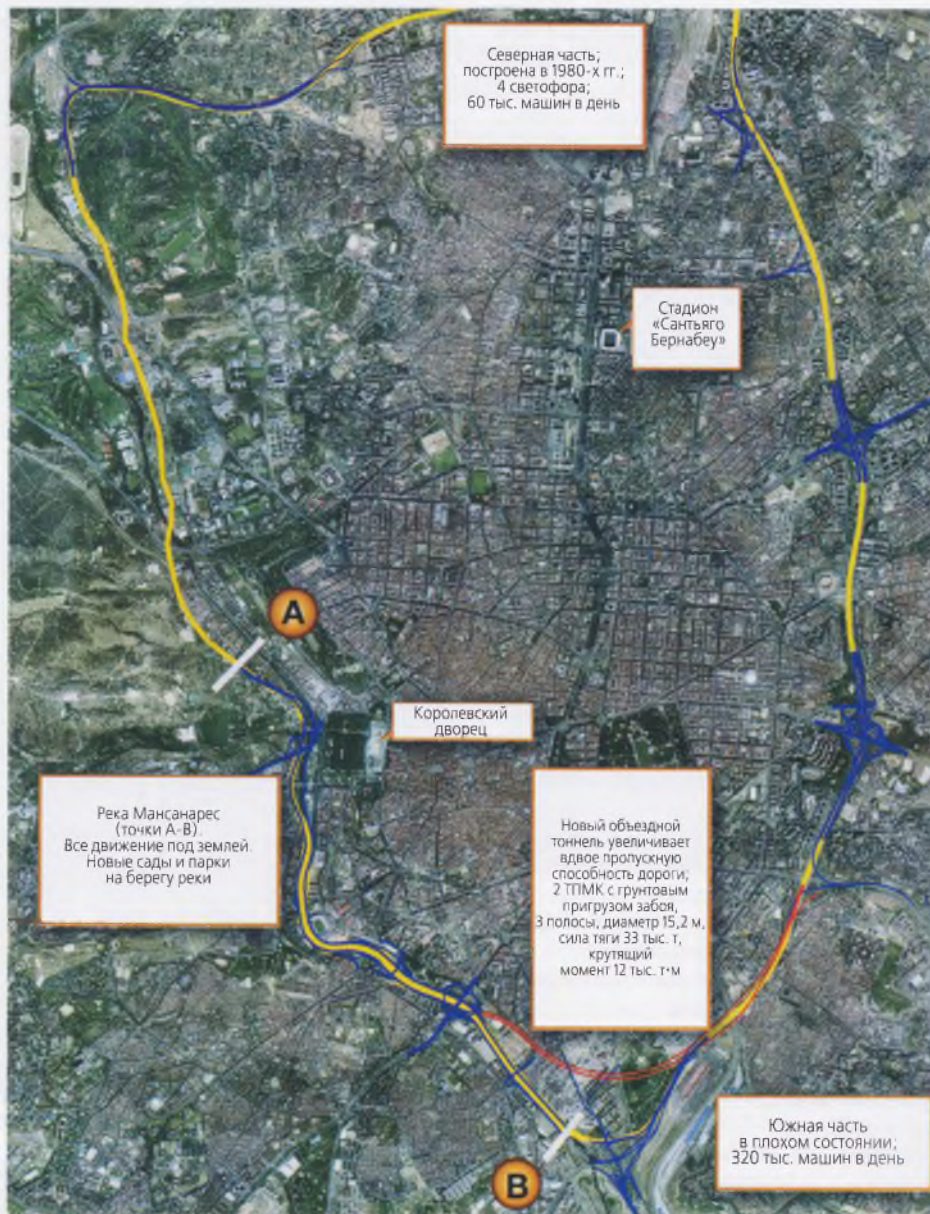


Рис. 1. Аэрофотоснимок Мадрида с изображением трассы кольцевой дороги М30

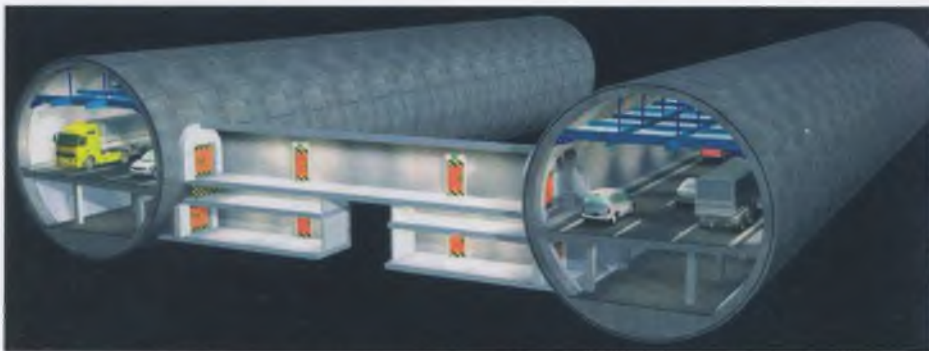


Рис. 2. Типичное поперечное сечение двойного тоннеля с соединительным тоннелем

Поэтому в настоящее время там возводится двойной трехполосный тоннель протяженностью 3600 м (см. рис. 1) для легковых и грузовых автомобилей. Ширина каждой

полосы составит 3,5 м, при этом 0,5 м выделено на укрепленную обочину и 0,8 м на тротуар. Высота габарита установлена на уровне 4,5 м, дорожное покрытие располо-

жено на 1 м ниже центра тоннеля (рис. 2). Эти требования обусловили большой внутренний диаметр тоннеля – 13,45 м. Круглое его сечение позволяет разместить под дорожным покрытием еще две аварийные полосы, а также систему вентиляции и другие эксплуатационно-технические сооружения.

Два тоннеля будут связаны между собой восемью соединительными переходами (три из которых допускают проезд автомобиля). Кроме того, для каждого тоннеля предусмотрена вентиляционная шахта.

Выше уровня дороги стены тоннеля будут защищены от возгорания протекторным слоем бетона толщиной 100 мм.

Метод проходки

Как указано выше, значительная часть кольцевой автодороги М30 пройдет под землей. Для проходки было предложено несколько вариантов, в том числе открытым способом или при помощи ТПМК, а также традиционный «мадридский» метод. Максимальная мощность пласта перекрывающего грунта вдоль трассы тоннеля составляет 65 м, при среднем значении всего 30 м (два диаметра тоннеля).

Геологические условия в Мадриде идеально подходят для проходки ТПМК с грунтовым пригрузом забоя, что подтверждается предыдущим опытом строительства метрополитена. Поэтому для сооружения Южного объездного тоннеля заказчик выбрал два ТПМК с грунтовым пригрузом забоя диаметром 15 м – крупнейшие в мире.

Геологические условия в зоне строительства следующие:

- почвенные отложения до глубины 20 м;
- 20–25 м слой сушлинка – тонкозернистого известняка;
- 20–25 м слой плотной глины с прослойками гипса (гипсоносный тонкозернистый известняк).

Геотехнические свойства тонкозернистого известняка: связность τ равняется 60 кПа, угол внутреннего трения $\phi^i = 280$, а модуль деформации $E = 220$ МПа. Содержание тонкозернистого материала (фильтр 200) составляет 85–95 %.

Тоннели пройдут ниже горизонта грунтовых вод; высота гидростатического уровня не превысит 40 м.

Выбранные унифицированные блоки обделки из сборного железобетона имеют толщину 600 мм и длину 2 м. 9-метровые сегменты со шпонками соединены болтами. Кроме того, был спроектирован дополнительный обратный сегмент для организации двухпутной дороги.

Характеристики сверхбольших ТПМК

Технические характеристики ТПМК с грунтовым пригрузом забоя основывались на предыдущем опыте строительства метрополитена в аналогичных геологических условиях. Они были адаптированы к большему диаметру тоннеля, а для гарантии обеспечения производительности и снижения риска аварий к этим характеристикам был добавлен определенный запас. В конце концов, были выбра-

ны два ТПМК: один немецкой фирмы-производителя Herrenknecht, второй – японской Mitsubishi Heavy Industries (MHI).

Как уже говорилось, диаметр выемки определяется требованиями к внутреннему диаметру. Следовательно, при внешнем диаметре 14,65 м диаметр ТПМК должен быть больше 15 м, чтобы создать пространство для защитного слоя и избежать сдавливания ТПМК из-за деформации грунта.

Тягу обеспечивают гидроцилиндры, отгалькующиеся от кольца обделки, качество которой должно обеспечить реализацию следующих задач:

- избежать горизонтальных деформаций грунта перед тоннелем;
- компенсировать горизонтальное контактное давление грунта;
- компенсировать давление грунтовых вод;
- при необходимости, устранить вертикальную осадку грунта вокруг ТПМК;
- преодолеть силу трения во время продвижения ТПМК.

На прокладке метрополитена использовались ТПМК с максимальной тягой до 100 тыс. кН. В данном случае, с учетом того факта, что площадь рабочего органа в 2,5 раза больше чем на метрополитене, пришли к выводу, что необходимая минимальная тяга должна составлять 250 тыс. кН. Иногда при возникновении проблем с трением может потребоваться тяга и больше, поэтому минимальное требование было еще несколько повышено. ТПМК фирмы MHI имеет максимальную силу тяги 285 тыс. кН и 57 цилиндров весом по 500 т. У комплекса фирмы Herrenknecht сила тяги того же порядка: 276,390 тыс. кН и также 57 цилиндров весом по 485 т.

Крутящий момент при строительстве метрополитена рассчитывался по формуле $T = (2/3) \pi \tau R^3$, где τ – связность грунта (100 кПа или 10 т/м²). При требуемом крутящем моменте 2175 т·м номинальный ТПМК составил 2000 т·м. Чтобы определить минимальные требования к комбайнам для проекта М30, было рассчитано соотношение объемов выемки: $T = 2000 (15,1/9,4)^3 = 8240$ т·м. Такой крутящий момент обеспечивает возможность:

- прохода с использованием долотов и режущих инструментов;
- преодоления силы трения между грунтом и режущей головкой; осевых и радиальных сил, действующих на коренной подшипник, а также силы трения, действующей на систему уплотнения;
- перемещения грунта в камере режущего инструмента.

На основе геотехнических условий были определены и другие требования:

- максимальное рабочее давление в камере режущей головки – 6 бар;
- площадь открытой части режущей головки – не более 30 % от ее поверхности;
- необходимо более шести датчиков давления грунта в камере для надлежащего контроля процесса проходки;
- скорость проходки – 65 мм/мин (что соответствует проходке кольца длиной 1 м и диаметром 2 м за 30 мин);

- максимальный размер бульжника, который может пройти через винтовой конвейер, – 700 × 300 × 300 мм;

- пенообразование для обработки грунта – не менее 1000 м³/ч;

- пропускная способность растворонасоса для заполнения зазора за сборной обделкой свыше 50 м³/ч;

- требуется свыше трех рядов щеток в хвостовой части щита для предотвращения поступления воды;

- наличие камеры безопасности, рассчитанной на выживание 20 человек в течение 12 часов.

Два проектных решения

С учетом большого размера ТПМК, удовлетворить жестким требованиям заказчика и соответствовать плотному графику работ возможно только путем инновационных решений, которые должны были упростить реализацию проекта в заданные сроки. Это – высокая скорость проходки благодаря высокой производительности ТПМК, выражаемой в параметрах тяги и крутящего момента, а также конструктивные проектные решения для режущей головки или новые приспособления, ускоряющие процесс постановки крепи. Оба производителя предложили свои решения (рис. 3), которые, по мнению авторов, открывают путь для новых достижений в проектировании ТПМК большого диаметра.

Концепция Herrenknecht

Проектное решение немецкой фирмы основано на новой концепции проходки тоннелей с большой площадью поперечного сечения (181,5 м²) и заключается в следующем. Режущая головка разделена на две части, причем внутренняя головка вращается в направлении, противоположном направлению вращения внешней головки, создавая противодействующий момент. Внутренний диск диаметром 7 м (площадь 38,5 м²) может продвигаться вперед независимо от внешнего диска, разрабатывая центральную часть забоя и тем самым облегчая проходку периферийной части забоя внешним колесом. В общей сложности режущая головка оборудована 57 двойными дисковыми ножами диаметром 17 дюймов (43 см), 24 скребками и одним центральным режущим инструментом.

Двойная режущая головка уже использовалась на других машинах фирмы Herrenknecht, но только с гидротранспортом породы. Впервые эта концепция применена к ТПМК с грунтовым пригрузом забоя. Скорость вращения внутренней части режущей головки выше, чем у внешней, что снижает риск забивания камеры вынутым грунтом.

Режущая головка оборудована полностью гидравлическим приводом. Внутренний диск имеет 10 передач, а внешний – двойное зубчатое колесо с 24 внутренними и 32 внешними узлами привода. С учетом потерь мощности на гидравлическом оборудовании (около 32 %), при установленной мощности 15,8 МВт на режущую головку подается 10,7 МВт. Эта

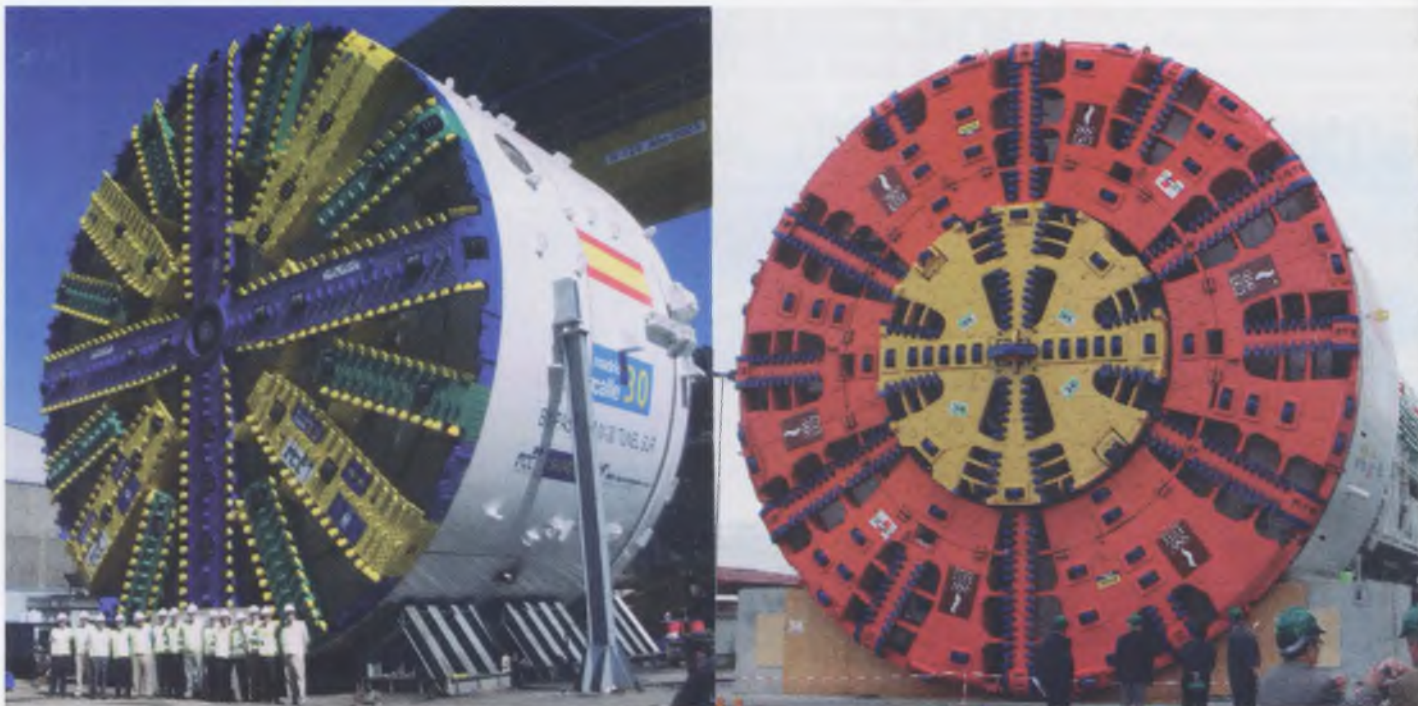


Рис. 3. ТПМК с грунтовым пригрузом забоя Mitsubishi диаметром 15,1 м (слева), используемый совместным предприятием компаний FCC и Dragados для проходки Южного тоннеля; ТПМК Herrenknecht диаметром 15,2 м (справа), применяемый совместным предприятием компаний Nesco и Ferrovial Agroman для сооружения Северного тоннеля

мощность обеспечивает крутящий момент 9600 т·м при 0,81 об/мин на внешнем диске и 8450 т·м при 1,5 об/мин на внутреннем. Максимальный крутящий момент составляет 10890 т·м и 12527 т·м для внешнего и внутреннего дисков соответственно.

Удаление разработанного грунта производится тремя винтовыми конвейерами: одним шнеком длиной 700 мм в центральной части и двумя по 1200 мм из нижней части камеры. Длина щита составляет 11,51 м без сочленений, а в его хвостовой части находятся три ряда щеток.

Концепция Mitsubishi

Японская концепция сильно отличается от немецкого проектного решения. У ТПМК Mitsubishi одна режущая головка, оборудованная 44 тройными дисковыми ножами диаметром 17 дюймов (43 см), 226 призматическими резцами, 420 шарошечными, 16 трехлопастными и 16 двухлопастными долотами и одним центральным режущим инструментом. Площадь открытой части режущей головки намного больше, чем у ТПМК Herrenknecht – 43%. ТПМК работает на электроэнергии, имея 28 частотно-регулируемых электроприводов по 358 кВт, обеспечивающих общую мощность 10 МВт (притом, что потери мощности меньше, чем в гидравлической системе). Номинальный крутящий момент для данной системы составляет 8570 т·м при 1,05 об/мин, а максимальный – до 12700 т·м.

Во избежание вращения всего комплекса в задней части щита предусмотрены регулируемые тяговые цилиндры и стальные профили, а также регулярная смена направления вращения режущей головки во время проходки. Большие машины отличаются малой скоростью вращения (около

1 об/мин), поэтому существует большой риск скопления вынутаго грунта в камере. Решение, которое выбрала фирма Mitsubishi, это центральная мешалка на гидравлическом приводе с размахом лопастей 5 м, установленная в камере режущего органа, которая должна значительно уменьшить риск забивания камеры. Мешалка вращается со скоростью до 2 об/мин, что вполне достаточно для соответствия заявленным требованиям. Удаление вынутаго грунта осуществляется при помощи одного винтового конвейера диаметром 1500 мм.

Длина активно-сочлененного щита – 12,22 м. В задней его части находятся четыре ряда щеток. В числе других инноваций данной машины – подъемное устройство для сегментов крепи, включающее две вакуумные плиты, расположенные друг напротив друга. Из соображений экономии времени активируется та вакуумная плита, которая находится ближе к сегментному питателю.

График и ход работ

Строительство Южного объездного тоннеля, начатое в июле 2004 г., планируется осуществить за 33 месяца. До начала работ с обоими производителями ТПМК были заключены контракты на проектирование на срок 6 месяцев для составления ТЭО по техническим условиям заказчика.

По окончании этого срока ТПМК Herrenknecht был изготовлен за 12 месяцев, а ТПМК Mitsubishi – за 17. Тем временем на обоих концах трассы Южного объездного тоннеля были сооружены большие (40 × 100 м) стартовые шахты глубиной по 30 м.

Запуск комплекса Herrenknecht на северном участке под управлением совместного предприятия компаний Nesco и Ferrovial Agroman состоялся в ноябре прошлого го-

да. За 12 недель работы он уже осуществил проходку 1260 м тоннеля, что соответствует 630 кольцам обделки.

ТПМК Mitsubishi, предназначенный для работы на южном участке и управляемый СП компаний FCC и Dragados, был сдан в эксплуатацию в марте этого года. Планируется ежедневно проходить по 20 м тоннеля, продвигаясь как минимум на 360 м в месяц.

Для соблюдения достаточно плотного графика параллельно с проходкой на расстоянии нескольких сотен метров за забоем проводятся такие вспомогательные работы, как сооружение перекрытий и соединительных тоннелей.

Заключение

Применение крупнейших в мире ТПМК с грунтовым пригрузом забоя на строительстве Южного объездного тоннеля кольцевой автодороги М30 – это большой шаг вперед в области механизированной проходки не только из-за очень высоких требований к мощности, силе тяги и крутящему моменту, но и наличия оборудования и служб, необходимых для строительства тоннелей такого размера.

Что касается следующих этапов подземного строительства, то схема автодороги М30 включает сооружение Северного объездного протяженностью 4,8 км и соединительного тоннеля длиной 2,6 км между Северным тоннелем и трассой № 1.

Эти тоннели коренным образом изменят лицо города и улучшат экологическую среду обитания его жителей.

Инновационные решения в области проходки тоннелей в городских районах с плотной застройкой открывают путь к плодотворному развитию тоннелестроения во всем мире.

Корпорация Нормет разрабатывает и производит самоходную технику на пневмоколесном ходу с дизельным приводом для использования в подземных условиях на горнорудных предприятиях, а также при строительстве подземных сооружений и тоннелей. Производство Корпорации Нормет расположено в средней Финляндии в г. Иисалми.

Благодаря надежности и качеству продукция пользуется заслуженным признанием у горняков и тоннелестроителей всех континентов на протяжении уже более 40 лет. Корпорация Нормет является признанным лидером в своем сегменте мирового рынка горных машин.

Производственная программа включает самоходные машины и производственные комплексы для механизированных работ по оборке кровли и креплению подземных выработок набрызгбетоном, а также подъемники, машины для перевозки и зарядки взрывчатых веществ, машины для перевозки людей, горной массы и других грузов в подземных условиях и при строительстве тоннелей.



Представитель в Российской Федерации:
ООО «Интертехсервис», 119270, Москва, Фрунзенская наб., 50-509
тел. (495) 242 00 13, (495) 248 19 34, факс (495) 242 04 23

БОЛЬШОЙ НОВОРОССИЙСКИЙ ТОННЕЛЬ

А. В. Яковлев, генеральный директор, ПИИ «Бамтоннельпроект»
В. Г. Лозин, главный инженер проекта

Проект реконструкции Большого Новороссийского тоннеля на Северо-Кавказской железной дороге разработан в соответствии с заданием МПС России от 20 марта 2003 г. проектно-изыскательским институтом «Бамтоннельпроект» с привлечением субподрядной организации – института ОАО «Сибгипротранс» в 2003–2004 гг. Генеральным подрядчиком строительства является ОАО «Бамтоннельстрой».

Большой Новороссийский тоннель участка Крымская – Новороссийск Северо-Кавказской железной дороги находится на перегоне между станциями Тоннельная – Гайдук.

Район расположения тоннеля приурочен к юго-западным отрогам мегантиклинория Большого Кавказа. Рельеф территории среднегорный, реже – высокогорный, сильно расчлененный.

Тоннель проложен по восточному склону отрога. Максимальная отметка дневной поверхности по трассе существующего тоннеля 315,5 м. Вершина смещена в сторону Южного портала.

Действующий тоннель длиной 1389,4 п. м построен в 1885–1888 гг. под два пути с междупутьем 3753 мм без учета уширения на кривой.

Во время войны тоннель неоднократно подвергался взрывам и разрушениям. В 1943 г. силами УВВР-12 он был временно восстановлен и обеспечивал пропуск грузов до третьей степени негабаритности по нормам того времени. В последующем, в результате разрушений и выветривания материалов обделки, неоднократно производился его ремонт.

Как показала практика (реконструкция Петлевых тоннелей на Северо-Кавказской железной дороге), реконструкция действующего Большого Новороссийского тоннеля не может быть выполнена без длительных (до 6 мес.) перерывов движения поездов. При существующих и перспективных размерах движения по перегону Тоннельный – Гайдук такие перерывы не могут быть предоставлены железной дорогой. Поэтому заданием предусмотрено реконструкцию тоннеля осуществить в два этапа:

1-й этап – строительство нового однопутного тоннеля, в период которого движение поездов будет осуществляться по действующему двухпутному тоннелю с ограничением скорости;

2-й этап – реконструкция действующего тоннеля под один путь. Движение в это время будет производиться по новому тоннелю в пределах однопутной вставки ст. Тоннельная – п. п. 793 км.

После ввода реконструированного (существующего) тоннеля двухпутное движение по перегону восстанавливается. Данная очередность отработана при сооружении новых и реконструкции «царских тоннелей» на Дальневосточной железной дороге.

Работы ведутся в Новороссийском районе Краснодарского края. Тоннели удалены от Черноморского побережья Кавказа на расстояние около 15 км к северу.

Строительный комплекс, включающий в себя тоннель, штольню, припортальные выемки, стройплощадки, располагается вблизи существующих автодорог Новороссийск – Керченский пролив и Краснодар – Новороссийск. Район реконструкции тоннелей находится в предгорной местности. Горы покрыты лесами преимущественно I категории.

Основная база управления создается на базовой строительной площадке в районе станции Тоннельная.

На припортальных площадках тоннеля и штольни предусматривается организация стройплощадок необходимых площадей с набором зданий и сооружений, обеспечивающих весь технологический процесс.

Для обеспечения строительства нового Большого Новороссийского тоннеля и реконструкции существующего в проекте предусматривается прокладка пяти временных автомобильных дорог:

- к северной предпортальной выемке нового тоннеля подводится временная автомобильная дорога № 1 с примыканием ее к федеральной Е-97 Анапа – Новороссийск;
- для транспортировки грунта в отвал используются временные автодороги № 2 и 3, обеспечивающие организацию движения как со стороны Северного, так и Южного порталов;
- для реконструкции существующего тоннеля, после перевода движения поездов по новому тоннелю, проектируются временные автомобильные дороги № 4 и 5;
- автодорога № 4 начинается у стройплощадки Южного портала нового тоннеля

и проходит под проектируемыми железнодорожными мостами к Южному portalу реконструируемого и одновременно к трансформаторным подстанциям;

• для организации строительных работ Северного портала реконструируемого тоннеля проектируется автодорога № 5 с примыканием ее к федеральной Е-115 Новороссийск – Краснодар.

Строительство нового тоннеля и штольни

В плане тоннель, в основном, расположен на прямой. На подходах к Северному и Южному порталам уложены кривые радиусом 700 м. Со стороны Северного портала длина кривой 0,21 км, а со стороны Южного – 0,13 км.

В профиле тоннель односкатный. Уклоны по нему запроектированы в сторону Южного портала. Максимальная крутизна уклона 11,1 ‰.

Протяженность нового строящегося тоннеля – 1590 м. Дренажная штольня в плане проходит западнее его с расстоянием в осях 15–20 м. Длина штольни – 1,7 км.

Северный портал штольни примыкает к припортальной выемке Северного портала нового тоннеля, а Южный смещен на 110 м к югу. На этой длине штольня проходит в борту тоннельной выемки.

В продольном профиле штольня повторяет уклоны тоннеля. По высоте ее водоотводные лотки размещаются ниже лотков тоннеля на всем протяжении штольни.

План и продольный профиль тоннеля предварительно согласован ЦУЭП МПС и Управлением Северо-Кавказской железной дороги.

Южный портал существующего Большого Новороссийского тоннеля



Проект строительства разработан по материалам инженерно-геологических изысканий ОАО «Сибгипротранс» в 2003 г, геофизических исследований (электроразведка, сейсморазведка, сверхширокополосное зондирование) – ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» и института «Кавгипротранс», а также картографического материала Кубаньгеологии.

Максимальное сечение нового тоннеля по трассе составляет 75 м². Проходка его и штольни ведется в грунтах от неустойчивых до относительно устойчивых. Коэффициент крепости пород, вмещающих тоннель, колеблется от 1,2 до 5,0 по шкале Протодяконова. Инженерно-геологические условия средней сложности. Сооружение тоннеля и штольни будет производиться в толще переслаивающихся известковых и глинистых мергелей с прослоями известковых песчаников, разбитых тектоническими зонами смещения, часто чередующейся прочностью и трещиноватости.

Работы по строительству нового тоннеля начинаются с сооружения дренажной штольни с северного и южного порталов. С отставанием её от забоя не менее 200 м ведется проходка тоннеля уступным способом с механизированной разработкой грунта высокопроизводительными австрийскими комбайнами АТМ-75 фирмы «VOEST-ALPINE». После сбойки тоннеля производится доработка нижней части его сечения. Ветвилина заходки составляет 1 м.

Для предотвращения обрушения пород при врезке тоннеля в горный массив выполняется закрепление свода над ним металлическими трубами, устанавливаемыми в скважины с прокачкой их цементным раствором.

Тоннель сооружается в породах с коэффициентом крепости пород по Протодяконову $f = 1,5-3,0$ с устройством опережающего крепления свода из железобетонных анкеров диаметром 32 мм длиной 3 м. Временное крепление выработки – арка из двуглава № 30 с «черновым» бетоном кл. В25, уложенным по внутренним её полкам.

В относительно благоприятных геологических условиях проходки ($f = 4,0-5,0$) будет применен передовой опыт наиболее развитых в области тоннелестроения стран (Япония, Германия, Австрия, Швейцария) – новозавстрийский способ. Для этого ОАО «Бамтоннельстрой» располагает новейшим импортным оборудованием. Строительство тоннеля с применением набрызг-бетонной временной крепи позволит повысить эффективность работ, значительно увеличить скорость проходки данного интервала и получить значительную экономию материалов и средств.

По своду и стенам выработки устраивается двухслойная гидроизоляция и монтируется арматура постоянной обделки. Для механизированной укладке бетона при её возведении используются стальные передвижные опалубки «Сага-Когно». Подается бетон с помощью пневмобетонукладчиков.

Конструкция верхнего строения пути (для обоих тоннелей) принята на основании письма Управления Северо-Кавказской железной дороги: колея – 1520 мм, путь на рельсах Р-65, на железобетонных шпалах и щебеночном балласте.



Проходка тоннеля со стороны Северного портала

Реконструкция существующего тоннеля

В соответствии с техническим заданием действующий двухпутный тоннель реконструируется под один путь. Габарит приближения стросний – «С» для прямой и кривой радиусов 400, 600, 700 м. Переустройство тоннеля запланировано на период с 2009 по 2011 г.

При реконструкции существующего тоннеля сохраняются основные характеристики его плана и профиля. После завершения работ он будет односкатный с максимальным уклоном 13,3 ‰ с севера на юг.

Обделка существующего двухпутного тоннеля выполнена из каменной кладки без обратного свода. Реконструкция её осуществляется за счет уменьшения сечения до однопутного с доработкой лотка до необходимой величины.

Длина существующего тоннеля увеличивается до 1638 м за счет галереи на Северном портале.

При реконструкции изменяется внутреннее очертание обделки, причем ось проектируемого пути размещается по оси тоннеля, что обеспечивает вписывание габарита приближения стросний «С» ГОСТ 9238–83 на кривых и прямых участках пути с учетом размещения за пределами габарита систем водоотвода, устройств СЦБ и связи, кабельных систем и других устройств.

План трассы принят по материалам съемки, выполненной ОАО «Сибгипротранс» в апреле-мае 2003 г.

Для составления продольного профиля использованы поперечные сечения, представленные в результатах обследования Тоннельнообследовательской испытательной станцией ФГУП «Центр-ИССО» МПС РФ.

При определении величины уклонов профиля учитывались положения свода существующей обделки с понижением на 400 мм (толщина проектируемой обделки внутри существующей).

Тоннель со стороны Северного портала на длине 83 м находится на кривой R 400, далее от ПК7898+75,8 до ПК 7904+23,37 на составной кривой R 550, 655, 748 м. Со стороны Южного портала на длине 260 м на кривой 769 м.

После снятия движения с действующего тоннеля демонтируются ВСП и инженерные коммуникации. Параллельно с демонтажем ВСП,

для усиления существующей обделки на время доработки основания, в стены тоннеля бурятся скважины диаметром 60 мм глубиной 8 м, с шагом 1 м при помощи установки «Максиматик». В эти скважины устанавливаются анкеры диаметром 36 мм длиной 8 м с последующей прокачкой цементного раствора насосом РН-1.

Производится также разработка балласта, камня и породы в основании тоннеля на проектную глубину комбайном АТМ-75 заходками 1 м с погрузкой в автопоезд МоАЗ и вывозкой в отвал.

При помощи установки швейцарской фирмы «Роболт» бурятся шпурсы длиной 3,1 м под нагельное крепление. Затем в два ряда в шахматном порядке устанавливаются железобетонные анкеры – нагели из арматуры диаметром 25 мм А-II длиной 3,1 м с шагом 400 мм. На арматуру навешивается металлическая сетка 100 × 100 × 5 и наносится слой набрызг-бетона толщиной 50 мм кл. В-25 с использованием набрызг-машины «Путцмастер» WKM-133. Далее производится подготовка поверхности старой обделки тоннеля и бетона под двухслойную гидроизоляцию (срубка наливов и углов бетона, заделка каверн в бетоне и т. д.), которая с монтажной рамы устанавливается по своду и стенам выработки.

Монтаж арматуры постоянной обделки ведется со специальной тележки.

Бетонирование свода и стен постоянной обделки осуществляется при помощи передвижной опалубки «Сага-Когно» блоками по 12 м. С отставанием производится бетонирование обратного свода тоннеля блоками с устройством деформационных швов.

После окончания процесса бетонирования начинается сооружение верхнего строения пути.

На участках удлинения существующего тоннеля в выемках проходка запланирована открытым и полукрытым способами.

Проектом реконструкции перегона Тоннельная – Гайдук и для ликвидации дефицита пропускной способности предусмотрено строительство нового двухпутного Малого Новороссийского тоннеля параллельно существующему. Соответствующее задание на проектирование утверждено первым вице-президентом ОАО «РЖД» в 2006 г.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЙ ТОННЕЛЬ ВОДОПРОВОДЯЩЕГО ТРАКТА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЮЖНЫХ АЛЕППСКИХ ЗЕМЕЛЬ

В. Н. Пархоменко, Е. М. Рыжанков, В. М. Цилько, Ю. К. Гуров, ООО «СПИИ «Гидроспецпроект»

В текущем году начато строительство нового протяженного тоннельного водовода, который является одним из объектов крупного гидротехнического комплекса, предназначенного для водоснабжения населенных пунктов, технического водоснабжения (ГРЭС), а также для орошения сельскохозяйственных земель (Южных Алеппских) в Сирийской Арабской Республике.

Генеральный план орошения и соответствующий комплекс проектных и инженерных изыскательских работ были выполнены ЗАО «Производственное объединение «Совинтервод» (Российская Федерация). Проект конструкции и организации строительства гидротехнического тоннеля составлен Специальным проектно-изыскательским институтом «Гидроспецпроект» (РФ).

Необходимость прокладки тоннеля была вызвана прохождением трассы водопроводящего канала под территорией юго-восточного пригородного района г. Алеппо и на относительно большой глубине, не позволившими реализовать сооружение канала открытым способом. Протяженность тоннеля 5389 м, уклон 0,0019, расчетный расход пропускаемой воды 50 м³/с. Глубина заложения от 20 до 65–70 м (от подошвы тоннеля). Поверхность рельефа слабоволнистая. Сейсмичность района строительства 9 баллов.

Массив горных пород, вмещающий тоннель, характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями (рис. 1). В структурно-тектоническом плане участок расположен в пределах северо-западного погружения поднятия Эль-Хасс, разбитого на ряд блоков системой разломов. К наиболее крупным тектоническим структурам указанного поднятия на рассматриваемой территории относятся структурный склон (слабонаклонная моноклиналь) Хантуман и расположенный в его пределах грабен Шейх-Саид, вытянутый в меридиональном направлении. Трасса тоннеля пересекает его на протяжении около 2 км. На этом участке горные породы представлены ниже-верхнемиоценовыми известняками, покровными и пластовыми телами базальтов и базальтовых порфиритов. Сам грабен разбит на ряд блоков разломами III–IV порядков. При этом ширина зон таких разломов от 15 до 35 м. Характеризуются они сильной раздробленностью пород, интенсивным развитием выветривания и карстообразования, с глубиной заметно затухающими. Вне зон разломов породы средне- и слаботрециноватые. Но и здесь в карбонатных породах наблюдаются кавернозность и карстовые по-

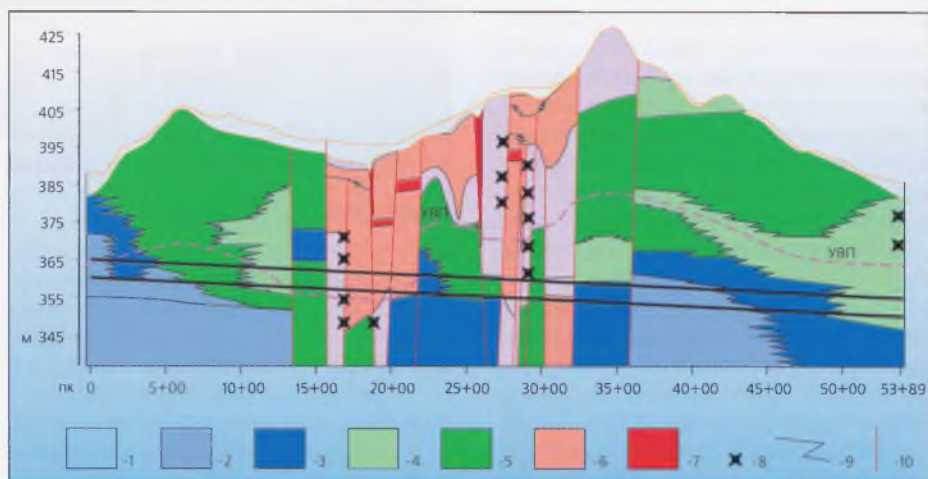


Рис. 1. Схема инженерно-геологического разреза по трассе тоннеля; 1 – покровные четвертичные отложения; 2 – мергели сильнотрещиноватые размягченные; 3 – мергели массивные, местами окремненные; 4 – мели размягченные; 5 – мели трещиноватые; 6 – базальты, базальтовые порфириты; 7 – глины карбонатные; 8 – проявления карста; 9 – литологические границы; 10 – разрывные тектонические нарушения

лости до 0,3 м шириной, заполненные щебнисто-глинистым материалом.

На остальных участках трассы, у входного и выходного порталов, горные породы представлены мелями и мергелями среднего и верхнего эоцена.

С поверхности весь участок покрыт чехлом из четвертичных отложений мощностью до 1–7 м делювиально-пролювиального и элювиального происхождения.

Уровень подземных вод в связи с водозабором для орошения сельскохозяйственных культур подвержен резким сезонным колебаниям. При максимальном подъеме УПВ располагается на отметках от 5–6 м до 20–29 м над подошвой тоннеля, на участке ПК13+00 до ПК21+60 УПВ – ниже подошвы. Расчетные ожидаемые водопритоки сравнительно невысокие – от 0,05–0,2 до 1,0 м³/ч/пог. м.

Выполненный в процессе проектирования анализ вариантов способов строительства тоннеля показал, что наиболее рациональным в технико-экономическом отношении является механизированный щитовой способ разработки пород с одновременным возведением сборной крепи из высокоточных железобетонных блоков. Основными положительными моментами при этом являются: отказ от применения в больших объемах капитальной временной крепи и предварительного укрепления пород, от сооружения промежуточных шахт с подземными рудничными дворами, от использования взрывных технологий и в то же время от ручного труда при раз-

работке пород и других подземных работах, а также значительное сокращение сроков строительства, возможность вести проходку с одного портала, практическая готовность тоннеля для эксплуатации вскоре после завершения его сооружения.

В качестве основного несущего элемента конструкции принята сборная высокоточная железобетонная обделка, состоящая из семи блоков – четырех нормальных, двух смежных и одного замкового, заводимого на место при монтаже кольца со стороны забоя (рис. 2). Наружный диаметр кольца равен 5,10 м, внутренний – 4,6 м. Толщина блоков 0,25 м, ширина – 1,20 м.

Блоки обделки изготавливаются из гидротехнического бетона класса В45, водонепроницаемости W10 с добавками микрокремнезема для усиления гидроизоляционных свойств.

Для восприятия сейсмических волн между блоками в кольце и между соседними кольцами предусмотрены связи растяжения в виде наклонных болтов, устанавливаемых в специальных углублениях блоков, которые после их скрепления заделываются набрызгбетоном с пределом прочности на осевое растяжение В_т2,4.

Герметизация стыков обделки осуществляется при помощи установки в торцевые пазы блоков контурного резинового уплотнения из эластичной долговечной резины типа фирмы «Феникс» (Германия), а также заполнением чеканочных канавок изнутри обделки герметизирующим составом типа «Монофлекс».

Для достижения качественной гидроизоляции блоки обделки изготавливаются высокоточными – отклонение от номинала по длине и ширине не должно превышать 0,5 мм. Сборная обделка, собранная из них, с запасом обеспечит расчетный коэффициент шероховатости бетонных поверхностей, принятый равным 0,015, при условии заделки местных углублений в блоках торкретом.

Монтаж соседних колец производится с перевязкой швов на 0,5 блока, что обеспечивает повышенную жесткость конструкции и создаст наиболее благоприятные условия для работы герметизирующего уплотнения стыков.

Сборная железобетонная конструкция выполняется двух типов, опалубочные размеры которых идентичны, а разница заключается в проценте армирования блоков. При этом обделка с расходом арматуры 123 кг/м³ бетона устанавливается на участках прочных устойчивых пород (36 % длины тоннеля), 148 кг/м³ – слабых неустойчивых (64 %).

Основные конструктивные параметры обделки – ее толщина и класс бетона подтверждены расчетами, учитывающими восприятие горного давления, наружного и внутреннего давления воды и сейсмических воздействий.

Учитывая, что трасса тоннеля пересекает более десяти видов различных пород, для уменьшения общего количества статических расчетов, все они были сгруппированы по близким физико-механическим характеристикам, глубине залегания, гидростатическому давлению и другим факторам в пять расчетных створов. В частности, выбраны створы, например, с полным столбом размягченных пород или с максимальным гидростатическим давлением подземных вод, или зоны разломов с сочетанием нагрузок – минимальное давления подземных вод и боковое давление пород как наиболее невыгодное.

Принимая во внимание сложность инженерно-геологических условий строительства тоннеля, наличие на большей его части размягченных и легко размокаемых пород, степень достоверности принятых нагрузок может быть откорректирована только показаниями контрольно-измерительной аппаратуры, заложенной в проекте. При превышении фактических действующих нагрузок по сравнению с расчетными предусмотрена возможность усиления обделки армированным набрызг-бетонным кольцом.

При ее расчете на сейсмические воздействия осуществлялась проверка прочности конструкции с целью предупреждения обрушения. При этом допускалась возможность возникновения остаточных деформаций (трещин, сколов и т. п.), не приводящих к обрушению и вывалу элементов конструкции. В то же время расчет производился отдельно на сейсмические нагрузки инерционные (от собственного веса обделки, от горного давления, от веса воды в тоннеле) и неинерционные (сейсмическое горное давление, вызванное изменением напряженного состояния массива горных пород при прохождении в нем сейсмических волн, и нагрузки от внутреннего напора воды в тоннеле). Расчет на сейсмические нагрузки, называемый

квазистатическим, применим при условии малых размеров поперечного сечения тоннеля по сравнению с длиной сейсмической волны. В нашем расчетном случае это условие выполняется.

Расчеты обделки на все виды нагрузок производились двумя методами:

- строительной механики, когда обделка рассматривается как статически неопределимая стержневая система, работающая в упругой линейно деформируемой среде, с использованием программного комплекса «Муссон», разработанного институтом «Метрогипротранс» (Москва). Обделка рассчитывалась на все виды нагрузок, кроме неинерционных сейсмических;

- расчеты обделки на сейсмическое воздействие неинерционных нагрузок в сочетании с горным давлением выполнялись по методу проф., д. т. н. Фотиевой Н. Н. Он основан на аналитическом решении задачи теории упругости, в котором рассматривается равновесие кольца произвольной формы с одной осью симметрии, подкрепляющего отверстие в упругой несомой плоскости, моделирующей массив горных пород. На контакте кольца (обделки) с упругой средой выполняются условия равенства (непрерывности) радиальных и контактных напряжений.

Конструкция сборной обделки выполняется так, что блоки в кольцевых стыках имеют плоские ограниченные площадки опирания, что в сочетании с перевязкой швов соседних колец на 1/2 блока обеспечивает высокую устойчивость и изгибную жесткость обделки. Поэтому при составлении расчетных схем в процессе проведения статических расчетов сочли нецелесообразным рассматривать стыки соседних блоков в кольце как шарнирные, а рассчитывать их как монолитные. Такое допущение идет в запас прочности обделки.

Расчеты конструкции на инерционные и неинерционные воздействия с расчетной сейсмичностью 9 баллов показали, что внутренние усилия, возникающие при восприятии сейсмических нагрузок, не являются определяющими при расчете армирования обделки. Кроме того, принятая конструкция не требует применения каких-либо специальных антисейсмических мероприятий, так как в проекте предусмотрены герметические резиновые уплотнения по периметру всех блоков сборной обделки, которые вполне будут выполнять и функцию деформационных швов.

Сооружение тоннеля принято вести одним забоем с выходного портала вверх по уклону с целью удаления подземных и технических вод самотеком. Для обеспечения производственной безопасности (для оптимизации вентиляции и как аварийные выходы) предусмотрено устройство трех вентиляционных скважин (диаметром 1200 мм), расположенных на ПК12+50, 26+50, 40+50. В период эксплуатации их будут использовать для дополнительной вентиляции тоннеля во время периодических осмотров состояния обделки и выполнения ремонтных работ; а также для вывода коммутационных кабелей от контрольно-измерительной аппаратуры на поверхность.

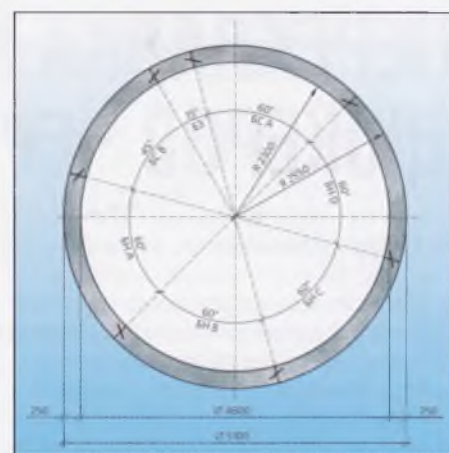


Рис. 2. Сборная обделка: БН (А, В, С, D) – блоки нормальные; БС (А, В) – блоки смежные; БЗ – блок замковый

Разрушаемая при работе щита порода подается от забоя на первичный конвейер, откуда перегружается в вагонетки по основному конвейеру. Откатка грунта осуществляется в большегрузных вагонетках емкостью 14 м³. Сборная обделка полностью монтируется в пределах оболочки щита. При выходе очередного кольца из-под нее производится первичное нагнетание цементно-песчаного раствора за обделку. Контрольное нагнетание выполняется в 250 м от забоя.

При проходке в слабоустойчивых и неустойчивых породах щит переходит к работе в режиме грунтопригруза. При этом для повышения связности грунтов может применяться впрыскивание бентонитового или глинистого раствора или «воды и пены» через специально смонтированные трубопроводы, затем вокруг породопригрузочного кольца, вдоль шнекового конвейера и вокруг режущей кромки планшайбы ротора.

Для контроля над состоянием обделки в процессе строительства и эксплуатации тоннеля проектом предусмотрено размещение в нем контрольно-измерительной аппаратуры в виде струнных датчиков давления. Всего по трассе было выбрано семь измерительных сечений в характерных инженерно-геологических условиях. В каждом сечении планируется установка трех датчиков давления в сводовой части обделки. Постоянные терминалы подключения (стационарные измерительные пульта) размещаются на поверхности около вентиляционных скважин.

При определении сроков сооружения тоннеля была принята расчетная среднемесячная скорость проходки 250 м/мес., что соответствует современным достигнутым темпам строительства подобных подземных объектов (и в аналогичных инженерно-геологических условиях) в российской и зарубежной практике. При этом общая продолжительность с учетом подготовительного периода, монтажа механизированного тоннелепроходческого комплекса, пусконаладочных работ, испытания и сдачи ТПМК в эксплуатацию, собственно проходки, демонтажа ТПМК и подготовки тоннеля к сдаче в эксплуатацию составила 36 месяцев.

ПЕРЕКЛАДКА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ДЮКЕРОВ ЧЕРЕЗ р. МОСКВУ

Б. М. Пржедецкий, гл. специалист ООО «Институт «Каналстройпроект»

Институт «Каналстройпроект» по заказу Мосводоканала разработал проект перекладки канализационных дюкеров через р. Москву.

Существующие каналы (Юго-Западный $D=3300$ мм (ЮЗК), Усиление Юго-Западного $D=3280$ мм (УЮЗК) и подводящий к Курьяновской станции аэрации $D=3000$ мм (КСА)) принимают на себя сточные воды от Южного, Юго-Западного и Северо-Восточного районов Москвы.

В настоящее время в районе Государственного музея-заповедника «Коломенское» под р. Москвой работает существующий дюкер из 16 ниток ($12D=1400$ мм, $4D=1200$ мм), к которому подходят три подводящих канала: ЮЗК, УЮЗК и КСА.

Комплекс дюкерных переходов через р. Москву в районе Государственного музея-заповедника «Коломенское» представляет собой сложную систему стоков, построенную в различное время с 40-х по 82-е годы прошлого столетия. Согласно акту обследования технического состояния в связи с общим износом трубопроводов требуется комплексная реконструкция дюкерной сети, железобетонных каналов, всех распределительных камер.

В 2004 г. была реконструирована 6-я нитка дюкера $D=1200$ мм канала ЮЗК.

Данным проектом предусматривается реконструкция 15 ниток существующих стальных дюкеров бестраншейным методом протаскивания «трубы в трубе» плетей полиэтиленовых труб: в стальной трубопровод $D=1200$ мм протаскивается полиэтиленовая труба $D=1000$ мм, в трубопровод $D=1400$ мм – труба $D=1200$ мм без откачки фекальных вод.



Музей-заповедник «Коломенское» – излюбленное место отдыха москвичей

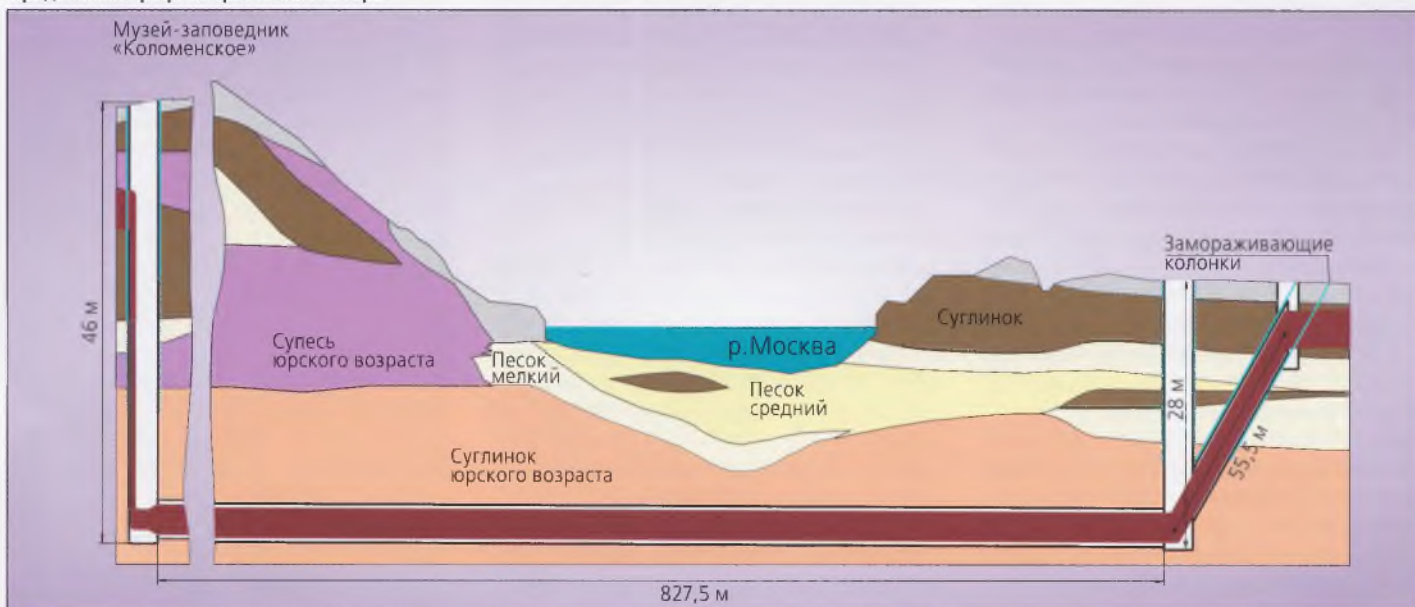
Вследствие этих работ уменьшается диаметр дюкеров и их пропускная способность.

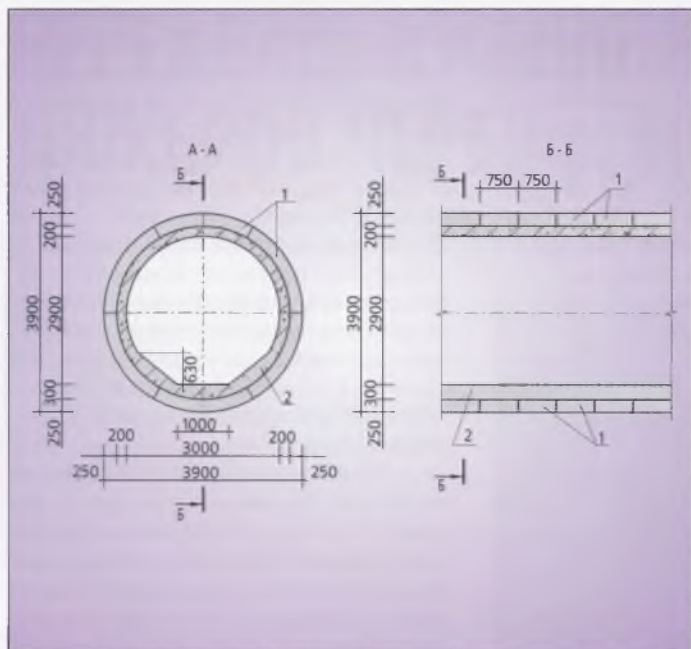
Согласно расчету существующие дюкеры не смогут пропустить все сточные воды, поступающие на них, поэтому проектом предусматривается строительство еще одной нитки дюкера, помимо реконструкции существующих. Прокладка новой нитки дюкера необходима также для того, чтобы снять воду с существующих каналов для производства работ по реконструкции дюкеров и камер.

Институтом «Каналстройпроект» было рассмотрено четыре варианта прохождения нового дюкера и выбрана трасса, начинающаяся врезкой в существующие каналы ЮЗК, УЮЗК, КСА на территории Государственного

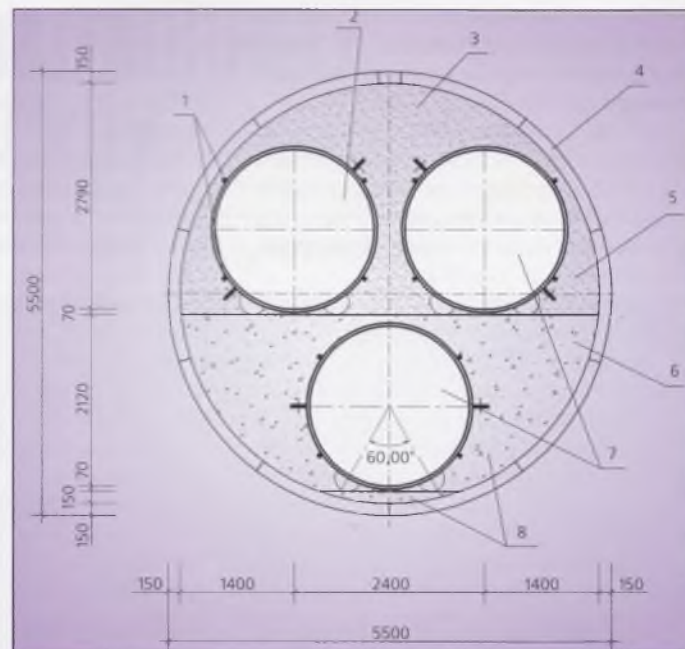
музея-заповедника «Коломенское» в районе Большой улицы (К-4 – К-3 – К-2), далее в камере ВКД-1 трасса опускается стальными трубами $2D=2000$ мм в монолитной железобетонной обойме на глубину 44,8 м. По территории музея-заповедника «Коломенское» и под р. Москвой канализация запроектирована закрытым способом в виде коллекторного тоннеля $D_{\text{шт}}=4,0$ м ($D_{\text{вн}}=3,0$ м) с монолитной железобетонной рубашкой. На участке ПК6+84,5 – ПК6+29,5 осуществляется подъем с устройством наклонного тоннеля $D=5,5$ м со стальными трубами $3D=2000$ мм. Далее, на территории Курьяновской станции аэрации канализация запроектирована открытым способом

Продольный профиль трассы коллектора





Сечение щитового туннеля $D=4,0$ м «Ловат»: 1 — блоки наружной обделки, 2 — внутренняя обделка из железобетона



Сечение наклонного хода из чугунных тубингов $D=5,5$ м: 1 — тужи из арматуры, 2 — стальная труба $D=2020$ мм с наружной изоляцией из трёх слоёв ПВХ лент и внутренней ЦПИ, 3 — забутовка цементным раствором М100, 4 — тубинги наружного диаметра $D=5,5$ м, 5 — 2-я очередь бетонирования, 6 — 1-я очередь бетонирования, 7 — стальная труба $D=2020$ мм, 8 — монолитный бетон В15

но-геологических условий, в которых сооружается наклонный туннель.

Проектом предусмотрен следующий порядок работ по сооружению наклонного туннеля. Сначала с поверхности бурятся наклонные замораживающие скважины и оборудуется замораживающая сеть. Одновременно с процессом активного замораживания грунтов производится разработка грунта наклонного туннеля, монтаж первых десяти колец обделки, сооружение наклонной эстакады для скипового подъема разработанного грунта, бункера и тельферной эстакады для складирования и подачи в туннель элементов обделки. В последнюю очередь, после создания ледогрунтового ограждения приступают непосредственно к разработке грунта с помощью ручного пневматического инструмента. Выдача грунта на поверхность производится с помощью скипа.

Чугунные тубинги монтируются с применением механического блокоукладчика.

По окончании проходки туннеля замораживание отключается, извлекаются замораживающие колонки, демонтируется замораживающая сеть и механизированный надшахтный комплекс.

После очистки обделки производится укладка бетонного основания под трубопроводы, монтаж трубопроводов $D=2000$ мм и заполнение оставшегося пространства цементным раствором.

Строительство щитового туннеля начинается от Курьяновской станции аэрации (рабочий котлован № 1) и заканчивается на территории Государственного музея-заповедника «Коломенское» (приемный котлован № 2), с применением щитового комплекса канадской фирмы «LOVAT» диаметром 4,0 м с грунтопригрузом.

Комплекс фирмы «LOVAT» представляет собой независимую тоннелепроходческую систему, оснащенную конвейером для удаления разработанного грунта, системой возве-

дения обделки туннеля и интегральными блоками питания. Он составлен из трех главных секций: передней оболочки, в которой заключен породоразрушающий исполнительный орган и главный привод, неподвижной оболочки, где расположены органы управления, электрические и гидравлические агрегаты питания, системы продвижения комплекса и конвейерная; хвостовой оболочки с системой монтажа обделки.

Для разработки грунта, его транспортировки и сборки обделки туннеля в тоннелепроходческом комплексе используются гидравлические системы привода. Продвижение также обеспечивает система гидравлических цилиндров, расположенных на кольце вокруг внутренней окружности неподвижной оболочки.

Управление направлением продвижения обеспечивается активной шарнирной системой, соединяющей переднюю и неподвижную оболочки. Возможность отклонения породоразрушающего исполнительного органа на угол до 2° в любом направлении позволяет тоннелепроходческому комплексу проходить криволинейные участки трассы как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Все органы управления, контрольно-измерительные приборы сосредоточены на операторском пульте, смонтированном в неподвижной оболочке и расположенном в положении, позволяющем визуально контролировать как выход породы из породоразрушающего исполнительного органа, так и процесс монтажа обделки.

В целях безопасности тоннелепроходческий комплекс оснащен взрывозащищенными двигателями, кожухами, осветительной арматурой и трехфазным питанием.

Для предотвращения бокового опрокидывания служит устройство, которое при помо-

щи электрических датчиков автоматически выключает комплекс в случае превышения заданных пределов.

Конструкция туннеля принята из железобетонных блоков. Котлованы для щитовой проходки запроектированы прямоугольного сечения. По окончании проходки рабочего котлована щит опускается в подготовленный забой и начинается проходка. В забое щита будут разрабатываться глины черные пылеватые плотные юрского возраста с прослоями водонасыщенного песка. Транспорт разработанного грунта и подача железобетонных блоков осуществляется по рельсовым путям с электровозной откаткой.

Проходка туннеля ведется заходками на ширину одного кольца обделки. Укладка блоков предусмотрена в обе стороны от лотка, при этом блоки с отверстиями для нагнетания цементного раствора за блочную обделку должны быть равномерно распределены по кольцу. Последним укладывается замковый блок. Швы очищаются и заделываются раствором на расширяющемся цементе. После сооружения щитового туннеля в нем устраивается железобетонная рубашка.

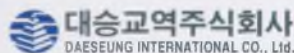
Реализация данного проекта не окажет влияния на памятники архитектуры: церкви Казанской Божьей матери и Вознесения Господня, так как горнопроходческий комплекс фирмы «LOVAT» обеспечивает беспросадочную проходку, кроме того, эти памятники расположены на расстоянии 170 м от проектируемого дюкера.

Осуществление данного проекта позволит ликвидировать возникновение аварийных ситуаций на территории Государственного музея-заповедника «Коломенское» и в пойме р. Москвы, а также откроет возможность освоения Южного, Юго-Западного и Восточного районов Москвы.

BALUM Inc.

ГОРНО-ШАХТНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Эксклюзивный представитель в России и странах СНГ фирм:



Американская компания BALUM Incorporated на протяжении ряда лет занимается поставкой как новой так и бывшей в употреблении спецтехники в Россию и страны СНГ. Опыт работы по всему миру и установившиеся связи с нашими партнерами позволяют нам предлагать технику широкого диапазона при кратчайших сроках доставки и по минимальным ценам. Наша компания является эксклюзивным дилером на поставки техники в Россию и страны СНГ многих заводов производителей из США, Канады, Австралии, Южной Кореи.

Оборудование для укладки бетона и набрызг-бетонирования фирмы **Blastcrete (США)**



Тоннельные экскаваторы фирмы **Daeseung Int. Co., Ltd. (Корея)**



Оборудование для укладки бетона и набрызг-бетонирования фирмы **Reed (США)**



Оборудование для укладки, доставки бетона и бетонирования фирмы **Jacon (Австралия)**



Карьерные и шахтные локомотивы фирмы **Republic Locomotive (США)**



Оборудование для работы в шахтах, подземных выработках, тоннелях фирмы **Tracks&Wheels (Канада)**



BALUM INCORPORATED

560 South Blvd., Troy, MI 48085 USA Tel: +1 (248) 703-5864 Fax: +1 (248) 879-3935

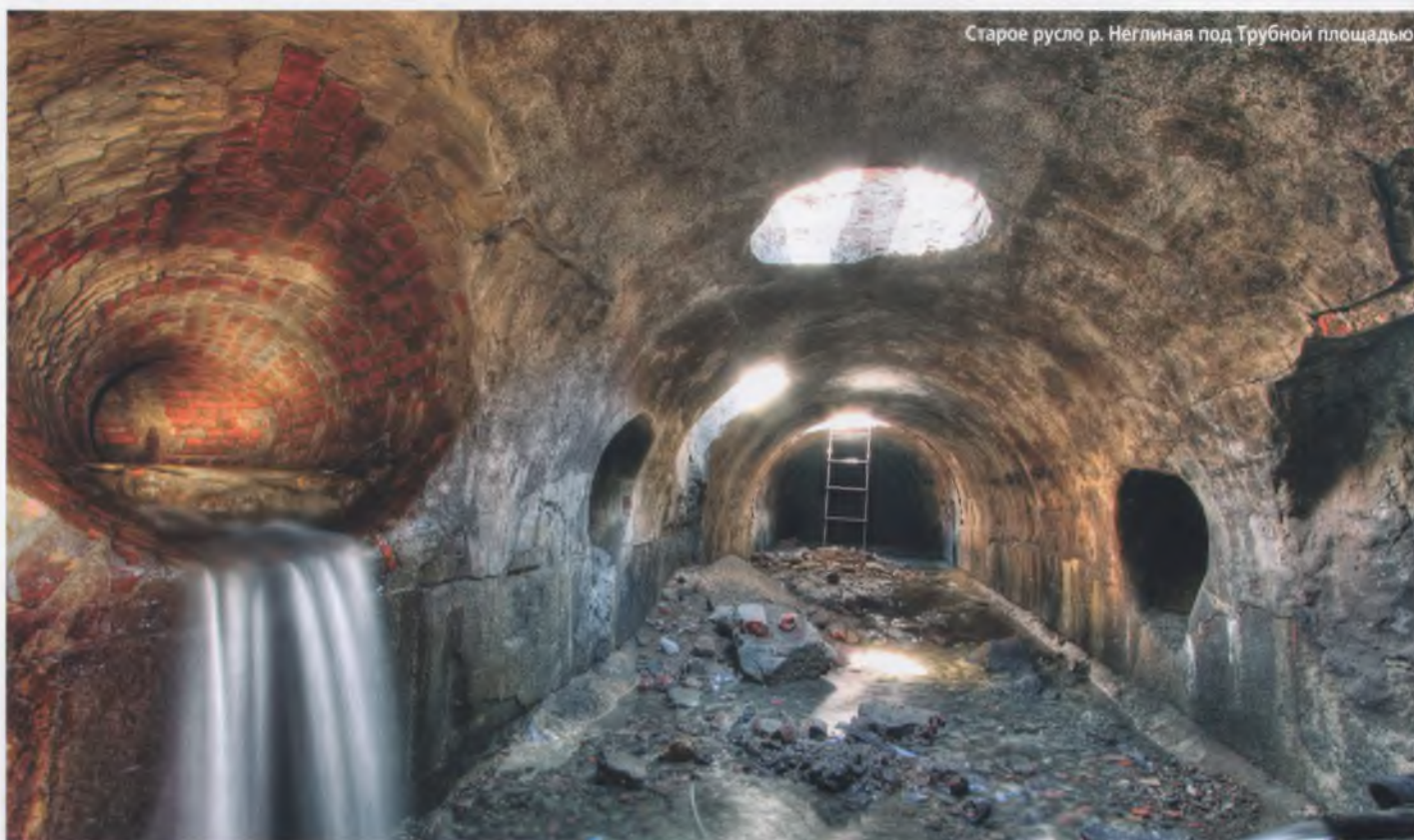
www.baluminc.com e-mail: info@baluminc.com

Президент Vitaly Ushin

ПЕРЕУСТРОЙСТВО КОЛЛЕКТОРА р. НЕГЛИННОЙ

Л. Н. Насыбулина, начальник мастерской № 12 ГУП «Мосинжпроект»

Мастерская № 12 института «Мосинжпроект» разработала рабочий проект переустройства старого русла р. Неглинной под проходной канал на участке сводчатого сечения по заказу ЗАО «Генеральная дирекция «Центр».



Старое русло р. Неглинная под Трубной площадью

Коллектор расположен под проезжей частью ул. Неглинной на территории Центрального административного округа Москвы. В нем предусматривается прокладка двух теплопроводов диаметром 500 мм и электрических кабелей в количестве 12 шт.

Коллектор р. Неглинной сооружен в XIX в. и предназначен для отвода ее вод в Москву-реку под землей. Однако конструкции тоннеля подвергались ускоренному износу. За время своего существования он несколько раз ремонтировался и перестраивался. В результате последнего ремонта, произведенного уже в наше время, в нем появился участок с прямоугольным сечением.

Существующий коллектор в течение длительного времени не используется по своему первоначальному назначению, т. к. р. Неглинная протекает по новому коллектору. После реконструкции коллектор от ул. Петровские линии до Трубной площади будет являться продолжением коллектора для инженерных коммуникаций, проложенного ранее от Театрального проезда до ул. Кузнецкий мост и далее до ул. Петровские линии. В дальнейшем планируется продолжить реконструкцию старого русла р. Неглинной для прокладки городских инженерных коммуникаций на участке от Трубной площади до Садового кольца.

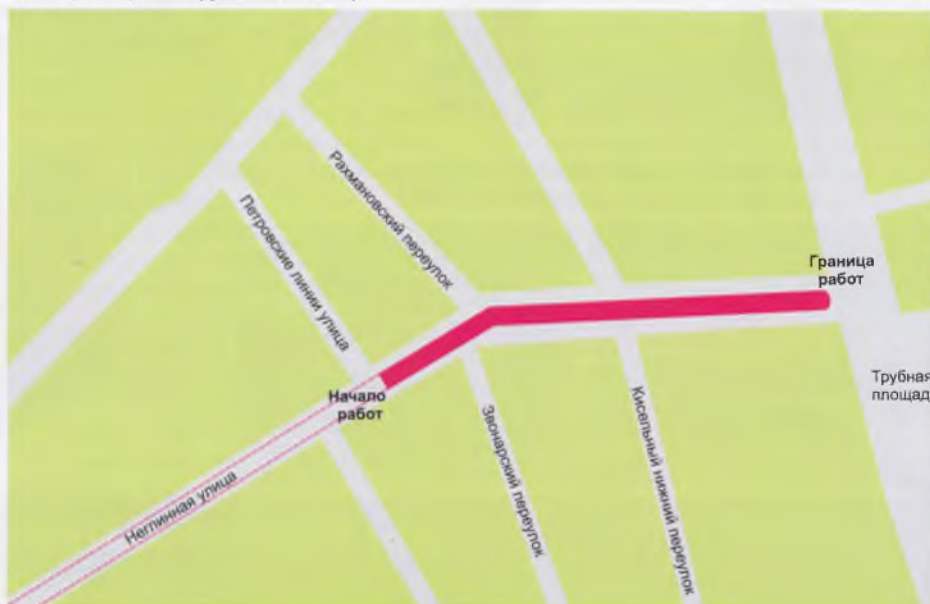
В процессе разработки рабочего проекта были изучены архивные материалы и проведены изыскательские работы с целью определения состояния конструкций и грунтового массива в заобделочном пространстве: за стенами, под стенами и под лотком коллектора.

В феврале 2006 г. сотрудниками ЗАО «Триада-Холдинг» было проведено исследование обдел-

ки и заобделочного пространства существующего коллектора. Целью исследования было уточнение качественных и количественных параметров найденных повреждений для разработки рекомендаций по ремонту и усилению обделки и примыкающего породного массива.

В процессе работ по обследованию осуществлялось выявление дефектных зон,

План трассы реконструкции коллектора



В этих зонах, а также в зонах с отсутствием дефектов, проводились эндоскопические и телескопические исследования заобделочного массива.

Также велось визуальное обследование внутренней поверхности обделки коллекторного тоннеля, выявлены зоны фильтрации воды сквозь обделку, места дефектов в ней, различные входы и проводилась их фотофиксация.

В процессе осмотра выяснилось, что обделка коллектора в местах с арочной формой сечения представлена в своде и в стенах кирпичной кладкой, лотковая часть имеет U-образный вид и выложена железобетонными плитами. На внутренней поверхности кирпичной кладки имеются остатки штукатурного слоя.

Лотковая часть коллектора на участке длиной 96 м демонтирована. При тщательном осмотре обнаружено, что железобетонные плиты в лотке уложены на строительный мусор, включающий битый кирпич, грунт и др., основания стен опираются на деревянные сваи, находящиеся в воде.

В результате осмотра строительных конструкций выявлены следующие дефекты:

- просадка лотковой части коллектора на глубину 300 мм;
- следы протечек воды;
- фильтрация воды сквозь обделку коллекторного тоннеля;
- промерзание перекрытия и стен;
- горизонтальные трещины в штукатурном слое и частично в кирпичной кладке обделки коллекторного тоннеля;
- вымывание грунта из-под железобетонных плит, расположенных в лотковой части коллектора;
- незначительные поверхностные разрушения обделки.

Обнаружены также места с промерзанием перекрытия и верхней части стен на 850 мм от него. Это было вызвано недостаточной толщиной грунтовой засыпки. Прмерзание стены с левой стороны по всей высоте на ПК6 происходило из-за наличия открытого участка коллектора.

В процессе обследования выполнен комплекс работ неразрушающего и частично разрушающего контроля строительных конструкций, который включал: выборочное зондирование обделки коллекторного

тоннеля, вскрытие конструкций основания, отбор образцов-кернов, ультразвуковые исследования, а также прессовые испытания отобранных образцов.

Проведенное исследование позволило уточнить качественные и количественные параметры найденных повреждений, на основании чего разработаны рекомендации по ремонту и усилению обделки коллекторного тоннеля и примыкающего породного массива, предусматривающие:

- усиление основания коллектора за счет устройства свай методом струйной геотехнологии и тампонажа грунтов за стенами и в основании коллектора;
- заделку трещин в стенах коллектора;
- устройство внутренней рубашки из монолитного железобетона;
- возведение камер открытым способом работ в местах, где необходимо увеличить высоту сечения коллектора для пропуска теплопроводов или для монтажа П-образных компенсаторов теплопроводов;
- устройство водоудаления из коллектора;
- переустройство или санацию городских инженерных коммуникаций.

Существующий коллектор старого русла р. Неглинной преимущественно выполнен из кирпичной кладки со сводчатым сечением. На участке ПК7+4,3 – ПК15+7,7 перекрытие выполнено из железобетонных плит толщиной 200 мм, которые опираются на дубовые сваи или на бутовый камень. Конструкция лотка представляет собой кирпичную кладку, покрытую изнутри бетонными плитами общей толщиной 300–500 мм. Основанием коллектора являются грунты с расчетным сопротивлением от 40 до 100 кгс/см².



Специалисты ЗАО «Триада-Холдинг» ведут работы по зондированию обделки коллекторного тоннеля

Для прокладки двух теплопроводов диаметром 500 мм и электрических кабелей, обеспечения сбора вода в пониженной точке трассы в существующем коллекторе частично разбирается его лотковая часть и устраивается внутренняя рубашка из монолитного железобетона класса В30 повышенной водонепроницаемостью W12 с установкой гидротехнических шпонок в холодных швах. Внутренняя рубашка необходима для усиления существующих конструкций коллектора и недопущения попадания в него грунтовых вод.

Для гидроизоляции вентканалов и вентшахт запроектировано применение рулонного битумно-полимерного материала «Техноэласт» марки ЭПП 4,0 в два слоя с нахлестом на конструкцию существующего коллектора. Для защиты гидроизоляции стен, вентшахт и вентканалов предусмотрено устройство защитной стенки из материала «Гидропласт».

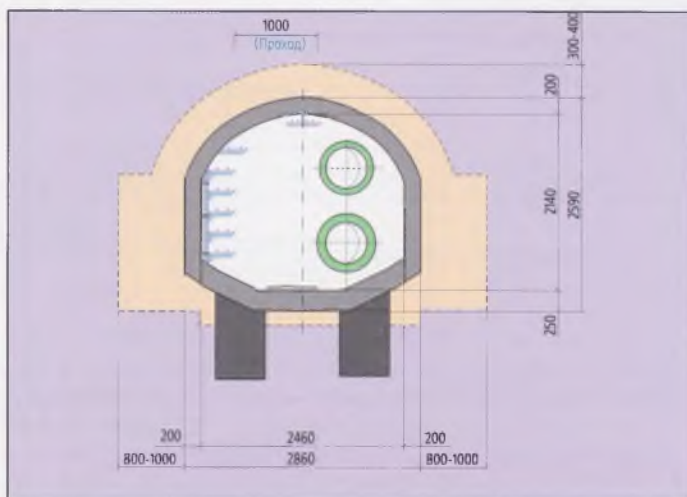
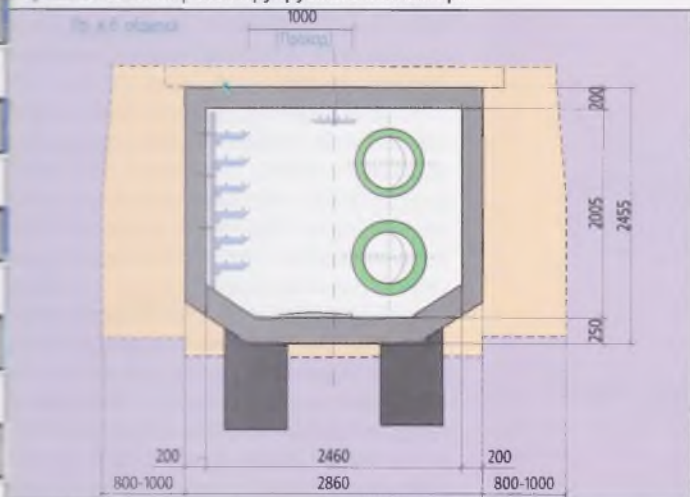
По трассе коллектора будут сооружены две приточные вентшахты, две вытяжные вентшахты и камера для компенсации температурных расширений в теплопроводах.

Переустройство коллектора р. Неглинной под проходной канал ведет коллектив СУ-19 ГПП-1.

Работы планируется завершить в конце текущего года.



Варианты сечения реконструируемого коллектора



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА УЧАСТКЕ МЕЖДУ СТАНЦИЯМИ «ЛЕСНАЯ» И «ПЛОЩАДЬ МУЖЕСТВА» В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Е. Г. Козин, начальник службы тоннельных сооружений ГУП «Петербургский метрополитен», к. т. н.

Б. М. Савков, главный маркшейдер ОАО «Метрострой»

В. П. Хуцкий, зав. сектором ЗАО «ВНИИГалургии», к. т. н.

Освоение подземного пространства становится, пожалуй, одним из приоритетных направлений развития строительной отрасли на современном этапе. Решение транспортных проблем крупных мегаполисов, обеспечение дополнительных площадей для коммерческой недвижимости, развитие сетей коммунального хозяйства в условиях плотной застройки обуславливают необходимость долговременного прогноза технического состояния всего комплекса сооружений, включая наземные объекты. Одним из аспектов, служащих основой прогноза, является мониторинг за дневной поверхностью, состоящий из наблюдений за смещениями контрольных пунктов наземной геодезической сети. Изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива вследствие проходки и последующей эксплуатации подземных сооружений и выработок, как известно, зависит от многих факторов. В их числе: физико-механические свойства и устойчивость грунтового массива района строительства, технология и скорость возведения постоянных конструкций, геометрические параметры сооружения, полнота и своевременность проведения ремонтных мероприятий. Обработка и анализ получаемых в ходе мониторинга данных позволяют оценить степень и зону влияния подземных объектов и, в конечном итоге, судить о работоспособности как их самих, так и наземных сооружений, попадающих в эту зону.

На участке восстановленного сквозного движения между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» перегонные тоннели про-

дены в неустойчивых грунтах, включая обводненные пески, супеси и суглинки. При прокладке трассы тоннелей по первоначальному проекту в 1974 г. и в период эксплуатации этого участка в 1995 г. возникали серьезные аварийные ситуации. Следствием аварий в обоих случаях стали значительные деформации земной поверхности с частичным или полным разрушением зданий. Характер и степень повреждений зависели от удаления сооружений от эпицентров аварий и были напрямую связаны с величиной осадки дневной поверхности в данном месте.

Учитывая эти обстоятельства, перед началом работ на участке восстановления сквозного движения между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» на основе прогнозных оценок были определены границы зоны влияния проходки тоннелей. На дневной поверхности в зону прогнозируемых сдвижений и осадок попали здания различной этажности и назначения. Кроме того, трасса тоннелей должна была пройти под основным канализационным коллектором Водоканала. Все это вместе с необычайно сложными инженерно-геологическими условиями предопределило необходимость проведения мониторинга и анализа развития процесса сдвижения земной поверхности на данном участке.

Проектом восстановления сквозного движения была предусмотрена проходка двух перегонных тоннелей. Строительство началось с переборки старых участков в районе станции «Лесная». По мере удаления от станции тоннели, расположенные в верхнепротерозойских глинах, расходятся в плане

и поднимаются из глубины, пересекая зону «размыва» (здесь и далее – участок горного массива в протерозойских глинах, заполненный породами четвертичных отложений с пльвинными свойствами) на более высоких отметках, по сравнению с прежней трассой. Над более плотными глинами ненарушенного строения располагается слой дислоцированных глин с более низкими деформационными характеристиками. Покрывающая толща четвертичных отложений представлена песками различной консистенции, суглинками и супесями (от твердого до текучего состояния). Трасса новых тоннелей расположена в плане на расстоянии 150–200 м от мест аварий в 1974 и 1995 гг., т. е. на значительном удалении от грунтового массива подвергнутого деформированию.

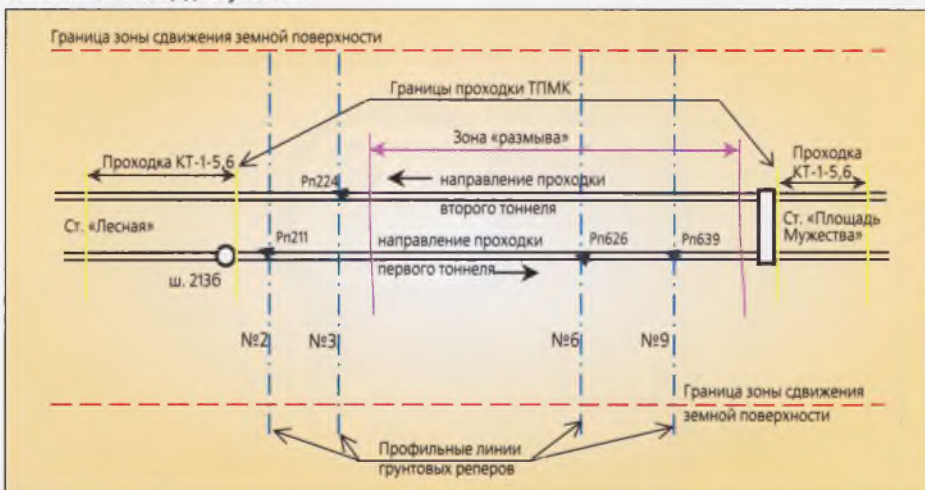
Для доставки в тоннели проходческого комплекса и его последующего демонтажа были пройдены два вертикальных ствола диаметром 8,5 м способом рассольного замораживания. В месте их расщепки сооружены камеры для монтажа и демонтажа горнопроходческого оборудования, а со стороны станции «Площадь Мужества» – камера обратного хода для разворота проходческого комплекса. Основные работы этого этапа были завершены до 2001 г.

Все перегонные тоннели от ст. «Лесная» до вертикальных стволов и от ст. «Площадь Мужества» до камеры обратного хода сооружены механизированным щитовым комплексом КТ-1-5,6. Внешний диаметр щита составляет 5650 мм, наружный диаметр сборной обделки – 5630 мм. Разработка породы велась резцами, смонтированными на роторном органе щита без гидрпригруза забоя. После схода с оболочки щита обделка обжималась на породу, ликвидируя тем самым технологические зазоры. Дополнительно с отставанием в 30 колец выполнялось контрольное нагнетание.

Тоннели через «размыв» общей длиной около 1600 м пройдены механизированным комплексом ALPINE POLYSHIELD PDS 740–09/RM (ТПМК) с внешним диаметром фронтальной части 7385 мм и наружным тоннельной обделки 7100 мм. Комплекс представлял собой проходческий щит с механическим приводом и бентонитовым пригрузом забоя. Пространство между оболочкой щита и обделкой сразу после монтажа последнего кольца заполнялось под давлением специальным уплотнительным раствором.

Основной целью мониторинга земной поверхности являлся контроль состояния

Рис. 1. Схема участка восстановления сквозного движения между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества»



наземных зданий и подземных сооружений. Методика и схема мониторинга были разработаны фирмами «Импреджилло СпА-НСС» и ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс». Для проведения наблюдений маркшейдерской службой ЗАО «Фирма «ГИРО» была сформирована сеть грунтовых реперов в пределах границ зоны ожидаемых движений и осадок земной поверхности. До начала проходки перпендикулярно и вдоль осей тоннелей и трассы канализационного коллектора были заложены линии грунтовых реперов, а также стенные деформационные марки на всех зданиях, попадавших в прогнозируемую мульдугу движения. Наблюдения заключались в определении вертикальных смещений грунтовых и стенных реперов. Первые измерения на участке ведения работ с применением традиционной технологии были выполнены в апреле 1998 г. Последующие – по мере проходки тоннельных выработок.

Мониторинг сдвижения земной поверхности непосредственно над зоной «размыва» заключался в наблюдениях за оседанием грунтовых и стенных реперов и за горизонтальным смещением грунтовых. Определение последних предусматривало проведение линейных измерений по грунтовым реперам, расположенным вдоль и перпендикулярно осей тоннелей, а также над трассой канализационного коллектора. Наблюдения за оседанием производилось по 16 профильным линиям грунтовых реперов и стенным реперам. На участке «размыва» первичные замеры были выполнены в августе – октябре 2001 г. В дальнейшем циклы наблюдений были связаны с графиком прохода щитового комплекса под конкретной профильной линией.

При проходке обходных перегонных тоннелей на участке восстановления сквозного движения в протерозойских глинах с применением механизированного щитового комплекса КТ-1-5,6 (рис. 1), которым, как правило, и сооружаются перегонные тоннели в Санкт-Петербурге, максимальное оседание после проходки двух тоннелей достигло 11 мм (рис. 2). Максимальные значения деформаций земной поверхности, вычисленные по этой величине оседания в мульде, составили: наклон – 0,2 мм/м, кривизна – $0,05 \times 10^{-4} 1/м$ (или радиус кривизны $R = 200 км$). Согласно СНиП 2.01.09-91 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах» для зданий и сооружений при величинах деформаций земной поверхности, составляющих наклон $i = \leq 3,0 мм/м$, радиус кривизны $R \geq 20 км$ (или кривизна $K \leq 0,5 \times 10^{-4} 1/м$), горизонтальные деформации $\epsilon \leq 1,0 мм/м$, введение конструктивных мер защиты не требуется. Таким образом, данные натурных наблюдений, полученные при проходке комплексом КТ-1-5,6 на этом участке, свидетельствуют, что деформации незначительны и не представляют угрозы зданиям и сооружениям, расположенным на дневной поверхности.

Прокладка первого тоннеля комплексом ТПМК на участке восстановления сквозного

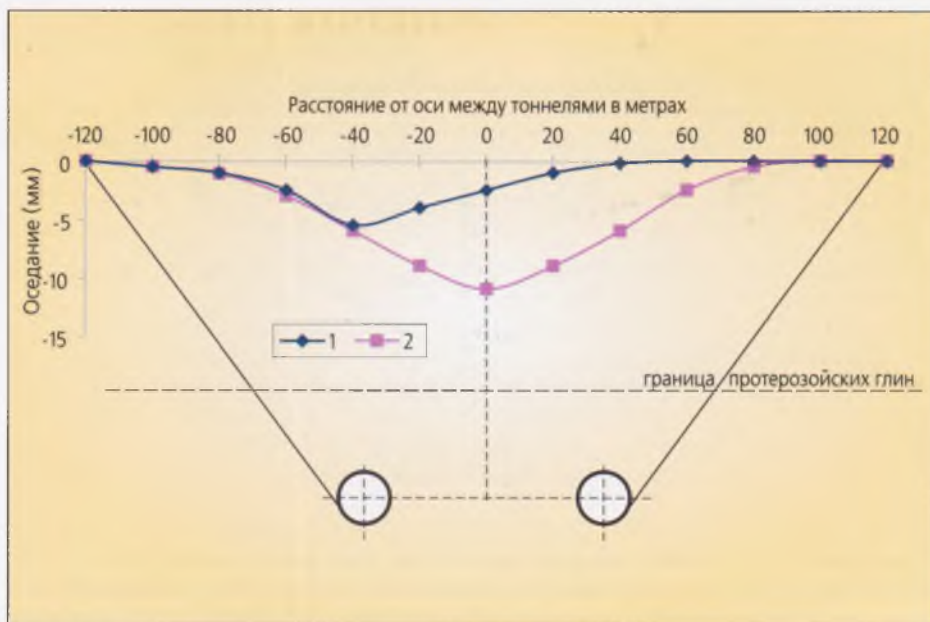


Рис. 2. Графики оседания земной поверхности по профильным линиям грунтовых реперов при проходке механизированным щитовым комплексом КТ-1-5,6 в протерозойских глинах: 1 – после проходки первого тоннеля; 2 – после проходки второго тоннеля

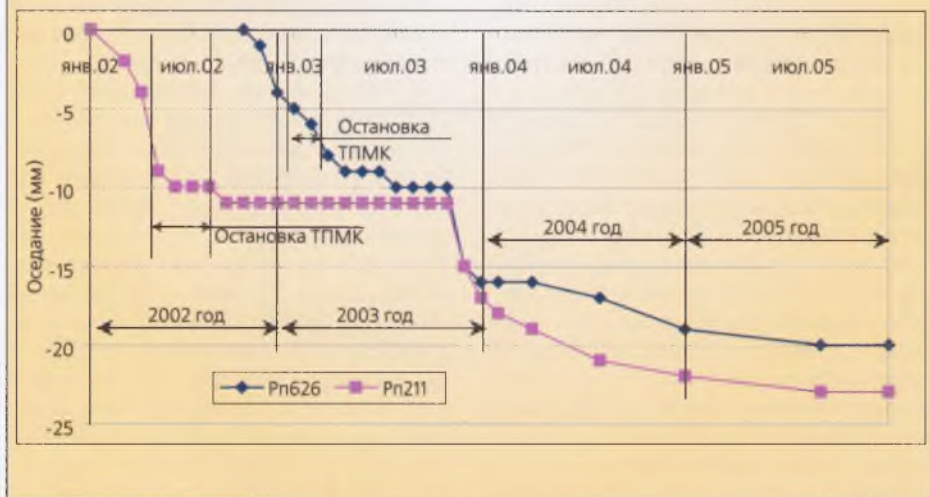
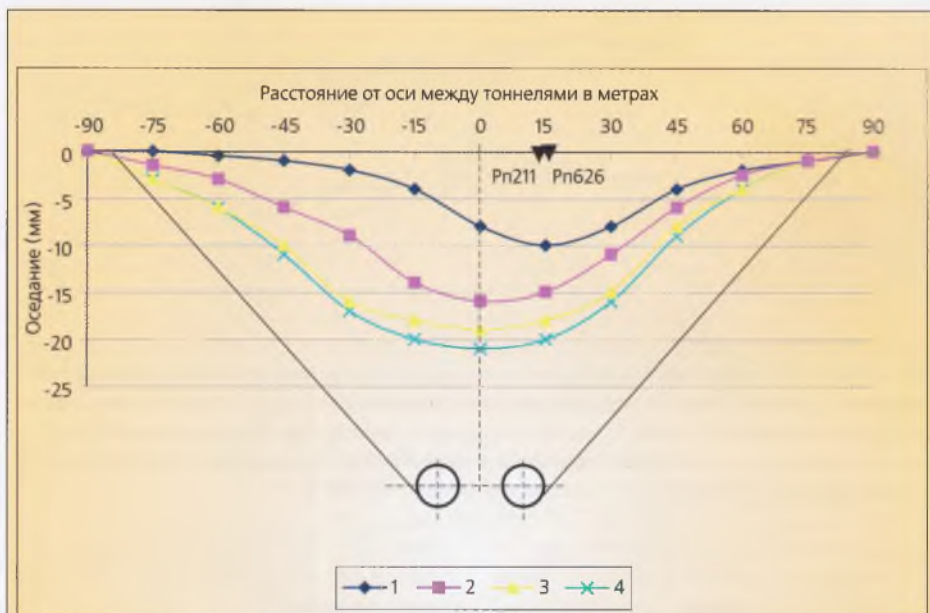


Рис. 3. Динамика оседания земной поверхности по профильным линиям грунтовых реперов в районах длительных остановок проходческого комплекса в протерозойских глинах (профильная линия 2, Pn211) и в зоне «размыва» (профильная линия 6, Pn626): 1 – после проходки первого тоннеля под профильными линиями №2 и 6; 2 – после проходки второго тоннеля под профильными линиями №2 и 6; 3 – в декабре 2004 г. (после завершения сооружения тоннелей); 4 – в декабре 2005 г. (в период эксплуатации тоннелей)

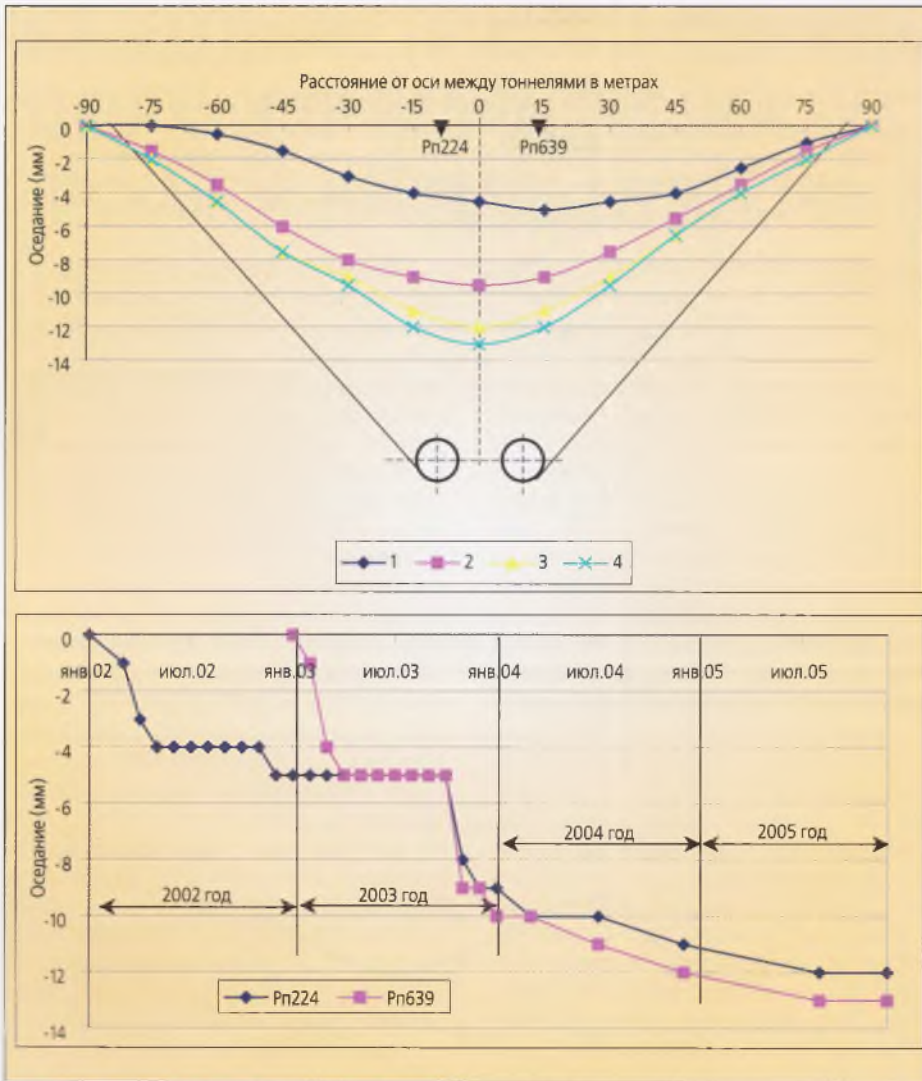


Рис. 4. Динамика оседания земной поверхности по профильным линиям грунтовых реперов при непрерывной проходке ТПМК в протерозойских глинах (профильная линия 3, Pn224) и в зоне «разрыва» (профильная линия 9, Pn639): 1 - после проходки первого тоннеля под профильными линиями №3 и 9; 2 - после проходки второго тоннеля под профильными линиями №3 и 9; 3 - в декабре 2004 г. (после завершения сооружения тоннелей); 4 - в декабре 2005 г. (в период эксплуатации тоннелей)

движения началась 1 февраля 2002 г. из монтажной камеры у ствола шахты 213 бис. В ходе производства работ возникали частые длительные остановки, что предопределило корректировку цикличности инструментальных наблюдений. Строительство первого тоннеля завершилось 29 апреля 2003 г., второго - началось 26 июля 2003 г. после разворота ТПМК в камере обратного хода в районе ст. «Площадь Мужества». Работы здесь велись более динамично и завершились 27 ноября 2003 г.

Основной целью исследований, представленных в настоящей работе, был анализ процесса сдвижения земной поверхности и динамики величин оседания контрольных пунктов. Для решения этой задачи по всем линиям грунтовых реперов и стенным маркам отдельных зданий были построены мульды оседания земной поверхности, соответствующие различным по времени этапам, на стадии проходки и после ее окончания. Кроме того, были построены графики нарастания оседаний земной поверхности по грунтовым реперам, расположенным непосредственно над тоннелями. Результаты ис-

следований рассмотрены на примере наиболее характерных профильных линий грунтовых реперов.

Профильные линии № 2 и 6 расположены в районах крайне неритмичной проходки и длительных остановок проходческого комплекса (4 и 2 мес. соответственно). Это обстоятельство предопределило особенности процесса сдвижения земной поверхности. После пересечения в плане первым тоннелем данных профильных линий оседание над его осью составило 9–10 мм (рис. 3). Проходка второго под ними вызвала дальнейший рост оседания до значений 16–18 мм. После окончания сооружения тоннелей в 2004 г. оно увеличилось еще на 2–4 мм. Замеры в декабре 2005 г. зафиксировали оседание 22–24 мм, что соответствует приросту в 2 мм. Рассчитанные по этим величинам максимальные значения деформаций земной поверхности составили: наклон – 0,5 мм/м, кривизна – $0,2 \times 10^{-4}$ 1/м (радиус кривизны $R = 50$ км).

На рис. 4 представлены мульды сдвижения земной поверхности и графики нарастания оседания по профильным линиям

грунтовых реперов, под которыми проходка ТПМК производилась относительно равномерно (без остановок). Данные свидетельствуют, что при непрерывной проходке, как в протерозойских глинах, так и в неустойчивых грунтах пльвунного типа, максимальное оседание земной поверхности после проходки обоих тоннелей не превышает 8–10 мм. В 2004 г. оседание увеличилось на 2–3 мм, в 2005 г. – еще на 1 мм. Максимальные значения деформаций земной поверхности в этом случае составляют: наклон – 0,2 мм/м, кривизна – $0,1 \times 10^{-4}$ 1/м (радиус кривизны $R = 100$ км).

На рис. 3 и 4 можно проследить динамику оседания земной поверхности по грунтовым реперам. Максимальный рост оседания реперов профильной линии происходит во время проходки под ней первого тоннеля, а затем второго. При непрерывном ведении работ прирост оседания реперов продолжается не более месяца, а в случае остановок ТПМК этот процесс носит более длительный характер. Полученные по этим величинам оседаний максимальные значения деформаций в продольном направлении составили: наклон – 0,3 мм/м, кривизна – $0,1 \times 10^{-4}$ 1/м (радиус кривизны $R = 100$ км).

Кроме анализа осадок грунтовых реперов профильных линий, фиксировалось оседание земной поверхности над канализационным коллектором и смещение стенных марок отдельных зданий, по которым наблюдения продолжались и в 2005 г.

Здание по ул. Карбышева, 8/1 наиболее близко расположено ко второму тоннелю. Графики оседания стенных марок длинной стороны здания представлены на рис. 5. После проходки под ним второго тоннеля стенные марки опустились от 7 (№ 444) до 1 мм (№ 768). При сооружении первого тоннеля оседание здания было минимальным (оседание ближней к тоннелю марки № 444 – 1 мм): в 2004 г. – на 1–2 мм, в 2005 г. прирост оседания по отдельным маркам составил не более 1 мм. Рассчитанные максимальные значения деформаций земной поверхности составили: наклон – 0,2 мм/м, кривизна – $0,05 \times 10^{-4}$ 1/м (радиус кривизны $R = 200$ км).

Здание по ул. Новороссийская, 50 расположено перпендикулярно первому тоннелю. Графики, построенные по стенным маркам, установленным по длинной стороне этого здания (см. рис. 5), показывают, что после проходки тоннелей в районе его нахождения было зафиксировано оседание трех ближайших к оси тоннеля марок (максимальное значение 8 мм). В 2004 и 2005 гг. произошло оседание марок на величину до 1 мм. Максимальные значения деформаций земной поверхности при этом составили: наклон – 0,2 мм/м, кривизна – $0,1 \times 10^{-4}$ 1/м (радиус кривизны $R = 100$ км).

Канализационный коллектор Водоканала от шахты 123 до 123а расположен в плане, практически, перпендикулярно оси первого тоннеля (рис. 6), а от 123а до 123б пересекает по диагонали трассы первого и второго тоннелей метрополитена. Оседание земной поверхности в районе шахты 123а



**ДИСКИ, РЕЗЦЫ И ОСНАСТКА
РЕЖУЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ ТПКМ
РЕЖУЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ МИКРОТОННЕЛЬНЫХ МАШИН
ЗАМЕНЯЕМЫЕ РЕЖУЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ БУРОШНЕКОВЫХ МАШИН
ТОННЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ЗАЩИТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ
ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ
СИСТЕМЫ ПРОДАВЛИВАНИЯ ТРУБ**

Представительство в России ПАЛМИЕРИ СПА ООО «Торговый Дом «Развитие»
192007 Россия Санкт-Петербург ул. Днепропетровская, 14
Тел.: (812) 909-81-29 Тел./Факс: (812) 766-47-58 e-mail: tdrazvitie@mail.ru

CCT специальная строительная техника



ПРОДАЕМ комплект технологического оборудования для производства работ по струйной цементации грунтов:

- Цементировочный насос, давление до 500 атм;
- Миксерная станция;
- Буровая установка;
- Запчасти для оборудования по струйной цементации: форсунки, буровые штанги, мониторы и др.

ВЫПОЛНЯЕМ шеф-монтаж технологического оборудования.
ПРОВОДИМ обучение персонала.

Тел./факс: (342) 219-61-03, 293-14-05, 219-63-61

www.cct.perm.ru www.jet-grouting.ru e-mail: cct@perm.ru

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА • ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ • ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ • НАБРАТ-БЕТОННЫЕ КРЕМЛЬ • РЕМОНТ ДУКОВЫХ КОЛЕС • ВОССТАНОВЛЕНИЕ Ж/Д КОНСТРУКЦИЙ НАПРАВЛЯЮЩИЕ ПОЛЫ

**БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЕ
БЕЗУСАДОЧНЫЕ
СУХИЕ БЕТОННЫЕ СМЕСИ,
ГЕРМЕТИКИ, ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ,
АНТИКОРЫ**

НОВТЕХСТРОЙ

www.novtehstroy.ru

тел./факс: (495) 933-27-54, 937-65-88
info@novtehstroy.ru
www.novtehstroy.ru



compactfiltertechnik

Все из одних рук:

Проветривание и обеспыливание в тоннелестроении и горном деле (осевые вентиляторы, обеспыливатели сухого и мокрого принципа действия, гибкие вентиляционные трубы, инжиниринг для вентиляции и обеспыливания)

НАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ - ВОЗДУХ

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ



compactfiltertechnik



www.cft-gmbh.de

ВЫРАБОТКА

Korfmann
Lufttechnik GmbH



www.korfmann.com

СБЫТ ЧЕРЕЗ ФИРМУ

CFT GmbH

compactfiltertechnik

Beisenstraße 39 - 41

D-45964 Gladbeck

Tel. +49 2043 4811-0

Fax +49 2043 481120

E-Mail mail@cft-gmbh.de

Internet www.cft-gmbh.de

НАПРАВЛЕНИЕ



Schauenburg

Tunnel Ventilation GmbH



www.tunnel-ventilation.de



ВСЕГДА

НА ШАГ ВПЕРЕДИ

Проект – Крольский тоннель, Россия: машина сконструирована досрочно



LOVAT Inc.

Ловат Инк. представлен в России

«Интерторг Инк.»: 123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63
тел.: (495) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162
факс: (495) 253-9771

