



МЕГАЩИТ ХХ-1

Самая современная техника для строительства тоннелей

Фирма «Херренкнехт АГ» создала самый большой в мире тоннелепроходческий комплекс с грунтовым пригрузом забоя. В июне 2005 г. «мегамашина» диаметром 15,2 м была поставлена в Мадрид для строительства Северной скоростной автомобильной магистрали М30.

Ротор, состоящий из двух концентрически-режущих рабочих органов и расположенных за ними трех шнековых конвейеров, будет обеспечивать безопасную и экологическую проходку в испанском мегатоннеле в черте города.

Свет в будущее в конце каждого нового тоннеля!



Подрядчик:
Necso Entrecanales Cubiertas S.A.
Ferrvial Agroman S.A.

Характеристики ТПМК:
Диаметр резанья: 15,2 м
Мощность привода рабочего органа: 12 000 кВт + 2 000 кВт
Длина тоннеля : 3 650 м



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. Бирюсинка, 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. Булычев,
Д. М. Голицынский, С. Г. Гринько,
Е. А. Демешко, А. И. Долгов,
Е. Г. Дубченко, О. В. Егоров,
С. Г. Елгаев, 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. Пуголовок,
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
e-mail: rus_tunnel@mtu-net.ru

Издатель

ООО «ТА Инжиниринг»
Лицензия ИД № 04404
тел.: (495) 929-6482, 724-7481
факс: (495) 929-6548
Отдел рекламы: (495) 929-6673
127051, Москва,
Цветной бульвар, 17, оф. 217
e-mail: tunnels@metrostroy.ru

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандул

Компьютерный дизайн и верстка:

М. Б. Брилинг, А. В. Попов

Фотографы:

А. В. Попов, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован

Минленачи РФ ПИ № 77-5707

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

Панорама	2
Выставки и конференции	
Подземный город — 2006 И. С. Бубман	4
Лауреаты конкурса	
Лучшее применение прогрессивных технологий при строительстве подземных сооружений за 2006 г.	10
Проектные решения	
Митинско-Строгинская линия Московского метрополитена П. В. Морозов	16
Архитектура станций Митинско-Строгинской линии	20
Городские тоннели	
Некоторые особенности строительства тоннеля на пересечении улиц Сущевский Вал и Шереметьевская А. В. Черняков, С. В. Чеботарев	22
Щитовая проходка	
Передовой опыт управления проходкой тоннеля с приме- нением метода компенсации давления горных пород	26
Набрызг-бетон	
Современное оборудование для набрызг-бетонных работ Эмрах Эртин	30
Специальные способы работ	
Анкерное крепление котлованов И. М. Малый, П. А. Маслов	34
«Стена в грунте»: устройство ограждения котлована по варианту буросекущиеся сваи С. П. Преображенский	38
Строительство технологических шахт с помощью струйной цементации А. Г. Малинин, П. А. Малинин	40
Геомеханика	
Исследование методом моделирования напряженно- деформированного состояния обделки тоннелей станции метро «Жибек Жолы» г. Алматы Д. М. Голицынский, Ю. С. Фролов, В. Н. Кавказский, М. Т. Укшебаев, М. Н. Кульбаев	44
Зарубежный опыт	
Строительство транспортных тоннелей и метрополитенов в Южной Корее Л. В. Маковский	46
Метрополитены	
Системы повышения безопасности пассажиров метрополитена при пожаре в тоннеле А. В. Карпышев, А. Л. Душкин, Н. Н. Рязанцев, В. В. Матушкин, А. А. Афанасьев, В. П. Прохоров, А. В. Ершов, М. Д. Сегаль	48
Железобетонные опоры с модифицированным рельсовым скреплением Г. С. Павлов	50



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Подготовка ТТИМК «Ловат»
для проходки перегонных
тоннелей от ст. «Крылатское»
до точки «Д»
Серебрянборских тоннелей

О СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОРЛОВСКОГО ТОННЕЛЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

С. Ю. Лубоцкий, вице-президент ОАО «Метрогипротранс»
В. Р. Власюк, главный инженер проекта

Идея сооружения подводного тоннеля впервые зародилась еще в 60-е гг. прошлого столетия. В 1966 г. он был включен в генеральный план развития Ленинграда. Первую попытку реализации этой идеи предпринял А. Собчак, но дальше изданного распоряжения о создании акционерного общества для сооружения тоннеля дело не пошло. В 2002 г., при губернаторе Яковлеве, был разработан технический проект тоннеля, длина которого составляла 924 м, 653 м из которых – закрытая часть, глубина заложения – 26 м. Но и этому плану не суждено было сбыться.

Тендер на проектирование подводного тоннеля в Санкт-Петербурге, организованный Комитетом по благоустройству и дорожному хозяйству Санкт-Петербурга, состоялся 25 октября 2005 г. Победителем был признан консорциум предприятий, возглавляемый ПСО «Система ГАЛС». Разрабатываемый проект не только существенно сокращает запланированную длину тоннеля под руслом Невы, но и увеличивает пропускную способность, а также обеспечивает удобные выезды и выезды на прилегающие улицы. Тоннель, соединяющий Орловскую улицу и Пискаревский проспект, обеспечит круглосуточную связь между двумя берегами р. Невы.

ПСО «Система ГАЛС» имеет богатую практику реализации столь масштабных проектов. ОАО «Метрогипротранс», которое входит сегодня в состав компании, в 2003 г. был спроектирован автомобильный Лефортовский тоннель протяженностью 2220 м. Из-за опасения нарушить облик национального памятника архитектуры Лефортово – Немецкая слобода тоннель был проложен с применением горнопроходческого комплекса диаметром 14,2 м. Таких тоннелей в мире всего три: два в Японии и один в Гамбурге под Эльбой. Лефортовский тоннель не уступает ни по одному из показателей, а темпы проходки в два раза выше, чем под Эльбой. В настоящее время ПСО «Система ГАЛС» управляет строительством Краснопресненского проспекта в Москве, где часть тоннельного

участка автодороги под Серебряным Бором была совмещена с перспективной Строгинской линией метрополитена. В стадии проектной разработки находится Коломенский автотоннель, проходящий под территорией музея-заповедника Коломенское, не нарушая исторического архитектурного комплекса.

В конце декабря 2005 г. ОАО «Метрогипротранс» завершило обоснование инвестиций в строительство тоннельного автодорожного перехода под р. Невой в Санкт-Петербурге в створе Пискаревский проспект – Орловская улица.

Предусмотрены следующие варианты строительства тоннеля.

1. Вариант открытого способа работ – метод «сухого дока»

Указанный метод предполагает следующую технологию сооружения тоннеля:

- установка плавающего дока;
- погружение шпунтового ограждения;
- устройство подводного бетона за шпунтом;
- разработка котлована;
- устройство анкерных свай;
- устройство подводного бетона в шпунтовом ограждении;
- откачка воды из котлована, проходка тоннеля, засыпка котлована;
- снятие плавающего дока и установка его для сооружения следующей секции тоннеля.

Данный вариант предусматривает земляные работы в русле реки, что ведет к ограничению судоходства на участке сооружения тоннеля, а также возможность вывода из строя Санкт-Петербургского водозабора, расположенного на 300 м ниже по течению Невы. Большая глубина реки (около 16 м) и, соответственно, глубина заложения тоннеля, сооружаемого методом «сухого дока», предполагает устройство глубоких котлованов на береговых участках, что в данных инженерно-геологических условиях значительно повышает стоимость и сроки строительства. Кроме того, в данном варианте необходимы перекладка всех коммуникаций по Пискаревскому проспекту с закрытием его проезжей части, участков набережных и прилегающих улиц, мероприятия по рекон-

струкции стен набережных, а также снос строений, расположенных на территории хлопчатобумажного объединения «Возрождение», и мероприятия по сохранению застройки ПО «Россия». В данном варианте расход материалов в несколько раз выше, чем при закрытом способе работ тоннельно-проходческим комплексом.

2. Закрытый способ работ

Указанный метод предполагает следующую технологию сооружения тоннеля:

- освоение строительных площадок с учетом минимального занятия городской территории (ограждение территории строительства, снос попадающих в зону проведения работ существующих строений, подведение временных инженерных коммуникаций, устройство подъездных автодорог, установка временных зданий и сооружений);
- сооружение монтажных и демонтажных камер в котлованах глубиной соответственно 25 и 29 м со шпунтовым ограждением;
- разработка грунта и монтаж железобетонных конструкций;
- устройство бетонного массива перед торцевой стеной монтажной камеры для обеспечения вывода щита на трассу тоннеля;
- проходка тоннелей щитовым комплексом диаметром 14,2 м фирмы «Херренкнехт» (Германия) с гидропригрузом;
- прием щита в демонтажную камеру, для чего перед последней создается бетонный массив замещения грунта из нескольких рядов «стен в грунте».

Вариант тоннеля, сооружаемого в подрусовой части р. Невы с помощью тоннелепроходческого комплекса с пригрузом забоя фирмы «Херренкнехт», представляет собой собственно участок закрытого способа работ, состоящий из двух тоннелей внешним диаметром 13,75 м, расположенный между монтажной и демонтажной камерами и проложенный под рекой на расстоянии около 6 м от самой глубокой части дна реки.



Щит, с помощью которого пройдены тоннели под Эльбой, Лефортовский и Серебряноборские, возможно будет сооружать и Орловский тоннель

Участки выездов (въездов) из тоннелей от монтажной и демонтажной камер до поверхности на правом и левом берегах Невы сооружаются открытым способом.

Места размещения камер определялись исходя из градостроительной ситуации, а также с минимально возможным вторжением в существующую застройку и ограничением сложившихся транспортных потоков по существующей улично-дорожной сети.

При этом варианте длина трассы увеличивается незначительно, так, по глубине заложения тоннели закрытого способа работ всего на 4 м глубже открытого.

Сооружение тоннелей ТПМК является наиболее прогрессивным способом в сложных инженерно-геологических условиях под руслами рек. Он значительно снижает объем перекладок инженерных сетей, не требует переустройства набережной на правом берегу р. Невы, исключает необходимость перекрытия движения по правобережным улицам и набережной. Глубина заложения для криволинейной трассы принята с учетом глубины заложения свай фундаментов набережной, так как по рекомендациям фирм производителей тоннелепроходческих комплексов железобетонные сваи их режущим органом не разрушаются.

После прохождения экспертизы специалисты ОАО «Метрогипротранс» должны приступить к разработке выбранного варианта строительства.

Подготовку проекта предполагается завершить во втором полугодии 2006 г.

ПРОЕКТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «МЕТРО-СТИЛЬ» ОТМЕТИЛА 15-ЛЕТИЕ

Проектная организация «Метро-Стиль» ведет свою историю с декабря 1990 г., когда небольшая группа проектировщиков, бывших сотрудников института «Метрогипротранс», организовав частное предприятие.

В дальнейшем, в процессе развития компании, коллектив пополнился специалистами смежных отраслей транспортного строительства (Транснжстрой, Главлоннельстрой, Метрополитен, Метрострой и др.).

Начав с реконструкции небольших локальных объектов Московского метрополитена, предприятие в настоящее время работает над проектами жилых и общественных зданий, объектами транспортного и инженерного назначения (автодорожные и железнодорожные тоннели, сооружения метрополитена, коллекторы, подземные автостоянки, хранилища и пр.).

На современном этапе компания «Метро-Стиль», совместно со своими партнерами, участвует в проектировании ряда крупных градообразующих объектов в Москве.

Главным и основным партнером компании является Московский метрополитен. По его заказам в «Метро-Стиль» подготовлено, а затем реализовано более 80 проектов по реконструкции комплексов вентиляционных стволов Московского метро.

Совместно с ОАО «Транснжстрой» разработаны и запатентованы основные конструкции станции «Парк Победы» в Москве. Для Екатеринбургского метрополитена выполнен проект станции «Геологическая», отличающийся компактностью конструкции и удобством в эксплуатации.

В тесном сотрудничестве с ГУП «Мосинжпроект» осуществлено проектирование автодорожного

и железнодорожного тоннелей под площадью Гагарина в Москве. В настоящее время совместно с этим институтом проектируется подземный комплекс под площадью Тверской заставы.

Для Мархотского тоннеля в Краснодарском крае, сооруженного с целью прокладки нефтепровода, была разработана сложная система вентиляции.

В области международного сотрудничества компанией «Метро-Стиль» подготовлены проекты для двух самых протяженных тоннелей на автомобильной дороге, идущей от Персидского залива до Каспийского моря. Первый тоннель Талун – 4,8 км, второй Альборц – 6,3 км. Они сооружаются в одноименных перевалах высокогорной цепи к северу от Тегерана.

По проекту компании осуществлена система вентиляции



А. А. Кривенко, генеральный директор «Метро-Стиль»

и дымоудаления автодорожного тоннеля длиной 5 км на перевале Анзоб в Таджикистане.

На Международной выставке, проходившей в 2005 г. в г. Тебриз в Иране, за разработки и достижения в области проектирования подземных сооружений компанией «Метро-Стиль» был вручен почетный диплом.



СТРОИТЕЛЬСТВО В МОСКВЕ 4-ГО ТРАНСПОРТНОГО КОЛЬЦА НАЧНЕТСЯ В 2007 г.


Строительство 4-го транспортного кольца начнется в Восточном округе и будет вестись в ускоренном темпе. Об этом сообщил префект Восточного административного округа (ВАО) Николай Евтихий. Он, в частности, отметил, что финансирование на разработку проектной документации увеличено в шесть раз с 0,5 до 3 млрд р. Поэтому проектировочные работы должны быть завершены в этом году, а в 2007 г. начнется строительство. В связи с этим Н. Евтихий дал поручение главам управ районов провести инвентаризацию всех объектов, находящихся в зоне будущей автотрассы.

Говоря о решении «гаражной проблемы» (внешняя сторона окружной железной дороги, по которой пройдет трасса, в настоящее время занята гаражами или промзонами), префект предложил предусмотреть возведение вдоль 4-го транспортного кольца серии многоэтажных паркингов, куда можно будет впоследствии переселить гаражные кооперативы.

Кроме того, он сообщил, что в 2008 г. в районе Вешняки начнется сооружение транспортной развязки, являющейся частью трассы «Москва – Ногинск». По инициативе префекта принято решение продлить эту дорогу до МКАД и далее на

первом этапе довести её до пересечения с ул. Юности.


Напомним, что общая длина 4-го транспортного кольца составит 74 км. Автотрасса начнется на севере столицы от Малого кольца железной дороги. Далее она пройдет мимо стадиона «Локомотив», рядом со станциями метро «Ботанический сад» и «Владыкино», по ул. Народного Ополчения, пересечет Нижние Мневники и выйдет к Минской улице. Затем, по уже существующей трассе, она дойдет до Коломенского и «нырнет» в 4-километровый тоннель под Москвой-рекой. Выйдя из него, магистраль пройдет через район Печатники до Измайлова. Самым сложным этапом станет сооружение двух тоннелей: под Филевским парком и Москвой-рекой.

Кстати, в будущем году москвичей ждет еще один приятный сюрприз: откроется движение по Звенигородскому проспекту. Как ранее сообщил мэр Москвы Юрий Лужков, к этому времени москвичи получат еще одну современную магистраль, благодаря которой смогут всего за 12 минут добраться от Садового кольца до МКАД и далее выехать на Новорижское шоссе. Мэр подчеркнул, что на сегодняшний день Новорижское шоссе не имеет продолжения в черте города после МКАДа. 

СВЕТОСЕРВИС СТАЛ ГЕНПОДРЯДЧИКОМ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ТОННЕЛЕЙ В МОСКВЕ

В Москве в конце декабря 2005 г. определены генподрядчики на выполнение работ по эксплуатации и капитальному ремонту установок наружного освещения улиц и тоннелей, а так же установок архитектурно-художественной подсветки по программе 2006 г. Как сообщает столичный тендерный комитет, основным критерием выбора победителя явилось соответствие квалификации претендента требованиям конкурсной документации на максимальное снижение стоимости работ и сокращение сроков строительства.


Конкурс проводился в 17 лотов. Победителем в конкурсе на выполнение работ по эксплуатации

и капитальному ремонту установок наружного освещения улиц территории СВАО, САО, ВАО, ЗелаО, в тоннелях Кутузовский, Гагаринский, Лефортовский, на всей протяженности Волоколамского шоссе было признано ООО «Светосервис наружное освещение», предложившее наибольшее снижение стартовой стоимости услуг генподрядчика. По итогам торгов подряд на ведение работ на территории ЮВАО был отдан ООО «Энергия», в ЗАО, СЗАО аналогичные работы будут выполнены компанией ООО «Молния-ЭМ», на территории ЮАО и ЮЗАО – ООО «Компания Светстрой», а в ЦАО – «Мосгорсвет». 

САМЫЙ ПРОТЯЖЕННЫЙ НЕФТЕПРОВОД В МИРЕ

В начале 2006 г. планируется начать строительство одного из самых протяженных нефтепроводов в мире – Восточная Сибирь – Тихий Океан (ВСТО).

На трассе западного участка предстоит выполнить тоннельные переходы под четырьмя водными преградами: Усть-Илимским водохранилищем (длина перехода 0,9 км), рекой Ангара (1,6 км), два перехода под рекой Верхняя Ангара (1,1 и 0,8 км). Каждый из них будет включать в

себя два тоннеля диаметром в проходке 2,5 м, в одном из которых будет размещена основная нитка нефтепровода, в другом – резервная. Конструкция тоннелей обеспечивает высокую степень экологической безопасности объекта. Заказчик проекта – Компания «Транснефть», генеральный проектировщик – АО «Пиротрубопровод», проект тоннельных переходов под реками выполняют институты «Лентипроинжпроект» и «Пидроспецпроект». 

ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД – 2006

И. С. Бубман, зав. тоннельным сектором ТАР, к. т. н.



Становится традицией ежегодно проводить Международные выставки и связанные с ними мероприятия, посвященные проектированию, строительству и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений.

Наступивший 2006 г. не является исключением и, подчеркивая важность этого вопроса, правительство Москвы 14 ноября 2005 г. приняло Распоряжение «О проведении III Международной специализированной выставки «Подземный город – 2006».

Выставка проходила 25–27 января 2006 г. в атриуме Гостиного Двора, в самом центре Москвы.

Работу по привлечению экспонентов, подготовку и проведение выставки выполнило ООО «Глобал Экспо». Тематическую направленность определили Тоннельная ассоциация России и ОАО «Новое кольцо Москвы» с участием членов Оргкомитета по различным разделам выставки. Организационную поддержку оказали правительство Москвы, Министерство промышленности и энергетики РФ, Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству, МГГУ, МГРУ, НИИОСП им. Н. М. Герсеванова.

Генеральные информационные спонсоры СМИ: «Метро и тоннели», «Метронвест», «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века», «Московская перспектива».



Одна из важных задач выставки – представить машины, оборудование и технологии работ в подземном строительстве, не связанные с добычей полезных ископаемых.

Открывая выставку, мэр Москвы Ю. М. Лужков отметил, что столице возможно потребуются тоннелепроходческий комплекс диаметром 17 м и более

Именно в этой области строительства в последние десятилетия происходят важные изменения, напрямую связанные с применением нового технологического автоматизирован-

ного оборудования с компьютерным управлением производственными операциями, которые позволили создать высокие технологии в подземном строительстве, резко снизить за-

траты труда и сроки возведения сооружений.

Выставка и связанные с ней мероприятия были направлены также на широкое использование опыта освоения подземного пространства для создания городской инфраструктуры,



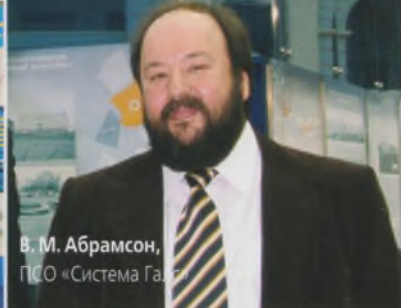
В. И. Ресин и А. В. Черняков, НПО Космос



В. Г. Лернер, Мосинжстрой



И. В. Маковцкий, Ингеоком



В. М. Абрамсон,
ПАО «Система Га...



М. С. Рудяк, Ингеоком



С. Г. Енграев, Трансинжстрой

повышения инвестиционной привлекательности многофункциональных подземных комплексов. В последние годы значительно увеличились объемы возведения высотных зданий, которые имеют глубокую подземную часть для размещения служебно-эксплуатационной, складской и паркинговой инфраструктуры.

В связи с этим Распоряжение правительства Москвы предусматривало выделение отдельным разделом выставки экспозицию «Высотное строительство» для освещения специальных вопросов инженерно-геологических изысканий и проектирования, инженерной подготовки территорий, а также технологий и оборудования для строительства подземной части высотных зданий и сооружений.

Выставку открыл мэр Москвы Ю. М. Лужков, который приветствовал участников и подчеркнул важность и перспективность освоения подземного пространства Москвы, а также пожелал успешной работы всем специалистам и посетителям выставки.

В рамках выставки «Подземный город – 2006» прошли в период 25–27 января: собственная выставка, на которой были представлены экспонаты 245 организаций-экспонентов, в том числе 34 иносферы из 13 стран мира и более чем из 20 городов; одновременно была проведена двухдневная 26–27 января Международная научно-техническая конференция «Технологии, оборудование, материалы, нормативное обеспечение и мониторинг для тоннельного строительства и подземных частей высотных зданий».

Организаторы конференции: Тоннельная ассоциация России, Московский государственный горный университет, Центральный научно-исследовательский институт «ЦНИИПодземмаш», выставочная компания «Глобал Экспо» при поддержке Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы и Москомархитектуры.

На конференции было с интересом заслушано 39 докладов, охвативших три раздела: машины и оборудование (11 докладов); про-

ектирование и мониторинг при строительстве подземных сооружений (15 докладов); технология работ при строительстве подземных сооружений (13 докладов).

Были представлены и заслушаны доклады специалистов из семи стран, в том числе из России, Германии, Австрии, Швейцарии, Италии, Беларуси и Казахстана.

К началу конференции ТА Инжиниринг издал «Тезисы докладов и сообщений» (210 стр.), которые были распространены среди её участников. В тезисах кратко изложены основные положения докладов конференции и представлен весь комплекс обсуждаемых вопросов подземного строительства.

В соответствии с программой проведения выставки были организованы и успешно проведены три технические экскурсии:

- 25 января – «Огни большого города», провела компания «Светосервис»;
- 26 января – «Скоростная бессветофорная автомагистраль – 3-е транспортное кольцо Москвы», провели Тоннельная ассоциация России и Корпорация «Трансстрой»;
- 26 января – «Высотное строительство в Москве», организовало ОАО «Новое кольцо Москвы».

В соответствии с названием: «Скоростная бессветофорная автомагистраль – 3-е транспортное кольцо Москвы» с показом транспортных развязок с большими автодорожными тоннелями участники экскурсии проехали на автобусе по 3-му транспортному кольцу, через тоннель под Кутузовским проспектом, Гагаринский тоннель, а также через Лефортовские тоннели – глубокого заложения и тоннели по эстакадно-тоннельному варианту. Затем участники посетили узел автоматизированной системы управления движения по Лефортовским тоннелям, где представители ГУП «Гормост» подробно рассказали о его работе.

Далее экскурсанты спустились под проезжую часть Лефортовского тоннеля, где им были показаны устройства спуска и эвакуации людей в случае пожарной ситуации.

Экскурсии с показом уникальных подземных транспортных тоннелей г. Москвы были проведены на высоком техническом уровне.

Выставка «Подземный город – 2006», на которой за 2,5 дня побывало около 5 тыс. посетителей, прошла весьма успешно и эффективно для специалистов-тоннельщиков: исследователей, проектировщиков, строителей, эксплуатационников, а также заказчиков и инвесторов.

Было много деловых встреч специалистов, обмен информацией и контактов. В результате намечились темы и объекты для дальнейших совместных контрактов и работ.

В рамках выставки был проведен 2-й Конкурс на применение лучших прогрессивных технологий, конструкций и материалов при строительстве подземных сооружений, организованный Департаментом градостроительной политики, развития и реконструкции г. Москвы, Тоннельной ассоциацией России и выставочной компанией «Глобал Экспо».

В конкурсе приняли участие 53 организации из России, Беларуси и Германии.

26 января в Государственном музее им. А. С. Пушкина состоялось подведение итогов и награждение лауреатов-участников 2-го Конкурса на применение лучших прогрессивных технологий при строительстве подземных сооружений.

Награды вручал председатель Конкурсной комиссии, первый заместитель руководителя Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы А. Н. Левченко.

Среди награжденных организаций большинство составляют члены Тоннельной ассоциации России, например, Корпорация «Трансстрой», ООО «Организатор», ОАО «Мосметрострой», ОАО «Метрогипротранс», ОАО «Ленметрогипротранс», ОАО «ГПР-1», ОАО «Мосинжстрой», «Минскметрострой» и целый ряд других организаций.





Юрий Соломатин,
Херренкнехт тоннельсервис

2005 г. для компании «Херренкнехт» был очень успешным в плане реализации своих проектов как в России, так и на территории бывшего Союза. Товарооборот фирмы «Херренкнехт АГ» за истекший год превысил 500 млн евро, а в России – свыше 40 млн.

Знаменательным событием оказалось изготовление и поставка в Испанию самого большого в мире комплекса диаметром 15,2 м. Он сейчас успешно

работает на сооружении трехкилометрового автомобильного тоннеля в Мадриде. Пройдено уже свыше 300 м со средней скоростью порядка 6 колец в сутки. Каждое кольцо шириной 2 м. Ожидается, что в дальнейшем, после первоначального ввода машины в действие, темпы проходки будут возрастать.

В 2005 г. комплексами фирмы «Херренкнехт» в России в г. Москве завершена проходка первого Серебряноборского тоннеля и сервисного. Сейчас уже проведена санация и подготовка комплекса для сооружения второго



тоннеля. Мы надеемся, что его проходка начнется в ближайшее время и завершится успешно.

Так же в 2005 г. были подписаны два контракта на поставку тоннелепроходческих машин с грунтовым пригрузом забоя: одна для строительства метрополитена в г. Алматы, вторая машина – в Москву для сооружения Строгинской линии метрополитена. Кроме того, на Строгинской линии будет работать еще один комплекс нашей фирмы, но с гидропригрузом, который до этого использовался для проходки сервисного тоннеля в Се-

ребрянном Бору. Сейчас уже ведутся подготовительные работы для его эксплуатации.

Если говорить о перспективе, то могу сказать, что в настоящее время ведутся переговоры по использованию тоннелепроходческих комплексов фирмы «Херренкнехт АГ» в нескольких очень интересных проектах в Москве и Санкт-Петербурге, а также ряде других городов России. Говорить о них сейчас, как о состоявшихся проектах, еще преждевременно. Но мы надеемся, что уже в ближайшее время будут приняты решения по их реализации. **MT**



Эмрах Эртин,
компания «Дегусса
строительная химия»,
отделение подземного стро-
ительства, Швейцария

Отделение подземного строительства компании «Дегусса строительная химия» имеет хорошие результаты за

последние десять лет в обеспечении химическими добавками и оборудованием проектов в тоннелестроении и горнодобывающей промышленности. Все наши усилия посвящены обеспечению поддержки наших клиентов и помощи им в выборе верных технических решений. В настоящее

время мы – один из мировых лидеров в области добавок к бетонам и набрызг-бетону.

Другое важное направление деятельности, где мы успешно работаем в течение последних лет – это химические материалы для щитовой проходки. Проекты метро в Мадриде, Барселоне, Тулузе, Дели, Афинах, Гуанджоу, Нанджинге, Гонконге, Сингапуре и в других масштабных тоннельных проектах, таких как CTRL (Channel Tunnel Rail Link) в Лондоне и Лечберг в Швейцарии – лишь некоторые примеры среди тысяч проектов, которые наше подразделение обеспечивает химическими материалами и технической поддержкой.

В последние два-три года мы также начали активную деятельность в государствах бывшего Советского Союза. Метро в Алматы, коммуникационные и канализационные тоннели в Ашхабаде, коммуникационные тоннели и горнодобывающие пред-

приятия в Казахстане – первые проекты, где мы обеспечиваем техническую поддержку и поставляем свою продукцию. Как один из лидеров мирового рынка добавок для бетонов, «Дегусса строительная химия» уже ведет активную деятельность и в России. ООО «Дегусса Химия» предлагает широкий спектр высококачественных продуктов для российского рынка.

Планы дальнейшей нашей деятельности фокусируются на двух направлениях: первое – это выход на быстро развивающиеся рынки Восточной Европы, России, Центральной Азии, Китая. Второе – предложение рынку новых высокотехнологичных продуктов для тоннелестроения и горнодобывающей индустрии. Среди них можно выделить гидроизоляционные мембраны, наносимые методом набрызга, химические инъекционные материалы и огнестойкие защитные покрытия для тоннелей. **MT**



Ульрих Деберниц,
CFT GmbH Compact Filter
Technic, Германия

Фирма CFT занимается вопро-сами обеспыливания и вентиля-ции в тоннелестроении и горном деле. Опыт работы в этой области составляет уже свыше 40 лет.

Наша компания уже во второй раз принимает участие в этой вы-ставке. Первый раз – в 2005 г. и результатом участия в ней ста-ло подписание и реализация кон-тракта с Бамтоннельстроем на поставку двух установок по обеспыливанию, каждая из которых

рассчитана на очистку до 800 м³ воздуха в минуту, и трех вентиля-ционных станций с приводной мощностью каждая 2 по 90 кВт.

Российский рынок мы оце-ниваем как очень перспектив-ный. Большинству крупных го-родов России просто необхо-димо более активно осваивать подземное пространство. Это значит, вы будете строить тун-нели и подземные сооружения, а фирма CFT – одна из ведущих производителей оборудования по пылеудалению и вентиляции при подземных работах в мире, сможет его поставлять. **МТТ**



Виталий Ушин,
президент «BALUM
Incorporated», США

Наша компания впервые участ-вует в выставке и нам очень нра-вится те контакты, которые мы здесь заведем. Много специалистов интересуется поставляемой нами техникой. Очень надеемся на то, что наша продукция будет более широко применяться в России.

Компания «BALUM, Inc» прода-ет различную технику для под-земного строительства: это и оборудование для устройства буронабивных свай, для «мокро-го» и «сухого» торкретирования, миксеры для доставки бетона

в тоннели, тоннельные локомо-тивы, различные типы бетоно-насосов, а также мобильные бетонозаводы и многое другое.

В России мы уже имеем парт-нерские отношения с рядом организаций. Так, для Бамтон-нельстроя мы уже осуществили поставку тоннельных локомо-тивов для проходки Крольско-го тоннеля, поставили ряд уста-новок для производства «мокро-го» торкретирования, миксе-ры для доставки бетона в тун-нельных условиях.

В прошлом году был постав-лен тоннельный экскаватор для работы на объектах ТО-44. Наши специалисты принимали участие в пуско-наладочных ра-ботах и обучении специалистов ТО-44 работе на технике. Сегод-ня эта машина ведет проходку на одном из Сочинских тунне-лей. Были поставлены бетонона-сосы и установки для торкрети-рования для компании «Новтех-строй», которые успешно при-менялись при строительстве Ка-занского метрополитена, Со-чинских тоннелей, ремонте Московского метрополитена.

В заключение скажу, что увер-ен в том, что наша компания может успешно работать на рос-сийском рынке. **МТТ**



На стенде Бамтоннельстроя,
второй слева генеральный директор **А. Н. Недосеков**



В. П. Абрамчук, руководитель УС-30 (слева),
К. В. Абрамчук, начальник Челябинмтростроя



М. Т. Укшебаев, начальник Алматыметрокурлысы,
М. М. Рахимов, начальник Казметростроя, **О. С. Власов,** журнал «Метро и тоннели» и **Ю. А. Носон,** главный механик Казметростроя



Ю. Е. Круг, генеральный директор АНО «Инвестстройметро»



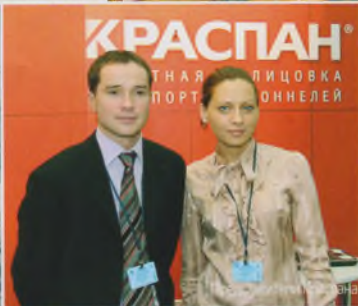
А. А. Шилин, генеральный директор «Триада-Ходьки» (в центре)



К. П. Безродный, А. И. Салан, представители Метрогипротранс



Н. И. Шумakov, главный архитектор Метрогипротранс



KRASPAN
ТОННЕЛЬНАЯ ЛИЦОВКА
ПОРТ-ТОННЕЛЕЙ



BALUM INCORPORATED



С. Н. Ерошников, генеральный директор Геон



ИНГЕКОМ



Сотрудники Метрогипротранс и ПСС «Система Галс»



ГРУППА КОМПАНИЙ «АББ»



ИнжПроектСтрой



ВОС МОС



КАНАЛСТРОЙ
представители Метрогипротранс



75 лет
МЕТРОСТРОИ



ТОННЕЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ РОССИИ

Специальная Ассоциация России
по специализации в строительстве подземных сооружений



СИСТЕМА

ЛУЧШЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЗА 2006 г.

Во исполнение Распоряжения правительства Москвы от 20.03.2003 г. № 1867-РП Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы, Тоннельная ассоциация России и выставочная компания «Глобал Экспо» в рамках выставки «Подземный город – 2006» ор-

ганизовали 2-й Конкурс на применение лучших прогрессивных технологий при строительстве подземных сооружений.

Организациям-лауреатам и победителям по всем номинациям были вручены Почетные знаки и Дипломы.

НОМИНАЦИЯ

«ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ»

- 1. Строительство Серебряноборских тоннелей. Скоростная проходка сервисного тоннеля ТПМК «Херренкнехт» диаметром 6 м с гид-ропригрузом забоя**
 Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:
 • ОАО «Мосметрострой», Москва
 • ООО «Организатор», Москва
 • ООО «Тоннель-2001», Москва
- 2. Сооружение конструкций примыкания к существующей станции «Маяковская» при помощи защитного экрана из труб при соору-жении второго выхода**
 Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:
 • ГУП «Московский метрополитен», Москва
 • ОАО «Метрогипротранс», Москва
 • ООО «СМУ-8 Метростроя», Москва
 Награждено Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства
 • ОАО «Мосметрострой», Москва
- 3. Устройство закрытых переходов через р. Москву под в/в кабели методом горизонтального бурения (ГНБ) для электроснабжения реконструируемого здания ЦВЗ «Манеж»**
 Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства
 • ЗАО «СУ-91 Инжспецстрой», Москва
- 4. Сооружение водопропускных труб и коллекторных тоннелей бестраншейным способом микротоннелирования с применением металлических футляров и гофрированных конструкций, а также под защитой экрана из труб**
 Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства
 • ООО «ДВГСК-центр», Москва
- 5. Проектирование и строительство канализационного коллектора по Краснохолмской набережной с применением микрощита фир-мы «Херренкнехт АГ» диаметром 2,0 м в сложных гидрогеологических условиях, в застроенной части города**
 Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:
 • ООО «Институт «Каналстройпроект», Москва
 • Фирма «Херренкнехт АГ», Шванау, Германия
- 6. Реконструкция федеральной автодороги Адлер — Красная Поляна. Участок 43—48 км. Технология строительства двух автодорож-ных тоннелей на участке 46—47 км**
 Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:
 • ОАО «Минскметропроект», г. Минск
 • ООО «Тоннельдорстрой», г. Сочи
- 7. Строительство канализационного коллектора № 68 от КНС «Северное-1» до дюкера через реку Дон в г. Ростов-на-Дону**
 Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства
 • ЗАО «Тоннельпроект», Тула
- 8. Строительство коллекторов диаметром до 2 м в применении микропроходческих комплексов типа AVN фирмы «Херренкнехт АГ»**
 Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства
 • ООО «Инжстрой-Сити Монолит»

НОМИНАЦИЯ

«ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ»

1. Технология возведения подземной железнодорожной станции «Аэропорт Внуково» мелкого заложения и сооружение подходов подземных выработок

Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:

- ОАО «Корпорация «Трансстрой», Москва
- ОАО ЦНИИС, Москва

НОМИНАЦИЯ

«ВРЕМЕННЫЕ И ПОСТОЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК, КОТЛОВАНОВ, РАЗЛИЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ВНУТРЕННИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В ТОННЕЛЯХ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ»

1. Крепление подпорных стенок и ограждений котлованов при помощи анкерных свай и грунтовых анкеров из трубчатых винтовых штанг «Титан»

Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:

- ОАО ЦНИИС НИЦ ТМ, Москва
- ЗАО «Спецтрансмонолит», Москва
- ООО «Строймехсервис Метростроя», Москва

НОМИНАЦИЯ

«РАБОТЫ ПО СТАБИЛИЗАЦИИ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТОВ, УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ И УКРЕПЛЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ»

1. Укрепление грунтов сбойки № 5 способом струйной цементации «jet-grouting» при сооружении Серебряноборских тоннелей

Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- ООО «Спецметрострой», Москва

Награждены Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:

- ОАО «Мосметрострой», Москва
- ООО «Организатор», Москва
- ОАО ЦНИИС НИЦ ТМ, Москва

2. Строительство технологических шахт с помощью струйной цементации в условиях действующего металлургического цеха ООО «Каменск-Уральского металлургического завода»

Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- ЗАО «ИнжПроектСтрой», г. Пермь

3. Струйная технология устройства свай (СТУС)

Награжден Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- НИИОСП им. Н. М. Герсеева, Москва

НОМИНАЦИЯ

«МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ»

1. Новые материалы для возведения набрызг-бетонных крепей и гидроизоляции при проходке тоннелей

Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- ЗАО «НовТехСтрой», Москва

2. Железобетонная цельно-секционная обделка прямоугольного сечения размерами 2,7 × 3,2 × 1,5 м

Награждены Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства:

- ООО «Трансстройтоннель-99», Москва
- ОАО «Моспромжелезобетон», Москва

3. Сооружение верхнего строения пути (ВСП) на рамах МГР-4Т с прижимными анкерами в железнодорожных тоннелях

Награждено Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- ООО «ДВГСК-центр», Москва

4. Технология очистки и обезвоживания глинистых растворов центрифугами

Награждено Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- ОАО «ГПР-1», Москва

5. Разработка и применение бетонных смесей с повышенной водонепроницаемостью. Объект – транспортное пересечение улиц Су-щевский Вал и Шереметьевская

Награждено Дипломом за внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства

- ОАО «ГПР-1», Москва



А. Н. Левченко, первый заместитель
руководителя Департамента
градостроительства г. Москвы



Б. И. Яцков, «Мосметрострой»



М. Ю. Арбузов, ООО «Тоннель-2001»



С. Н. Власов, ТА России



М. Л. Пейсоченко, «Херренкнехт-тоннельсервис»



А. М. Земельман, ОАО «Метрогипротранс»



А. И. Афанасьев, ООО «Инжстрой-Сити Монолит»



П. С. Соболев, Корпорация «Трансстрой»



А. Ф. Федотов, ЗАО «НовТехСтрой»



Н. И. Кулагин, ОАО «Ленметрогипротранс»



Е. Р. Романенков, ООО «Краспан»



А. А. Цернант, ОАО ЦНИИС



И. Р. Ладыгина, ООО НПО «Ассоциация Крипак»



Б. В. Казанцев, ООО «Спецметрострой»



А. Р. Штеклейн, ООО «Трансстройтоннель-99»



А. Н. Семенов, ООО «Компания Крот»



П. М. Новиков, ОАО «Метрострой» СПб



В. А. Козин, «Петербургский метрополитен»



21 февраля 2006 г. генеральному директору ОАО «Метрострой» Санкт-Петербург **Вадиму Николаевичу Александрову** исполнилось 65 лет.

После окончания института жизнь и работа Вадима Николаевича тесно связаны со строительством Санкт-Петербургского метрополитена, транспортных тоннелей и подземных сооружений. С участием В. А. Александрова в сложных градостроительных и гидрогеологических условиях возведены многие уникальные станции метрополитена и подземные сооружения различного назначения. Особо следует отметить его личный вклад в строительство тоннелей метро со скоростями 1242 п. м в месяц, что соответствует лучшим мировым

стандартам. Пока этот показатель еще не перекрыт другими метростроителями.

И сегодня, ведя большую работу в новых экономических условиях, под руководством В. Н. Александрова успешно продолжается сооружение новых участков линий метрополитена.

Как заместитель председателя правления он оказывает большую помощь в работе Тоннельной ассоциации, активно участвуя в проводимых мероприятиях.

Президиум правления и Исполнительная дирекция Тоннельной ассоциации России сердечно поздравляют Вадима Николаевича со знаменательным событием и желают ему крепкого здоровья, удачи и успеха во всех его делах.



19 января 2006 г. исполнилось 70 лет вице-президенту ОАО «Мосинжстрой» **Валентину Григорьевичу Лернеру**.

В 1958 г. после окончания Горного института молодой инженер был распределен в строительное управление № 22 одного из трестов Мосподземстроя. Там он довольно быстро заявил о себе, как о неординарном специалисте и уже через год его назначили горным мастером в СУ-19, где началась настоящая работа.

Главными жизненными этапами для него стали периоды строительства и сдачи объектов: подземные инженерные коммуникации в центре и районах массовой жилой застройки Москвы, тоннели метро, сооружения государственного значения.

Среди московских строителей Лернер считается одним из самых мощных профессионалов-практиков. Даже занимая нынешний высокий пост первого вице-президента по производству ОАО «Мосинжстрой» (с 1992 г.), он по-прежнему предпочитает не кабинетный стиль работы, а большую часть времени проводить на объектах в качестве непосредственного руководителя.

В. Г. Лернер относится к числу тех руководителей, которые знают каждый нюанс своего дела. Он готов оказать содействие по решению поставленной задачи, но и требует, чтобы ключевые этапы были безусловно выполнены в договоренные сроки. Дисциплина, требовательность к себе и исполнителям – его сильные качества.

Валентин Григорьевич умеет неформально решать вопросы освоения и применения новых технологий.

В настоящее время строителями Мосинжстроя ежегодно прокладываются десятки

километров городских коммуникаций различного назначения с применением микротоннельных комплексов (13 комплексов), машин горизонтального направленного бурения (6 машин), бурошнековых машин (7 машин), решены нормативно-технические вопросы, освоено собственное производство специальных железобетонных труб с внутренним полиуретановым покрытием для бестраншейной прокладки канализационных сетей. Это примеры только за последние годы. Умение сочетать одновременно качества непосредственного руководителя строительства объектов и организатора создания и внедрения новшеств подчёркивает редкий талант инженера-строителя В. Г. Лернера.

В. Г. Лернер награжден орденами «Знак Почета» и «Дружбы народов»; ему присуждены две премии Совета Министров СССР, звания заслуженного и почетного строителя России.

Тоннельная ассоциация России поздравляет Валентина Григорьевича со знаменательной датой и желает ему доброго здоровья, бодрого настроения и успехов в сооружении подземных объектов.



2 февраля 2006 г. исполнилось 75 лет бывшему начальнику Главного управления метрополитенов МПС **Пахомову Виктору Яковлевичу**, активному участнику публикации материалов в нашем журнале.

Окончив с отличием в 1953 г. Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта, В. Я. Пахомов был направлен на электрификацию Омской железной дороги, где прошел производственный путь от электромонтера контактной сети до начальника участка энергоснабжения.

После объединения Омской и Томской железных дорог в Западно-Сибирскую в 1961 г. В. Я. Пахомов был назначен главным инженером службы электрификации и энергетического хозяйства этой дороги, а в 1968 г. – начальником аналогичной службы Свердловской железной дороги.

В 1972 г. В. Я. Пахомов был переведен в Москву на должность заместителя начальника Главного управления электрификации и энергетического хозяйства МПС по строительству.

В 1975 г. с передачей в ведение МПС метрополитенов В. Я. Пахомов назначается первым заместителем начальника Главного управления метрополитенов, а с 1984 г. ста-

новится начальником этого главка, членом коллегии МПС.

В этот период под руководством Виктора Яковлевича была развернута программа по замене старых вагонов и их модернизации и повышению уровня безопасности перевозки пассажиров.

Большая работа была проведена по организации строительства и вводу в эксплуатацию новых метрополитенов в городах Харькове, Ереване, Минске, Новосибирске, Нижнем Новгороде, Самаре; значительно расширилась сеть и действующих метрополитенов.

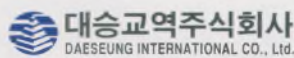
В. Я. Пахомов – заслуженный работник транспорта РСФСР, почетный железнодорожник, награжден орденом Дружбы народов и медалями.

Международная Ассоциация «Метро», Тоннельная ассоциация и редакционная коллегия журнала «Метро и тоннели» поздравляют В. Я. Пахомова с Днем рождения и желают ему здоровья и творческих успехов.

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 поставку 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 корейской фирмы **Daeseung Int. Co., Ltd.** (Корея)



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



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



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



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



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 Виталий Ушин

МИТИНСКО-СТРОГИНСКАЯ ЛИНИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

П. В. Морозов, главный инженер проекта ОАО «Метротранс»

Постановлением правительства Москвы № 669 от 6 сентября 2005 г. определен план московского метростроения на 2005–2007 гг. В том числе предусмотрено строительство Митинско-Строгинской линии от ст. «Парк Победы» до ст. «Строгино» общей протяженностью 17,1 км в двухпутном исчислении. Из них 12,5 км – новое строительство и 4,65 км – реконструкция участка Филевской линии от ст. «Кунцевская» до ст. «Крылатское».

Условно линия поделена на три пусковых участка: два из них – «Парк Победы» – «Крылатское» и «Крылатское» – «Строгино» будут сданы в 2007 г., и перспективный – «Строгино» – «Митино». При этом, в состав первого участка включена часть действующей Филевской линии метрополитена и предусмотрено создание пересадочного узла на ст. «Кунцевская».

Трасса проложена в крайне сложных градостроительных условиях. Участок от ст. «Парк Победы» до ст. «Кунцевская» проходит вдоль Кутузовского проспекта, неоднократно пересекая линию Смоленского направления Московской железной дороги, затем, практически под Старорублевским шоссе, выходит к Кастанаевской улице, где поворачивает в створ существующей станции «Кунцевская» под Рублевским путепроводом.

На этом участке предусмотрено сооружение двух станций.

«Славянский бульвар» – расположена между Кутузовским проспектом и полосой отвода Смоленского направления МЖД на территории яблоневого сада. В перспективе над станцией будет проложена новая автомагистраль – дублер Кутузовского проспекта. Это – односводчатая станция, она будет возводиться открытым способом. Станционные вестибюли, снабженные пешеходными переходами, свяжут «Славянский бульвар» с микрорайонами Фили – Мазилово и Давыдково.

«Кунцевская» будет сооружена на месте существующей станции Филевской линии с занятием свободного пролета под Рублевским путепроводом. Наземный станционный комплекс обеспечит как посадку пассажиров

с Митинско-Строгинской на Филевскую линию, так и технологические потребности линий. Путевое развитие, предусмотренное за ст. «Кунцевская», позволит перепускать составы Митинско-Строгинской линии в электродепо «Фили», которое реконструируется и сможет принимать составы новой линии.

Второй вновь сооружаемый участок от ст. «Крылатское» до ст. «Строгино» также довольно сложный в градостроительном отношении. Он проходит по районам элитной застройки – Крылатское, Строгино и по территориям природных комплексов, статус которых запрещает все виды строительных работ. Под Серебряноборским лесничеством Митинско-Строгинская линия метрополитена пройдет в нижней зоне Серебряноборских автодорожных тоннелей, под плитой проезжей части.

На данном участке предусмотрено размещение двух станционных комплексов и одного аварийного выхода из тоннелей метрополитена.

Станция «Троице-Лыково» – перспективная, сооружается вчерне. Однако для нормальной эксплуатации линии к моменту пуска здесь будут построены и сданы тягово-понижительная подстанция (ТПП), блок технологических помещений и обеспечена возможность эвакуации на поверхность пассажиров при нештатных ситуациях.

Станционный комплекс «Строгино» располагается на Строгинском бульваре, между улицами Таллиннская и Кулакова.

Станция «Строгино» возводится в котловане открытым способом. Она будет односводчатой, с двумя просторными подземными вестибюлями, в которых планируется разместить все службы метрополитена, обслуживающие Митинско-Строгинскую линию. Вестибюли снабжены пешеходными переходами и двумя выходами по обе стороны бульвара с пандусами для инвалидов. Павильоны по архитектурному замыслу будут соответствовать самой станции, их построят из стекла и бетона. За станцией предусмотрены тупики для оборота и обслуживания составов.

Учитывая значительную протяженность трассы, между станциями «Крылатское» и «Троице-Лыково» размещен дополнительный комплекс технологических сооружений метрополитена, включая аварийный выход, ТПП, вентиляционный узел и т. д.

В связи со значительными градостроительными ограничениями и сложными гидрогеологическими условиями принято решение по сооружению Митинско-Строгинской линии механизированными тоннелепроходческими комплексами.

Для строительства на участке ст. «Кунцевская» – ст. «Парк Победы» длиной ~3,5 км будет использоваться механизированный щит с грунтопригрузом фирмы «Херренкнехт». Он уже закуплен и в январе 2006 г. будет поставлен на строительную площадку. К этому моменту она должна быть огорожена, сооружена монтажная камера, проложены внутриплощадочные сети и дороги, чтобы можно было сразу начать монтаж щита и периферийного оборудования, обеспечивающего работу ТПМК.

Учитывая крайне сжатые сроки строительства и необходимость достижения высоких скоростей проходки, принято решение разделить транспортные потоки, обеспечивающие работу комплекса. Для доставки к щиту материалов, блоков отделки, тампонажного раствора и т. д. используется рельсовый транспорт. Грунт удаляется при помощи специального конвейера. Таким образом, значительно сокращен обмен составов, проходящих по тоннелю, и время, необходимое на транспортное обеспечение проходки.

По завершении работы ТПМК «Херренкнехт» будет разобран в специальной демонтажной камере диаметром 13,5 м, сооружаемой в настоящее время в районе рабочего ствола 463 (ул. Минская), и выдан на поверхность через этот ствол.

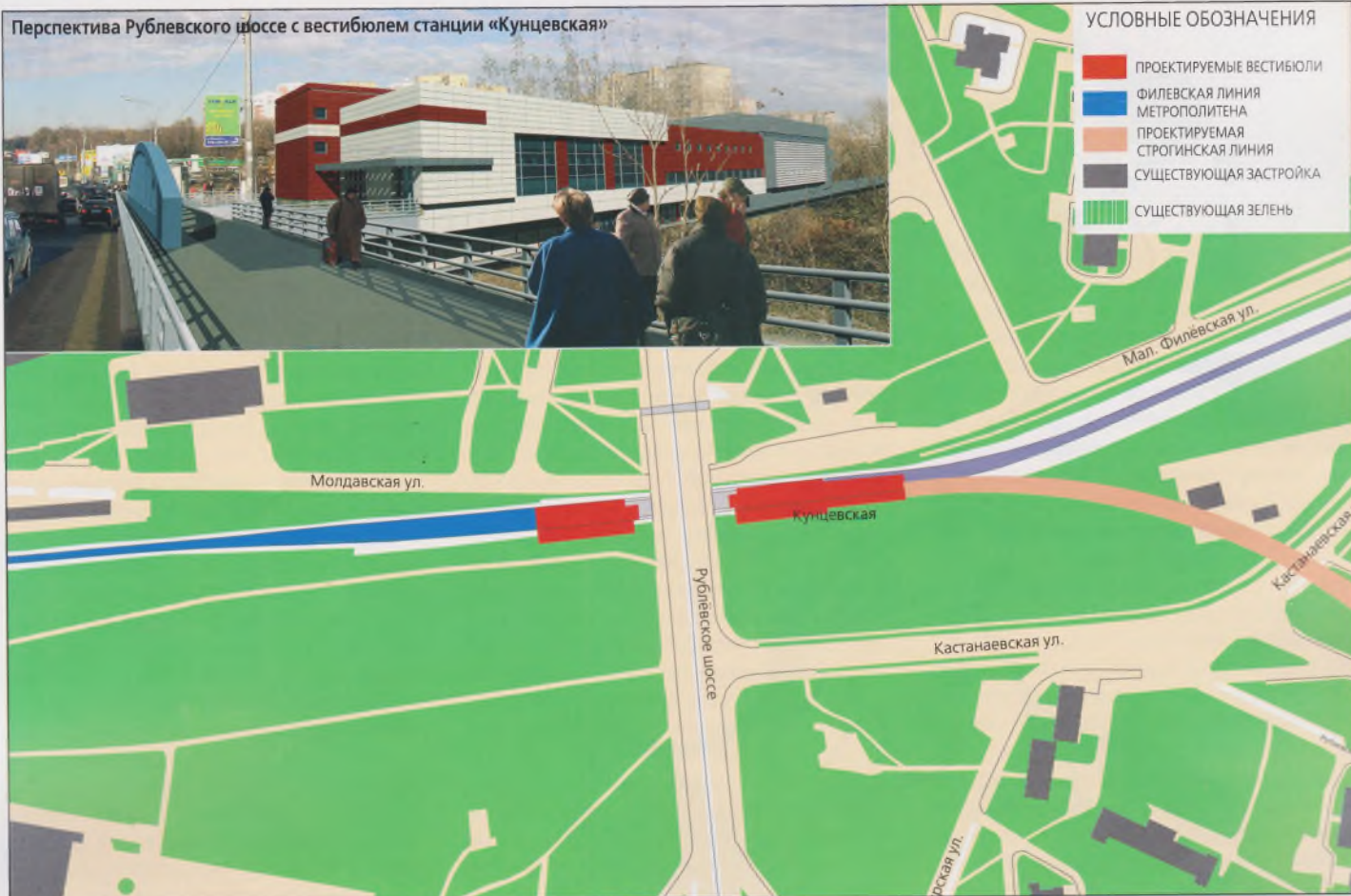
Участок от ст. «Кунцевская» до ст. «Славянский бульвар» будет проложен в грунтах четвертичного возраста: в водонасыщенных супесях с максимальным гидростатическим давлением на лоток сооружения 0,6 атм, и затем – в суглинках тугопластичной консистенции с включением гравия и гальки и прослоями песка.

Станция «Кунцевская», восточный вестибюль. План на уровне платформы



СХЕМА МИТИНСКО-СТРОГИНСКОЙ
ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА





Станция «Кунцевская», ситуационный план

За ст. «Славянский бульвар» начинается переходной участок: щит пойдет вниз с уклоном 0,043, пересекая грунты четвертичного, юрского и каменноугольного возрастов, представленных водонасыщенными супесями, тугопластичными суглинками, твердыми плотными карбонатными глинами и трещиноватыми известняками средней прочности. Максимальный гидростатический напор – 3,0 атм. Обделка – высокоточная железобетонная с уплотняющими рамками. Клиновидная форма колец позволяет за счет их разворота вокруг оси тоннеля при монтаже обеспечивать поворот трассы в любом направлении.

Участок от ст. «Крылатское» до Серебряноборского тоннеля будет строить ТО-6 Мосметростроя с помощью тоннелепроходческого комплекса с грунтопригрузом фирмы «Ловат». Сейчас уже отведена площадка и начато сооружение монтажной камеры для щита. Для того чтобы в период строительства жители этого района не ощущали дискомфорта и с целью снижения шума от работающей техники, предусмотрено полное перекрытие камеры. В ней будут выполняться практически все технологические процессы, вплоть до погрузки грунта в автосамосвалы, которые по пандусу вывезут породу на поверхность.

Перегонные тоннели от тупиков за станцией «Крылатское» опускаются с уклоном 0,043 с отметки 178,0 м до 117,0 м. Из-за неровной поверхности земли на участке глубина заложения тоннелей составит от 10 до 35 м.

Начиная с ПК17 тоннели размещаются ниже поверхности горизонта грунтовых вод.

Гидростатическое давление на обделку нарастает и в конце участка достигает 2,6 атм.

На первых 550 м щитовая проходка будет вестись в плотных, до середины участка маловлажных, а далее водоносных мелких меловых песках. Расчетное сопротивление грунтов оснований от 200 до 400 кПа. Затем примерно на 700 м в забоях будут залегать юрские водонасыщенные пылеватые пески и супеси, а также тугопластичные и полутвердые суглинки и глины. Значения расчетного сопротивления 150–250 кПа.

Данные гидрогеологические условия не создадут значительных проблем при работе выбранного тоннелепроходческого комплекса.

Единственное, что несколько беспокоит, – это наличие над трассой автозаправочной станции. Вывести ее практически невозможно, т. к. землеотвод для ее размещения постоянный. Правда, заправка выполнена по современным нормам, т. е. емкости для топлива находятся в бетонном 1,5-метровой толщины резервуаре.

Общая длина участка от Серебряноборских тоннелей до ст. «Строгино» – свыше 2,5 км. Поэтому от Серебряноборского тоннеля в сторону станции по правому перегону предполагается пустить ТПМК «Херренкнехт» с гидропригрузом. Этот щит хорошо зарекомендовал себя при проходке сервисного тоннеля в комплексе Серебряноборских в аналогичных гидрогеологических условиях. По левому перегонному тоннелю – от станции «Строгино» – щит «Ловат» с гидропригрузом Тоннельного отряда № 44 Объединения «Ингеоком».

До ст. «Троице-Лыково» тоннели сооружаются на глубине 20–22 м в четвертичных мелких песках средней плотности на 2–7 м выше поверхности горизонта грунтовых вод. Значения расчетного сопротивления грунтов оснований – от 200 до 300 кПа.

Перегонные тоннели от ст. «Троице-Лыково» до ст. «Строгино» проектируются на глубине от 8–10 м до 22–25 м на участке длиной 1500 м ниже поверхности горизонта грунтовых вод.

Проходка будет производиться в безвалунных, преимущественно мелких песках и мелкопесчаных супесях при гидростатическом давлении на обделку от 0 до 1,1 атм.

Расчетное сопротивление грунтов оснований 200–300 кПа.

Перегонные и тупиковые тоннели за ст. «Строгино» располагаются на глубине 12–22 м преимущественно в четвертичных мелких песках, а на больших глубинах – частично в суглинках московской и донской морен, от 8 до 15 м выше поверхности грунтовых вод; значения расчетного сопротивления грунтов оснований 300–400 кПа.

Использование при строительстве линии современных тоннелепроходческих комплексов, способных вести проходку в сложнейших гидрогеологических условиях, оборудованных компьютерными навигационными устройствами, и применение высокоточной водонепроницаемой обделки позволяет надеяться на то, что строительство Митинско-Строгинской линии Московского метрополитена будет завершено в директивные сроки и с высоким качеством.



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

АРХИТЕКТУРА СТАНЦИЙ МИТИНСКО-СТРОГИНСКОЙ ЛИНИИ

«Славянский бульвар»

Станция «Славянский бульвар» Митинско-Строгинской линии располагается вдоль Кутузовского проспекта у пересечения его с Рублевским шоссе. С севера от станции параллельно Кутузовскому проспекту проходят пути Смоленского направления Московской железной дороги. Над станцией размещается проектируемый дублер Кутузовского проспекта, проходящий в этой зоне между Кутузовским проспектом и железной дорогой.

На концах платформы станции предусматриваются два подземных вестибюля, один из которых (№ 1) связан с платформенным участком лестницей, а другой (№ 2) – эскалаторами.

Выходы из вестибюля № 1 запроектированы по обе стороны дублера Кутузовского проспекта. Северный выход соединяется с существующим пешеходным переходом, проходящим под железнодорожными путями. Выход из вестибюля № 2 ведет в зону проектируемого комплекса «Клуб рыбака» со спортивно-оздоровительным и торгово-деловым центрами. На лестничных сходах и пандусах для инвалидов подземных пешеходных переходов предусматриваются остекленные павильоны, оборудованные системами инфракрасного обогрева ступеней.

Конструкции станции «Славянский бульвар» предусматривается выполнить из монолитного железобетона, с опирающимися на стены цилиндрическим кессонированным сводом, накрывающим также один из вестибюлей станции (№ 1). Размер кессонов свода в осях – около 4 м, глубина кессонов – от 0,6 до 1 м.

Платформенный участок будет освещен светильниками, которые разместятся на путевых стенах станции и будут обслуживаться с эксплуатационных галерей, расположенных за этими стенами.

Станция «Славянский бульвар», крытый павильон над входом



Станция «Славянский бульвар»

Путевые стены предполагается облицевать мрамором «Верде Гватемала» зеленого цвета с завершением из профиля, выполненного из нержавеющей стали, являющегося основой для крепления светильников.

Покрытие пола – светлое, из гранита «Александровский», край платформы – темный «Габбро».

На платформе по продольной оси станции с шагом 48 м устанавливаются три скамьи с сиденьями из тонированного буча.

Технико-экономические показатели, м:

длина платформы	162
ширина платформы	10
высота станции от уровня чистого пола платформы	8
длина вестибюля № 1	60
то же № 2	65

ожидаемые максимальные пассажиропотоки, чел/ч:
на вход 7 600
на выход 3 600

Главный архитектор проекта – В. С. Волович

«Кунцевская»

Существующая станция «Кунцевская» Филевской линии Московского метрополитена представляет собой открытую платформу островного типа шириной 8 м с двумя вестибюлями, расположенными по двум сторонам Новорублевского шоссе. Реконструкция проводится в составе строительства Строгинской линии. В ходе реконструкции все существующие сооружения, устаревшие физически, технически и морально, разбираются, на их месте поэтапно без остановки движения возводится новый пересадочный узел.

Строительство новой платформы предусмотрено параллельно существующей, соосно с ней на тех же высотных отметках. Длина новой платформы и существующей, с учетом ее удлинения, составит 162 м. Платформы расположены под Кунцевским путепроводом, подлежащим реконструкции в ближайшее время.

Вестибюли двухуровневые. Уровень кассового зала (верхний) размещен на отметках тротуара Новорублевского шоссе и связан с каждой платформой трехмаршевой лестницей, более низкий уровень – пересадочный, соединен с каждой платформой двухмаршевой лестницей. Между собой уровни вестибюля связаны двумя одномаршевыми лестницами. Кассовые залы запроектированы двусветными, высотой 6 м, служебные помещения сгруппированы в задней части вестибюля на двух уровнях.

Предусмотрено первоочередное строительство восточного вестибюля.

Вертикальная связь между платформами и каждым из вестибюлей обеспечивается лифтами для обслуживания инвалидов и маломобильных групп населения.

Запроектировано сооружение двух новых вестибюлей, возводимых поочередно без остановки движения поездов, что во многом определяет объемно-планировочное решение.

К восточному вестибюлю примыкает 4-этажное здание тягово-понижительной подстанции.

Колонны и перекрытия всех зданий комплекса выполняются в монолитном железобетоне, стены – из пенобетонных блоков облицовываются панелями из композитных материалов, фасадным алюминиевым профилем и натуральным камнем. Полы платформ настилаются огнеобработанными гранитными и плитами полированного гранита.

Отделка технологических и служебных помещений решена в соответствии с эстетическими, технологическими и функциональными требованиями с применением высококачественных отечественных и импортных материалов.

Главный архитектор проекта – А. Л. Вигдоров.

«Строгино»

Станция «Строгино» Митинско-Строгинской линии располагается вдоль Строгинского бульвара, у пересечения его с улицей Кулакова, в зоне массовой жилой застройки. На станции предусматриваются два подземных вестибюля с эскалаторами. Выходы из метро запроектированы по обе стороны Строгинского бульвара. На лестничных сходах и пандусах для инвалидов подземного пешеходного перехода остекленные павильоны, оборудованные системами инфракрасного обогрева ступеней.

Конструкция станции «Строгино» предусмотрена из монолитного железобетона, с опирающимся на стены цилиндрическим сводом, по оси которого расположены световые плафоны каплевидной формы, разделенные ребрами на 16 геометрических ниш, в которых находятся светильники.

Шаг плафонов 11,4 м. Их размеры в плане 14,5 × 9 м, высота 1,5 м.

Путевая стена облицована мрамором «Уфалей» с завершением из профиля, выполненного из нержавеющей стали, одновременно являющимся основой для крепления названия станции и схемы линии метро.

Покрытие пола – светлое, из гранита «Александровский», край платформы – темный «Габбро».

По продольной оси станции на платформе с шагом 22,8 м установлены по две скамьи из тонированного бука.

Технико-экономические показатели, м:

длина платформы	162
ширина платформы	12
высота от уровня платформы	
до низа свода	5
длина вестибюля	63
максимальные пассажиропотоки, чел/ч:	
на вход	13 600
на выход	4 600

Главные архитекторы проекта – А. Ю. Орлов, А. В. Некрасов.



Станция «Кунцевская», вестибюль



Станция «Кунцевская», платформа



Станция «Строгино»

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ СУЩЕВСКИЙ ВАЛ И ШЕРЕМЕТЬЕВСКАЯ (3-е ТРАНСПОРТНОЕ КОЛЬЦО МОСКВЫ)

А. В. Черняков, президент НПО «Космос», к. т. н.
С. В. Чеботарев, ГИП «Космос-Стройпроект»



30 октября 2005 г. в соответствии с графиком было открыто рабочее движение по тоннелю на пересечении улиц Сушевский Вал и Шереметьевская 3-го транспортного кольца (ТТК) Москвы. Строительство тоннеля и развязки на пересечении Ленинградского проспекта с Беговой ул. позволило организовать бесцветное движение на этом участке.

Построенный тоннель представляет собой сооружение длиной 771,5 м (254 м – в закрытой части, 252 м – Рижская рампа и 265,5 м – Савеловская рампа) с четырехполосным движением в обе стороны. Глубина заложения – 10 м.

Казалось бы, не столь грандиозное сооружение. Однако следует учесть особенности месторасположения тоннеля. Марьяна Ро-

ща – давно сложившийся исторический район с колоссальным количеством коммуникаций, высокой плотностью застройки и насыщенным автомобильным движением. Подземное строительство в этом месте осложнялось особенностями гидрогеологии:

- уровень грунтовых вод по трассе тоннеля – от 4 до 6 м;
- грунты крайне неоднородны: присутствуют прослои набухающей глины, обводненные пески и плывуны;
- в зоне проведения работ, по данным дореволюционной карты, располагались русла трех рек.

Такая гидрогеологическая обстановка не позволила даже провести щитовую проходку под

проезжей частью для прокладки коммуникаций, т. к. явно прослеживалась опасность возникновения просадок или провалов. Таким образом, важной задачей являлась проблема предварительного искусственного изменения характеристик грунтов, без решения которой невозможно было построить даже такие сравнительно небольшие подземные сооружения, как коллекторы или камеры для прокладки коммуникаций.

Генеральным проектировщиком являлся институт «Мосинжпроект» (ГИП – Н. Ф. Кургузиков).

Генеральным подрядчиком по строительству тоннеля было НПО «Космос», по прокладке коммуникаций и внешнему благоустройству – ОАО «Дормост».

Рис. 1. Сечение тоннеля по первоначальному проекту

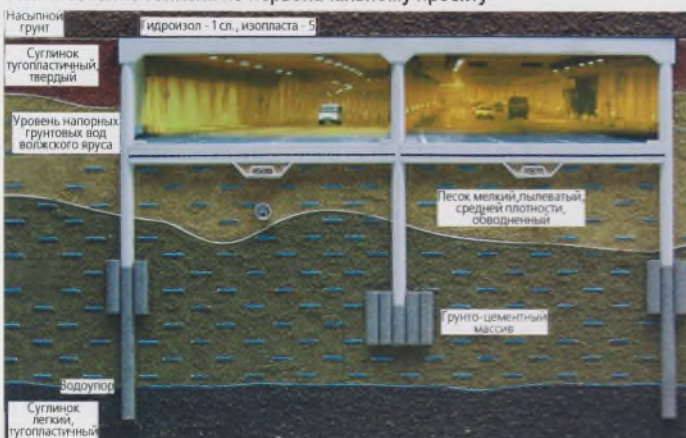


Рис. 2. Сечение построенного тоннеля



Первоначально конструктивные решения на весь тоннель были разработаны Мосинжпроект. Конструкция стен тоннеля представляла собой буросекущие сваи длиной 30 м. Нормативный срок проведения работ по этому проекту – четыре года. Возможность предварительного усиления слабых грунтов позволила в дальнейшем пересмотреть эти решения с целью сокращения сроков строительства. И по следующему проекту предусматривалась конструкция боковых и средней стен тоннеля из буросекущих свай диаметром 0,8 м, армированных арматурными каркасами (рис. 1). Буросекущие сваи опирались в основании на грунтоцементный массив, образованный грунтоцементными сваями диаметром 0,8 м. Северная и южная стены тоннеля – основание из четырех рядов грунтоцементных свай длиной: в средних рядах 9 м, в крайних – 3 м. Верх грунтоцементных свай – на отметке 147,7, что составляет 15,0–15,2 м от дневной поверхности. Основание под среднюю стену тоннеля – семь рядов грунтоцементных свай длиной 3 м на расстоянии от верха грунтоцементного массива до дневной поверхности 17,1–17,3 м. Эти конструктивные решения в окончательном виде были сохранены на Западной (Савеловской) рампе.

В связи с наличием сильно обводненных грунтов в основании тоннеля, а также для замены глубинного водоотлива открытым, и сокращения таким образом сроков строительства (отпала необходимость проходки двух дренажных штолен и возведения второго тоннельного сооружения) институт «Космос-Стройпроект» принял другую концепцию (рис. 2). Ее основой является устройство котлована с ограждающей конструкцией из массива грунтоцементных свай, усиленного отдельно стоящими буронабивными сваями диаметром 0,75–0,80 м. Грунтоцементные сваи армировали металлическими трубами диаметром 530 и 630 мм. Затем в разработанном котловане возводилась конструкция тоннеля. Грунтоцементный массив представляет собой два ряда секующихся грунтоцементных свай диаметром 1,0–1,2 м и длиной 15 м (рис. 3).

Работы по измененному проекту продолжались силами НПО «Космос» с августа 2004 г. по август 2005 г. в непростых условиях. Они были связаны с отсутствием площадки в непосредственной близости от зоны строительства для размещения механизмов, производством работ в условиях городской застройки и интенсивного автомобильного движения по ТТК по самой границе стройки и, как следствие, многочисленными переключениями дорожного движения по временным схемам.

Одной из важнейших задач в этих условиях является правильная организация водоотвода. В связи с тем, что грунты в зоне проходки тоннеля представлены мелкозернистыми и пылеватыми песками, плохо отдающими воду (пльвунами), водопонижение осуществлялось не с помощью вертикальных скважин, а комбинированным способом (с целью предотвращения просадок грунта в зонах расположения строений и проезжей части): открытым водоотливом с устройством временных зумпфов из перфорированных труб



Рис. 3. Ограждающая конструкция котлована



Рис. 4. Невьюра, выполненная методом струйной цементации



Рис. 5. Укрепление фундамента здания, выполняемое по манжетно-пакерной технологии



Рис. 6. Затопленное притоннельное сооружение



Рис. 7. Притоннельное сооружение. Возведение постоянных конструкций



Рис. 8. Выполнение работ по гидроизоляции

и лучевым самотечным дренажом из забуренных горизонтальных скважин ниже отметки конструкций лотка тоннеля.

Для организации водостока предусматривалась укладка железобетонной трубы диаметром 0,8 м параллельно оси тоннеля (на расстоянии 1,25 м от оси) с устройством водоприемных колодцев. Это потребовало усиления основания в зоне невяюр методом струйной цементации (рис. 4), выполненного по оригинальной методике НПО «Космос». Эта работа производилась в период с мая по сентябрь 2005 г. Следует отметить, что основное свое предназначение грунтоцементный массив, как противофильтрационная завеса, выполнил.

Помимо прочего, в качестве превентивной меры по недопущению осадок сооружений, расположенных практически в зоне строительства, использовалось укрепление фундаментов зданий по манжетно-пакерной технологии (рис. 5).

Освоение и развитие различных приемов технологии струйной цементации, ранее использованной, в частности, при реализации тоннельно-эстакадного варианта Лефортовского участка ТТК, позволило нам интенсифицировать прокладку тоннеля на Сушевском Валу. Работы по устройству грунтоцементных свай осуществлялись НПО «Космос» специализированной техникой. Максимальная концентрация оборудования составляла 12 буровых комплексов, включающих буровые установки, насосы высокого давления, растворосмесительные узлы.

В качестве примера рассмотрим строительство притоннельного сооружения. Работы на этом участке сопровождалась очень тяжелой гидрогеологической обстановкой, а также постоянным потоком автомобильного транспорта фактически по границе объекта. Притоннельное сооружение с водоотливной установкой представляет собой объект размером в плане 30 × 5 м и глубиной 17,5 м от дневной поверхности.

По проекту предусматривалась ограждающая конструкция из буросекущихся свай. При выемке грунта столкнулись с мощным пlyingном на отм. 15,0 м от дневной поверхности, причем подпор был как со стороны ограждающей конструкции, так и снизу (рис. 6). Президентом НПО «Космос» А. В. Черняковым было отдано распоряжение о немедленной приостановке работ, засыпке котлована до отм. 14,5 м от дневной поверхности. Тогда проектировщиками института «Космос-Стройпроект» был разработан проект, по которому выполнили устройство противофильтрационных завес из одного ряда секущихся джет-свай за ограждающей конструкцией из буросекущихся свай и сплошного массива грунтоцемента в основании сооружения.

Вовремя принятое решение позволило избежать просадок грунта со стороны проезжей части.

Дальнейшие работы велись параллельно, захватками. По окончании процесса струйной цементации и выстойки джет-массива на захватке, начинали выемку грунта. Одновременно производились устройство противофильтрационной завесы и цементация основания на следующей захватке. Естественно,

что на это было потрачено время, не учтенное графиком строительства. Для того чтобы компенсировать это отставание, возведение постоянной конструкции притоннельного сооружения велось одновременно сверху и снизу (рис. 7). В то время как в верхней части велись возведение служебных технических помещений, монтаж оборудования и отделка, в нижней – продолжалось возведение камеры для водоотливной установки.

В ходе проектно-испытательских и непосредственно строительных работ проводились исследования для подбора специальных инъекционных составов на различных участках строительства, которые учитывали бы конкретные особенности:

- наличие прослоек набухающей глины;
- проектные требования к грунтоцементному материалу;
- наличие плывунов;
- уровень грунтовых вод;
- сроки схватывания и твердения материала грунтоцементных свай и пр.

Например, при проведении работ по цементации основания притоннельного сооружения с учетом анализа сложившейся ситуации совместно специалистами научного подразделения и строителями НПО «Космос» была отработана методика проведения технологического цикла по струйной цементации грунтов. Она позволила получить прочность грунтоцемента 2,0–2,5 МПа уже на третьи сутки, ускорить работы по закреплению пород в 3 раза без ущерба качеству, осушить котлован и произвести разработку грунта до проектной отметки.

Высокий уровень грунтовых вод в зоне строительства тоннеля на Сушевском Валу потребовал особого внимания к проблеме гидроизоляции. Для этих целей использовались оклеечные материалы «Изопласт» и «Техноэластопласт» (рис. 8). Оклеенная изоляция выполнялась в два слоя, за исключением рамповых участков, где заложение конструкций было выше уровня грунтовых вод (один слой). Для защиты бетона лотка под асфальтом проезжей части использовались защитный антикоррозийный состав (рис. 9) и Flexigum, нанесенные методом набрызга на защищаемую поверхность.

В заключение необходимо отметить организационные проблемы строительства тоннеля. Невозможность переноса движения транспорта с Сушевского Вала на параллельные улицы и снятия маршрутов общественного транспорта с улиц Советской армии и Шереметьевская вынудила вести сооружение конструкций последовательным способом почти на 70 % трассы. Такой способ повлек за собой более десяти последовательных переключений движения автотранспорта по 3-му транспортному кольцу и прилегающим улицам. Так же по причине стесненности стройки, колоссального потока транспорта работа велась практически без строительной площадки, когда техника и необходимые материалы «ставились» на любой «пятачок» вблизи трассы тоннеля (рис. 10).

Строительство тоннеля на этом участке ТТК сопровождалось множеством различных неожиданностей, связанных как с гидрогеологией, так и с историей данного рай-



Рис. 9. Устройство гидроизоляции набрызгом защитного антикоррозийного состава



Рис. 10. Выполнение работ по устройству ограждающей конструкции в стесненных условиях

она Москвы. На ПК 49–50 (напротив Фестивального парка) когда-то было Лазаревское кладбище. При выемке грунта на этом участке, начиная с 4 м от дневной поверхности, были обнаружены человеческие останки. Ритуальные мероприятия проведены в часовне прихода церкви Иакова Заведеева, в Яковом-Апостольском переулке.

На торжественном митинге по поводу открытия бессветофорного движения по 3-му транспортному кольцу Москвы мэр города Юрий Михайлович Лужков отметил, что строители сделали колоссальную работу с хорошим качеством. Весь коллектив НПО «Космос» испытывал заслуженную гордость за высокую оценку своего труда.



ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОХОДКОЙ ТОННЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

В Италии успешно реализуется амбициозная программа развития единой сети высокоскоростного рельсового транспорта. В данной статье представители подрядных организаций Nesco Entrecanales Cubiertas SA и Ghella SpA, а так же консультационной компании Geodata Spa, рассказывают о непростой задаче управления работой двух тоннелепроходческих комплексов с грунтовым пригрузом забоя диаметрами по 9,4 м каждый для проходки тоннелей важного участка линии Милан – Неаполь под пригородами Болоньи.

Согласно проекту, пятый участок транспортного узла Nodo di Bologna представляет собой подземную соединительную ветку от высокоскоростной железной дороги Милан – Неаполь до Болоньи. Контракт стоимостью 242 млн долл. США предполагает строительство двойного однокольевого тоннеля длиной 6112 м под Болоньей, от южного квартала Сан-Руффилло до нового Центрального вокзала (участок 6) к северу от центра города (рис. 1), с использованием двух проходческих комплексов. Расположение тоннеля в значительной степени совпадает с трассой существующей наземной железной дороги Болонья – Флоренция.

Два тоннеля внутренним диаметром по 8,3 м проходят на расстоянии всего 5,6 м друг от друга; оба мелкого заложения: толщина слоя грунта над ними изменяется от 7 до 20 м.

Грунт преимущественно зернистый. Наличие городской застройки и наземной линии железной дороги представляют существенные трудности для строительства. Близость тоннелей друг к другу значительно ограничивает возможность производства работ и производительность второго проходческого комплекса.

Грунтовые условия под Болоньей следующие: мягкие морские глины и пески (плиоценовые глины и плейстоценовые пески), в которых тоннель будет залегать ниже уровня грунтовых вод на участке между отметками (км) 0+960 и 2+150, а также гравийно-песчаные аллювиальные отложения реки Савена с относительно высоким содержанием глины и ила, как выше, так и ниже уровня грунтовых вод между отметками (км) 2+150 и 7+072. Трасса тоннеля была разбита на девять «однородных» зон на основании предполагаемых преобладающих грунтовых условий. Однако они оказались менее однородными. Возможность их быстрого изменения на участке малой протяженности стала решающим аргументом за успешное применение метода компенсации давления горных пород.

Начальный этап

Подрядчик, совместное предприятие San Ruffillo JV, выбрал два проходческих комплекса с компенсацией давления горных пород компании «Lovat» (табл. 1), исходя из опыта двух ведущих компаний в области



Рис. 1. На схеме Болонского транспортного узла (Nodo di Bologna) показано расположение двойного тоннеля от Сан-Руффилло до Центрального вокзала. На фотографии — южный портал в Сан-Руффилло, где производилось техническое обслуживание и запуск двух одинаковых проходческих комплексов с компенсацией давления горных пород для проходки тоннелей внутренним диаметром 8,3 м и длиной 6,1 км

подземного строительства: Nesco в Мадриде и Барселоне и Ghella – в Валенсии и Каракасе (Венесуэла).

Проходческие работы были начаты в июле и ноябре 2003 г. от южного портала северного отрезка трассы. К сожалению, 10 октября 2004 г. они были прерваны в результате геотехнических осложнений и контрактных ограничений; к этому моменту первый ТПК прошел 2090 м, а второй – 1480 м.

Проходка возобновилась 22 мая 2005 г., после того как участники контракта, отстаивавшие разные позиции, пришли к согла-

сию благодаря Comitato Consultivo Tecnico – комитету, созданному обеими сторонами еще при первоначальном обсуждении условий контракта во избежание дорогостоящего и длительного судебного разбирательства в случае разногласий.

При возобновлении работ была организована система четкого мониторинга и контроля под общим руководством консультанта, ответственного за управление строительством. Был создан также Технический отдел (Tavolo Tecnico) для приема и проверки ежедневных и еженедельных

Таблица 1

Таблица 2

**Основные характеристики
ТПМК с компенсацией давления
горных пород компании «Lovat»**

диаметр породоразрушающего органа, мм	9,402
диаметр передней части щита, м	9,377
диаметр островной части щита, м	9,364
длина щита, м	10,7
тяговые домкраты, шт.	36
величина хода домкрата, мм	2250
площадь приложения тяги, см ²	730
макс. рабочее давление, бар	350
макс. скорость проходки, мм/мин	100
макс. общая тяга, тыс. кН	100
макс. крутящий момент породоразрушающего органа, тыс. кН/м	20
количество датчиков давления, шт.	8
линии тампонирувания пустот в хвостовой части	6
линии нагнетания пены	8

**Предупредительный и аварийный пороги
при контроле давления на поверхность забоя выше уровня грунтовых вод**

	Предупредительный порог, бар		Аварийный порог, бар	
	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний
ТПМК 1	1,2	1,6	1,0	1,8
ТПМК 2	1,4	1,9	1,2	2,1

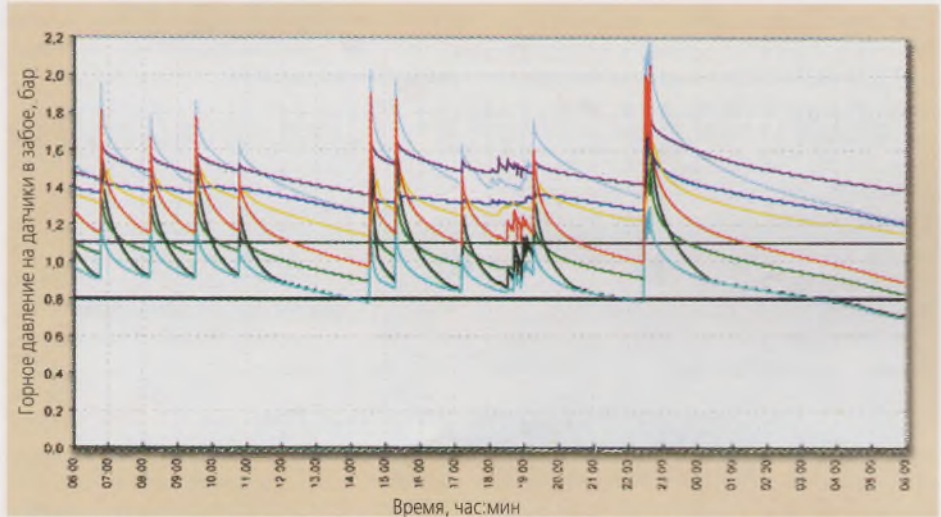


Рис. 2. Эффект от нагнетания бентонита в камеру породоразрушающего органа во время длительной остановки

отчетов о работе проходческих комплексов, содержащих характеристику условий работы, измеренных параметров и любых значимых событий. Методы контроля дополнялись еженедельными встречами представителей подрядчика, инженера и консультанта, в ходе которых подводились итоги деятельности за неделю.

После проходки каждого 300 м тоннеля производился анализ основных параметров работы щитов и результатов геотехнических измерений с целью определения целесообразности использования заданных значений и рекомендации значений на следующие 300 м. Такие отчеты, называемые «План продвижения проходческого комплекса», разработанные компанией «Geodata» на строительстве метрополитена в Лиссабоне, составлялись для каждого из двух ТПМК.

Параметры

Важнейшими параметрами работы тоннелепроходческого комплекса, требующими постоянного контроля, являются:

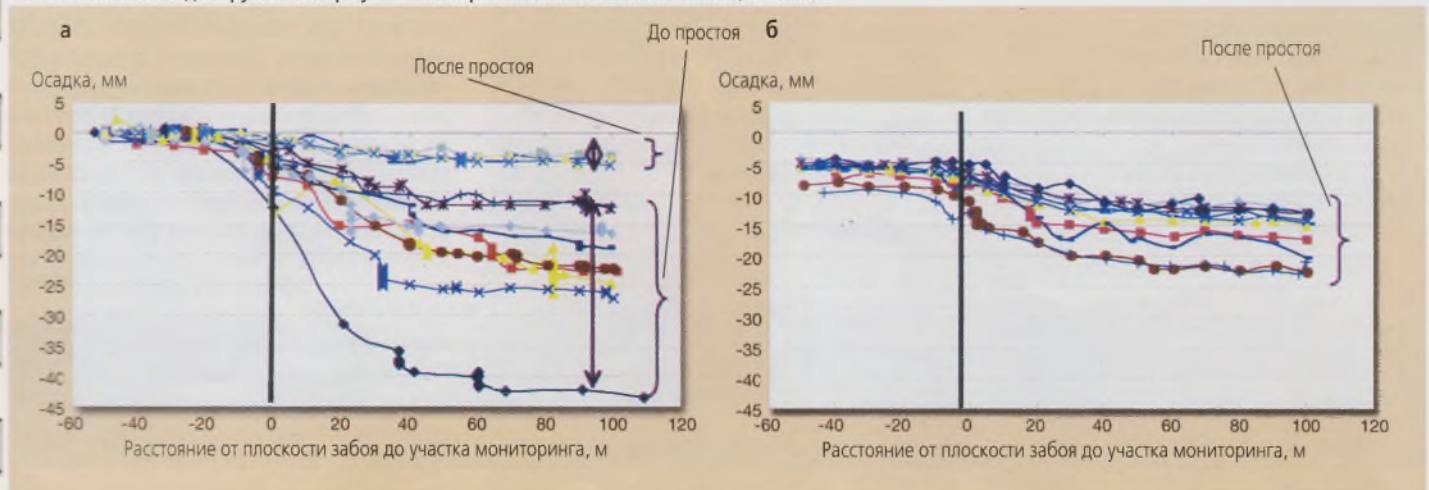
- давление на поверхность забоя;
- «насыпная плотность» вынуженного грунта;
- вес вынуженного грунта;
- объем и давление раствора для тампонирувания пустот в хвостовой части.

Использование доступных геотехнических и других расчетных данных позволяет установить опорное значение давления на поверхность забоя и точно определить диапазон между верхним и нижним предупредительными порогами. Кроме того, устанавливается аварийный порог, превышение которого недопустимо, и если измеренное давление достигнет этого уровня, оператор ТПМК должен остановить комплекс и вызвать мастера (табл. 2).

Оператор комплекса поддерживает значение давления на поверхность забоя в пределах заданного диапазона при помощи обычных средств контроля, позволяющих регулировать скорости продвижения щита и вращения шнекового конвейера. Для поддержания давления в забое во время как длительных остановок (например, для технического обслуживания), так и коротких (например, в ходе монтажа обделки), в камеру породоразрушающего органа или в камеру для выемки грунта нагнетается бентонит. Давление грунта на всех датчиках демонстрирует немедленную реакцию на многократные инъекции, которые приходится синхронизировать для поддержания давления в забое выше установленного порогового значения (рис. 2).

Давление на поверхность забоя является важнейшим параметром контроля общей осадки грунта, вызванной проходческими ра-

Рис. 3. Усиление осадки грунта по мере увеличения расстояния от забоя: а — ТПМК 1; б — ТПМК 2



ботами. На рис. 3а изображен график осадки грунта в результате продвижения тоннелепроходческого комплекса 1 до простоя и после него, когда был установлен более точный контроль за работой ТПМК. Сразу бросается в глаза резкое уменьшение осадки, но при более внимательном рассмотрении очевидно также, что общая осадка грунта определяется величиной осадки перед плоскостью забоя. Именно этот параметр следует контролировать. На рис. 3б показана дополнительная осадка грунта в результате продвижения комплекса 2 (уже после простоя), которая неминуемо оказывается больше, чем в первом случае, и, следовательно, требует более высокого давления на поверхность забоя (см. табл. 2). На рис. 4 показана зависимость между процентным снижением объема (получаемым путем измерения осадки поверхности) и средним давлением на поверхность забоя ТПМК 1 (т. е. диаграмма отражает воздействие от давления на поверхность забоя на грунт, уже уплотненный в результате осадки перед плоскостью забоя).

Из соображений безопасности расчетное значение опорного давления определяется на основе измерений верхнего датчика, находящегося на моторной плите. У данных щитов она расположена на 1,5 м ниже породоразрушающего органа, поскольку датчик, размещенный выше других, как правило, показывает самые низкие значения. С помощью показателя «насыпной плотности», разработанного компанией «Geodata», можно оценить степень заполненности камеры породоразрушающего органа. Измерив давление на поверхность забоя на разных уровнях и разделив на разность высот, можно рассчитать «насыпную плотность» вынутаго грунта и вести постоянный мониторинг этого параметра. Скопление газовой фазы в камере породоразрушающего органа определяется по вертикальному градиенту давления и «насыпной плотности» меньше единицы. Обнаруженную газовую фазу можно выпустить через клапан в верхней части моторной плиты.

Вес вынутаго грунта – важный параметр для мониторинга устойчивости поверхности забоя и контроля осадки грунта, поэтому на каждом проходческом комплексе были установлены по двое весов и одному устройству сканирования объема. По весу вынутаго грунта рассчитывается его объем.

В качестве исходных данных использовались показания только одних весов (вторые являются запасными); затем эти данные в режиме реального времени сравнивались с теоретическим объемом выемки (произведением площади поперечного сечения на скорость проходки и на плотность грунта в естественном залегании, рис. 5). Таким же образом контролировались и показания сканера объема.

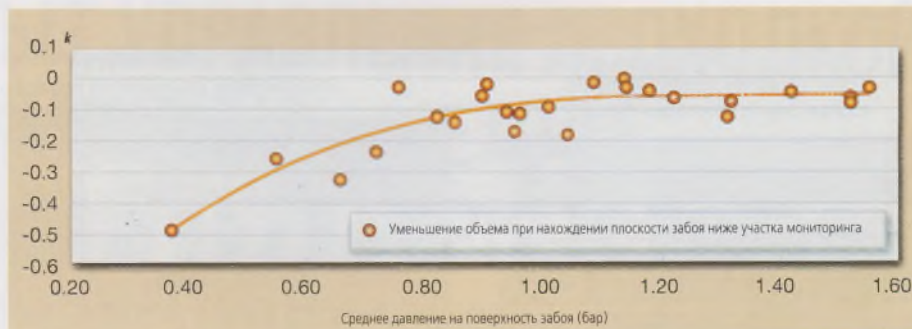


Рис. 4. Зависимость между процентным снижением объема и средним давлением на поверхность забоя ТПМК 1. Уменьшение объема определялось исходя из той части осадки, которая происходит перед плоскостью забоя

На основании полученных результатов оператор контролировал скорость вращения шнекового конвейера (пропорционально количеству извлекаемого грунта) и, в случае необходимости, скорость продвижения ТПМК (пропорционально общему объему вынутаго грунта), одновременно следя за тем, чтобы давление на поверхность забоя не превышало предупредительных пороговых значений.

Чтобы обеспечить надежность обделки и контролировать осадку грунта, кольцевой зазор между стенками тоннеля и обделкой должен быть залит цементным раствором. Для гарантированного заполнения пустот в хвостовой части требуется достаточно высокое давление нагнетания раствора. Теоретический объем пустот в хвостовой части рассчитать легко, но в действительности оптимальное давление нагнетания субъективно и зависит от показателей давления на поверхность забоя, характеристик грунта, состава цементного раствора и результатов мониторинга проходки. Изначально было принято предварительное значение, на 1 бар превышающее измеренное давление на поверхность забоя у породоразрушающего органа. Последующие контрольные измерения позволили снизить эту разницу до 0,5 бар.

Геотехнический мониторинг

Через каждые 50 м вдоль трассы тоннеля был расположен ряд поперечных профилей для мониторинга. Каждый профиль включает восемь равноотстоящих индикаторов осадки поверхности. Кроме того, через каждые 25 м вдоль насыпи железной дороги были попарно установлены промежуточные индикаторы осадки поверхности. Как показывает опыт, анализ осадки поверхности является наиболее надежным способом определить поведение грунта при выемке и эффект взаимодействия, возникающий из-за того, что за одним проходческим комплексом следует другой. На измеренный уровень осадки после прохода второго щита влияет его близость к первому тоннелю. На рис. 3а видно реальное улуч-

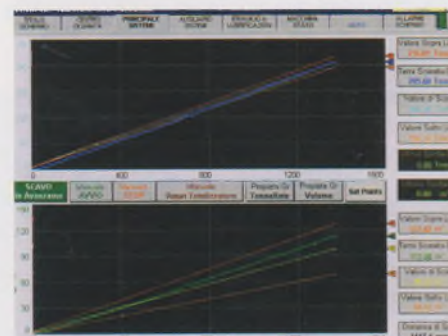


Рис. 5. Экран контроля веса и объема вынутаго грунта с предварительно заданными пороговыми величинами, теоретическими и измеренными значениями

шение измеренных показателей осадки в результате введения более жесткого контроля за работой ТПМК после простоя. Однако даже при таком контроле добиться того, чтобы показатели осадки для второй машины были такими же низкими, как и для первой, невозможно из-за изменения напряжений в грунте в результате строительства первого тоннеля (см. рис. 3б).

При более внимательном исследовании поведения щитов обнаружились некоторые особенности, связанные с неоднородностью аллювиальных пород. Присутствие гравия, как правило, приводит к неровности профиля выемки и к избыточной выемке, т. е. к значительному уменьшению объема. Присутствие тонкозернистых и более связных грунтов в плоскости забоя способствует его кратковременной устойчивости и уменьшению осадок. Кроме того, наличие полостей, заполненных грунтами меньшей связности, может приводить к разным последствиям в зависимости от того, находятся ли они на уровне породоразрушающего органа или ниже в забое. По указанным причинам, при выборе параметров работы проходческих щитов важно выбирать параметры по нижнему пределу (т. е. по худше-

Последние статистические данные по производительности проходческих комплексов

Пройдено, м	Всего рабочих дней ¹	Средняя скорость проходки ¹ , м/сут	Средняя скорость проходки в сентябре, м/сут	Макс. скорость, м/сут	Макс. скорость в сентябре, м/мес	% от общего объема работ	
ТПМК 1	3437	403	8,5	17	36	1057	49
ТПМК 2	3085	312	9,9	18	30		44

¹ – без учета простоя в период с октября 2004 г. по май 2005 г.

Таблица 3

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАБРЫЗГ-БЕТОННЫХ РАБОТ

Эмрах Эртин, компания «Дегусса строительная химия», отделение подземного строительства, Швейцария



Meyco® Potenza Spraying Mobile, все необходимое на одном шасси 4x4

Оборудование – одно из важнейших составляющих успеха при использовании набрызг-бетона в подземном строительстве. Оно совершенствовалось параллельно с развитием технологии и появлением новых материалов и должно было давать возможность эффективного их использования, а также удовлетворять все более жестким технологическим требованиям. В результате имеется широкий ряд различного оборудования, позволяющего выполнять строительные процессы на любых объектах – от самых крупных с большими объемами работ до небольших, предназначенных для участков, где необходимо произвести ремонт.

Изменяющиеся технические требования, конкурентная среда в строительстве и возрастающая сложность подземных конструкций вынуждают применять высокотехнологичное оборудование и эффективное, с точки зрения затрат, его использование.

Оборудование стало определяющим фактором в успехе при применении набрызг-бетона, что доказано практикой. Подрядчики в тоннелестроении и горной промышленности хорошо знают, что оборудование является важнейшим звеном для получения набрызг-бетона желаемого качества и успешного применения химических композиций для получения гидроизоляционной мембраны, огнестойкого покрытия конструкций при ремонте подземных сооружений.

Хороший состав смеси, поддерживаемый необходимыми качественными химическими добавками, очень способствует получению качественных долговечных набрызг-бетонных конструкций. Но для решения этой задачи требуется еще и соответствующего уровня оборудование, оснащенное приспособления-

ми для точной дозировки ускорителя схватывания, подающее сжатый воздух под оптимальным давлением. Смесь должна наноситься с оптимального расстояния и под допустимым углом к скальной поверхности. В наибольшей степени удовлетворяют этим требованиям роботизированные установки для набрызг-бетонирования с манипуляторами.

Оборудование для «сухого» способа набрызг-бетонирования

При «сухом» способе используются машины роторного типа с транспортом смеси сжатым воздухом (рис. 1).

Сухая смесь подается в приемный бункер. При вращении ротора она под действием собственного веса попадает последовательно в одну за другой загрузочные камеры. Пока одна из них загружается, из другой смесь попадает в выходное отверстие и сжатым воздухом по трубопроводу транспортируется до сопла, где в сухую смесь добавляется вода. Верх и низ ротора изолированы резиновыми дисками.

Достоинства таких машин – простота в эксплуатации, неприхотливость и возможность адаптации к площадкам любых размеров. В зависимости от диаметра выходного отверстия и трубопровода, типа ротора производительность может составлять от 0,5 до 10 м³/ч. Если повышать производительность путем увеличения размеров выходного отверстия или скорости вращения, то диаметр транспортирующей трубы соответственно должен быть увеличен.

Совершенствование оборудования для «сухого» способа идет по пути снижения пылеобразования, уменьшения объема загрузки камер ротора для сокращения пульсации подачи смеси и возрастания износостойкости деталей.

Насосы для «мокрого» способа набрызг-бетонирования

При «мокром» способе используются двухпоршневые, винтовые и роторные насосы. Однако опытные специализированные тоннельные подрядчики предпочитают первые.

В двухпоршневых насосах управление рабочим органом гидравлическое, при этом масло-

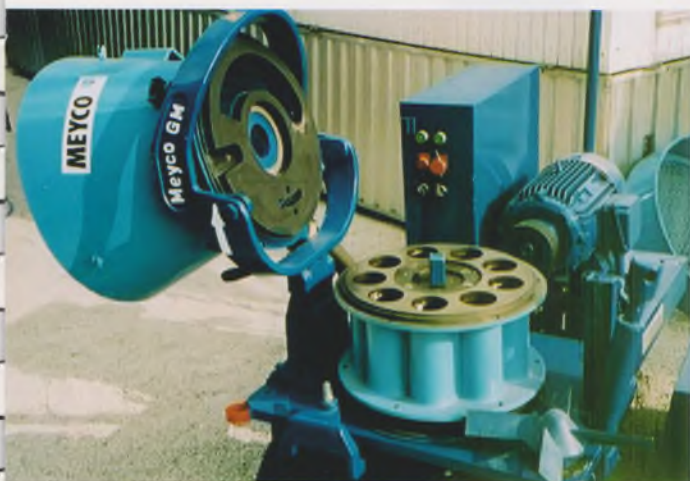


Рис. 1. Мейсо®GM, машина роторного типа для набрызг-бетонирования по «сухой» технологии



Рис. 3. Мейсо® Suprema

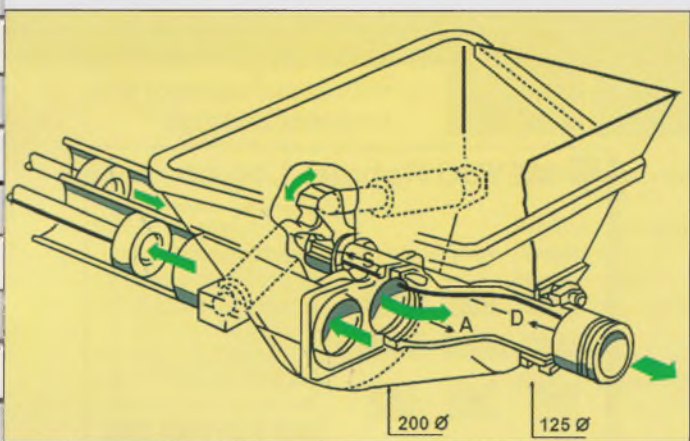


Рис. 2. Принцип работы двухпоршневого насоса для набрызг-бетонирования по «мокрой» технологии

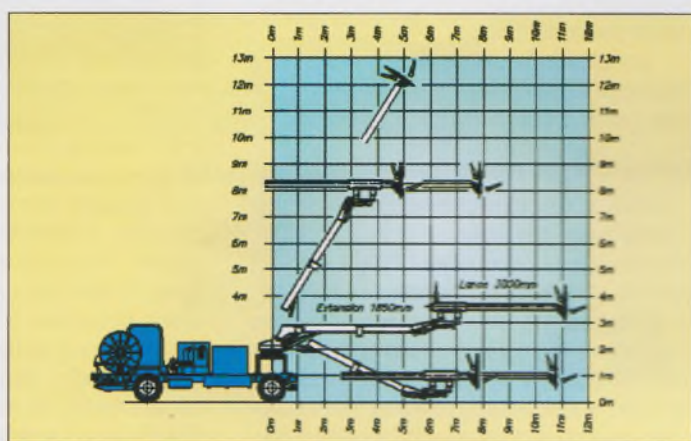


Рис. 4. Габаритные возможности Мейсо® Robojet

насосы приводятся в действие дизельным или электродвигателем. Подающие плунжеры гидравлически связаны с ведущими цилиндрами. Они работают по принципу «тяну-толкаю». Реверсирующий плунжер создает вакуум, который обеспечивает затекание материала в цилиндр. В это же время движущийся вперед плунжер толкает материал в подающую трубу. Достигнув конечной точки, насос дает реверс, подающее устройство перемещается и встает напротив другого цилиндра. Цикл повторяется (рис. 2).

Для равномерного торкретирования в самых современных установках реализуется принцип «отсутствия пульсации» при транспортировке смеси, который реализован в Мейсо® Suprema компании «Degussa» (рис. 3). Система электронного контроля, интегрированная в блок подачи смеси, обеспечивает её транспортировку с едва заметной пульсацией у сопла. Интегрированная система программированной памяти (PLC) отслеживает, координирует и контролирует все функции машины. Она позволяет контролировать и фиксировать такие данные, как количество вводимых добавок, производительность и т. д., которые при необходимости могут быть распечатаны. Устройство для дозированного ввода добавок находится в системе подачи смеси и соединено с PLC. Это гарантирует регулирование дозировки в соответствии с интенсивностью подачи бетонной смеси.

Помимо контролируемого компьютером дозирующего устройства, Мейсо® Suprema имеет интегрированный прибор с памятью (названный Мейсо® Data) для отслеживания и выделения данных, связанных с производительностью и передающихся на компьютер для обработки и анализа.

Роботизированные установки для набрызг-бетонирования с манипуляторами

Тоннелестроение – область строительных работ повышенной опасности, особенно в тех случаях, когда набрызг-бетон применяется как временная крепь при буровзрывном способе проходки. Механическая рука, выдвигающаяся в опасную зону при производстве работ, – значительный вклад в обеспечение безопасности рабочего персонала. Манипулятор – это гидромеханическое приспособление с дистанционным управлением для механизации и автоматизации проведения набрызг-бетонных работ. Особенно эффективно его применение там, где велики объемы нанесения набрызг-бетона, независимо от того какая смесь, сухая или мокрая, и какая технология используются. Манипулятор снижает время и стоимость выполнения работ, т. к. исключает потребность в подъемном механизме. Он может быть смонтирован на различных шасси – от грузовика до вагонетки на рельсах и от экскаватора до ТПКМ. Манипуляторы, или роботизированные

установки, эффективны при больших объемах набрызг-бетонных работ в тоннелях или при креплении склонов.

Проблемы, связанные с углом наклона к поверхности, расстоянием от сопла до поверхности, плотностью материала, которая зависит в т. ч. от объема подаваемого сжатого воздуха и его давления, автоматически решаются в случае применения роботизированных установок с манипуляторами. Особенно эффективно их использование в тоннелях большого поперечного сечения. Роботизированная установка Мейсо® Robojet компании «Degussa» позволяет управлять процессом нанесения набрызг-бетона одному оператору с помощью дистанционного пульта (рис. 4). Оператор имеет возможность постоянно контролировать как расстояние, так и угол наклона. Корректируется также объем подачи сжатого воздуха и его давление, чтобы в любых условиях обеспечивать минимальный отскок и высокую плотность набрызг-бетона. Джойстик управления имеет 16 функций плюс покачивание сопла, а также, что особенно ценится операторами, возможность сохранения его направления при любом переносе манипулятора.

Высокое качество поверхности набрызг-бетона может быть получено при использовании автоматического режима покачивания сопла. Благодаря механизации и автоматизации процесса даже большие объемы на-

брызг-бетона, по «мокрой» или «сухой» технологии, могут наноситься в оптимальном режиме, без утомления сопловщика, который выигрывает также в плане безопасности и улучшения условий труда.

Роботизированные установки обычно состоят из сопла и сопутствующих приспособлений, смонтированных на манипуляторе, пульта дистанционного управления, шасси и поворотной площадки.

Преимущества механизированного набрызг-бетонирования следующие:

- сокращение продолжительности цикла за счет высокой производительности установки и отсутствия необходимости размещения подмостей в забое и подготовки их к работе;
- уменьшение затрат за счет снижения отскока и трудозатрат;
- повышение качества нанесенного набрызг-бетона, как следствие снижения пульсации при нанесении;
- улучшение условий труда сопловщика благодаря защищенности от обрушений, отскока, пыли и ускорителей схватывания.

Контролируемые компьютером манипуляторы

Система «Контролируемый компьютером манипулятор для набрызг-бетонирования», Meycos® Logica от компании Degussa – новый уровень совершенства технологии набрызг-бетонных работ, созданная в содружестве с университетами и промышленностью. Система дает оператору возможность управлять процессом в различных режимах – от полностью ручного до полуавтоматического в пределах определенной зоны тоннеля. Она обеспечивает требуемый угол и расстояние до рабочей поверхности, позволяет сократить отскок материала до минимума и получить конечный материал лучшего качества (рис. 5).

Цель при использовании системы – не автоматизировать процесс целиком, а упростить задачу, дать возможность оператору применять робот как умный инструмент, чтобы выполнить работу самым эффективным образом и с высоким качеством. Благодаря точному и постоянно поддерживаемому углу и расстоянию до поверхности обеспечивается существенное снижение отскока и, как следствие, сокращение затрат.

Лазерный сканирующий прибор измеряет геометрию поверхности тоннеля. Эта информация используется для автоматического контроля расстояния и угла к поверхности (рис. 6). Как следствие, при аналогичном измерении после нанесения снова можно получить полную информацию о толщине слоя набрызг-бетонной отделки, что ранее было возможно только после выбуривания кернов. Технология позволяет обеспечить требуемую толщину набрызг-бетонной отделки, огнезащитного покрытия или ремонтного раствора по всей поверхности. Точность контроля на последних проектах дает поразительные результаты – $\pm 3-4$ мм.

Мобильные установки для набрызг-бетонирования

На больших строительных площадках, как, например, при сооружении тоннеля,



Рис. 5. Meycos® Robojet

лей, необходимое требование – в нужный момент начать работы в забое в течение нескольких минут. Когда же набрызг-бетонные работы завершены, забой должен быть оперативно освобожден для выполнения последующих операций проходческого цикла. Более того, современной тенденцией является совмещение

операций цикла, что требует большей автономности оборудования. Например, редко производитель компрессоров позволяет совмещать несколько видов работ, а мобильные установки для набрызг-бетонирования имеют собственный компрессор. Они удобны для использования там, где реализуются большие объемы работ. В эти установки, как правило, входят:

- бетононасос для «мокрого» набрызг-бетонирования;
- робот-манипулятор;
- дозирующий насос для ускорителей схватывания;
- емкость для ускорителя схватывания;
- пневматический компрессор;
- кабельный барабан с гидроприводом;
- дополнительные приспособления, такие как насос высокого давления для очистки, рабочее освещение и др.

Все это смонтировано на самоходном шасси.

Имея все необходимые компоненты на одной установке, эффективность выполнения работ возрастает многократно.

Мобильная установка Meycos® Potenza компании «Degussa» уже более 15 лет используется для набрызг-бетонирования.

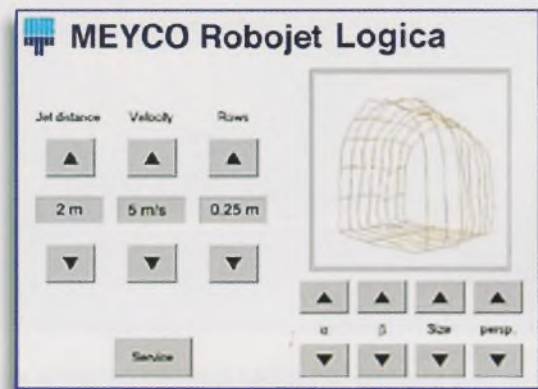


Рис. 6. Экран монитора Meycos® Logica

Свыше 100 установок Meycos® Potenza и Meycos® Suprema работают по всему миру – от Австралии до Китая, от США до Алжира.

Выводы

Оборудование для набрызг-бетонирования должно удовлетворять потребностям строительного объекта и жестким современным как техническим, так и в плане стоимости требованиям, предъявляемым к набрызг-бетону. Сбалансированное использование квалифицированно подобранных составов бетонной смеси, высококачественных добавок, а также соответствующего оборудования позволит возводить долговечную отделку с высокими прочностными показателями. Современные роботизированные установки с манипуляторами дают возможность контролировать и корректировать при необходимости все параметры процесса набрызг-бетонирования и получать информацию после его нанесения. Это дает возможность иметь всю необходимую информацию о составе нанесенного материала, объеме бетона, количестве цемента и добавок в конкретные периоды работы, а также о толщине слоя набрызг-бетона, что всегда важно держать под контролем.

degussa.

creating essentials

Химические добавки
для торкретирования

MEYCO® - оборудование
для торкретирования

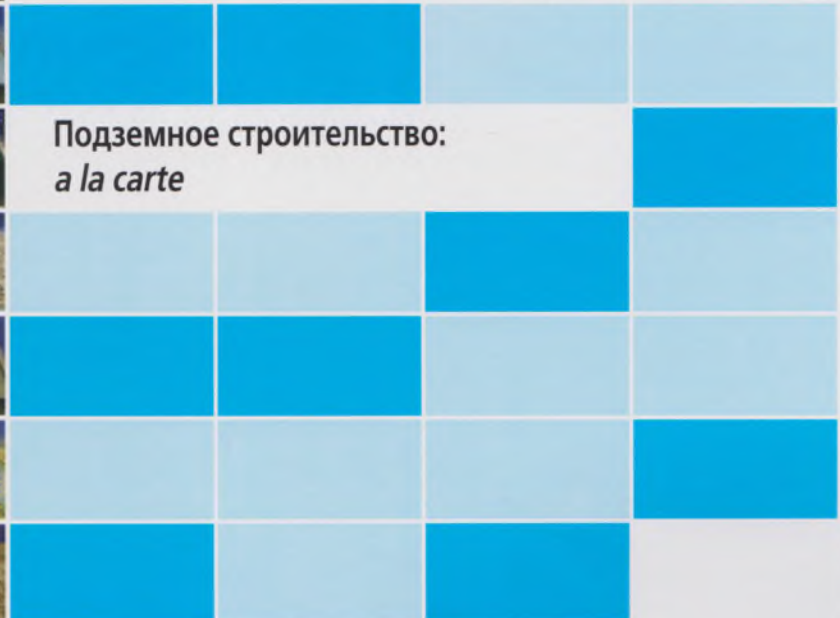
Гидроизоляция

Материалы для щитовой
проходки и ТПМК

Противопожарная защита

Инъекционные материалы

Материалы и оборудование
для горнодобывающей
промышленности



Подземное строительство:
a la carte

Штаб-квартира:

UGC International
Подразделение Degussa (Швейцария)
Вулканштрассе 110
8048 Цюрих Швейцария

телефон +41-44-4382210
факс +41-44-4382246

Европейское подразделение:

Degussa Construction Chemicals
(Europe) AG
Вулканштрассе 110
8048 Цюрих Швейцария

телефон +41-44-4382210
факс +41-44-4382246

Оборудование:

MEYCO Equipment
Подразделение Degussa
Хегматтенштрассе 24
8404 Винтертур Швейцария

телефон +41-52-2440713
факс +41-52-2440707



Construction Chemicals

www.degussa-ugc.com

www.novtehstroy.ru

чеканка швов • защитные стяжки • бетонная гидроизоляция • антикоррозийная защита • гидроразрывы • деформационные швы • набрызг-бетонная крепь • ремонт и усиление ж/б конструкций • наливные полы

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

НОВТЕХСТРОЙ

СТ

www.novtehstroy.ru

АНКЕРНОЕ КРЕПЛЕНИЕ КОТЛОВАНОВ

И. М. Малый, зав. сектором

П. А. Маслов, инженер, НИЦ «Тоннели и метрополитены» ЦНИИС



Работы по установке анкеров на сооружении второго выхода ст. «Маяковская» в Москве

В статье рассмотрены основные отличительные особенности, опыт применения и испытаний свай и анкеров с несущим элементом из трубчатых винтовых штанг «Титан» при строительстве транспортных объектов в Москве и области в 2004–2005 гг. Приведены использованные конструктивно-технологические решения. Сделаны выводы о целесообразности дальнейшего использования и развития этой высокопроизводительной технологии.

В журнале «Метро и тоннели» № 2 за 2004 г на основе зарубежных источников рассматривалась новая для нашего строительного рынка технология устройства анкерных свай типа «Титан».

Напомним основные отличительные особенности данной технологии:

- использование полых труб в качестве тяги анкера или армирующего элемента свай;
- формирование на поверхности анкерных труб резьбовых ребер (аналогичных арматурной стали с винтовым рифлением), позволяющих осуществлять их соединение и прокручивание в грунте;
- применение анкерных труб тяги и дешевых одноразовых режущих коронок в качестве бурового инструмента;
- проведение инъекции закрепляющего цементного раствора через составные полые трубы анкерной тяги;
- применение для анкерных труб специальных видов стали с уменьшенными значениями деформируемости под нагрузкой (по сравнению с арматурными стержнями, канатами и тем более стекловолокном), а для постоянных конструк-

ций – нержавеющей стали и поверхностных защитных покрытий.

Анкерные сваи «Титан» состоят из комплекта армирующих штанг (труб) с нанесенной на них резьбой, являющихся од-

новременно расходными буровыми штангами, анкерными тягами, а также инъекционными трубками (рис. 1). Возможны резка, соединение и отсоединение частей тяги при комплектации на строительной

Рис. 1. Передовая штанга «Титан» с буровой короной на лафете станка

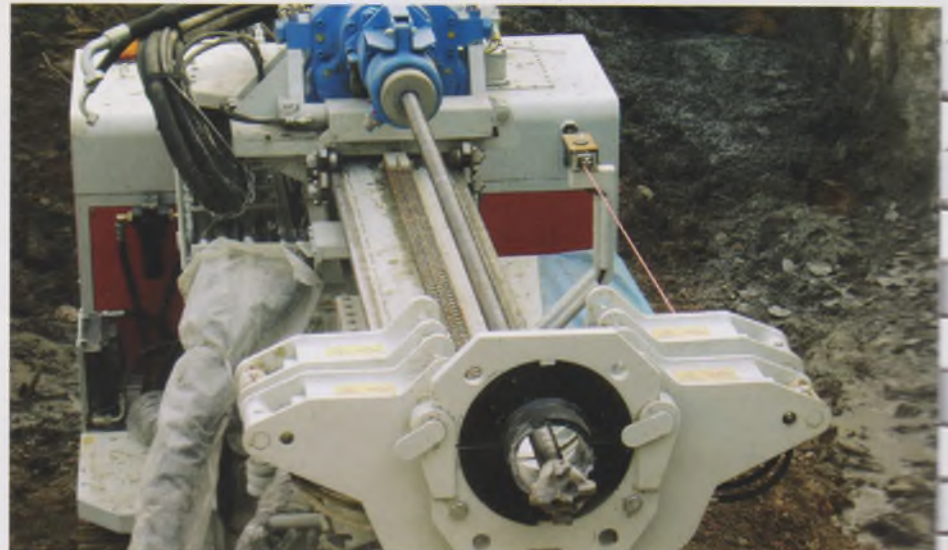




Рис. 2. Конструктивные элементы:
а – полая трубчатая штанга, б – соединительная муфта, в – буровая коронка, г – фиксирующая гайка

площадке. Принятый профиль, шаг и угол наклона самотормозящей резьбы позволяет обходиться без контргайки для каждой соединительной муфты, а резьбовые ребра обеспечивают повышенную стойкость срезу. Комплектование штанг в единую тягу проектной длины производится при помощи соединительных муфт, оснащенных внутренней резиновой кольцевой прокладкой-фиксатором, обеспечивающей равномерность закручивания штанг. Основные конструктивные элементы приведены на рис. 2.

Очевидным достоинством этого конструктивно-технологического решения является то, что анкерные сваи «Титан» забуриваются без обсадных труб одним технологическим ходом, совмещающим ударно-вращательное бурение с подачей цементного вяжущего в качестве крепящей жидкости, причем делается это практически без вибрации, а уровень шума не превышает предельно допустимого. Закрепление анкерной тяги в грунте происходит путем многократной инъекции цементно-водного раствора. Он подается через внутреннюю полость составляющих штанг и выпускные отверстия диаметром 10 мм на теряемой буровой коронке, навинчиваемой на передовую трубчатую штангу. В зависимости от типоразмера штанги могут применяться буровые коронки диаметром 12×280 мм для различных видов грунта.

За прошедшее время (2004–2005 гг.), благодаря работе ряда строительных организаций системы Корпорации «Трансстрой», Московского метростроя, проектировщиков институтов «Метрогипротранс», «Союздорпроект» и филиала ОАО ЦНИИС



Рис. 3. Применение трубчатых винтовых штанг при строительстве вестибюля второго выхода станции «Маяковская»: а – трубчатые винтовые штанги с навинченной соединительной муфтой и установленной пластиковой трубкой; б, в – анкеры из ТВШ, установленные на ограждающей конструкции; г – статические испытания

Таблица

Сравнение прочностных характеристик штанг

Характеристика	Заявленные данные	Данные испытаний «ЦНИИС-ТЕСТ» (минимальное значение)
Предел текучести, σ_T , кг/см ²	5612	6370
Усилие, соответствующее пределу текучести, A_s , тс	75,04	85,1
Временное сопротивление, σ_B , кг/см ²	7091	7540
Усилие при разрыве, A_p , тс	94,8	100,8
Расчетное сопротивление при коэффициенте надежности по материалу $\gamma_3=1,15$, кг/см ²	-	5539
Предельно-допустимая растягивающая нагрузка на растяжение для тяги из штанг 52/26 на стадии эксплуатации (усилие, соответствующее расчетному сопротивлению), A , тс	65,2	74
Предельная расчетная эксплуатационная нагрузка на тягу из штанг типа 52/26 в процессе эксплуатации при коэффициенте надежности по условиям работы анкера, $K_H=1,5$, тс	43,0	49,3
Предельно-допустимая испытательная нагрузка на тягу из штанг типа 52/26, $A_{и}$, тс	67,5	76,5
Предельно-допустимая поперечная нагрузка на тягу из штанг типа 52/26, $A_{п}$, тс	24,5	28,6

НИЦ «Тоннели и метрополитены», анкеры и сваи «Титан» стали использоваться при сооружении транспортных объектов в Москве и области в масштабах, которые обоснованно можно отнести к промышленным, что позволяет сделать краткое обобщение полученного опыта.

Основой применения импортных комплектов для анкерных свай стала воз-

можность их сертификации на соответствие, предварительно разработанных ЦНИИСом, Техническим условиям «Трубчатые винтовые штанги и соединительные элементы к ним» ТУ 5264-001-56705770-2004 г. Стендовые испытания в проведенном объеме исследований выявили высокие физико-механические свойства штанг и их соединений, соответствующие и даже превосходя-

щие характеристики, заявленные производителем (табл.).

Впервые в практике отечественного транспортного строительства грунтовые винтонабивные анкеры из трубчатых штанг (ТВШ) типа 52/26 были применены в марте 2004 г. для крепления ограждения котлована строящегося вестибюля 2-го выхода ст. «Маяковская» (рис. 3).

Котлован глубиной от 6,4 до 14,8 м сооружался в чередующихся слоях супесчаных и обводненных песчаных грунтов. Временная ограждающая конструкция выполнялась в виде стен из буресекующих свай диаметром 800 мм, для крепления которых были устроены два яруса анкеров из трубчатых винтовых штанг. Общая длина каждого анкера составляла 21 м, при длине заделки 9 м, свободной длине 10,7 м и выпуске 1,3 м. Всего установлено 196 анкеров длиной 18–20 м при длине заделки 9 м. Работы по устройству анкеров вели ООО «Строймехсервис Метростроя» и ЗАО «Спецтрансмонолит».

В ходе проведения испытаний отказов и срывов анкеров по грунту зафиксировано не было. Установлено, что при максимальных испытательных усилиях $A_{н} = 50\text{--}60$ тс остаточные смещения заделки составили 2,6–8,1 мм, при общих смещениях 24,5–31,3 мм.

Необходимость достижения высоких темпов работ по креплению котлованов и возможность использования в качестве элементов постоянной конструкции, обусловили применение в массовом объеме винтонабивных анкеров с тягой из ТВШ при строительстве тоннеля и станционного комплекса «Аэропорт Внуково». Так как глубина котлована по трассе тоннеля достигала 17–20 м, анкеры были установлены в 2–3 яруса. Заделка анкеров располагалась в чередующихся слоях глинистых и суглинистых грунтов. Для крепления котлованов по трассе тоннеля было установлено 3484 анкера, из них 2502 шт. предусматривались в качестве элементов постоянного крепления, а 982 – в качестве временного.

Базовой организацией по установке анкеров являлось ЗАО «Спецтрансмонолит». Опыт работ показал возможность достижения темпа установки анкеров до 20-ти штук на один буровой станок (при 3-сменной работе) против обычных 4–6-ти анкеров.

Расчетная нагрузка на них находилась в пределах от 17 до 64 тс. Все установленные анкеры были подвергнуты приемочным испытаниям в соответствии с регламентированной методикой. При этом число отказавших анкеров составило менее 1 % от общего количества установленных. Для каждого участка строительства проводились пробные испытания, в ходе которых максимально достигнутое усилие для анкеров с тягой из ТВШ типоразмера 73/53 составило 87 тс.

В связи с необходимостью вскрывать и крепить котлованы в сложных инженерных и гидрогеологических условиях при строительстве Серебряноборского тоннеля в точке «Д» была проведена научно-



Рис. 4. Испытания пробного анкера из трубчатых винтовых штанг при строительстве Серебряноборского тоннеля



Рис. 5. Применение анкерных свай для крепления подпорных стенок путепровода тоннельного типа в районе съезда № 8 при реконструкции Киевского шоссе

техническая проработка вариантов крепления, включавшая пробные испытания различных типов анкеров, в том числе и с тягой из ТВШ типа 52/26 (рис. 4). Пробные анкеры этого типа были выполнены в июле 2004 г. силами ООО «Строймехсервис Метростроя» на специально забетонированном упоре рядом со строящейся монтажной камерой в районе ПК 10+90–ПК 11. Схема расположения пробных анкеров, включая их длины и углы наклона, была подобрана таким образом, чтобы условия закрепления в грунте соответствовали всем четырем предусмотренным проектом ярусам крепления ограждающих стен.

Полученные значения несущей способности по грунту для анкеров «Титан» типа 52/26 соответствуют расчетным. Если следовать принятой методике, то несущая способность по грунту (суглинок, супесь) для анкера «Титан» с наружным диаметром штанги 73 мм и буровой коронкой диаметром 175 мм при длине заделки 10 м составит не менее 83 тс.

В отличие от анкеров, конструкция анкерных свай из трубчатых винтовых штанг не предполагает предварительного натяжения а, следовательно, и обеспечения свободной длины тяги путем установки защитной пластиковой трубки.

Впервые в практике отечественного транспортного строительства (в июле-августе 2004 г.) анкерные сваи из трубчатых винтовых штанг были применены для крепления подпорных стен рамповых участков путепроводов тоннельного типа на съезде № 8 и откосных стен путепровода на ПК 101+21,48 реконструируемого Киевского шоссе (рис. 5). Проект постоянного крепления, разработанный филиалом ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены», предусматривал для крепления подпорных стен в грунте толщиной 600 и 800 мм при глубине котлована 5–7 м, установку одного яруса анкерных свай с шагом 1,0–1,5 м в суглинистых грунтах. Производитель работ – ЗАО «Спецтрансмонолит».

Всего было устроено 128 анкерных свай длиной 11–14 м. В конструкции постоянного крепления были применены трубчатые винтовые штанги типа 52/26. В целях предохранения от коррозии на длительный период эксплуатации конструктивные элементы анкерных свай (штанги, соединительные муфты, фиксирующие гайки) с металлоизоляционным покрытием, нанесенным гальваническим способом, и закладные детали стен (анкерные стаканы) заполнялись инертным составом с установкой поверхностной защитной плиты.

Для проведения пробных испытаний и выявления фактической несущей способности анкерных свай в грунте проектом были предусмотрены контрольные сваи, имеющие участок свободной длины, защищенный пластиковой трубой (длиной 1,8 м). По результатам статических полевых испытаний была подтверждена надежность их закрепления в грунте и фактическая несущая способность (28–39 тс).

В июне-июле 2005 г. анкерные сваи из трубчатых винтовых штанг были применены для крепления стен тоннеля на съезде № 3 при реконструкции Киевского шоссе от аэропорта Внуково-2 до примыкания Боровского шоссе в районе р. Незнайки (рис. 6). Железобетонные стены тоннеля толщиной 600 мм были выполнены методом «стена в грунте», глубина котлована достигала 7,3 м. Инженерно-геологические условия представлены суглинистыми грунтами. Проект постоянного крепления предполагал установку одного яруса анкерных свай из трубчатых винтовых штанг (тип 52/26) с шагом 1,5–2,0 м. Всего были установлены 173 анкерные сваи длиной 12–15 м.

Производитель работ по устройству крепления – ЗАО «Спецтрансмонолит».

По результатам проведенных статических полевых испытаний четырех анкерных свай было достигнуто усилие $A_n = 44,0$ тс, при смещениях свай по грунту 3–5 мм.

По данным мониторинга, проводившегося как в период строительства, так и при эксплуатации путепровода, смещения подпорных стен, закрепленных анкерными сваями, не превысили 4–5 мм, что соответствует расчетным значениям. На рис. 7 приведен график горизонтальных смеще-



Рис. 6. Применение анкерных свай для крепления подпорных стенок путепровода тоннельного типа при реконструкции Киевского шоссе в районе съезда № 3

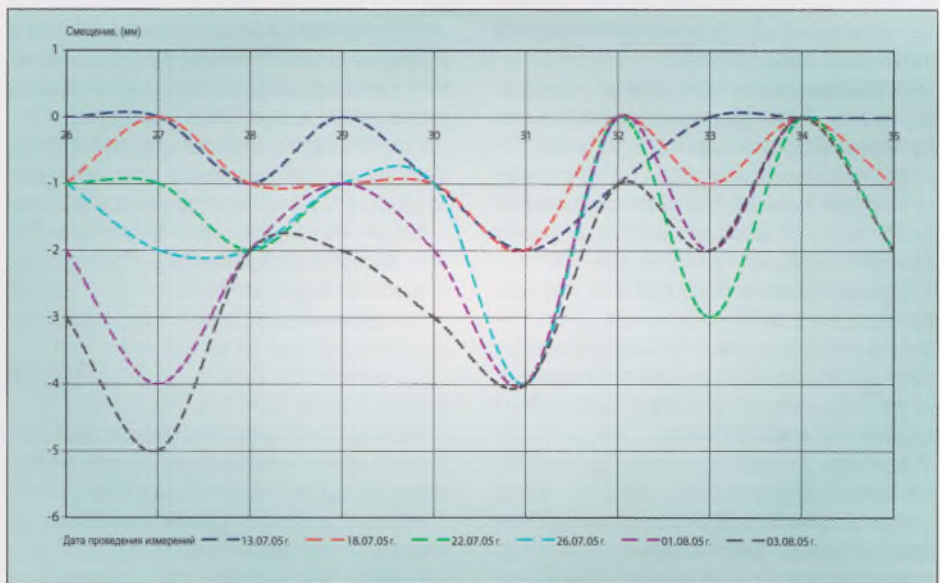


Рис. 7. График смещения деформационных реперов (по дням проведения измерений)

ний одной из подпорных стен по данным геодезических наблюдений.

Таким образом, на основании опыта строительства в различных инженерно-геологических условиях ряда ответственных транспортных сооружений, а также данных многочисленных производственных и опытных испытаний, можно отметить следующее:

- анкеры и сваи «Титан» являются достаточно надежной конструкцией, обеспечивающей закрепление, в том числе, и в разнородных водонасыщенных грунтах;
- используемая технология, в сочетании со специально подобранными растворами, дает возможность повышения темпов работ по устройству крепления в 4–5 раз по сравнению с обычно применяемой;
- за счет бурения с промывкой цементным раствором и использования давления до 6 МПа происходит дополнительное укрепле-

ние слоев грунта, непосредственно прилегающих к телу инъекции;

- вследствие высокопрочного соединения между впрессовываемым раствором и грунтом перемещение заделки составляет несколько миллиметров и по сравнению с обычными сваями и анкерами, сваи «Титан» являются мало деформируемыми;

- при соответствующем расчетном подборе параметров крепления возможно, а во многих случаях целесообразно, использование пассивных анкерных свай взамен преднатяженных;

- данные полевых статических испытаний свай «Титан» вдавливающей нагрузкой показывают, что их фактическая несущая способность по грунту значительно превосходит значения, получаемые расчетом по СНиП, что дает возможность их применения в составе различного рода фундаментов.

«СТЕНА В ГРУНТЕ»: УСТРОЙСТВО ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНА ПО ВАРИАНТУ БУРОСЕКУЩИЕСЯ СВАИ

С. П. Преображенский, гл. специалист УС «Тоннельметрострой»

При строительстве хирургического корпуса детской больницы в Москве по ул. Б. Полянка (Клиника Рошала) Корпорацией «Трансстрой» выполнено ограждение котлована буросекущимися сваями (БСС).

Объект находится в центральной части города, на территории стройплощадки сохраняются памятники архитектуры, в непосредственной близости к котловану (6 м) расположено вновь отреставрированное многоэтажное здание банка.

Геологическое строение:

- до глубины более 5 м залегает «культурный слой», включающий в себя старые фундаменты, не полностью забученные подвалы, железобетонные и металлоконструкции;

- пески с включением гравия, гальки, щебня и доломитовой муки;

- известняк прочный и средней прочности, трещиноватый. Уровень грунтовых вод на 4 м выше дна котлована.

Согласно проектному решению, со стороны здания банка крепление котлована выполнялось БСС диаметром 830 мм в количестве 78 штук с засечкой 18 см, по оставшемуся контуру котлована – крепление сваями диаметром 750 мм в количестве 265 штук с засечкой 11,5 см.

Глубина бурения БСС – 20,7 м. Глубина котлована – 16 м.

Сваи без арматуры («пустышки») предусматривались из бетона пониженных качественных показателей В20 и W4, сваи с арматурой – из бетона В25 и W8.

Бурению предшествовало устройство железобетонной форшахты.

При устройстве БСС столкнулись с непредвиденными осложнениями:

- на глубине 2,5–5,5 м обнаружили старые железобетонные и стальные конструкции. Они были удалены путем вертикального разбуривания обсадными трубами

диаметром 1350 мм, вырубкой железобетонных конструкций отбойными молотками и вырезкой металла через обсадные трубы; после пересечения зоны старых конструкций, выбуренные полости были засыпаны песком, выполнена железобетонная форшахта и произведено устройство БСС в соответствии с проектом;

- по незаполненным полостям в грунтовом массиве, старым трубам бентонитовая суспензия местами попадала в подвальные помещения близрасположенных зданий;

- наличие полостей в грунте привело к перерасходу бетонной смеси.

При устройстве БСС особое внимание уделялось технологии бурения и бетонирования:

- в неустойчивых грунтах в процессе бурения обсадная труба должна опережать разработку породы в скважине минимум на 1 м;

- первая порция бетона (с учетом объемов бункера и бетонолитной трубы), подаваемого в скважину, должна быть рассчитана по принципу подводного бетонирования;

- при подаче первой порции бетона в обсадную трубу в режиме, исключающем прорыв раствора и перемешивание его с бетонной смесью, применена технология «двойного клапана» (рис. 1), заключающаяся в следующем:

- первоначальное положение вертикально-перемещаемой трубы 2: $h = d + 5$ см;

- монтируется бункер, устанавливаются пьез 3 и клапан 4;

- наличие минимум двух миксеров на площадке и установка их в стартовое положение 6 для подачи бетонной смеси в бункер 1;

- бетонная смесь подается до полного заполнения бункера;

- клапан 4 поднимается одновременно с подачей бетона из миксеров из расчета, чтобы уровень бетонной смеси не опускался ниже устья бункера – ВПТ.

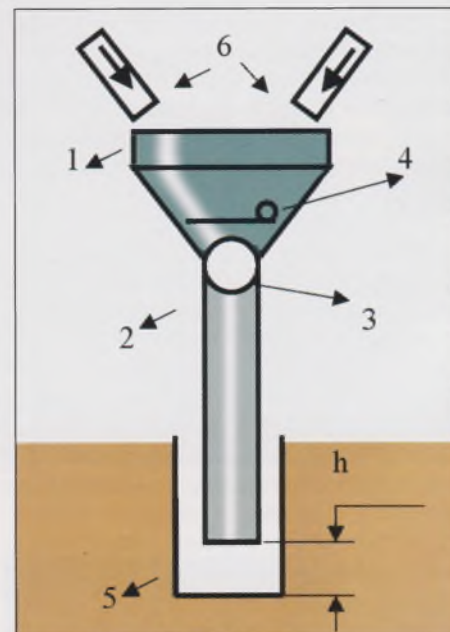


Рис. 1. Технология «двойного клапана»:

1 – приёмный бункер; 2 – вертикально-перемещаемая бетонолитная труба (ВПТ); 3 – специальный мягкий шар или пьез, плотно входящий в ВПТ; 4 – съемный металлический клапан; 5 – обсадная труба; 6 – лотки миксеров для подачи бетонной смеси

Дальнейшая укладка бетонной смеси на всю высоту производилась в непрерывном режиме (в один этап – без образования холодных швов).

Заглубление бетонолитной трубы в бетонную смесь составляло не менее 2 м.

Основные производственные показатели представлены в таблице.

В процессе вскрытия котлована велось наблюдение за состоянием крепления, при этом обнаружили в отдельных местах недоработки: обнажение арматуры, разуплотнение бетона, что устранялось в рабочем порядке.

Таблица

Производительность буровых станков по устройству БСС на строительстве хирургического комплекса

Наименование станка	Диаметр, мм	Начало работ	Окончание работ	Время работы, сутки	Простои, сутки	Выполнено свай	Средняя скорость, св/сут*
Б-250	830	21.10.2004	6.01.2005	50	24	78	1,6/3
БГ-17	750	21.10.2004	11.01.2005	58	20	54	0,9/1,42
БГ-36	750	21.11.2004	12.01.2005	43	4	55	1,3/1,41
БГ-25	750	23.10.2004	15.01.2005	72	6	94	1,3/1,42
БГ-25	750	10.11.2004	10.01.2005	47	5	62	1,3/1,47
ИТОГО:		21.10.2004	15.01.2005	270	59	343	1,1/1,63

* - без учета простоев

На глубине ориентировочно 10 м от уровня дневной поверхности стали появляться места обнажения породы из-за расхождения свай диаметром 750 мм и одно обнажение на глубине 14 м у свай диаметром 830 мм.

Согласно СНиП 3.02.01-87, допустимые их отклонения:

- по вертикали 1 % от длины;
- отклонение форшахты ±3 см.

При самом неблагоприятном сочетании (отклонение смежных свай в разные стороны и соответственно по форшахте) возможные отклонения расхождения осей свай:

$$\Delta = (H \times 0,01 + 3) \times 2,$$

на при которых появляются места обнажения породы:

$$\Delta = a,$$

где a – засечка свай.

Таким образом, глубина, на которой возможно обнажение породы между сваями диаметром 750 мм (при засечке 11,5 см), будет:

$$H = \frac{a - 6}{0,02} = \frac{11,5 - 6}{0,02} = 275 \text{ см,}$$

а для свай диаметром 830 мм (при засечке 18 см):

$$H = \frac{18 - 6}{0,02} = 600 \text{ см.}$$

Таким образом, фактическое расхождение укладывается в требование СНиП.

Всего мест с обнажением породы на стенах составило:

- из свай диаметром 750 мм – 18 мест или 6,8 %;
- из свай диаметром 850 мм – 1 место или 1,3 % (следует отметить, что оно находилось там, где на первом этапе работ удалялись железобетонные и стальные конструкции, и где грунт не имел естественного уплотнения).

Расхождение свай сопровождалось поступлением в котлован грунтовой воды, уровень которой находился на глубине 12 м от дневной поверхности.

Места обнажения породы и ликвидация активных протечек осуществлялись по следующей схеме (рис. 2):

- тампонаж по сетке, заанкеренной в свай, составом ЭМАКО SS толщиной 5–7 см 1, с предварительно смонтированной трубой для нагнетания 2;
- через сутки производилась инъекция в тампонажную трубу цементного раствора с добавлением жидкого стекла;
- монтаж стального листа 3 на анкерах 4 и заполнение пазухи бетоном между БСС и металлическим листом.

Для удаления воды из котлована и нейтрализации её отрицательного воздействия на технологические процессы был применён принцип пластового дренажа: по центральной оси котлована выполнялась основная траншея глубиной около 1,5 м с прокладкой в ней перфорированной асбестоцементной трубы диаметром 100 мм, входящей в железобетонный водосточный колодец диаметром 1000 мм,

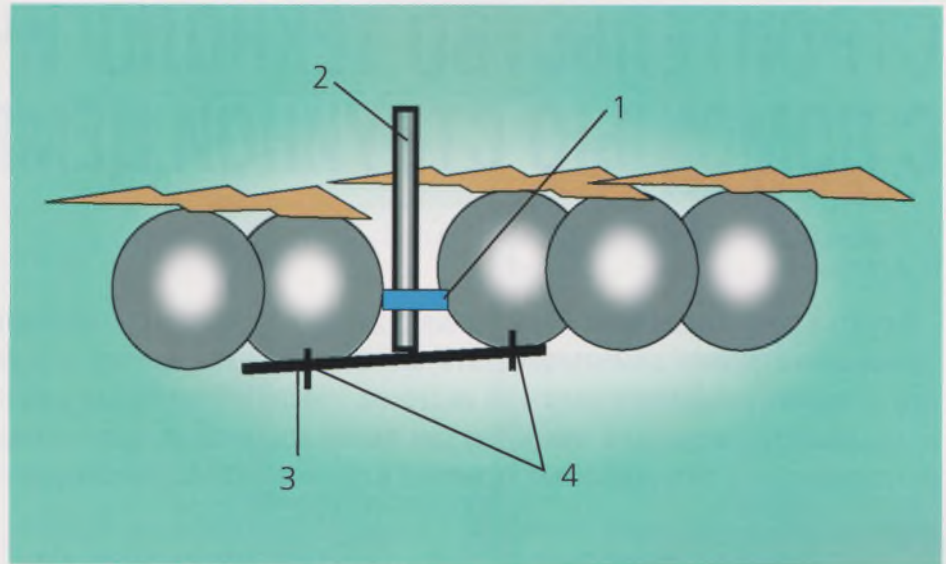


Рис. 2. Укрепление мест обнажения породы и ликвидация активных протечек:

1 – состав ЭМАКО SS; 2 – труба для нагнетания; 3 – стальной лист; 4 – анкеры

отметка дна которого на 0,5 м ниже самой пониженной точки котлована. Пазухи траншеи и водосточного колодца заполнили известковым щебнем. В основной траншее сходятся водосборные канавки 100×100, размещенные по периметру котлована и перекрытые пластмассовыми листами. Вода со стен котлована и из трещин известняка в лотковой части по водосборным канавкам и основной траншее попадает в колодец, откуда насосом удаляется из котлована.

После устройства конструкции постоянной изоляции водосборный колодец глушится и его перекрытие герметизируется, насос остаётся в теле грунтового массива.

Выводы

1. В условиях плотной городской застройки, близости зданий к котловану, наличии густой сети подземных коммуникаций, старых выработок, на подработанных территориях целесообразно применять «стену в грунте» в варианте БСС, позволяющей локализовать зону разработки породы путем использования обсадных труб и их опережающего внедрения в породу. Применение сплошной «стены в грунте» обеспечивает большую герметизацию котлована, что целесообразно в случае отсутствия подземных и наземных сооружений в зоне строительства или в случае гарантированной их герметизации.

Скорость устройства ограждения котлована с помощью БСС значительно ниже скорости устройства сплошной «стены в грунте».

2. На стадии проектирования БСС следует:

- предусматривать засечку, исключаящую обнажение породы между сваями в пределах проектной глубины котлована или монтировать конструкцию на перекрытие возможных обнажений породы между БСС; при принятии того или иного решения необходимо технико-экономическое обоснование;

- указывать максимально возможное расхождение осей свай;

- давать решения по нейтрализации водопроводяемости, т. к. «стена в грунте» не обеспечивает герметизации котлована;

• сваи без арматуры выполнять из бетона пониженных характеристик по прочности и водостойкости;

• в конкретных геологических и гидрогеологических условиях использовать пластовый дренаж.

3. До начала работ необходим комплекс мероприятий по сохранности подземных и наземных сооружений и мониторинг за ними при устройстве БСС.

4. При разработке грунта котлована, ориентировочно на половине его глубины (но не ниже возможного обнажения породы между БСС) должна быть выполнена съемка положения свай. По их положению на уровне «0» и по результатам съёмки определяется фактический угол наклона свай и с его учетом прогнозируется возможное их расхождение в пределах котлована. Если проектом не было дано решение по закрытию расхождения свай, требуется дополнительное решение. Точное положение БСС по всей глубине котлована может быть определено с помощью специальной измерительной техники.

5. В ППР целесообразно:

- указывать объем первой партии бетона, рассчитанный по методу подводного бетонирования;

• давать технологию укладки первой партии бетона, используя принцип «двойного клапана».

6. Принятая технология перекрытия обнаженной породы между БСС с параллельной инъекцией в грунтовой массив дает положительные результаты в условиях пород крепостью от 3 и выше.

7. При выборе подрядчика необходимо учитывать его технологическую оснащенность, опыт ведения аналогичных работ.

Работы на данном объекте показали, что подрядчик, выполнявший БСС диаметром 830 мм, имел и качественные и количественные показатели значительно выше подрядчика, выполнявшего БСС диаметром 750 мм.

СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ШАХТ С ПОМОЩЬЮ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ

А. Г. Малинин, технический директор ЗАО «ИнжПроектСтрой», к. т. н.
П. А. Малинин, инженер-геотехник

В статье рассмотрен опыт сооружения технологических шахт в обводненных несвязных грунтах с помощью технологии струйной цементации. Хотя назначение шахт – монтаж технологического оборудования в стесненных условиях заводского цеха, тем не менее, способ строительства, на наш взгляд, будет чрезвычайно интересен проектировщикам и специалистам, занимающимся вопросами возведения притоннельных сооружений метрополитенов, автодорожных тоннелей в сложных геологических условиях.

В последнее время технология струйной цементации находит в нашей стране все более широкое применение при решении различных задач подземного строительства.

Сущность технологии заключается в разрушении грунта высоконапорной струей цементного раствора с одновременным перемешиванием грунта с раствором. В результате в грунтовом массиве образуются колонны из нового материала – грунтобетона, обладающего высокими прочностными и противофильтрационными характеристиками. В зависимости от режима технологии диаметр свай составляет 600–2000 мм.

Большинство отечественных предприятий, обладающих технологическим оборудованием, применяют струйную технологию для решения наиболее простой задачи – *консолидации слабых грунтов*. Безусловно, в этом случае струйная технология имеет неоспоримые преимущества перед исторически предшествующей, более простой, но практически неконтролируемой технологией инъекционного закрепления грунта цементными растворами или составами на основе жидкого стекла или синтетических смол.

За последние годы предприятием накоплен значительный опыт стабилизации

грунта с помощью струйной цементации: при проходке участка пластичных глин на прокладке автодорожного тоннеля в Уфе, повышении устойчивости глинистых пород на отрезке перегонного тоннеля строящегося метрополитена в Екатеринбурге, проходке наклонного ствола на одном из добывающих предприятий металлургического холдинга, укреплении основания насыпи при возведении мостового перехода через р. Кама и др.

Между тем, технология струйной цементации позволяет решать и другие, более сложные задачи подземного строительства.

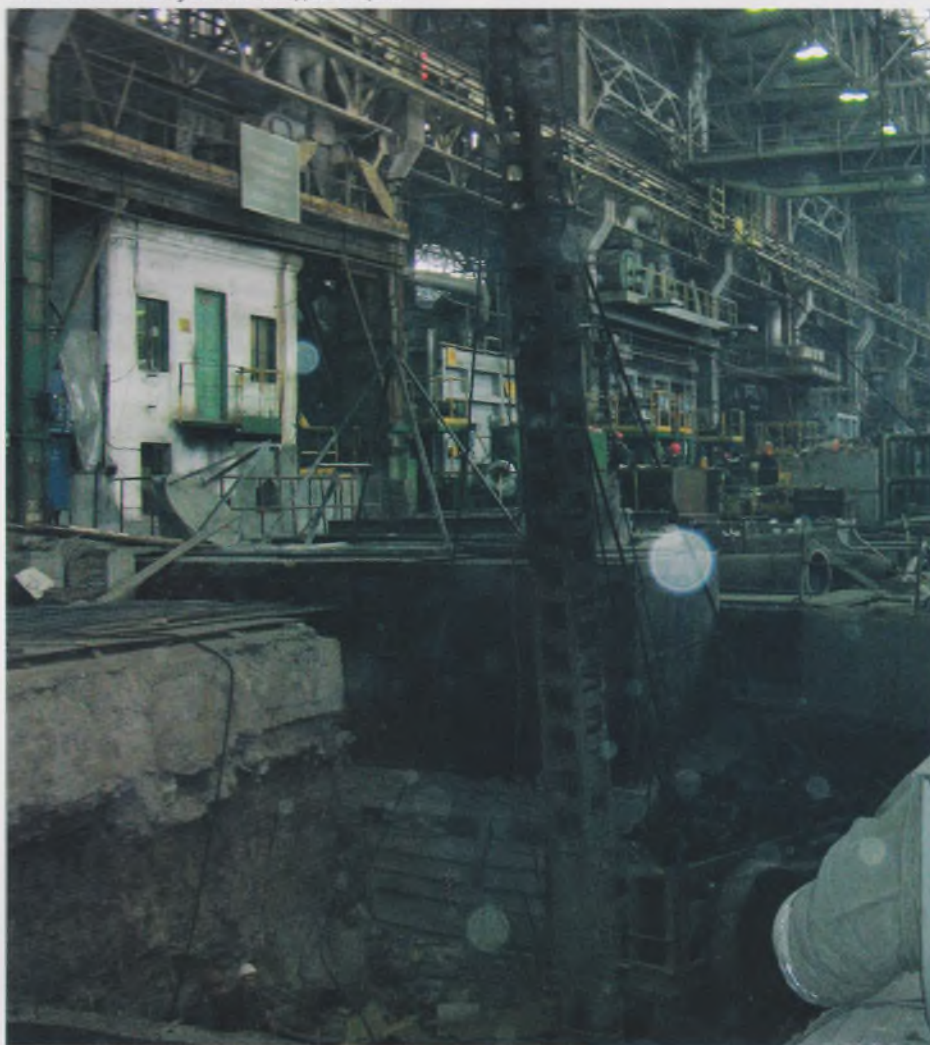
В первую очередь, к ним относится *сооружение глубоких котлованов в сложных геологических условиях*. В последнее время актуальность задачи возросла в связи с появившимся и ежегодно растущим спросом на подземные многоуровневые автостоянки, расположенные под строящимися жилыми домами. Особенно ярко это проявляется в таком крупнейшем мегаполисе, как Москва, где практически каждый элитный дом, возводимый в центральной части города, предусматривает подземную автостоянку, значительно повышающую финансовую привлекательность проекта для инвесторов.

Другим приложением глубоких котлованов является прокладка инженерных коммуникаций на больших глубинах открытым способом, строительство шахт притоннельных сооружений метрополитенов и т. д.

Между тем, разработка котлованов в условиях чрезвычайно плотной городской застройки, либо в условиях действующего заводского цеха имеет определенные особенности. Это касается, прежде всего, невозможности устройства ограждений котлованов с помощью забивной крепи, например металлического шпунта, из-за негативного воздействия на фундаменты близко расположенных зданий или сооружений. Применение буронабивных свай значительно увеличивает продолжительность и стоимость строительства и не всегда обеспечивает водонепроницаемость стен котлована из-за расхождения свай на больших глубинах.

Наиболее сложной является ситуация, когда технически невозможно, либо эко-

Рис. 1. Стесненные условия заводского цеха



номически нецелесообразно заглубить буровые сваи в слой естественного водоупора. Так как традиционное водопонижение в стесненных условиях может привести к аварийным осадкам соседних фундаментов, вся надежда до последнего времени возлагалась на малоэффективные инъекционные методы, предусматривающие нагнетание в днище котлована цементных составов и синтетических смол.

Появление на рынке строительных технологий струйной цементации грунтов позволило на порядок более эффективно решать подобные задачи, основываясь на следующих преимуществах:

- отсутствие негативного воздействия на соседние фундаменты в процессе устройства ограждения из грунтоцементных свай;
- обеспечение водонепроницаемости ограждения из секущихся свай;
- возможность устройства надежной горизонтальной противофильтрационной завесы в днище котлована (слоя искусственного водоупора).

Варианты конструкции ограждения котлована могут быть различными в зависимости от геологических условий и класса решаемой задачи. В случае неглубоких котлованов, сооружаемых в грунтах высокой устойчивости, применяются одиночные, не пересекающиеся сваи. Использование секущихся свай эффективно, когда необходимо дополнительно обеспечить водонепроницаемость стен котлована. При значительных глубинах для повышения устойчивости бортов возможно устройство ограждения из двух или трех рядов свай. В наиболее ответственных случаях применяется комбинированный вариант, когда основную нагрузку воспринимают буронабивные армированные сваи, а грунтоцементные являются только заборкой, обеспечивающей водонепроницаемость стен котлована.

Рис. 2. Вид грунтоцементных свай на первом этапе – строительстве подземной камеры

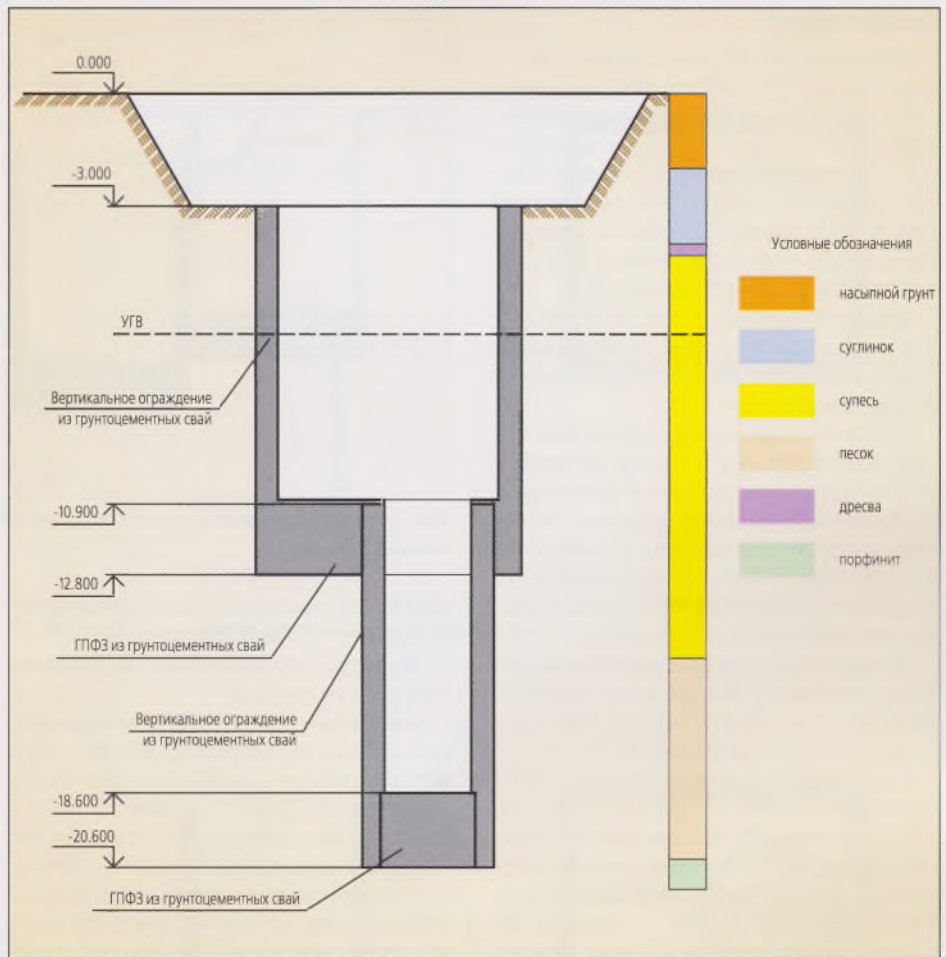


Рис. 3. Принципиальная схема сооружения котлована

Армирование грунтоцементных свай обычно производится центрально расположенными трубами диаметром 73–219 мм или одиночным арматурным стержнем.

Для таких схем армирования авторами получены формулы, позволяющие вычислить предельный момент сечения сваи. Полный вывод формул для всех конструк-

ций ограждения из отдельно стоящих, касательных или секущихся свай можно посмотреть в Интернете на сайте предприятия www.jet-grouting.ru.

Струйная цементация специалистами предприятия была апробирована в Москве при устройстве ограждения глубокого котлована двухуровневой автостоянки по ул. Мытная по проекту, разработанному ООО «Инженерное бюро Юркевича», а также при строительстве паркинга под возводимым зданием по Спасоналиковскому переулку по проекту ГУП НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. Безаварийная разработка грунта в котлованах доказала правильность разработки проектных решений, а также высокое качество выполненных строительных работ. Это обеспечило устойчивость бортов котлована без сооружения поперечных расстрелов и в последующем значительно облегчило производство бетонных работ в котлованах.

В тех случаях, когда естественный слой водоупора залегает на значительной глубине, технология струйной цементации грунтов позволяет в обводненном грунтовом массиве сформировать *горизонтальную противофильтрационную завесу* – слой искусственного водоупора из секущихся грунтоцементных свай. Такая завеса площадью 2900 м² была впервые выполнена в Москве при строительстве котлована для многоуровневого паркинга по Озерковской набережной.

Описание объекта

Для установки крупногабаритных литьевых машин ПЛА-20 в одном из заводских цехов Каменск-Уральского металлургического завода, входящего в холдинг «Северо-Уральский алюминий», потребовалось устроить два фундамента глубокого заложения, каждый из которых представлял подземную камеру с технологической шахтой глубиной 20 м.

Такая глубина определялась необходимостью выдвигания вниз штока литьевой машины, а также необходимостью обслуживания её подземной части.

Сложность задачи заключалась в том, что сооружать шахту нужно было в стесненных условиях действующего цеха с чрезвычайно плотным расположением фундаментов технологического оборудования, а также фундаментов колонн цеха, на части из которых расположены рельсовые пути цехового крана грузоподъемностью 50 т (рис. 1).

Ситуация усугублялась сложными горно-геологическими условиями площадки строительства – в первую очередь, наличием мощного слоя обводненного песка.

Безусловно, в подобных условиях было невозможно применить традиционные способы – водопонижение в сочетании с забивной крепью или опускным колодезем в связи с высокой опасностью значительных осадков близко расположенных фундаментов, а предложения по использованию буронабивных свай заказчиком были отклонены из-за больших габаритов бурового оборудования и высокой стоимости работ.

Требовалось иное, нестандартное решение, которое и было предложено генподрядчиком – Управляющей компанией строительного холдинга (г. Екатеринбург) совместно со специалистами нашего предприятия.

Результаты инженерно-геологических изысканий

В геологическом отношении площадка работ расположена в зоне развития комплекса эффузивных пород среднего девона, представленных порфиритами основного состава. Коренные породы перекрыты прибрежно-морскими отложениями палеогена и верхнего мела, а также маломощным чехлом алю-

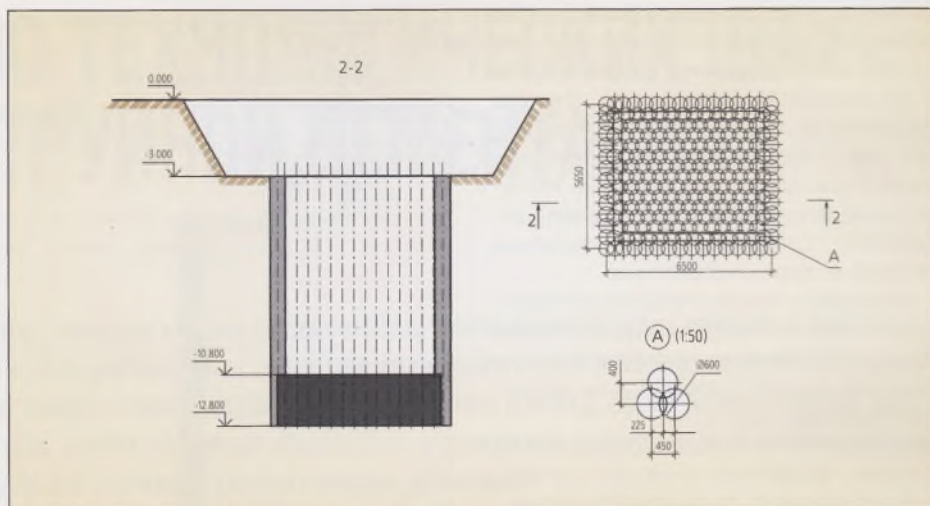


Рис. 5. Этап № 2: устройство горизонтальной противofильтрационной завесы в днище подземной камеры

виально-делювиальных осадков четвертичного возраста и насыпными грунтами.

Площадка строительства представлена следующими грунтами:

- насыпные грунты, представленные щебнем, песком, строительным мусором, перематым суглинком общей мощностью насыпного слоя 1,9–2,2 м;
- суглинки алювиально-делювиальные четвертичного возраста, твердой и полутвердой консистенции, с карбонатными включениями, а в нижней части слоя – с включениями песка и с примесью органического вещества общей мощностью 1,6–2,3 м;
- с глубины 3,7–4,5 м до 14–15 м обнаружено переслаивание элювиальных песков мелких и средней крупности, супесей и суглинков, представляющих продукт выветривания кварц-глауконитовых песчаников палеогенового возраста прибрежно-морского генезиса, с прослоями тех же выветрелых песчаников на глинисто-опаловом цементе;
- пески алювиальные мелового возраста, коричневатого-серого цвета, мелкие, плотные, однородные, кварцевого состава, водонасыщенные, залегающие на глубине 14–15 м и мощностью 2,4–4,0 м;
- порфирит серого цвета, прочный, сильно трещиноватый, иногда выветрелый до состояния дресвяного грунта с сутлинистым

заполнителем до 40 %, слой вскрыт на глубине 17,4–19,6 м и пройден на всю глубину разведочного бурения до 30 м.

Гидрогеологические условия площадки характеризуются развитием двух водоносных горизонтов. Первый приурочен к пестрой по составу толще палеогенового возраста, второй – к слою хорошо отсортированных однородных песков мелового возраста. Оба горизонта связаны между собой и имеют общий установившийся уровень, но нижний горизонт более водообилен, т. к. обладает лучшей водопроницаемостью. Уровень воды установился на глубине 6,4–6,6 м.

Техническое решение

Техническое решение заключалось в устройстве ограждающей конструкции из грунтоцементных колонн по технологии струйной цементации, под защитой которой должна быть произведена разработка грунта при строительстве камеры и технологической шахты. Для обеспечения необходимой несущей способности все сваи ограждения армировали трубой диаметром 73 мм с толщиной стенки 6 мм (рис. 2).

Так как грунтовый массив находится в обводненном состоянии, с помощью этой же технологии было предложено создать искусственный слой водопора – горизонтальную противofильтрационную завесу (ПФЗ) в днище камеры и на нижней отметке строительства шахты (рис. 3).

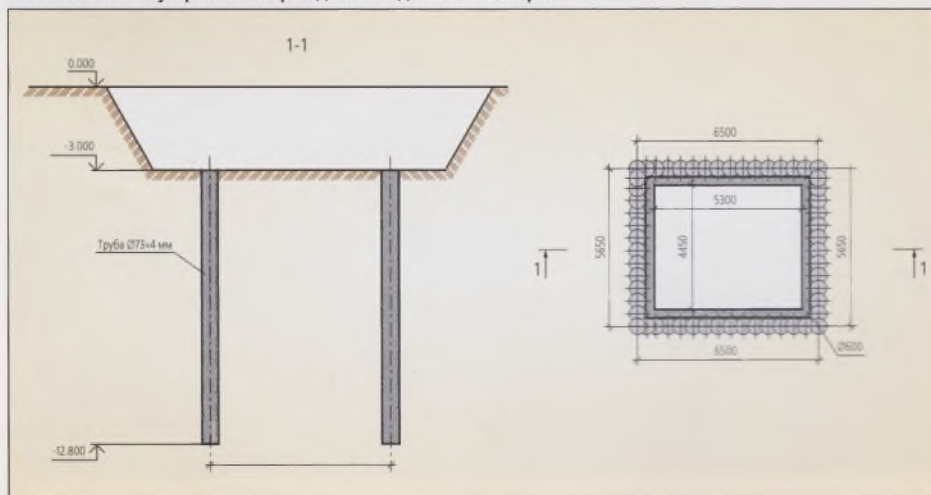
Для снижения общей стоимости и облегчения буровых работ генподрядной организацией была выполнена разработка грунта открытым способом до отметки –5,0 м. В процессе сооружения пионерного котлована был разобран многослойный бетонный пол цеха, перенесены инженерные коммуникации и удален весь насыпной грунт, содержащий строительный мусор.

Строительство

Работы по возведению ограждающей конструкции и противofильтрационной завесы вели в четыре этапа:

- на первом – с отметки –5,0 м с помощью струйной цементации было выполнено уст-

Рис. 4. Этап № 1: устройство ограждения подземной камеры



ройство ограждающей конструкции глубиной до отметки -12,8 м (рис. 4);

- на втором – по этой же технологии была создана горизонтальная противофильтрационная завеса на глубине с отметки -10,8 м до -12,8 м (рис. 5);

- на третьем – произведено устройство ограждающей конструкции с отметки -10,8 м до -20,6 м (рис. 6);

- на четвертом этапе была выполнена горизонтальная противофильтрационная завеса на глубине с отметки -18,6 м до -20,6 м (рис. 7).

Устройство грунтоцементных свай по технологии струйной цементации состояло из следующих операций:

- бурение лидерных скважин до отметки подошвы колонн (прямой ход);
- устройство грунтоцементных свай путем перемешивания грунта с цементным раствором по струйной технологии в процессе вращения и подъема буровой колонны (обратный ход).

Бурение лидерных скважин выполняли буровым станком СБГ-ПМ2, затем, с целью повышения производительности работ (в связи с ужесточением сроков пуска объекта), буровым станком IPC Drill 830 BV (Италия).

Цементный раствор с В:Ц=0,9 приготавливали в миксерной станции производительностью 10 м³/ч. Под давлением 450–500 атм его подавали в напорную магистраль трехплунжерным насосом TW 351 (Италия).

Устройство свай вели по однокомпонентной схеме струйной цементации – Jet1. Диаметр сопел, их количество, скорость подъема буровой колонны устанавливали из условия обеспечения расхода цемента не менее 300 кг на 1 п. м свай.

В процессе последующей разработки грунта было установлено, что диаметр свай составил 800–850 мм, что при шаге 450 мм обеспечило надежное взаимное их пересечение не только в верхней части сооружения, но и на глубине 20 м.

После двухнедельной выдержки свай, необходимой для набора прочности грунтоцемента, генподрядчиком были произведены разработка грунта, возведение рам временной крепи и постоянной железобетонной обделки. Поступление воды было столь незначительным, что применение насосов для откачки воды требовалось только в процессе вынужденных остановок при проходке шахт.

Все работы по строительству двух шахт с учетом твердения материала свай были выполнены за три месяца (рис. 8).

Мониторинг за осадками фундаментов, который службы заказчика проводили ежедневно (в связи с высокой степенью ответственности работ), показал, что величины результатов измерений были настолько малы, что находились в пределах ошибки геодезических приборов.

Данная работа была выдвинута на конкурс по лучшим технологиям подземного строительства, проводимый Тоннельной ассоциацией России в 2006 г., и была награждена Почетным знаком и Дипломом за внедрение передовых технологий.

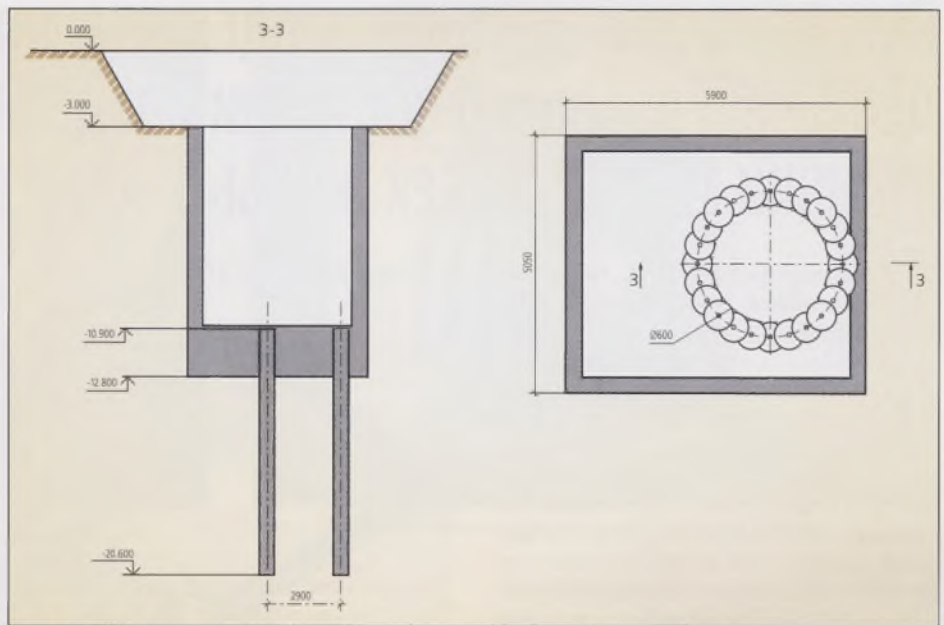


Рис. 6. Этап № 3: устройство ограждения вертикальной шахты

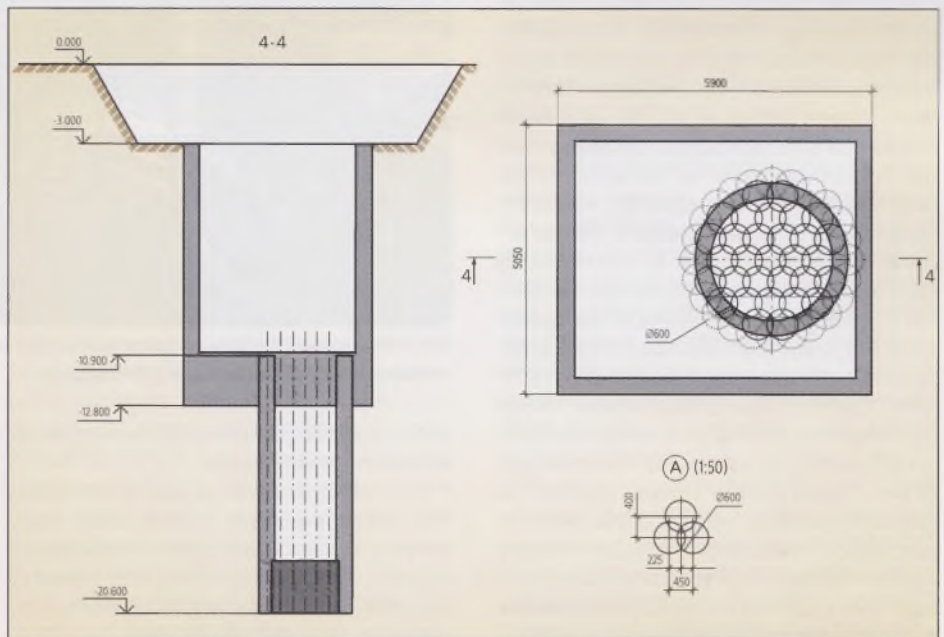


Рис. 7. Этап № 4: устройство ГПФЗ



Рис. 8. Завершение работ по проходке подземной камеры, проводимой ниже уровня грунтовых вод

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЕЙ СТАНЦИИ МЕТРО «ЖИБЕК ЖОЛЫ» г. АЛМАТЫ

Д. М. Голицынский, Ю. С. Фролов, В. Н. Кавказский, ПГУПС
М. Т. Укшебаев, Алматыметрокурылыс
М. Н. Кульбаев, Метропроект, г. Алматы

Одной из центральных станций первой очереди метрополитена в г. Алматы является «Жибек Жолы». Она запроектирована на трехсводчатой, пилоновой типа с монолитной бетонной обделкой. Предлагаемый тип станции, в случае раскрытия проходов на всей длине платформенного участка, обеспечит свободное передвижение пассажиров в пределах среднего распределительного зала. Глубина заложения 30–40 м. Инженерно-геологические условия района строительства достаточно сложные, характеризующиеся мощной толщей галечниковых грунтов, состоящих из обломков гранитов и гранодиоритов с включением валунов размером до 300 мм и более в объеме до 40%. В пределах сооружения станции грунты маловлажные. Подземные воды, по отношению к бетону марки W6, по водонепроницаемости не агрессивны. С учетом высокой сейсмичности района строительства (до 9 баллов) инженерно-геологические условия заложения станции «Жибек Жолы» можно характеризовать как неблагоприятные. В связи с этим, к её возведению было решено привлечь известную австрийскую фирму «Beton und Monierbau», имеющую большой опыт проектирования и строительства тоннелей различного назначения в слабых грунтах. Эта фирма предложила вести сооружение станции метро с применением новоавстрийского тоннельного метода (НАТМ), который в настоящее время является наиболее рациональным и экономически эффективным способом, обеспечивающим безопасное ведение проходческих работ с минимальными осадками дневной поверхности. Технология проходки НАТМ предусматривает, сразу же после разработки породы на величину заходки, устройство податливой системы крепи, состоящей из набрызг-бетона, решетчатых металлических арок и арматурных сеток с последующим возведением монолитной бетонной обделки. При этом в процессе проходки необходимо вести постоянный геотехнический контроль развития деформаций контура выработки и нарастания величины горного давления с разработкой, при необходимости, конструктивных мероприятий по усилению крепи.

Важное место в системе такой крепи отводится набрызг-бетону, процесс нанесения которого автоматизирован (рис. 1).

Для исследования напряженно-деформированного состояния обделки станционных тоннелей, а также установления характера её взаимодействия с грунтом на разных этапах строительства использован наиболее апробированный и универсальный метод физи-

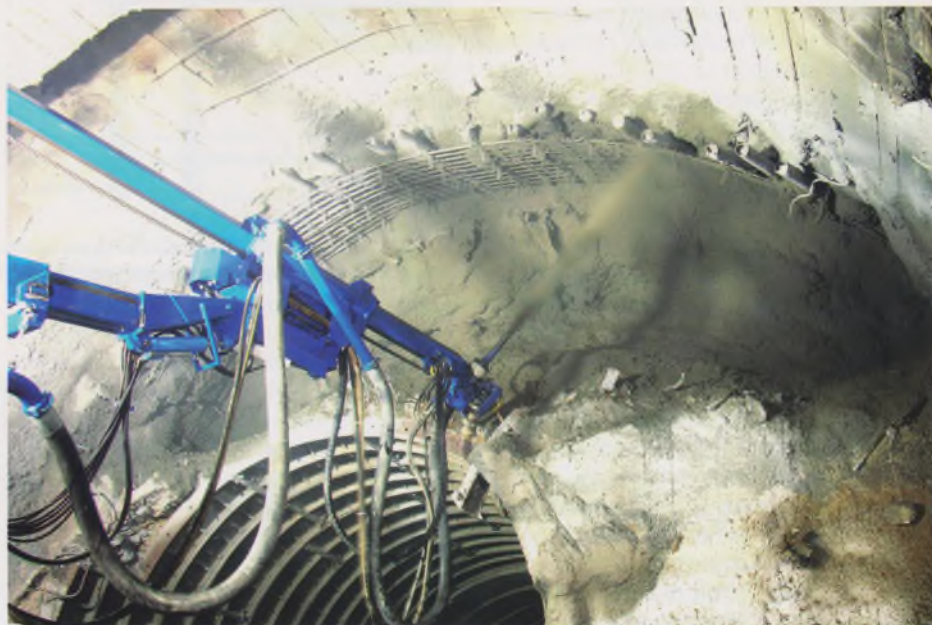


Рис. 1. Возведение временной крепи (нанесение набрызг-бетона) при раскрытии сечения бокового станционного тоннеля станции «Жибек Жолы»

ческого моделирования с применением эквивалентных материалов.

Этот метод основан на замене естественных грунтов природы и материалов конструкций искусственными материалами модели, физико-механические свойства которых находятся в определенном соотношении со свойствами природы.

Следует отметить, что даже приближенное удовлетворение требованиям теории подобия в модели, позволяет получить весьма ценные данные, освещающие качественную сто-

рону изучаемых явлений и открывающие элементы механизма исследуемых процессов.

Модель грунтового массива была принята адекватной инженерно-геологическим условиям заложения пилоновой ст. «Жибек Жолы» строящегося метрополитена г. Алматы. Учитывая однородность инженерно-геологических условий по длине станционного комплекса, а также значительную его протяженность относительно размеров поперечного сечения, модель грунтового массива вдоль оси

Рис. 2. Схема испытательного стенда:

1 – металлоконструкции; 2 – вставка из оргстекла; 3 – стенка из закаленного стекла; 4 – эквивалентный материал грунта; 5 – модель типового участка обделки станции

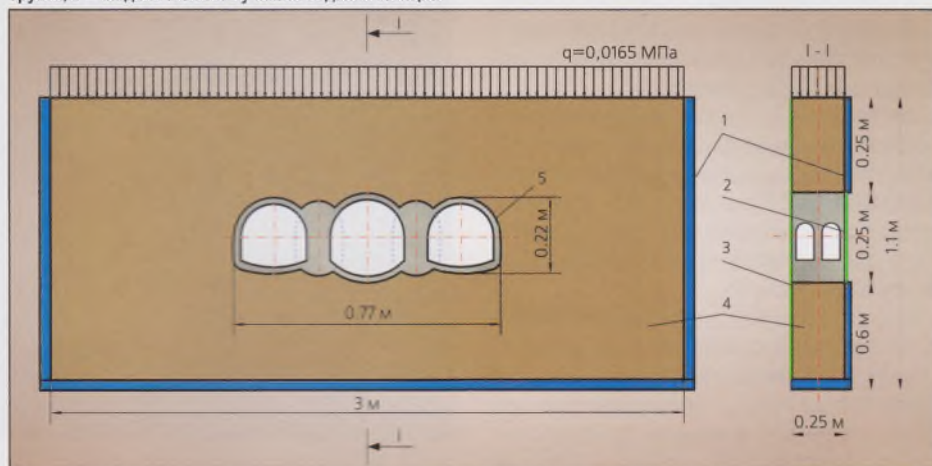




Рис. 3. Проходка среднего станционного тоннеля

станции ограничивалась типовым (повторяющимся) участком длиной 10 м.

Подбор эквивалентного материала производился с учетом масштаба моделирования (1:40), исходя из соблюдения механического подобия величин, характеризующих эти грунты: модуля деформации E , удельного сцепления C , угла внутреннего трения φ , коэффициента Пуассона ν .

Для определения деформационных и прочностных характеристик эквивалентного грунту материала, в условиях трехосного сжатия был использован модернизированный стабилометр, оснащенный компрессором, манометром и системой равномерной подачи воздуха в рабочую камеру прибора, что позволило достаточно точно проводить измерения и испытания образцов.

В результате испытаний, в качестве материала-эквивалента галечниковых грунтов осадочного происхождения был принят грунт, состоящий из смеси кварцевого песка (модуль крупности 2,85 мм), гранитного щебня (фракция 0,5–10 мм), фактиса (резиновой крошки) и технического вазелина в качестве связующего материала.

Для материала обделки использовался состав на основе гипса и песка. Подбор осуществлялся путем изменения содержания в материале его компонентов.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории моделирования тоннелей кафедры тоннели и метрополитены ПГУПСа. Для этих целей был изготовлен испытательный стенд из прокатного металлического профиля (рис. 2). Габариты его полезного пространства составляют 3000×1100×250 мм. Поскольку материал модели слабый и не держит вертикального откоса, стенд имеет закрытые со всех сторон стенки. Для проведения визуальных наблюдений и фотофиксации деформаций, задняя стенка выполнена из закаленного стекла. В передней предусмотрена вставка из оргстекла с проемами, закрытыми щитками, для осуществления проходки станционных тоннелей.

Модель грунтового массива выдерживалась под равномерно распределенной нагрузкой, равной весу вышележащей толщи

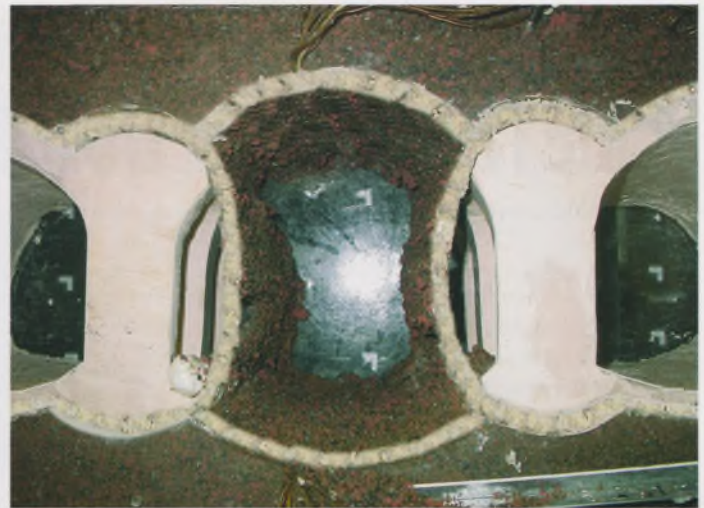


Рис. 4. Общий вид типового участка модели пилонной станции

грунта, с целью ее предварительного уплотнения, после чего в толщину грунтового массива осуществлялась проходка выработки.

При сооружении станционных тоннелей в качестве временной крепи использовался материал-эквивалент набрызг-бетона – полиуретановая пена, которая перед проходкой нагнеталась по всему периметру будущей выработки, образуя замкнутую оболочку.

Такой материал дал возможность соблюсти в модели основную особенность набрызг-бетонной крепи: исключить расслоение грунта в процессе деформации контура выработки и обеспечить совместную работу системы «обделка – грунт».

В соответствии с принятой технологией производства работ, возведение станционного комплекса в модели начиналось с создания замкнутой набрызг-бетонной оболочки, после чего осуществлялась проходка пилонных тоннелей. После раскрытия забоя на полное сечение в готовые выработки вставлялись пилоны длиной 250 мм, выполненные в виде единой конструкции из гипса.

Второй этап включал поочередную проходку двух боковых станционных тоннелей, возведение постоянной обделки. Затем велась проходка среднего станционного тоннеля (рис. 3) и возводилась постоянная обделка. Окончательный вид типового участка модели пилонной станции представлен на рис. 4.

Для изучения характера деформирования обделки модели станции и ее отдельных конструктивных элементов в качестве основного средства контроля использовался метод фотофиксации. Он основан на фиксации фотоаппаратурой смещений маяков, установленных в грунтовом массиве и на обделке тоннеля. Смещения фиксируются по отношению к неподвижному реперам на передней стеклянной стенке стенда. В качестве дополнительного средства контроля за деформациями временной крепи во время проходки использовались деформометры специальной конструкции и индикаторы часового типа (точность измерения 0,01 мм).

В ходе проведения эксперимента по моделированию статической работы станционного комплекса «Жибек Жолы» методом эквивалентных материалов было установлено,

что основные деформации проявляются на стадии включения в работу временной крепи. В связи с этим, на практике, вопросу создания надежной набрызг-бетонной крепи при проходке станционных тоннелей следует уделять особое внимание. Возведение постоянной обделки стабилизирует положение всей конструкции станции.

Исследование деформированного состояния обделки типового участка станционного комплекса показало, что наибольшие деформации зафиксированы в сводах боковых станционных тоннелей, достигающие 20 мм. В уровне горизонтального диаметра отмечается смещение в стене бокового станционного тоннеля, составляющее 17 мм. Деформации обратных сводов – 16 мм. В среднем станционном тоннеле зафиксированы деформации в шельге верхнего свода обделки 18 мм, в обратном своде обделки – 6 мм.

Исследование напряженного состояния обделки станционных тоннелей позволило установить, что наибольшие значения растягивающих напряжений отмечаются в сводовой части боковых станционных тоннелей, а сжимающих напряжений – в зоне примыкания обратных сводов к стенам.

Полученные данные напряжений показывают, что обделка в зонах концентрации растягивающих напряжений требует усиленного армирования.

Моделирование конструкций станции метро «Жибек Жолы» производилось в плоской постановке задачи и без учета сейсмики. Одновременно с модельными исследованиями, к. т. н. В.А.Петровым был выполнен расчет конструкций железобетонной обделки станции метро с учетом сейсмической нагрузки с помощью программного комплекса COSMOS/M, который показал, что сейсмические напряжения составляют не более 30–35 % от напряжений, возникающих от постоянных нагрузок, и приурочены к тем же зонам.

Использование достаточно мощной временной крепи, состоящей из трех слоев набрызг-бетона общей толщиной 30 см, решетчатых металлических арок и арматурных сеток, а также опережающей трубчатой крепи, позволяет говорить о значительном запасе прочности всей конструкции станционных обделок.

СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ И МЕТРОПОЛИТЕНОВ В ЮЖНОЙ КОРЕЕ

Л. В. Маковский, проф., МАДИ ГТУ

Первый транспортный тоннель был построен в Южной Корее в 1905 г. на железнодорожной линии Сеул – Пусан. После этого были сооружены многие железнодорожные тоннели суммарной протяженностью 241 км, что составляет 7,8 % от всей железнодорожной сети.

В связи с развитием линий высокоскоростных железных дорог потребовалось строительство новых тоннелей, общая длина которых к сегодняшнему дню достигает 191 км, что составляет 46 % протяженности линий.

В настоящее время в восточной части страны прокладывается крупнейший железнодорожный тоннель длиной 16,2 км.

Первый современный автодорожный тоннель был сооружен в Южной Корее по трассе национальной экспрессной автомагистрали Сеул – Пусан в 1969 г. С тех пор длина построенных горных тоннелей возросла до 339 км, причем резкое увеличение темпов роста числа автодорожных тоннелей началось в 90-е гг. прошлого века.

Первая линия Сеульского метрополитена была введена в эксплуатацию в 1974 г., а в настоящее время метро имеется уже в шести городах. Общая протяженность линий эксплуатируемых метрополитенов составляет 415 км, а строящихся – 119 км.

Помимо транспортных тоннелей и метрополитенов в Южной Корее построены и строятся гидротехнические и коммунальные тоннели, подземные нефте- и газохранилища, насосные станции, помещения ГЭС, резервуары и пр.

Ниже рассмотрены данные опыта сооружения наиболее крупных железнодорожных и автодорожных тоннелей, а также метрополитена.

Самый протяженный железнодорожный тоннель длиной 18,6 км эксплуатируется на высокоскоростной линии Сеул – Пусан. На длине 12,9 км он заложен под горным массивом Кумджунг, а на отрезке в 5,7 км проходит через центральный район г. Пусан.

Инженерно-геологические условия в горной местности характеризуются вулканическими породами: габбро, гранодиоритами и биотитовыми гранитами. На остальном протяжении встречаются преимущественно аллювиальные отложения в виде илистых песков и глин. Имеется крупная сбросовая зона, где породы сильно нарушены и обводнены. На городской территории трасса тоннеля проходит на глубине 40 м и пересекает железную дорогу, линию метрополитена и мостовые переходы. Вблизи тоннеля расположено несколько крупных зданий.

Для раскрытия дополнительных забоев в процессе проходки, а также для эвакуации людей на стадии эксплуатации по трассе тоннеля пройдены два наклонных и три вертикальных шахтных ствола. Размеры и форма поперечного сечения тоннеля определены в соответствии с действующими габаритами приближения строений и оборудования. Площадь поперечного сечения составляет 107,4 м² (по наружному очертанию обделки) и 74,6 м² (по внутреннему очертанию). Скорость движения поездов в тоннеле вне города достигает 350 км/ч, а в его пределах – 120 км/ч.

Проходку через горный массив вели горным способом с применением буровзрывных работ, а в пределах городской территории – механизированной тоннелепроходческой роторной машиной диаметром 5 м с последующим расширением выработки.

С целью минимизации возможных нарушений городской территории и обеспечения устойчивости наземных зданий и сооружений были предусмотрены различные системы крепления тоннельной выработки. В крепких скальных породах применяли анкерную крепь (рис. 1а), в слабоустойчивых – помимо анкерной использовали опережающую крепь из стабилизированного грунта и микросваи в пятах калотты (рис. 1б).

Строительство тоннеля продолжалось 4,5 года.

В настоящее время в восточной части страны строится железнодорожный тоннель длиной 16 км.

Крупнейший в Южной Корее автодорожный тоннель Боехурионг длиной 5,1 км соединит города Чунчеон и Хвачеон в провинции Кангвон. Это единственный в стране тоннель с двумя встречными полосами движения, который в дальнейшем предполагается расширить до четырех.

По сравнению с двумя параллельными для одностороннего движения в каждом, такой тоннель имеет два существенных недостатка, связанных с трудностями вентиляции и проблемами эвакуации людей в случае возникновения пожара. В связи с этим впервые в Корее в тоннеле принята наиболее сложная и дорогостоящая поперечная система искусственной вентиляции и дымоудаления через вытяжные каналы. В случае пожара вентиляция создает свободный от дыма слой воздуха для возможности эвакуации людей.

Параллельно основному тоннелю будет пройдена сервисная галерея, которая обеспечит укрытие людей в случае пожара, а также будет служить в качестве пилот-тоннеля при расширении основного.

Тоннель сводчатого очертания пролетом 13,698 м и высотой 10,185 м и сервисная галерея диаметром 5 м будут соединены поперечными сбойками через каждые 180 м (рис. 2). Через 720 м будут устроены камеры для укрытия автомобилей.

В транспортном тоннеле предусмотрен тротуар шириной 2,5 м для эвакуации водителей и пассажиров автомобилей в случае аварии.

Трасса тоннеля проходит в толще гранитов и гнейсов. Зафиксирован крупный вертикальный сброс с зоной влияния до 70 м на расстоянии более 100 м от тоннеля.

Проходка тоннеля ведется по технологии НАТМ, а сервисной галереи – с применением роторной тоннелепроходческой машины.

Рис. 1. Этапы проходки и крепления железнодорожного тоннеля в крепких скальных породах (а) и слабоустойчивых грунтах (б):

1 – основной тоннель; 2 – пилот-тоннель, пройденный роторной тоннельной машиной; 3 – анкерная крепь, 4 – скважины для струйной цементации; 5 – крепь из стабилизированного грунта; 6 – микросваи

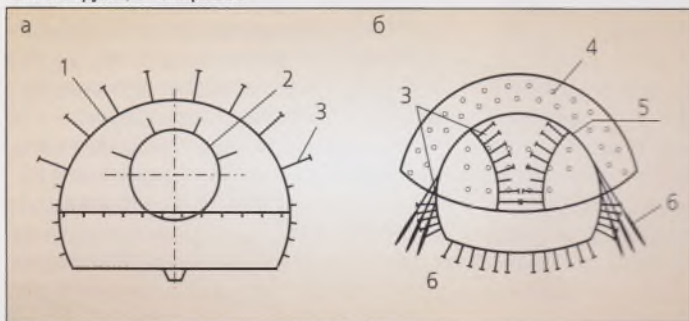
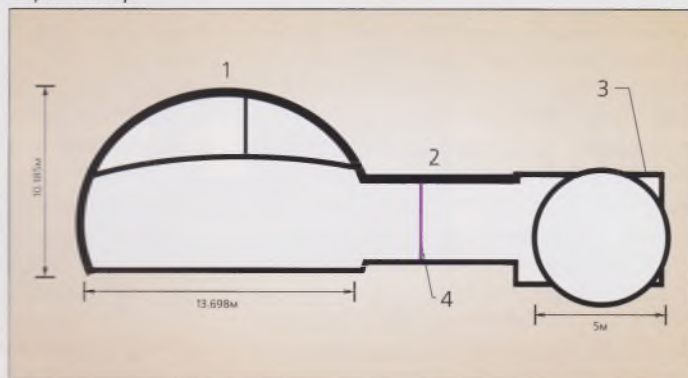


Рис. 2. Поперечное сечение автодорожного тоннеля Боехурионг:

1 – основной тоннель; 2 – поперечная сбойка; 3 – сервисная галерея; 4 – противопожарный затвор



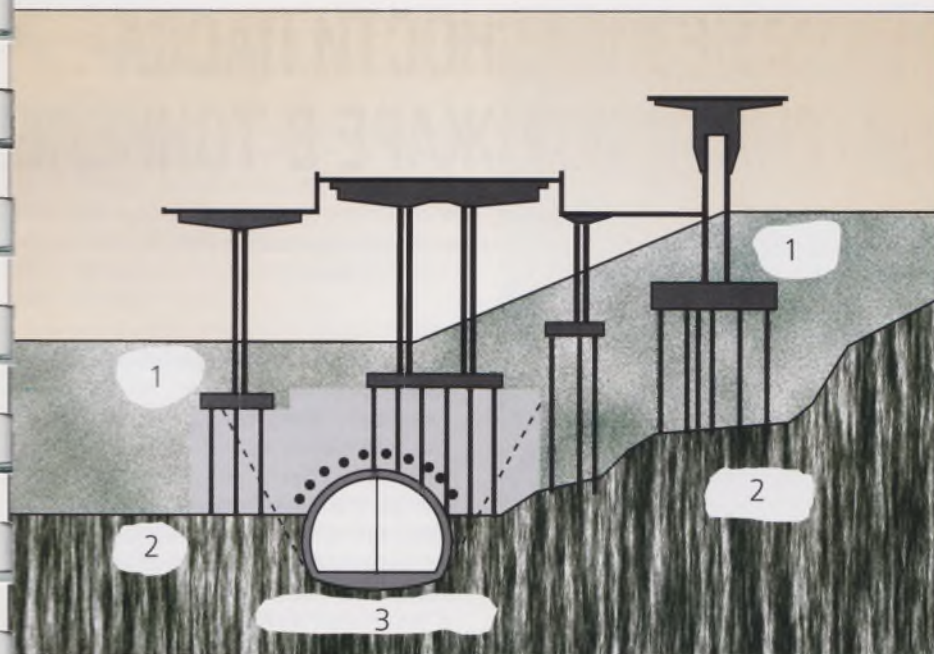


Рис. 3. Проходка тоннеля метрополитена под свайными фундаментами опор моста:
1 - аллювиальные отложения; 2 - скала; 3 - участок применения струйной цементации

Для крепления контура выработки применяют опережающую крепь из искусственно закрепленного грунта. Стабилизирующий раствор инъецируют через слабонаклонные скважины диаметром 114 мм и глубиной 12 м. В части стен тоннеля устанавливают скальные анкеры длиной 4,5 м. Обделку возводят из монолитного бетона.

Расчетный срок строительства тоннеля – 4,5 года.

Ведутся работы по расширению сети Сеульского метрополитена. Начиная с середины 90-х гг. инвестиции в его развитие составляют около 1 млрд долл. ежегодно. Ожидается, что к 2010 г. доля метрополитена в пассажирских перевозках достигнет 48,5 %.

Сейчас протяженность сети Сеульского метрополитена составляет 287 км, из которых 48,6 % проложены открытым способом, 48,3 % – закрытым и 31 % – на поверхности земли.

Заслуживает внимания опыт строительства подводного тоннеля под р. Хан по трассе линии Бунданг. Общая длина тоннеля 1270 км, берегового участка, сооружаемого НАТМ, – 380,5 м, а подруслового, который проходит щитовым способом, – 845,5 м. Помимо основного тоннеля сооружаются две вентиляционные камеры и два убежища гражданской обороны, соединенные между собой.

Геологические условия представлены метаморфическими скальными породами: гнейсами и сланцами, подстилающими четвертичные аллювиальные отложения (пески и гравий). Имеются зоны тектонических нарушений. Проходку подруслового части тоннеля ведут герметическим щитом с пеногрунтовым пригрузом и шнековым конвейером для удаления разрабатанного грунта. Нагнетание в пригрузочную камеру пены повышает устойчивость забоя, что особенно важно при преодолении зон тектонических нарушений. Щиты с пеногрунтовым пригрузом (в отличие от щитов с бетонитовым пригрузом) не требуют сложной системы регенерации и циркуляции глинистого раство-

ра и в меньшей степени загрязняют окружающую среду. При работе в зонах нарушенных грунтов в пригрузочную камеру нагнетают пену, непрерывно контролируя давление грунта.

В ненарушенных устойчивых грунтах проходку ведут при открытом забое так, что нижняя часть пригрузочной камеры заполняется грунтом, а чистая вода орошает породоразрушающие инструменты.

Трасса линии № 9 Сеульского метрополитена протяженностью 38 км с 37 станциями проходит с востока на запад под р. Хан в южной части города. На участке длиной 1120 м перегонные тоннели сооружают закрытым способом по технологии НАТМ в толще гнейсов, покрытых мощным слоем аллювиальных отложений. Наиболее сложной и ответственной операцией является проходка под опорами и свайными фундаментами опор существующего моста (рис. 3).

Для укрепления свайных фундаментов применили технологию струйной цементации.

В зоне вдоль р. Хан проходку перегонных тоннелей вели в аллювиальных отложениях с опережающей крепью из закрепленного струйной цементацией грунта.

Еще один участок длиной 178 км на линии № 9 Сеульского метрополитена должен соединить Международный аэропорт Пимпо с экспрессным автобусным терминалом в районе Нориаджин. Трасса проходит в сложных инженерно-геологических условиях, представленных перемежающимися слоями аллювиальных отложений, выветрелых пород и гнейсов разной прочности. УГВ залегает на глубине 9,5 м от поверхности земли.

На этом участке возведена станция мелко-го заложения длиной 220 м, пролетом 29,6 м и высотой 20,9 м. Учитывая её расположение на плотно застроенной территории для сооружения применили защитные экраны из труб в сводчатой части станции. 13 стальных труб диаметром 2 м были продавлены из вспомогательных выработок. После этого

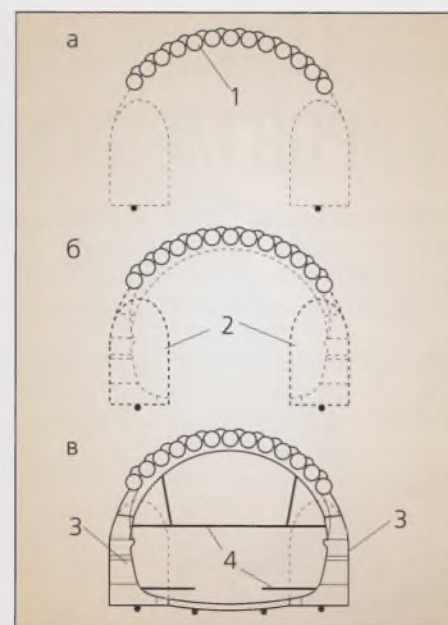


Рис. 4. Этапы сооружения станции метрополитена:
1 – экран из труб; 2 – боковые штольни; 3 – стены;
4 – внутренние конструкции

прошли две боковые штольни арочного сечения, в которых бетонировали стены тоннеля, а затем разрабатывали грунтовое ядро и бетонировали свод (рис. 4).

Ввод этого участка метрополитена в эксплуатацию намечен на 2007 г., стоимость строительства – 2,1 млрд долл.

В г. Пусан ведется прокладка третьей линии метрополитена протяженностью 18 км от Таеджо на западном берегу р. Накдонг до Минам. Стоимость строительства – 1,3 млрд долл.

Между городами Пусан и Кимхам сооружается полностью автоматизированная линия облегченного метрополитена длиной 24 км с 18 станциями. В строительстве, стоимость которого оценивается в 937 млн долл., принимает участие Международный консорциум. Прорабатывается проект соединения г. Пусан с островом Коджер, предусматривающий проходку тоннеля длиной 3,7 км.

Реализуется проект строительства пяти линий метрополитена общей протяженностью 102 км к 2021 г. в г. Куангжу.

Заключение

Быстрый экономический рост за последние десятилетия инициировал модернизацию тоннелестроительной отрасли в Южной Корее. Современная тоннельная индустрия характеризуется новизной технологий, применением специализированной горнопроходческой техники, рациональных конструкций постоянной и временной крепи.

Широкое распространение получили механизированные и автоматизированные проходческие щиты, тоннелепроходческие машины и комплексы, новый австрийский метод, специальные способы осушения и закрепления неустойчивых грунтов.

Это позволяет успешно реализовывать ряд перспективных проектов строительства тоннелей по трассе железных и автомобильных дорог, а также метрополитенов в крупнейших городах Южной Кореи.



СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ МЕТРОПОЛИТЕНА ПРИ ПОЖАРЕ В ТОННЕЛЕ

А. В. Карпышев, к. т. н., А. Л. Душкин, к. т. н.

Н. Н. Рязанцев, В. В. Матушкин, А. А. Афанасьев, НИИ НТ при Московском авиационном институте

В. П. Прохоров, к. т. н., А. В. Ершов, ГУП «Московский метрополитен»

М. Д. Сегаль, д. т. н., ИБРАЭ РАН

В современных условиях нарастания негативных факторов техногенного, природного и террористического характера особую значимость приобретают проблемы повышения устойчивости функционирования и защиты (технической, энергетической, противопожарной) метрополитена, поскольку последствием чрезвычайных ситуаций, в первую очередь крупных пожаров, в метрополитене может быть массовая гибель людей, транспортный коллапс города и материальный ущерб, измеряемый сотнями миллионов рублей.

Пожары в подземных транспортных сооружениях метрополитена, на подвижном составе и тоннелях характеризуются быстрым распространением зоны воздействия опасных факторов, ростом температуры в объеме тоннеля, блокированием путей эвакуации из подземных сооружений, прилегающих наземных территорий и зданий токсичными продуктами горения, повреждением конструкций тоннелей, прекращением эксплуатации линии.

Развитие пожара в вагонах метропоездов, на пассажирских платформах, эскалаторах, тоннелях и критически важных для безопасности объектах метрополитена имеет существенные особенности:

- ограниченность пространства, наличие большого количества людей и связанные с этим сложности при эвакуации пассажиров;

- значительная общая пожарная нагрузка, которая у вагонов различных серий составляет свыше 50 кг/м² и может включать в себя большое количество материалов, выделяющих при горении токсичные компоненты;

- наличие в тоннелях большого числа силовых кабелей под напряжением до 10 кВ,

- наличие в вагонах метрополитена большого числа электроустановок под напряжением,

- высокая скорость воздухообмена, обуславливающая скорость повышения температуры до значений в тысячу и более градусов; фактически через 3–5 мин после начала пожара ситуация для людей, находящихся в тоннеле, становится критической и при этом необходимо эвакуировать оттуда несколько сотен человек;

- вероятность быстрого задымления путей эвакуации;

- значительные трудности, а в ряде случаев, отсутствие возможности подачи необходимых объемов и расходов огнетушащих веществ к очагам пожара в подземных объектах метрополитена;

- возможность возникновения паники среди пассажиров.

Основную опасность для пассажиров метрополитена при пожаре представляет задымление. Люди, как правило, погибают от

удушья и отравления непригодными для дыхания продуктами горения.

Решить важнейшую проблему повышения безопасности пассажиров метрополитена можно путем разработки специальных систем, блокирующих выход дыма из тоннелей на станции. Их наличие позволит исключить задымление станций, эскалаторных подъемников, вестибюлей и служебных помещений, избежать паники и многочисленных жертв.

По мнению отечественных и зарубежных специалистов одним из наиболее эффективных способов осаждения и блокировки выхода дыма для специфических условий метрополитена является применение тонкораспыленных водяных завес.

Специалистами Научно-исследовательского института низких температур (НИИ НТ) при Московском авиационном институте и ООО «Темперо» на основе последних достижений аэрокосмической техники разработаны эффективные технологии генерации тонкораспыленных струй жидкости и создан ряд действующих установок пожаротушения, успешно себя зарекомендовавших при эксплуатации.

В частности, были созданы и испытаны высокоэффективные распылители, генерирующие струи тонкораспыленной воды с размерами капель порядка 100–200 микрон. При этом, в отличие от технологии генерации таких фирм, как например, Marioff, разработанные распылители требуют значительно меньшего (почти на порядок) давления подачи воды, что является весьма существенным преимуществом при использовании в специфических условиях метрополитена. Рабочее давление подачи воды составляет 0,7–1,0 МПа.

На рис. 1 показаны испытания разработанного в НИИ НТ высокоэффективного распылителя, который создает поток тонкораспыленной воды со средним диаметром капель порядка 150–200 мкм.

Для проведения первых модельных экспериментов по определению эффективности тонкораспыленных водяных завес для блокировки выхода дыма на территории Московского авиационного института была смонтирована установка и проведены первые серии испытаний совместно со специалистами Московского метрополитена.

Экспериментальная установка представляла собой модель тоннеля максимальной высотой 2,25 м, шириной 2,5 м и длиной 4,8 м.

Рис. 1. Испытания распылителя



Верхнюю её часть выполнили в форме полуокружности радиусом 1,25 м.

В глухом торце установки было вырезано отверстие, площадь которого составляет 20 % общей площади торца. При этом отношение площади сечения глухого торца к общей площади поперечного сечения модельного тоннеля соответствовало отношению общей площади сечения тоннеля метрополитена к площади поперечного сечения вагона.

По периметру открытого торца модельного тоннеля была смонтирована система подачи воды – трубопровод диаметром 22 мм, на котором равномерно на резьбовых соединениях были установлены четыре распылителя.

Их характерные размеры: максимальный диаметр – 27 мм, длина (без резьбовой части) – 15 мм. Угол наклона оси каждого к оси экспериментального тоннеля составлял 45°.

Предварительные стендовые испытания распылителей показали, что они имели следующие гидродинамические характеристики:

- средний диаметр капель жидкости – 180 микрон,
- скорость потока на выходе из распылителя – до 10 м/с,
- расход воды – 0,6 л/с,
- рабочее давление на входе в распылитель – 0,8 МПа.

Для моделирования процесса направленного движения дымового потока применялся вентилятор, расположенный в глухом торце модельного тоннеля (максимальная скорость подачи воздуха в направлении открытого торца – 3 м/с, что примерно соответствует реальным условиям в тоннеле метрополитена). В качестве генератора дыма использовалась нитрированная целлюлоза, дающая, по расчетным оценкам, интенсивность генерации дыма порядка 2–3 л/с.

Рис. 2. Блокировка дыма в модельном тоннеле



Рис. 3. Работающий распылитель в модельном тоннеле

Порядок проведения испытаний

Разжигался генератор дыма (нитрированная целлюлоза) и включался вентилятор, установленный за ним для создания дымового потока, направленного в сторону открытого торца модельного тоннеля.

При достижении максимальной интенсивности генерации дыма (примерно через 30 с после розжига) подавалась команда на включение подачи воды, при этом вентилятор продолжал работать в течение всего времени испытаний.

Результаты

1. Длительность работы водяной завесы составила порядка 2 мин.
2. До включения её при максимальных скоростях генерации дыма и воздушного потока

3 м/с, направленного в сторону открытого торца модельного тоннеля, практически весь объем дымовой массы выходил через него.

3. Водяная завеса позволила полностью заблокировать выход дыма из открытого торца модельного тоннеля через 3–4 с после включения и далее в течение всего времени испытаний. Направление движения всего объема дымовой массы изменилось на противоположное. Дым выходил через отверстие в глухом торце, притом, что вентилятор продолжал генерировать поток воздуха со скоростью 3 м/с в сторону открытого торца модельного тоннеля.

4. Общий расход воды за время испытаний составил 288 л.

Таким образом, первые модельные испытания показали, что с помощью организации тонкораспыленной водяной завесы на базе высокоэффективных распылителей, разработанных НИИ НТ, возможно эффективно заблокировать выход дыма из тоннеля при условиях, созданных в эксперименте.

При работающем генераторе дыма водяная завеса полностью блокирует его выход из открытого торца модельного тоннеля (рис. 2). На рис. 3 показан работающий распылитель, установленный на трубопроводе, смонтированном на открытом торце.

На последующих этапах работы предполагается проведение испытаний в тоннеле метрополитена в условиях, максимально приближенных к реальным. С этой целью будет создана и испытана в тоннеле первая опытно-промышленная установка блокировки выхода дыма с помощью организации тонкораспыленных водяных завес. Положительные результаты этих испытаний позволят приступить к поэтапному внедрению разработанных установок на всех станциях метрополитена и приблизиться к успешному решению одной из важнейших проблем – повышению безопасности пассажиров.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОПОРЫ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ РЕЛЬСОВЫМ СКРЕПЛЕНИЕМ

Г. С. Павлов, начальник службы пути Санкт-Петербургского метрополитена

Железобетонные опоры с модифицированным рельсовым креплением типа «Метро» для рельсов типа Р50 (рис. 1) предназначены для восприятия вертикальных, поперечных и продольных усилий с осевой нагрузкой max 15 тс на рельс, передачи их на путевой бетон, обеспечения стабильности ширины колеи.

Устанавливаются опоры в тоннелях метрополитена путем замоноличивания в путевой бетон (М-150) на прямых и кривых участках пути.

Предложенная конструкция состоит из бетонной полушпалы, на которой с помощью четырех шурупов закрепляется двухребордная литая металлическая подкладка. Между ней и полушпалой устанавливаются две прокладки из резины и фанеры. Под подошвой рельса располагается резиновая прокладка. В реборды подкладки вставляются два штыря, которые удерживают рельс от опрокидывания.

Слабым звеном в конструкции пути метрополитена является подрельсовое основание: деревянная шпала и промежуточное крепление типа «Метро». Как известно, шпалы подвергаются гниению, выходят из строя по износу шурупных отверстий и по трещинам, а детали раздельного промежуточного крепления также изнашиваются и ломаются за счет усиленного механического воздействия и электрокоррозии.

Разработка нового типа опоры для Петербургского метрополитена была вызва-

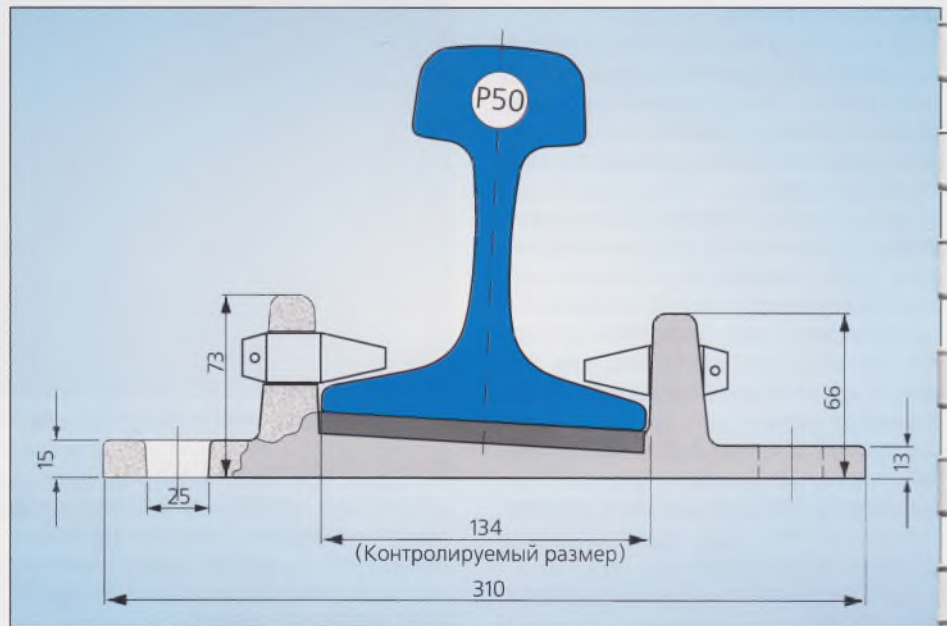


Рис. 2. Литая подкладка новой конструкции

на необходимостью упрощения производства работ по замене деревянных шпал, пришедших в неудовлетворительное состояние. Опыт текущего содержания и ремонта показал, что замена деревянных шпал в тоннелях метрополитена в период кратковременного ночного окна является сложной и трудоемкой технологической операцией с малой производительностью. Поиск альтернативных

конструкций пути и методов замены шпал привел к созданию опоры.

В результате проделанной работы предложена новая конструкция подрельсового основания в виде опор, имеющих вид усеченной пирамиды с размерами 160 × 500 × 190 (170) мм, в которой заделаны закладные детали (пластиковые дюбели) для крепления путевых шурупов.

Опоры изготавливаются из армированного бетона марки не ниже 400 и оснащаются промежуточным креплением типа «Метро».

Экономическая эффективность новой конструкции подрельсового основания обеспечивается, несмотря на более высокую (в 2 раза) себестоимость опор, за счет снижения стоимости устройства пути, трудоемкости его текущего содержания и замены шпал, увеличения срока их службы более чем в 2 раза.

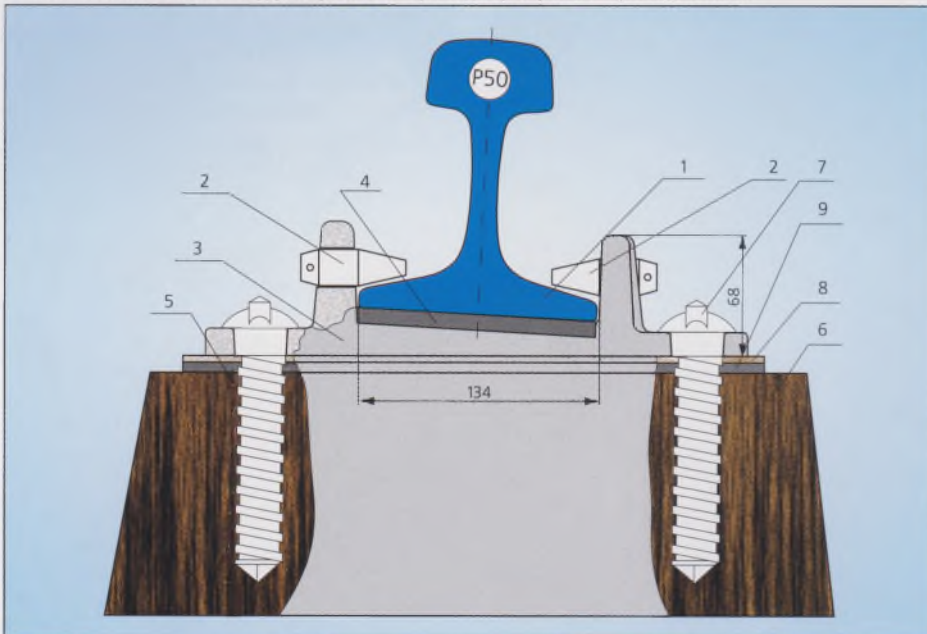
Основные составные части опоры

1. Разработанная службой пути, совместно с фирмой «ТехноМаш-СпецСтрой», литая подкладка новой конструкции (рис 2, 3) изготавливается из ст. 20 с содержанием углерода 0,14–0,24 % и с уменьшенным содержанием вредных примесей, что увеличивает ее прочностные характеристики, особенно предел выносливости.

Метод изготовления – литье, в оболочковой форме, что позволяет, по сравнению с другими методами формообразования, получить заготовку подкладки с точными конструктивными размерами и сложным рельефом без дефектов и трещин. Отсутствие реборды облегчит работы по смене рельсов, даст возможность более эффективно применять имею-

Рис. 1. Рельсовое крепление типа «Метро»:

1 – рельс типа Р50; 2 – штырь; 3 – подкладка литая раздельного крепления; 4 – прокладка; 5 – закладная деталь; 6 – железобетонный блок; 7 – шурупы путевые; 8 – прокладка фанерная; 9 – прокладка ОП-317



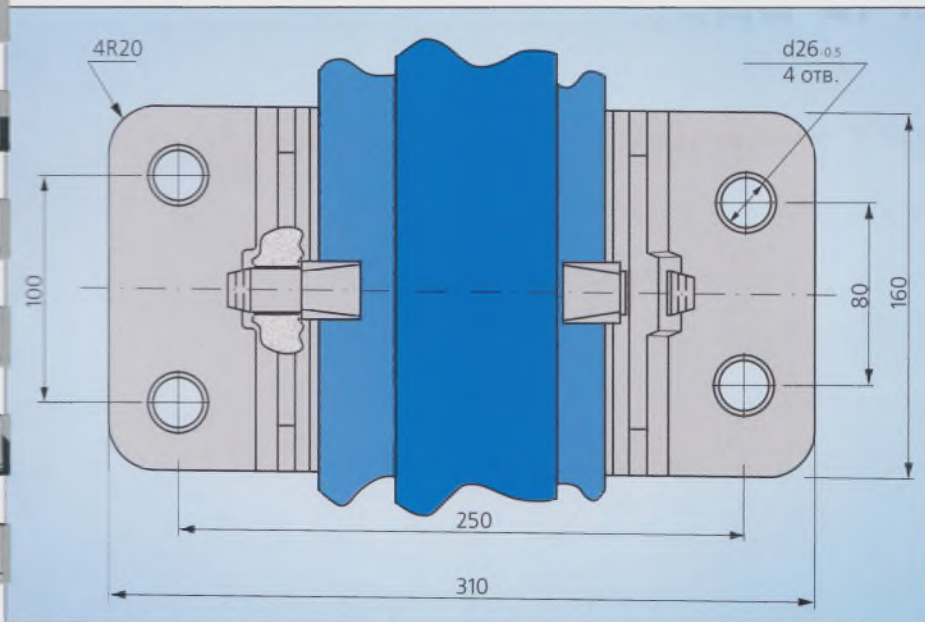


Рис. 3. Схема размещения подкладки

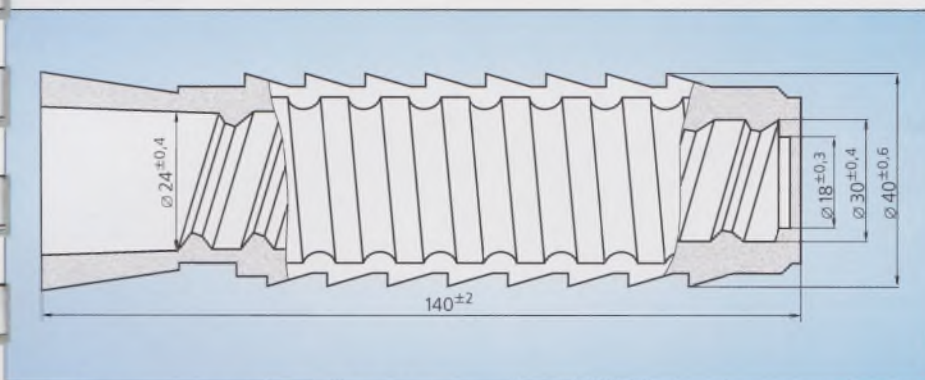


Рис. 4. Закладная деталь – пластиковый дюбель

щийся в службе пути механизированный комплекс для замены рельсовых плетей. Высокая износостойкость позволяет практически избежать выработки подкладки в местах касания пером подошвы, что приводит к стабилизации пути и уменьшению затрат на его содержание. Штыри устанавливаются в обеих ре-

бордах. Это обеспечивает надежное закрепление подошвы рельса и предотвращает образование точечных концентраторов напряжения на поверхности пера подошвы рельса, влияющих на образование дефектов.

2. Закладная деталь – пластиковый дюбель (рис. 4) изготавливается из изолирующего ма-

териала (полиэтилена низкого давления) методом литья и имеет винтообразную наружную поверхность с выступающими ребрами в виде «зубцов». Внутренняя полость имеет диаметр, равный диаметру путевого шурупа.

3. Прокладки АОП-316 и АОП-317 изготовлены из резиновой смеси марки БРЗ методом вулканизации в пресс-форме и обладают высокими прочностными характеристиками.

По сравнению с существующей конструкцией пути, железобетонные опоры имеют следующие преимущества:

- при смене рельсов не требуется их выкантовка, т. к. на подкладке отсутствует зуб;
- исключается операция по закладке шпал при установке опор;
- уменьшается объем вырубki бетона и, соответственно, уменьшается объем укладываемого бетона;
- по расчетам увеличивается срок службы, по сравнению с деревянными шпалами, не менее чем в 2 раза;
- исключаются работы по перешивке пути и перебетонировке шпал;
- облегчается обслуживание лотка.

Вид опор, установленных в тоннеле на перегоне «Площадь Мужества» – «Академическая» линии 1 Петербургского метрополитена, представлен на рис. 5. 6.

В 2004 и 2005 гг. силами службы пути производилась одиночная смена дефектных деревянных шпал и полушпалков с установкой опор СГ-1 на всех линиях метрополитена.

Силами подрядных организаций в 2004 г. установлено 917 опор, а в 2005 г. (на 01.05.2005) – 329 опор.

Полностью заменены деревянные полушпалки железобетонными опорами на станции «Площадь Восстания», в 2005 г. эти работы ведутся на «Невском проспекте».

За время эксплуатации железобетонных опор замечаний к состоянию пути нет.

Также произведена замена 4841 подкладки типа «Метро» на «СМШ-4» и 1205 на «СМШ-6».



Рис. 5. Опоры, установленные в тоннеле на перегоне «Площадь Мужества» – «Академическая»



Рис. 6. Общий вид опоры



Ведущий российский форум GEOFORM+ теперь в Казани!

GEOFORM+. KAZAN

Международный форум

24 – 27 мая
2006 года

ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КАДАСТР И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И
СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ
ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Более подробную информацию Вы можете получить на официальном сайте форума
www.geoform-kazan.ru

Одновременно будут проходить:

Международная специализированная выставка «Аналитика. Химия. Казань» | www.anchemexpo.ru
2-й Экологический форум «Человек. Природа. Наука. Техника» | www.eco-forum.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Выставочный холдинг MVK, г. Москва
MVK-Волга, г. Казань
Федеральное Агентство Геодезии и Картографии

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства транспорта и дорожного хозяйства
Республики Татарстан
Министерства экологии и природных ресурсов
Республики Татарстан

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

ВОЗМОЖНОСТЬ

прорыва

**МОЩЬ, СКОРОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ
ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (ТПМК)
ФИРМЫ «ЛОВАТ» ПОДТВЕРЖДЕНЫ РЕЗУЛЬТАТАМИ
ПРОХОДКИ В САМЫХ КРЕПКИХ ПОРОДАХ**

Проходка в породах от трещиноватых до массивных, в том числе водоносных, требует ТПМК смешанного типа, имеющих:

- план-шайбы с гидравлическим или электрическим приводом, вращающиеся с переменной скоростью в одном или в обоих направлениях;
- одинарные и двойные щиты, щиты с упорами;
- план-шайбы для скальных пород или для грунтов смешанного типа с шарошками и/или резцами, подбираемыми для конкретных условий;
- удобные пункты управления встроенного или дистанционного типа.

Будь то известняки в Германии, песчаники в Тунисе, доломиты в Италии или базальт в Австралии - ТПМК фирмы «Ловат» конструируются и изготавливаются в соответствии с условиями осуществляемого проекта.

Машины имеют высокую производительность и хорошую приспособляемость к местным условиям. Неудивительно, что все большее количество подрядчиков выбирают для проходки ТПМК фирмы «Ловат».



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

