

ВОЗМОЖНОСТЬ

прорыва

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

Проходка в породах от трещиноватых до массивных, в том числе водоносных, требует ТПК 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, подбираемые 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 - ТПК 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 ТПК фирмы «Ловат».

Ловат Инк. представлен в России

“Интерторг Инк.”: 123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63

тел.: (095) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162

факс: (095) 253-9771



LOVAT Inc.



Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой
Ассоциация Ассодстройметро
Издательский центр «ТИМР»

Редакционный совет

Председатель совета
В. А. Брежнев

Заместители председателя:
Д. В. Гаев, С. И. Свирский

Члены совета:

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

Редакционная коллегия:

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Издатель

ЗАО «ТА Инжиниринг»
Лицензия ИД № 04404
тел.: (095) 929-6482
факс: (095) 929-6548
Отдел рекламы: (095) 929-6482
103051, Москва,
Цветной бульвар, 17, оф. 217
e-mail: tunnels@metrostroy.ru

Тоннельная ассоциация России

тел.: (095) 208-8032, 208-8172
факс: (095) 207-3276
e-mail: rus_tunnel@mtu-net.ru

Редактор

Г. М. Сандул

Генеральный директор

О. С. Власов

Компьютерный дизайн и верстка:

С. В. Пархоменко, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства

© ЗАО «ТА Инжиниринг»

№ 6 2002

Итоги 2002 года

2-9

Место действия

Ситуация с проходкой тоннелей
в зоне «Размыва» (С-ПБ)

10

Интервью

«В стране нет заинтересованности в развитии
подземного пространства России во всех регионах»

Интервью с В. П. Абрамчуком

14

Тоннельдорстрой: качество и безопасность
автомобильных дорог в горах Кавказа

16

Ю. А. Мордвинков, В. В. Данилов

Технологии

Строительство подземной пятиуровневой автостоянки
Многофункционального комплекса
«Арбат-Центр» в Москве

18

П. Б. Юркевич

Метрополитены

Перспектива строительства линий и объектов
Московского метрополитена

22

В. И. Иванчиков

164-я станция Московского метро

23

«Воробьевы Горы» снова в строю действующих станций

24

Г. М. Сандул

«Ази Асланов» –

последняя станция Восточного участка

26

Ш. К. Эфендиев

Неразрушающий контроль

деталей вагонов метрополитена

28

Е. И. Пудовиков, А. П. Застава, Д. А. Кононов,

А. Д. Борисова, О. Е. Чистякова, Ю. В. Броерский

Система поддержки принятия решений
для поездного диспетчера метрополитена

31

Н. К. Михалев, Е. В. Симаков

Виброзащитный путь

32

Г. Б. Яковлев

Метод сопряжения решений в прогнозных расчетах
деформаций земной поверхности и зданий при освоении
подземного пространства

33

Ю. И. Яровой

Из истории тоннелестроения

36

В. Н. Жуков

В Тоннельной ассоциации России

39

Объявления

40

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Новая станция Московского метрополитена «Бульвар Дмитрия Донского»

ОАО «МОСИНЖСТРОЙ»: итоги и перспективы



С. И. Свирский,
генеральный директор
ОАО «Мосинжстрой»

По сложившейся традиции настало время подвести итоги прошедшего года и оценить перспективы.

В 2002 г. мы обеспечили выполнение всех задач по городскому заказу, имеем неплохие экономические показатели, так что год можно назвать удачным.

Строительным комплексом «Мосинжстрой», объединяющим коллективы 160 строительных организаций и предприятий производственной базы, где трудятся свыше 35 тыс. человек, в течение года осуществлялись работы на 154 объектах. На 106 из них все работы завершены в 2002 г. Среди этих объектов по важности и сложности особое место занимает 3-е транспортное кольцо.

Открыто движение от Звенигородского шоссе до Беговой улицы, и реконструирован участок Беговой улицы с тремя пешеходными переходами до Ленинградского проспекта. Для этого потребовалось переустроить и переложить 115 км инженерных коммуникаций, демонтировать 5 км трамвайных путей, проложить более 70 тыс. м² дорог с благоустройством прилегающих территорий.

Основные объемы работ с опережением графика были выполнены нашими организациями: ОАО «Гордорстрой», ОАО «Мостеплосельстрой», ОАО «Мосинжспецстрой», ОАО «Инждорстрой» и др.

Для строительства эстакадных участков, в том числе над путями Смоленского направления МЖД и Хорошевским шоссе, были привлечены на субподряде специализированные организации корпорации «Трансстрой».

Введен в эксплуатацию другой участок 3-го кольца – от Волгоградского проспекта до Нижегородской улицы.

Трасса длиной 2,9 км прошла по террито-

рии промышленной и жилой застроек с пересечением железнодорожной ветки Бойня-Перово и далее вдоль МЖД Курского направления.

Потребовалось переложить и построить 169 км городских коммуникаций, 63 тыс. м² дорог, благоустроить и озеленить более 66 тыс. м² прилегающих территорий. Сдан в эксплуатацию подземный пешеходный переход через Нижегородскую улицу.

Работы выполнены ОАО «Горнопроходческих работ № 1», ОАО «Гордорстрой», ОАО «Мосгазсельстрой» и другими нашими организациями. Эстакадные участки на субподряде выполнялись корпорацией «Трансстрой».

В истекшем году успешно завершены работы еще на одном важном объекте – транспортной развязке в районе Нахимовского проспекта, которая позволила разгрузить и соединить Варшавское и Каширское шоссе и Нахимовский проспект с выездом до проспекта Андропова. Организацией фирмы «Трансгидрострой» построен транспортный участок 1,5 км длиной с тоннельной частью 234 м и съездами. Часть тоннеля проложена под путями Павелецкого направления МЖД без остановки движения поездов с участием специалистов СМУ-5 Мосметростроя. Была реализована новая технология с сооружением защитного экрана под железной дорогой и последующим применением метода продавливания 2-х железобетонных секций размерами 8x20x25 м с лидирующей металлической ножевой частью массой 1250 т, что позволило получить сразу 2-секционный тоннель. Защитный экран был выполнен с применением микрощитовой техники. На других участках тоннеля, включая рамповые части, широко применялся метод «стена в

грунте» и устройство буронабивных свай диаметрами 750 и 1200 мм.

С апреля 2002 г. Мосинжстрой приступил к работам в зоне строительства тоннельно-эстакадного варианта 3-го кольца от Спартаковской площади до площади Проломной заставы. Организацией Мосинжстроя поручено: подготовить фронт работ для НПО «Космос» и Объединения «Ингеоком», выполнить перекладки коммуникаций, снести строения и построить участок тоннеля по Лефортовской набережной.

К настоящему времени, в соответствии с утвержденным графиком, построен участок тоннеля под Дворцовым мостом с восстановлением движения городского транспорта.

После снятия движения по Лефортовской набережной приступили к устройству рамповых стен тоннеля. Все работы будут завершены в 2003 г.

По поручению правительства Москвы в сжатые сроки на площади Киевского вокзала построен и в сентябре 2002 г. открыт архитектурный комплекс «Площадь Европы» с фонтаном и скульптурной композицией «Похищение Европы».

В течение всего года продолжались работы по возведению подземной части центрального ядра делового центра «Москва-Сити».

Практически завершено сооружение несущих конструкций до верхней отметки, противопожарных перегородок и лестнично-лифтовых блоков.

Консорциум в составе ОАО «Мосинжстрой» и ЗАО «Объединение «Ингеоком» выиграл торги и приступил к работе по устройству периметральной транспортной эстакады, юго-западному въезду в ММДЦ «Москва-Сити» и мини-метро от «Киевской» до станции «Сити». В настоящее время про-

Строительство участка тоннеля на пересечении с Павелецким направлением МЖД





езд с 3-го транспортного кольца на Беговую улицу и Ваганьковский путепровод

ден правый тоннель на длине 450 м, ведется сооружение тоннелей от ст. «Международная» до ст. «Сити», начато возведение ст. «Сити» и устройство примыкания к существующей станции метро «Киевская». В 2003 г. работы будут продолжены. Открытие движения планируется в 2004 г.

Большие объемы выполнены нашими организациями по инженерной подготовке районов массовой жилой застройки и обеспечению сдачи корпусов в эксплуатацию: в Бирюлево-Загорье, мкр. 6Г, в Марьином парке, Куркине, Северном и Южном Бутове, Южном и Северном Медведкове, Коптеве и др. В 2003 г. эти работы продолжатся.

В 2002 г. Мосинжстрой выиграл тендер и приступил к комплексной реконструкции планетария с подъемом его здания на 6 м, надстройкой существующих зданий обсерватории и переоснащением самым современным оборудованием и залом космических аттракционов общей площадью 14,3 тыс. м² и вместимостью 1500 человек. Это позволит создать, по существу, новый культурно-просветительный центр столицы.

В течение года продолжалась активная работа по созданию и внедрению новых технологий и машин для подземного строительства.

Фирмой «Крот и К^о» на объекте «Усиление Филевского канализационного коллектора» начаты производственные испытания созданного собственными силами щитового проходческого комплекса «Малахит», не имеющего аналогов в России, для проходки тоннелей диаметром 3,6 м с пресс-бетонной обделкой в водонасыщенных грунтах без применения специальных способов. Сооружены первые 98 м тоннеля.

В течение года были также изготовлены опытные образцы еще 2-х новых машин, созданных фирмой «Крот и К^о». Комплекс «Агат», оснащенный экскаваторным рабочим органом для продавливания усиленных сек-

ций коллекторов сечением 2,5x2,5 м, и щитовой комплекс «Кристалл» диаметром 2 м с роторным рабочим органом и монолитно-прессованной бетонной обделкой тоннеля. Начало испытаний этих машин на объектах планируется в марте 2003 г.

Значительно увеличены объемы применения микрощитовой проходки. В течение года в наших организациях применялись 9 комплексов (в 2001 г. – 2 ед.). Проходка микро-тоннелей диаметром 400-1500 мм в 2002 г. составила 5,3 км вместо запланированных 2 км.

Комбинатом «Мосинжбетон» освоено производство и начато изготовление специальных железобетонных труб для микрощитовой проходки с внутренней полиэтиленовой оболочкой, защищающей от газовой коррозии.

Впервые в отечественной практике ведется сооружение канализационного канала из таких труб внутренним диаметром 1,5 м с применением микрощитового комплекса AVN-1500. На сегодняшний день пройдено 700 м канала.

В 2003 г. планируется также освоить производство подобных труб для микрощитовой проходки диаметрами 600-1200 мм и обеспечить их выпуск в объемах текущей и перспективной потребности для объектов Москвы.

В течение года успешно внедрялась технология горизонтального направленного бурения для бестраншейной прокладки кабелей и коммуникаций диаметром до 700 мм. С помощью 4-х комплексов в 2002 г. было проложено более 27 км коммуникаций.

В наступившем году строительному комплексу «Мосинжстрой» исполняется 35 лет. Мы полны решимости и дальше, максимально используя опыт и потенциал наших организаций, вносить достойный вклад в развитие города и всемерно поддерживать лидирующие позиции по строительству инженерных сооружений в Москве.



Гидроспецпроект в 2002 г.



В. Н. Жуков,
главный инженер
ОАО «Гидроспецпроект»

В 2002 г. институт «Гидроспецпроект» выполнял проектирование как тоннелей различного назначения, так и подземных конструкций при строительстве новых городских зданий.

Выполнен рабочий проект гидротехнического тоннеля для водоснабжения г. Алеппо в Сирии. Длина тоннеля – 5,4 км, диаметр в проходке 5,1 м. По заданию сирийского заказчика сделано два варианта проекта: для щитовой проходки и для традиционного горного способа строительства. В 2003 г. будет объявлен тендер на строительство тоннеля.

Продолжалось проектирование автодорожного тоннеля Анзоб в Таджикистане длиной 5 км.

Выполняется обоснование инвестиций и рабочий проект строительства тоннеля длиной 3,3 км для прокладки нефтепроводов в районе г. Новороссийска.

Выполняются работы, связанные с выбором технологии и организации строительства подземных сооружений Ирганайской ГЭС.

Продолжается проектирование подземной части нового здания музыкального театра им. Станиславского и Немировича-Данченко.

Выполнены проекты ограждающих конструкций котлованов подземных частей («стены в грунте») многих офисных комплексов в Москве, среди которых можно выделить ММДЦ Москва-Сити (участок № 2 и 3), «Шереметьевское подворье» (ул. Никольская), Арбат 21 – Новинский бульвар 8-10.





П. Г. Василевский,
председатель Совета директоров
ОАО «Бамтоннельстрой»

Подводя итоги уходящего 2002 г. нужно сказать, что он был одним из самых трудных. После сдачи в эксплуатацию в IV квартале 2001 г. крупнейшего на трассе Абакан-Ташкент Нанхчульского тоннеля протяженностью 2,4 км коллектив ОАО «Бамтоннельстрой» приступил к реконструкции действующего и строительству 2-го Джебского тоннеля длиной 780 м на этой трассе.

Необходимо отметить еще одно знаменательное событие: пропуск в конце декабря 2001 г. пробного поезда по железнодорожному 15-километровому Северомуйскому тоннелю на Байкало-Амурской магистрали, при строительстве которого пройдено 45 км различных выработок, вклю-

БАМТОННЕЛЬСТРОЙ: ИТОГИ, ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ

чая сам тоннель, из которых для постоянной эксплуатации необходимо только 38 км.

На данный момент готовность самого тоннеля составляет не менее 98%, чего не скажешь о других сопутствующих выработках. Для ввода этого объекта в постоянную эксплуатацию в ноябре 2003 г. предстоит выполнить огромный объем работ: обустроить транспортно-дренажную штольню, 4 шахтных ствола и околоствольные выработки, выполнить в объеме проектного решения системы вентиляции и противопожарной безопасности, завершить монтаж комплексных систем автоматического управления.

Это очень сложные инженерные задачи, требующие значительных капитальных вложений.

Для завершения работ на Северомуйском тоннеле имеются все необходимые людские и технологические ресурсы. Все будет зависеть от выделения денежных средств на достройку объекта в объеме проектного решения.

Кроме перечисленных объектов ОАО «Бамтоннельстрой» в 2002 г. силами дочернего предприятия ЗАО «Южная горно-строительная компания» приступило к капитальному ремонту тоннелей на Северо-Кавказской железной дороге и силами своих дочерних предприятий – к строительству и капитальному ремонту новых объектов на Дальневосточной железной дороге.

На данный момент ОАО «Бамтоннельстрой» передислоцировало аппарат управления с БАМа в г. Красноярск. В географическом плане это оказалось очень удобно, тем более, что ОАО «Бамтоннельстрой» является генеральным подрядчиком

по строительству Красноярского метрополитена.

В 2002 г. ОАО «Бамтоннельстрой» провело значительное техническое перевооружение. Закуплено большое количество отечественной и зарубежной техники и оборудования, а также комплектующих узлов и агрегатов для их ремонта на местах.

Не менее напряженным будет и 2003 г.: предстоит ввести в эксплуатацию 5 тоннелей. В июне нужно будет сдать под ключ сразу два – Малый и Средний петлевой тоннели на Северном Кавказе.

Сложным является и Дальневосточный регион, где одновременно ведутся капитальный ремонт двух и строительство еще двух железнодорожных тоннелей. В 2003 г. предстоит сдать в эксплуатацию двухпутный двухкилометровый Тарманчуканский тоннель и завершить реконструкцию Рачинского длиной 950 м.

Конечно, сроки сдачи этих объектов во многом будут зависеть от их своевременного финансирования и утверждения лимитов на 2003 г. С точки зрения людских ресурсов и технической оснащенности коллектив ОАО «Бамтоннельстрой» готов выполнить эти задачи.

Трудная задача, которую предстоит решить в 2003 г., – это перегруппировка сил после завершения строительства Северомуйского тоннеля и передислокация подразделений на строительство новых объектов.

Мы надеемся, что наш потенциал и накопленный опыт строительства различных подземных сооружений будут и в дальнейшем востребованы.



В. А. Плохих,
генеральный директор
ОАО «ВИЗБАС»,
к. т. н., Заслуженный строитель РФ

В 2002 г. ОАО «ВИЗБАС» выполняло работы на объектах метростроения, транспортного строительства, строительства подземных инженерных коммуникаций, жилищно- и социально-культурного хозяйства Москвы.

За этот период на объектах метростроения велись работы на строительстве Серпуховско-Тимирязевской и Бутовской линий; на котловане

ОАО «ВИЗБАС»: выполненные работы и перспективы

ст. «Парк Победы»; на участке мини-метро «Киевская»-«Москва-Сити»: по водопонижению, искусственному замораживанию грунтов, креплению котлованов трубчатыми сваями, лидерному бурению, бурению артезианских, сантехнических и материальных скважин, анкерному креплению.

На строительстве третьего транспортного кольца в Москве выполнялись работы по водопонижению при прокладке и перекладке инженерных коммуникаций, при осушении котлованов монтажной и демонтажной камер щита Лефортовского тоннеля, креплении трубчатыми сваями. Осуществлены бурение скважин инструментального ряда для контроля деформаций грунтов и цементация известняков при строительстве Лефортовского тоннеля по заказу фирмы «ВИНСИ», Франция.

На объектах жилищного и социально-культурного назначения выполнялись работы на строительстве жилых домов Квартала 32-33 в районе Ленинского проспекта (лидерное бурение, сооружение буронабивных свай, анкерное крепление котлованов), водопонижение при строительстве жилого дома на ул. Большая Академическая, сооружение буронабивных свай при строительстве фондохранилища Дарвиновского

музея, водопонижение, замораживание, инфильтрация грунтов цементных растворов при реконструкции МАМТ им. Станиславского и Немировича-Данченко.

За 11 месяцев 2002 года пробурено водопонижительных и гидронаблюдательных скважин общей глубиной более 4 тыс. м, технических и артезианских скважин – 775 м, замораживающих – более 500 м, лидерного бурения и трубчатых свай – более 14 тыс. м, сооружено более 1600 м буронабивных и буроосуемых свай, установлено 240 грунтовых анкеров крепления котлованов общей длиной около 4 тыс. м, обеспечивалась эксплуатация водопонижительных установок (погружных насосов и легких иглофильтровых установок) в количестве 721 тыс. машино-часов.

В 2003 г. будут продолжаться работы на объектах метростроения в городах: Москве, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде, Самаре. Продолжаются работы на строительстве метро в г. Минске. Будут выполняться работы в г. Сочи по сооружению буронабивных свай на объектах гражданского строительства.

В Москве будут продолжаться работы на строительстве Лефортовского тоннеля, на объектах Мосинжстроя.



НПО КОСМОС – 2002 год



А. В. Черняков,
президент НПО КОСМОС,
канд. техн. наук

Завершены основные работы по тоннелю под Транссибирской магистралью в Перми и развернуты работы в Москве и Санкт-Петербурге

Наиболее интересные результаты в 2002 г. достигнуты концерном НПО КОСМОС в области тоннелестроения, которое по объему производства составляет приблизительно половину деятельности корпорации. Это было ознаменовано двумя событиями.

Во-первых, подразделения концерна КОСМОС-УРАЛ и СТИМУЛ-УРАЛ успешно завершили первую очередь строительства тоннеля под Транссибирской магистралью на перегоне ст. «Бахаревка» – «Пермь-2» в г. Перми.

Во-вторых, в различных регионах России были успешно внедрены новейшие методы строительства тоннелей открытым способом с применением облегченных ограждающих конструкций из грунтоцемента в сочетании с буровыми и буронабивными сваями: в Санкт-Петербурге – на строительстве КАД, в Перми – на уже упомянутом тоннеле, и, конечно же, в Москве.

Использование этих легко создаваемых и относительно экономичных конструкций в Москве в 2002 г. на строительстве тоннельно-эстакадного варианта Лэфортовской развязки

в составе 3-го транспортного кольца позволило в кратчайшие сроки завершить основные работы по созданию ограждающих конструкций котлованов и приступить к их разработке. Практически за 2-3 месяца в сложнейших геологических условиях и в труднейшей обстановке плотной городской застройки проходит весь цикл строительства: от первичной разработки и подготовки территории строительства под буровые работы, изготовления форшахт и т. п., – до монтажа готовой конструкции.

Основа оперативности – сочетание известных технологических приемов работы буровым оборудованием (фирм SOILMEC, BAUER и др.) с новейшими достижениями в создании и применении специальных реагентов и добавок в цементные и бетонные смеси, которые управляют процессами твердения и набора прочности в различных грунтах. Исследования и внедрение проведены совместно специалистами НПО КОСМОС, НИЦ ТМ ОАО «ЦНИИС», НИИЖБ и СОЮЗДОРНИИ. Результатом стали новые технологические регламенты применения существующего оборудования для создания массива грунтоцементных свай в широком диапазоне грунтов.

Еще одним интересным примером внедрения новых методов тоннелестроения в прошедшем году стало создание массива из горизонтальных грунтоцементных свай при укреплении лба забоя перед проходкой тоннеля под Транссибирской магистралью в г. Перми. В итоге внедрения – реально бессадочная проходка, которая в другом случае была бы нереальной, если принять во внимание сложнейшие геологические условия. Основание под железнодорожной насыпью представляло собой смесь водонасыщенных песков и мягкопластичных водонасыщенных глин, сочетающихся с упругопластичными глинами и суглинками, в которых классические грунтоцементные сваи просто не формируются.

НИЦ ТМ ОАО «ЦНИИС» и НИЦ НПО КОСМОС совместно разработали уникальную технологию, включающую в себя жестко регламентированные режимы работы оборудования, особые составы смесей для создания

грунтоцементного массива и другие параметры закрепления. Она была рассмотрена и одобрена межведомственным многоотраслевым Ученым советом, действующем при НПО КОСМОС, который возглавляет член-корреспондент РАН Е. А. Чернышев и президент НПО КОСМОС кандидат технических наук А. В. Черняков.

Повышение прочности породы в забое обеспечило проходку безуступным методом в кратчайшие сроки. На проходку тоннеля длиной 35 м потребовалось всего полтора месяца, что приблизительно в два раза меньше, чем на аналогичных объектах в Перми и Москве.

Нельзя не отметить, что высокая скорость была достигнута с помощью высокопроизводительного оборудования – проходческого комбайна Фест-Альпине. Скорость проходки в оптимальном режиме составила 3 м в сутки, что достаточно для создания небольших тоннелей без использования щитового оборудования.

Особенно сложной задачей в конце 2002 г. была подготовка к проходке тоннеля под железнодорожной веткой Санкт-Петербург – Хельсинки при строительстве КАД вокруг Санкт-Петербурга. Грунты в районе ст. «Мурино» оказались настолько слабыми, что даже при строительстве полотна дороги их было необходимо закреплять методом создания свайных полей из джет-колонн.

Для обеспечения несущей способности основания тоннеля под железной дорогой тем более потребовалось дополнительное закрепление системой из пересекающихся вертикальных, наклонных и горизонтальных джет-свай, обеспечивающих стабильность прокола под полотном железной дороги и последующей проходки.

Это является одной из важнейших задач и текущего 2003 года, интересной как с практической, так и с научной точки зрения. Работы по ее решению ведут подразделения концерна КОСМОС-СПб, КОСМОС-УРАЛ, КОСМОС-МОСТ в содружестве с подразделениями Корпорации ТРАНССТРОЙ – ТО-44 и ТРАНСМОНОЛИТ. О ее ходе и результатах мы расскажем в последующих публикациях.



Ограждающая конструкция котлована в составе тоннельно-эстакадного варианта в районе Лэфортово, выполненная по джет-технологии



Закрытая проходка тоннеля под Транссибирской магистралью в районе ст. «Бахаревка» (г. Пермь)



ОАО «Метрогипротранс» в 2002-2003 гг.



В. М. Абрамсон,
президент ОАО «Метрогипротранс»

В 2002 г. Метрогипротранс участвовал в проектировании нескольких крупных подземных объектов, как Московского метрополитена, так и городской транспортной инфраструктуры, два из которых были введены в эксплуатацию в конце года:

– **участок Серпуховско-Тимирязевской линии от станции «Аннино» до ст. «Бульвар Дмитрия Донского».** После принятия в начале года решения о том, что ст. «Бульвар Дмитрия Донского» станет пересадочной на одноименную станцию Бутовской линии, наши проектировщики в очень короткие сроки сумели запроектировать объединенный вестибюль и основные конструкции «второй» станции, что помогло Метрострою выдержать намеченный срок пуска линии. Архитектурная особенность «Бульвара» заключается в том, что над путями расположены пешеходные галереи по типу ст. «Комсомольская»-радиальная. На этой станции, впервые на Мосметрополитене, управление движением поездов будет вестись с помощью системы, основанной на микропроцессорной технике с применением персональных промышленных ЭВМ;

– **станция «Воробьевы горы»** с реконструкцией практически в полном объеме вестибюлей на левом и правом берегах Москва-реки. Особенностью проектирования этого пускового объекта было проведение работ в непосредственной близости от действующего метрополитена с расположением станционного комплекса на обновленных конструкциях метромоста. Впервые при создании интерьеров платформенной части станции используются такие материалы, как алюбокан и люксалон.

Мини-метро, первоочередной участок от ст. «Киевская» до Московского международного делового центра «Москва-Сити». С учетом сжатых сроков подготовки линии к пуску в эксплуатацию, Метрогипротранс после выпуска ТЭО (проект) разрабатывает рабочую документацию. Впервые в отечественном метростроении строящаяся линия примыкает к главным путям действующей линии метрополитена, и такое техническое решение, позволяющее вести работы только в ночные «окна» без остановки работы Филевской линии, найдено и оформлено в проектной документации. В 2003 г. должна быть, в основном, закончена рабочая документация по основным и внутренним конструкциям станций и начаты технологические части проекта.

Бутовская линия метрополитена, так называемое легкое метро. После того, как в 2002 г. было согласовано Главгосэкспертизой РФ разработанное Метрогипротрансом ТЭО, институт активно разрабатывает рабочую документацию. Учитывая срок сдачи первого пускового участка линии в декабре 2003 г., документацией в 1-м полугодии 2003 г. будет обеспечено строительство линии длиной 5,8 км с 5-ю станциями: «Бульвар Дмитрия Донского», «Бульвар Адмирала Ушакова», «Поляны», «Детский парк» и «Бунинская аллея». Впервые в московских условиях строится линия большой протяженности, находящаяся на эстакаде, где большое внимание уделяется вопросам шумо- и виброзащиты прилегающих жилых районов, проблемам противопожарной защиты. Расположенные на эстакаде станции будут оснащены как эс-

калаторным подъемом, так и лифтовым — для обслуживания инвалидов.

Лефортовский автодорожный тоннель. По чертежам Метрогипротранса в 2002 г. построено 2000 м участка глубокого способа в сложных инженерно-геологических условиях. Проходка велась под жилыми и административными зданиями, крупными инженерными коммуникациями, памятниками архитектуры, рекой Яузой с применением специальных укрепительных мероприятий. В результате долгих дискуссий и консультаций, совместно с Корпорацией «Трансстрой» и другими заинтересованными организациями, удалось принять неординарные решения по вентиляции, дымоудалению и эвакуации людей на случай чрезвычайной ситуации. В настоящее время разрабатывается рабочая документация плиты, являющейся одновременно плитой проезжей части и отделяющей транспортную зону от зоны безопасности. В 2003 г. рабочая документация ОАО «Метрогипротранс» должна обеспечить ввод Лефортовского тоннеля в эксплуатацию.

Являясь головным разработчиком **СНиП 32-08 «Метрополитены»** и **СП 32-108 «Метрополитены. Приемка в эксплуатацию»**, Метрогипротранс в 2002 г. продолжал работать над созданием этих нормативных документов. Главным итогом работы в 2002 г. явилось завершение второй редакции этих документов и рассмотрение их на техническом совете метрополитенов. В 2003 г. при обеспечении финансирования эта работа будет завершена и представлена в Госстрой РФ на утверждение.

В связи с решением правительства Москвы **о строительстве Солнцевской линии**, Метрогипротрансу в 2003 г. предстоит разработать ТЭО (проект) легкого (эстакадного) метрополитена от ст. «Юго-Западная» в район Новопеределкино длиной около 12 км с 8-ю станциями.

В 2003 г. Метрогипротранс должен завершить, в основном, рабочую документацию по сооружению 2-го выхода на ст. «Маяковская». Здесь впервые на Московском метрополитене будут использованы эскалаторы Е-900Т. **МГТ**

Проект эстакадного участка Бутовской линии Московского метро



ГУП МОСИНЖПРОЕКТ: НОВЫЕ ТОННЕЛИ НА ТРЕТЬЕМ ТРАНСПОРТНОМ КОЛЬЦЕ В МОСКВЕ

С. Ф. Панкина,
директор ГУП «Мосинжпроект»
В. В. Варшавский,
руководитель мастерской № 7

Реконструкция развязки Беговой улицы с Ленинградским проспектом

Проектом предлагается расширение существующего Бегового тоннеля с 3-х полос в каждом направлении до 5-ти симметрично относительно оси существующего тоннеля (рис. 1). Боковой съезд с Ленинградского шоссе на Беговую улицу запланирован под существующими трибунами стадиона «Юных пионеров», которые на время строительства разбираются, а затем восстанавливаются практически в прежнем виде. Выезд с Беговой улицы на Ленинградское шоссе в сторону центра размещен на территории сносимого семиэтажного жилого углового дома с последующим благоустройством прилегающей к съезду территории и защиты ее от воздействия шума с помощью прозрачного высокого шумозащитного экрана.

Со стороны ул. Новая Башиловка реконструируются существующие съезды и выезды, которые в связи с расширением тоннеля раздвигаются в плане с сохранением той же схемы движения. Существующий пешеходный тоннель под ул. Новая Башиловка разбирается в связи с его неудовлетворительным техническим состоянием.

Рядом с ним сооружается новый пешеходный переход. Вдоль Ленинградского шоссе под боковыми проездами развязки запроектированы че-



Рис. 2. Схема расположения проектируемого участка дороги

тыре пешеходных тоннеля с шириной прохода по 4 м, с размещением в них предприятий попутного обслуживания.

Поперечное движение пешеходов через Ленинградский проспект осуществляется по действующим переходам у стадиона «Юных пионеров» и магазина «Весна» в створах Боткинського проезда и ул. Марины Расковой. Кроме того предусмотрена прокладка эстакадного левоповоротного направленного съезда с Ленинградского проспекта (областная сторона) на ул. Новая Башиловка, совмещенного с разворотной эстакадой над Ленинградским проспектом, обеспечивающего полную безветофорную развязку движения транспорта в этом узле.

При реконструкции транспортной развязки

перекладываются все подземные коммуникации в зоне строительства, доля которых составляет более четверти от стоимости всего объекта.

В домах, выходящих фасадом к 3-му кольцу в зоне строительства, предусмотрено шумозащитное остекление окон.

На время реконструкции тоннеля движение по нему сохраняется в объеме двух полос в каждом направлении (вместо действующих трех).

Для компенсации временного сужения 3-го кольца запланирован временный проезд, пересекающий Ленинградский проспект в створе ул. Марины Расковой со светофорным регулированием. Также на время строительства боковых проездов со стороны Беговой улицы будут устроены объезды по Боткинскому проезду и Скаковой аллее.

Срок строительства развязки 2 года.

Развязка ул. Сушецкий Вал с улицами Советской Армии и Шереметьевской

Проектом предусмотрено строительство транспортного тоннеля к улице Сушецкий Вал под 4 полосы движения в каждом направлении для транзитного автотранспорта с боковыми проездами под 2-3 полосы движения в каждом, для обеспечения безветофорного поворотно-разворотного движения на прилегающих улицах. Общая длина тоннеля 770 м с перекрытой частью 270 м (рис. 2).

В перекрытии тоннеля будет сооружен пешеходный переход с развитым подземным пространством, совмещенный с выходом будущей ст. метро «Шереметьевская» Бескудниковского радиуса метро.

По концам тоннеля так же запроектированы новые пешеходные переходы через ул. Сушецкий Вал. Два старых, попадающих в тело транспортного тоннеля, будут разобраны.

В тоннеле предусмотрена принудительная вентиляция. В створах улиц Октябрьская и Шереметьевская над тоннелем запланирован разворот для общественного и городского транспорта. Запроектирована полная реконструкция всех подземных коммуникаций, попадающих в зону строительства.

Прокладку тоннеля предлагается вести в четыре очереди (по ширине ул. Сушецкий Вал) с обеспечением ширины проезжей части с каждой очереди по 5 полос движения в каждом направлении.

Нормативный срок строительства развязки 3 года.

Рис. 1. Схема расположения участка реконструируемой дороги



ОАО «Трансинжстрой» готовится к пуску участка Арбатско-Покровской линии

И. В. Гуцин,

заместитель главного инженера

И. Л. Жуков,

начальник отдела технической политики

Коллектив ОАО «Трансинжстрой» в текущем году завершает строительство участка продолжения Арбатско-Покровской линии от ст. «Киевская» до «Парка Победы» общей длиной 4,7 км в двухпутном исчислении включая 2 станции.

В соответствии с Генеральной схемой развития Московского метрополитена в районе Поклонной горы предусмотрено сооружение пересадочного узла. Две пересадочные станции «Парк Победы» размещены у одноименного мемориального комплекса на пересечении Арбатско-Покровской и Строгинской линий.

Станции располагаются параллельно в одном уровне и имеют объединенный подземный вестибюль.

Платформы станций в средней части соединены двумя пересадочными коридорами. К каждой платформе прибывают поезда различных линий одного направления. Пересадка пассажиров с одной линии на другую осуществляется в пределах одной платформы по типу ст. «Китай-город».

Обе станции глубокого заложения колонно-пилонного типа. Для них впервые в метростроении применены металлобетонные обделки, состоящие из отдельных объемных элементов, изготовленных из металлопроката и получивших наименование АМБ (армированный блок металлоизоляции). Каждый элемент имеет монтажные



Руководство ОАО «Трансинжстрой» и его подразделений на пусковом участке строительства

связи. В зависимости от принятой схемы монтажа, они могут укрупняться. После монтажа блоки заполняются литой бетонной смесью В25.

Для предохранения бетонируемого пространства от попадания в него грунта со стороны контура выработки конструкция защищена стальным листом толщиной 1,5-2 мм.

Особенностью данной конструкции АМБ является то, что при монтаже ее в забое до обетонирования она выполняет функцию крепления забоя, а после обетонирования – постоянной обделки. Это позволило впервые в метростроении применить схему со-

оружения станций, при которой до проходки среднего и боковых станционных тоннелей были возведены аркадопроемные части.

Конструктивные решения станций защищены патентами № 2102602 и 2044836.

Проходка станционных выработок велась стреловыми горнопроходческими комбайнами Е-134 фирмы «Паурат» и 4ПП-2 Ясиноватского завода. Доставка породы от забоя до места погрузки в рельсовый транспорт осуществлялась электрическим пневмоколесным вагоном с донным конвейером 5ВС-15.

Применение нетрадиционных для метростроения конструкций и схемы сооружения станций потребовали научно обоснованных рекомендаций научно-исследовательского центра «Тоннели и метрополитены» АО ЦНИИС.

Обе станции объединены одним подземным вестибюлем. Учитывая, что в ближайшее время будет эксплуатироваться только Арбатско-Покровская линия, вестибюль сооружается в две очереди. Вначале возводится 75% объема вестибюля с одним, самым длинным в России, наклонным тоннелем с 4-мя лентами эскалаторов Е-75. Для подъема пассажиров до уровня пешеходного перехода в вестибюле дополнительно устанавливаются 3 ленты эскалаторов Е-25Т.

Для выхода пассажиров вестибюль соединяется пешеходным переходом с существующим городским, пересекающим Кутузовский проспект.

В настоящее время проходческие работы на линии практически закончены. На обеих станциях смонтированы зонты и уложены

Средний зал одной из двух станций «Парк Победы»



«Метро-Стиль»

В текущем году компания занималась разработкой проектной документации по конструкциям и инженерным системам автодорожного и железнодорожного тоннелей под площадью Гагарина в Москве. Согласовала в Мосгорэкспертизе решения по инженерным системам и сооружениям на участке тоннеля мелкого заложения в районе Лефортово, а так же по подземной транспортной развязке в районе ул. Косыгина и по автодорожному тоннелю «Балтия» в Москве. Выполнила эскизный проект линии метрополитена «Север-Юг» в г. Исфахан в Иране.



полы. Ведется облицовка путевых стен и пилонов.

Тематическое оформление станций посвящено победам нашего народа в Отечественных войнах 1812 и 1945 гг. Эскизы оформления разработаны народным художником России З. К. Церетели.

В феврале-марте будет закончена проходка перегонных тоннелей с укладкой пути на всей длине пускового участка.

Завершаются строительные работы и готовятся к сдаче под монтаж оборудования притоннельные сооружения. Полным ходом идут работы по возведению внутренних конструкций БТП и СТП. СТП-301 подготовлено к сдаче под монтаж

Вместе с тем ход строительства отдельных сооружений, от которых напрямую зависит установленный срок пуска линии, вызывает серьезную озабоченность. В связи с затянувшимися выборами оптимального планировочного решения пешеходного перехода и многочисленными соглашениями проектной документации не начаты работы по пешеходному переходу, перекладке водостока, бурению скважин, прокладке необходимых подземных коммуникаций.

Окончание строительства вестибюля напрямую зависит от поставки больших и малых эскалаторов, так как только после их установки можно перекрывать вестибюль и начинать внутри отделочные работы. Из-за отсутствия оборудования монтажные организации практически еще не приступили к работе.

Учитывая эти трудности, начальник Московского метрополитена Д. В. Гаев, ознакомившись с ходом проведения работ на месте, провел 19 декабря 2002 г. совещание, на котором заказчиком были приняты решения по поставленным вопросам.

Коллектив строителей ОАО «ТрансИнжстрой» совместно с субподрядными организациями прилагает все силы к своевременной сдаче линии, строительству которой из-за нестабильного финансирования длится уже более 10-ти лет.



200-й ТПМК «ЛОВАТ»

Ловат, ведущий изготовитель тоннелепроходческих комплексов (ТПМК), в конце 2002 г. сделал заявление, что заключил контракт на поставку совместному предприятию Traylor/Shea/Frontier-Kemper/Kelny трех тоннелепроходческих комплексов для сооружения канализационного коллектора (NEIS) на северо-востоке Лос-Анджелеса в Калифорнии, США.

Этот новейший контракт знаменателен для фирмы «Ловат» тем, что включает седьмой тоннелепроходческий комплекс, проданный данному совместному предприятию и владельцу проекта – Управлению общественных работ города Лос-Анджелеса – в течение менее чем 20 месяцев.

Проходка канализационного коллектора тоннелепроходческими комплексами Ловат будет выполняться в различных пластах пород под густонаселенными территориями северо-восточного Лос-Анджелеса на протяжении 8,5 км. Трасса разделена на три участка, где начальные и завершающие пункты проходки соответствуют расположению действующих и восстановленных шахтных стволов, используемых в тоннелестроении. Нижний участок кол-



лектора имеет длину 2,9 км, средний – 2,3 км и верхний – 3,3 км.

Из трех требующихся и впервые намеченных к применению ТПМК два комплекса модели RME152SE с грунтовым пригрузом забоя будут оснащены трансмиссионными приводами с переменной частотой. Эти комплексы будут применены на проходке нижнего и среднего участков, первичная обделка сборная из сблоченных железобетонных блоков с уплотнениями. Наружный диаметр тоннеля – 3,7 м, внутренний – 3,3 м. На верхнем участке тоннеля NEIS, на котором преобладают крепкие породы, будет применен третий тоннелепроходческий комплекс модели RMP152SE.



ОБЩИЙ ЕВРОПЕЙСКИЙ СТАНДАРТ БЕЗОПАСНОСТИ В ТОННЕЛЯХ

16 января 2003 г. Европейская комиссия предложила, чтобы все члены Европейского союза приняли ряд общих стандартов для гарантии безопасности в автодорожных тоннелях. В Брюсселе убеждены, что последние три аварии в тоннелях Мон-Блан, Тауэрн и Готтард, унесшие жизни 62

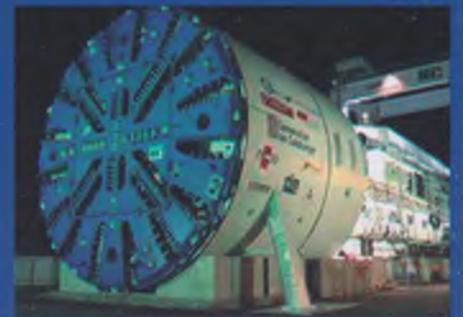
человек, а также приведшие к потерям на многомиллионные суммы, требуют полного пересмотра стандартов и процедур. Новые стандарты должны будут применяться в отношении всех тоннелей длиной свыше 500 м трансевропейской транспортной сети.



Крупнейший в мире щит с грунтовым пригрузом забоя

Руководство Каталонии и официальные представители подрядного объединения компаний, 20 декабря 2002 г. осуществили приемку самого крупного в мире щита с грунтовым пригрузом забоя на заводе фирмы «Херренкнехт» в Шванау. Щитовой комплекс модели S-221 диам. 12,06 м и длиной 92 м пройдет тоннель длиной 8,5 км с возможным продолжением проходки еще 2 км тоннеля. UTE Gorg – объединение компаний Dragados, Nesco, ACS, Comsa, Sorigue – применит щит на участке IV линии 9 в Бадалоне и участке II до Зоны Франка. Машина стоимостью 24 млн евро оборудована 24-мя гидродвигателями общей мощностью 4000 кВт. Щит имеет максимальный вращательный момент 45 млн Нм. Установленный крутящий момент, вращающий планшайбу, равен вращательному моменту 180 тыс. автомашин среднего класса. Это самый высокий вращательный момент из когда-либо установленных для тоннелепроходческих комплексов.

Щитовой комплекс будет доставлен в Барселону в марте, а начнет работу в мае 2003 г. Проходка будет осуществляться в глинах, гравии, местами – в граните. Планируется, что скорость проходки составит 300 м/мес. Вторая машина – проходческий комплекс для крепких пород – выполнит проходку участка Ш в Санта-Колома и меньшего участка в районе аэропорта.

ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ В ЗОНЕ «РАЗМЫВА»



Председатель Госстроя РФ Н. Кошман знакомится с ходом проходческих работ

В настоящее время к проходке тоннелей на участке «Размыв» между станциями «Лесная» – «Площадь Мужества» Санкт-Петербургского метрополитена привлечено внимание широкой тоннельной общественности Тоннельной ассоциации России. Это связано с возникшими осложнениями в процессе проведения комплексных испытаний тоннелепроходческого комплекса фирмы «Voest-Alpine Bergtechnik», сепарационной установки фирмы «Сотрес» и отработки всех технологических операций в процессе проходки тоннеля.

В декабре 1995 г. на Кировско-Выборгской линии Петербургского метрополитена на перегоне «Лесная» и «Площадь Мужества» произошла авария, приведшая к вынужденному искусственному затоплению этого участка и, как следствие, прекращению сквозного движения поездов. Линия оказалась разрезанной на два отрезка, с раздельной их эксплуатацией. Это создало множество проблем для города как в социальном, так и в экономическом плане

Со времени аварии были проведены многочисленные инженерно-геологические исследования, проектные и организационно-технические мероприятия.

Из соображений безопасности строительства и последующей эксплуатации на участке «Размыва» трасса смещена на 250 м в сторону и на 25 м выше прежней. Это позволило вывести большую ее часть на территорию, незастроенную производственными и жилыми зданиями. Размыв будет пересечен двумя однопутными тоннелями наружным диаметром 7,1 м.

Сооружение перегонных тоннелей осуществляется по проекту итало-шведского

совместного предприятия (СП) фирм «NCC A.B» (Швеция) и «Impregilo S.p.A» (Италия), которое выиграло международный тендер на проходку тоннелей на этом участке с помощью механизированного тоннелепроходческого комплекса с бентонитовым пригрузом забоя, что является современной технологией, широко применяемой в мировой практике тоннелестроения, обеспечивающей минимальные осадки дневной поверхности в наиболее сложных инженерно-геологических условиях.

Проходка тоннеля была начата в декабре 2001 г. и по состоянию на 10 апреля 2002 г. сооружено 117,6 м. Работы выполнялись в устойчивых протерозойских глинах. До ближнего края «Размыва» осталось около 112 м.

Обделка диаметром 7,1/6,4 м собирается из колец клиновидной формы для возможности поворота тоннеля в плане и профиле. Средняя ширина кольца – 1,4 м. Оно состоит из 6-ти железобетонных блоков толщиной 35 см, из которых два – трапециевидной формы (А1 и Д1) и четыре – в форме параллелограмма (В1, В2, С1, С2). Блоки изготовлены с высо-

кой точностью из водонепроницаемого бетона.

Для уплотнения продольных и кольцевых стыков блоков обделки используются прокладки фирмы «Феникс» М3850 (один контур гидроизоляции), расположенные на расстоянии 51 мм от внешней грани блока. Элементы обделки фиксируются с помощью 16-ти монтажных связей типа «конекс» в виде пластиковых штырей конической формы переменного сечения по три в блоках А1, В1, В2, С1 и С2 и по одному в замковом Д1. Блоки в смежных кольцах укладываются с перевязкой на шаг одного «конекса».

10 апреля 2002 г. на строительстве тоннеля произошел инцидент, в результате которого его проходка была остановлена Управлением Северо-Западного округа Госгортехнадзора России до выявления причин и разработки мероприятий, исключающих подобные явления.

Суть инцидента, по результатам расследования, заключается в следующем.

На участке плотных, сухих протерозойских глин в ходе испытания герметичности обделки путем нагнетания в заобделочное пространство тампонажного раствора дав-

лением 4,8 бар (близком к расчетному гидростатическому давлению грунтовых вод в зоне «Размыва») при монтаже очередного кольца обделки произошло смещение блока из ранее смонтированного кольца (первого со стороны забоя).

Величина зазора между блоками составила 10 мм. При этом в сдвинутом блоке в двух местах на длине 20 см выдавило уплотнительные прокладки и через образовавшиеся щели произошла утечка инъецированного за обделку тампонажного раствора.

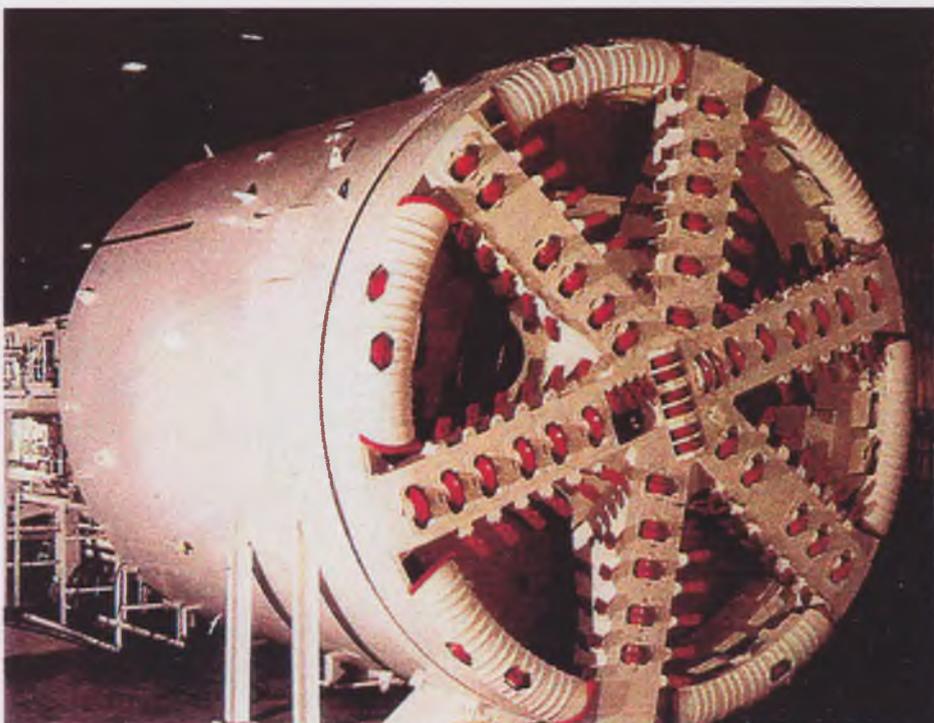
Это произошло в момент отведения группы щитовых домкратов, прижимавших ранее собранное кольцо обделки для возможности монтажа следующего очередного кольца.

Создавшееся положение с проходкой тоннеля на границе с неустойчивыми грунтами в зоне «Размыва» вызвало большую озабоченность в Госстрое РФ.

Был издан специальный приказ «О проведении проверки хода реконструкции и строительства метрополитена Санкт-Петербурга» и с этой целью организована комиссия в составе специалистов Главгосэкспертизы России, администрации Санкт-Петербурга, генпроектировщика ОАО «Ленметрогипротранс», генподрядчика ОАО «Метрострой», Тоннельной ассоциации России, АНО «Инвестстройметро», представителей ряда проектных, научных и учебных институтов, занимающихся подземным строительством.

Возглавил эту комиссию первый заместитель председателя Госстроя России Н. В. Маслов.

В связи с произошедшим 10.04.2002 инцидентом, СП были разработаны дополнительные технические решения и откорректирована техническая доку-



ТПМК Voest-Alpine «Виктория»

ментация на весь комплекс работ по новым конструктивно-технологическим мероприятиям.

Эти технические решения направлены на обеспечение устойчивости элементов обделки тоннеля в процессе ее монтажа и представляют конструкции из временных металлических связей для стабилизации блоков последнего смонтированного кольца при уборке домкратов для укладки блоков очередного кольца. При этом была изменена конструкция упорных устройств групп щитовых домкратов в части уменьшения длины опорной подушки.

Система гидроизоляции стыков блоков обделки была усилена включением дополнительных водонабухающих и

грязезащитных эластомерных резиновых прокладок.

Уточнены технические требования к производству и приемке работ при сооружении тоннелей на участке «Размыв» и разработана специальная программа трехэтапных испытаний перед входом ТПМК в зону «Размыва».

На одном из первых заседаний комиссии по проверке хода реконструкции и строительства Санкт-Петербургского метрополитена было решено поручить Тоннельной ассоциации России провести экспертизу откорректированной проектной документации на новые технические решения, касающиеся вопросов промышленной безопасности.

Экспертиза подтвердила, что откорректированная проектная документация на проходку тоннелей в зоне «Размыв» Кировско-Выборгской линии метрополитена Санкт-Петербурга содержит необходимые и эффективные технические и конструктивные решения по предотвращению повторения инцидента от 10 апреля и оценивается положительно. Для принятия окончательного решения о проходке тоннелей в зоне «Размыва» предложено провести испытания всего комплекса проходческих работ в соответствии с внесенными в проект дополнительными техническими и конструктивными решениями и разработанной программой испытаний.

В августе на участке длиной 20 колец (28 м) начались испытания с участием специалиста Госзаказчика – Комитета по транспорту Санкт-Петербурга, Главэкспертизы, Северо-Западного округа Госгортехнадзора, Московского горно-

Блоки высокоточной обделки





Готовый участок тоннеля

го университета, «Метростроя» Санкт-Петербурга.

Испытания предусматривали проведение 8-ми этапов проверки всех звеньев технологической цепи с постепенным повышением давления нагнетаемого тампонажного раствора за обделку тоннеля.

В ходе испытаний проверялись процесс по установке металлических связей системы S1, порядок и количество убираемых домкратов, прижимающих кольца и блоки обделки друг к другу, параметры собираемых колец, работа устройств тоннелепроходческого комплекса. В течение всего периода за состоянием возводимой обделки осуществлялся мониторинг.

Так были проведены 6 этапов испытаний при давлении нагнетаемого раствора до 5 бар. Для реализации 7-го этапа (следующие 8 колец) при работе с максимальным проектным давлением (6 бар) для уменьшения рисков при отведении 4-х групп домкратов Подрядчиком было предложено новое конструктивное решение, которое заключалось в дооснащении и, тем самым, усилении системы S1 4-мя дополнительными горизонтальными связями с 4-м кольцом, считая от последнего установленного.

Это предложение было рассмотрено и положительно оценено Генпроектировщиком – институтом «Ленметрогипротранс». На него также было дано положительное Экспертное заключение Тоннельной ассоциации России.

В результате в программу испытаний были внесены изменения, и 7-й и 8-й этапы испытаний были проведены с отведением 4-х групп домкратов и дополнительными горизонтальными связями с 4-м кольцом, которые показали устойчивую работу всей запроектированной системы.

Следует отметить, что в течение всего периода проведения испытаний комиссия Госстроя держала весь этот процесс под постоянным контролем. Несколько раз, включая выезды на место, в Санкт-Петербурге, рассматривались поэтапные результаты испытаний и вносились необходимые коррективы. Выслушивались и принимались во внимание мнения всех членов комиссии. Особое внимание уделялось вопросам возможного состояния обделки в период эксплуатации. В связи с этим было положительно оценено предложение Ленметрогипротранса о мерах по снижению вибрационного воздействия движущихся поездов на тоннельную обделку путем устройства сплошной железобетонной массивной плиты с укладкой по ней пути на щебне по виброгасящим матам из специальной резины.

В результате проделанной большой работы комиссия пришла к следующим выводам:

- качество смонтированной обделки на опытном участке и ее гидроизоляционные свойства соответствуют проектным параметрам;

- нагнетанием уплотнительного раствора обеспечено заполнение заобделочного пространства, что подтверждается объемами нагнетания и результатами контрольного бурения;

- ведение ТПМК полностью соответствует утвержденным параметрам трассы тоннеля;

- осадки дневной поверхности в зоне влияния участка проходки отсутствуют, что подтверждено данными геодезического мониторинга.

На основе этих выводов было принято решение о возможности продолжения дальнейшей проходки тоннелей в рабо-

чем режиме с применением технических решений, прошедших испытания и необходимые согласования. В связи с большой сложностью работ в зоне «Размыва» Заказчику рекомендовано обеспечить постоянный усиленный контроль за выполнением технологии сооружения тоннелей в соответствии с действующими нормативными документами РФ и регламентами, специально разработанными для этого участка.

Не остался без внимания вопрос надежности обделки тоннеля в процессе эксплуатации. В связи с этим Заказчику и Генпроектировщику предложено обеспечить постоянный мониторинг за состоянием обделки в процессе проходки, обосновать расчетами необходимость устройства усиленного жесткого основания под постоянный путь, предусмотреть мероприятия по снижению вибрационного воздействия от движения поездов на конструкцию тоннелей и окружающий породный массив.

Проходка тоннеля в рабочем режиме началась в октябре 2002 г. В ходе проведения работ отрабатывались принятые технические решения по стабилизации обделки в процессе монтажа и всему технологическому процессу сооружения тоннеля. В результате удалось беспрепятственно преодолеть сложный участок под канализационным коллектором, достигнуть скорости проходки до 4-6 м в сутки, построить в зоне «Размыва» более 200 м тоннеля.

Однако на одном из участков проходки в грунтовом массиве был встречен большой валун, в результате чего были выломаны стержневые резцы и шарошки, нарушены места их крепления к лучам ротора. Работы пришлось приостановить. Были приняты меры по обследованию состояния забоя тоннеля, извлечению валуна и деталей поломанного режущего инструмента. Положение осложняется тем, что для обеспечения устойчивости забоя избыточное давление в призабойной зоне составляет более 4,5 атм., что требует участия специалистов, которые могут работать под таким большим давлением.

19 декабря 2002 г. строительство тоннеля посетил председатель Госстроя РФ Н. П. Кошман, который подробно ознакомился с состоянием хода проходческих работ, заслушал сообщение руководителей АО «Метрострой С.-Петербурга» В. Н. Александрова и фирмы «Impregilo S.p.A.» г-на Порте о мерах по преодолению создавшейся ситуации. Было принято решение о немедленном форсировании процесса изготовления нового режущего инструмента и завершении всех ремонтных работ в январе 2003 г. Поручено составить график проходки тоннелей с завершением их строительства также в 2003 г.



Вид готового участка тоннеля из пресс-бетона, пройденного ТПМК «Малахит»

ТОННЕЛЬ ИЗ ПРЕСС-БЕТОНА



Рабочий орган ТПМК «Малахит»

В № 5 за 2002 г. на стр. 12 заглавная фотография к статье «ТПМК «Малахит» на сооружении Филевского коллектора» помещена ошибочно. Вместо нее должна быть фотография, помещенная на данной странице вверху. Авторы статьи: генеральный директор ООО «Крот инжиниринг» А. Н. Семенов и главный конструктор В. Е. Кабанов.

Редакция приносит извинение авторам статьи и читателям.



Пульт управления и рабочее место оператора ТПМК



Имя Владимира Павловича Абрамчука хорошо известно нашим читателям. Возглавляемое им ФГУП «Строительное управление № 30» осуществляет строительство крупных подземных объектов в Уральском регионе. За свою профессиональную деятельность В. П. Абрамчук награжден орденами, медалями и почетными грамотами РФ. Удостоен ученой степени доктора транспорта Академии транспорта Российской Федерации. Член-корреспондент Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности. Депутат Государственного Собрания Республики Башкортостан и Городского совета г. Межгорье. Находясь в Москве, он любезно согласился встретиться и ответить на некоторые вопросы нашего журнала.

«В СТРАНЕ НЕТ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ В РАЗВИТИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА РОССИИ ВО ВСЕХ РЕГИОНАХ»

– Владимир Павлович, в современном российском тоннелестроении Вы руководите одним из больших Управлений и как крупный специалист-тоннельщик широко известны в нашей стране. Расскажите о Вашей трудовой деятельности.

– Строителем подземных сооружений я стал довольно интересно. Родился в семье железнодорожника, и все детство было связано с железной дорогой. В школе получил профессию помощника машиниста тепловоза. Год отработал на железной дороге. В 1963 г. поступил в Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта и через 5 лет стал инженером-строителем по специальности «Мосты и тоннели». С 1968 г. началась производственная деятельность. Я прибыл по распределению на сооружение Пушкинского тоннеля в Армению, и без всякой стажировки был назначен начальником смены. Началось знакомство с бригадой и настоящим строительством. Мной тогда было сказано: «У меня есть знания, у вас – практика, необходимо все объединить». Люди меня поняли, и началась совместная работа. Меня научили управлять буровой ус-

тановкой, вести погрузку породы, водить электровоз. Я прошел путь от начальника смены до главного инженера Тоннельного отряда. В 1979 г. был переведен на строительство Северомуйского тоннеля на БАМе начальником Тоннельного отряда № 18, а в 1981 г. – на Урал в Управление строительства № 30 главным инженером. В 1988 г. был избран начальником УС-30, кем и работаю до настоящего времени.

– Недавно Вы были на 70-летию института, который окончили. Каково Ваше впечатление от этой встречи, и чем вуз сегодняшний отличается от того времени, когда Вы учились?

– Да, 27-28 ноября 2002 г. в г. Новосибирске отмечали 70-летие НИВИТа – НИИЖТа – СГУПСа, а также 60-летие факультета «Мосты и тоннели». Я считаю, что праздник удался. Собрались выпускники всех поколений, и каждое из них делилось своими воспоминаниями о родном институте. Одно надо отметить: у всех была гордость за то, что они прошли обучение в этом замечательном вузе. Все себя чувствовали как одна команда – команда выпускников этого института. Это очень здорово. А отличие на сегодняшний день заключается в том, что многие нынешние выпуск-

Федеральное государственное унитарное предприятие «Управление строительства № 30» создано в 1979 г. Организация осуществляет проектирование, строительство, реконструкцию и техническое перевооружение транспортных подземных сооружений, метрополитена, тоннелей и других объектов транспортного и производственного назначения, строительство объектов жилищного и промышленного назначения, выпуск товаров народного потребления, устранение последствий стихийных бедствий и аварий на транспорте.

ники трудятся не по тем специальностям, что приобрели в нашем институте.

– Несмотря на сложные экономические отношения, тоннельное и подземное строительство в нашей стране продолжает развиваться. Какие Вы видите проблемы, стоящие перед тоннельщиками, что главное: финансы, проектирование, поставка оборудования или кадры?

– На этот вопрос просто так не ответишь. Главное, я бы отметил, что в руководстве страны нет заинтересованности в развитии подземного пространства России во всех регионах. Вы посмотрите, как развивается подзем-

ное пространство за рубежом, реализуются сложнейшие проекты по строительству транспортных и железнодорожных тоннелей, подземных стоянок для автотранспорта, складских помещений, строительство метрополитенов и многое другое. Перечислить все невозможно. Один только проект «Alpentranzit» чего стоит. Поэтому необходимо иметь комплексную программу развития подземного пространства по каждому Федеральному округу и выполнять ее при поддержке Правительства России.

Второй момент – это кадры. Сегодня руководят строительными управлениями и их подразделениями специалисты высшей квалификации, но им за 40-50 лет. Я уже говорил, что выпускники вузов уходят работать в другие отрасли народного хозяйства. Необходимо в корне изменить систему обучения. В первую очередь, нужна тесная связь с производством, коллективная ответственность как институтов, так и производителей за подготовку молодых специалистов, их материальную заинтересованность. Следует научиться любить профессию строителей подземных сооружений.

Ну, конечно, и финансовые вопросы. Они должны быть решены на уровне комплексных программ, разработанных Правительством России по освоению подземного пространства, в Федеральных округах - в обязательном порядке. Должны привлекаться местные организации-инвесторы, заинтересованные в коммерческом использовании подземного пространства.

– Вы говорите о проблемах и в то же время ведете строительство крупных объектов: Челябинского метрополитена, автодорожного тоннеля в Уфе, Юмагузинского гидроузла. Как складываются работы по их строительству, какие испытываете трудности?

– Общим недостатком я могу назвать хроническую нехватку финансовых средств, и эта проблема характерна практически для всего строительного комплекса страны. Но есть и свои особенности. Так, для Челябинска – это полное отсутствие заинтересованности в строительстве метрополитена со стороны властей города и области. Как относиться к тому, что за более чем 10-летний период на таком жизненно важном объекте руководство города и области были по два раза. Создается впечатление, что метро в г. Челябинске не нужно.

На строительстве в Республике Башкортостан – свои трудности. К сожалению, опять же финансового направления. Здесь возводимые объекты можно смело отнести к сооружениям Федерального значения, а финансирование их осуществляется только из Республиканского бюджета, который очень напряженный.

– Известно, что строительство автодорожного тоннеля в Уфе вы осуществляете с участием фирмы «Beton- und Monierbau». Видимо это интересный опыт. В чем заключается участие этой фирмы в строительстве тоннеля? Как Вы сами оцениваете сотрудничество с этой фирмой?

По рекомендации Тоннельной ассоциации России наше сотрудничество началось в 1995 г. с заключения контракта на аванпроект строительства автодорожного тоннеля в г. Уфе.

Коллегами из Австрии был разработан проект с использованием технологии NATM, в котором были представлены: статистические расчеты обделок и уточненное сечение тоннеля; концепция разработки забоев, временного крепления и бетонирования обдел-

Мной тогда было сказано: «У меня есть знания, у вас – практика, необходимо все объединить»

ки; укрупненный план работ с важнейшими этапами их выполнения; выбор основного импортного горнопроходческого оборудования; предварительный план-график производства работ и рабочая документация на горные работы.

По согласованию с Кабинетом министров Республики Башкортостан данные предложения были приняты и учтены при разработке окончательного проекта, что позволило значительно сократить проектные сроки и общую сметную стоимость строительства до 20 млн рублей в ценах 1991 года. В 1997 г. с фирмой был заключен контракт, действующий и по настоящее время, на разработку детального проекта строительства данного тоннеля и его техническое обеспечение.

Работы по строительству тоннеля ведутся в настоящее время при непосредственном участии представителей фирмы «Beton- und Monierbau» на основе постоянных технических консультаций, обмена опытом применения технологических решений, а также оперативного рассмотрения результатов строительства с соответствующей корректировкой в случае необходимости отдельных элементов проекта.

Совместно с фирмой «Beton- und Monierbau» в строительстве тоннеля участвует также немецкая фирма «Хайман Унтертаге Техник», на которую возлагаются работы по подбору нужной для строительства импортной горно-строительной техники и оборудования.

Данное сотрудничество с указанными фирмами является по нашему глубокому убеждению важным фактором повышения качества горно-строительных работ не только в данном конкретном случае, но и в целом для отечественной практики подземного строительства, о чем мы, в частности, упоминали на страницах вашего журнала (см. стр. 16 «Метро и тоннели» № 3 за 2002 г.).

– Ваше Управление имеет статус Федерального государственного унитарного предприятия. Что это дает вашему коллективу в части предоставления объемов строительных работ, каких-либо льгот на строительном рынке, экономических преимуществ и пр.?

– Да, наше Управление имеет такой статус, т. к. мы выполняем большой объем работ по

государственному заказу. Но нас никто не ограничивает иметь прямые договоры по загрузке нашего предприятия под производственные мощности. Ведь это, в первую очередь, сохранение работоспособного, квалифицированного коллектива, правильное использование парка горнопроходческой, строительной-автодорожной техники и, как следствие, хорошие экономические показатели производственно-хозяйственной деятельности. По прямым договорам, а их по-

рядка десяти, работаем как равноправные партнеры.

– Владимир Павлович, недавно Вы вернулись из Туниса. С какой целью Вы были в этой стране?

– Нам предлагают участвовать совместно с итальянской фирмой «CNS» и тунисской «Джи плюс» в сооружении гидротехнических объектов для обеспечения Министерства сельского хозяйства Туниса водными ресурсами. У них уже построено 90 плотин и требуется возвести еще более 100.

Целевая Государственная программа Министерства рассчитана на обеспечение сельского хозяйства водой до 2030 г. Нам предстоит осуществить строительство небольших гидротехнических тоннелей протяженностью от 400 до 1000 м диаметром 3,5-4,0 м буровзрывным способом. Мы выступаем и в качестве проектировщиков (т. к. имеем проектную организацию), и в качестве строителей подземных сооружений. Наша команда: ведущие специалисты и квалифицированные рабочие. Сейчас с нами заключено предтендерное соглашение.

– А помимо вашей организации много фирм участвует в тендере?

– В тендере участвуют 7 фирм.

– И каковы ваши шансы на успех?

– Со слов принимающей фирмы, на сегодняшний момент мы лидируем.

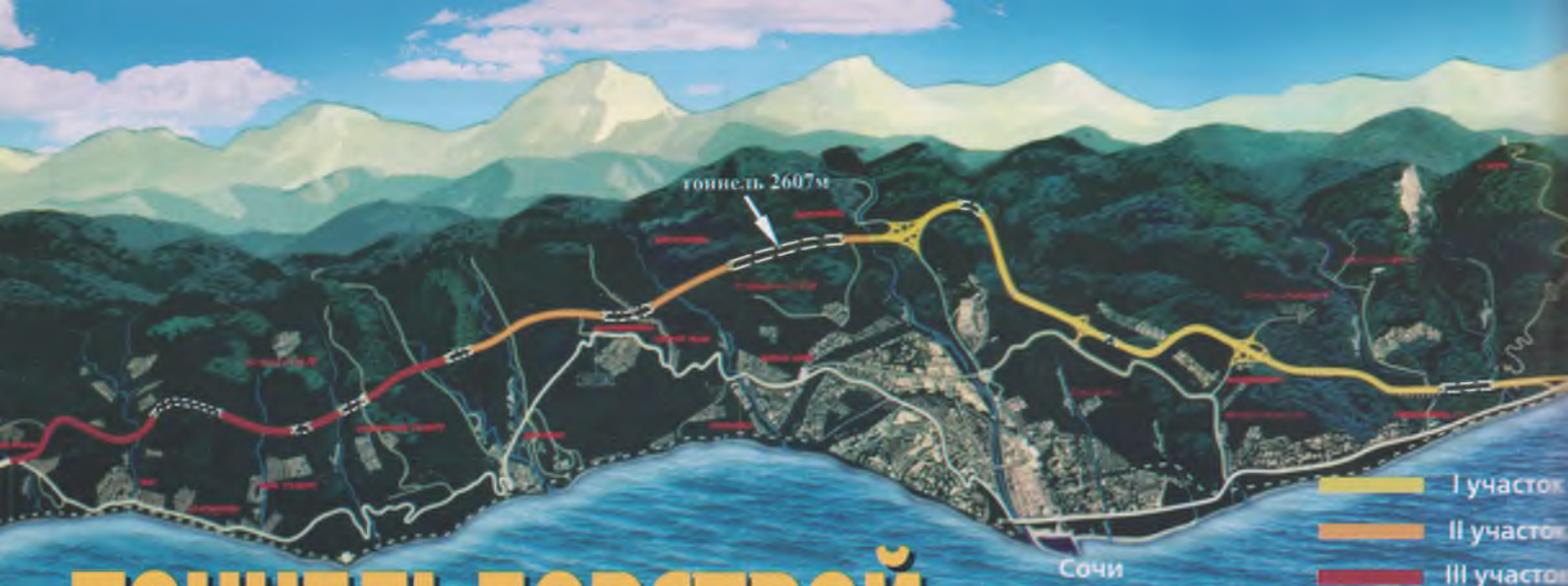
– А как вы вообще узнали об этом тендере?

– Через «Гидроспецпроект». Они участвуют там в строительстве, имеют фирму в районе Табарки (на севере страны), проектируют для будущих плотин водоводы диаметром 1800 мм из железобетонных труб. Через них тунисские специалисты вышли на нас.

– А когда планируется начало строительства?

– Оно должно начаться уже в 2003 г, но предварительно надо подвести дорогу, провести телефонную связь, электроэнергию. Итальянцы – генеральный подрядчик, а мы объединяемся с тунисской фирмой «Джи плюс», т. к. у них нет специалистов в подземном строительстве, и наши силы необходимы.

– В таком случае, пожелаем Вам успехов в этом начинании и продолжения успешной работы в Башкортостане. Благодарим за интервью.



ТОННЕЛЬДОРСТРОЙ: качество и безопасность автомобильных дорог в горах Кавказа

Ю. А. Мордвинков,
генеральный директор
В. В. Данилов,
главный инженер,
ООО «Тоннельдорстрой»

Дорожная сеть в окрестностях г. Сочи развивается в соответствии с концепцией повышения эксплуатационных качеств автомобильных дорог и безопасности движения в горах Кавказа. Решить эту задачу в условиях горного рельефа невозможно без строительства значительного числа эстакад, мостов и тоннелей. В процессе реализации этой концепции все более заметную роль играет ООО «Тоннельдорстрой».

Предприятие создано в 1991 г. из небольшого коллектива Сочинского участка ТО-1 «Минскметрострой». За сравнительно небольшой отрезок времени оно достигло высоких темпов работ и отличного качества выполняемых строительных заказов. Привлечение высококвалифицированных специалистов, применение современных технологий и оборудования, а также устойчивые связи с производителями и поставщиками основных строительных материалов позволили Тоннельдорстрою занять достойное место среди строительных организаций региона. Автодорожные тоннели являются основными объектами нашей производственной деятельности, но наряду с этим предприятие осуществляет возведение мостов, прокладку водопропускных труб, противооползневых и укрепительных сооружений, в том числе на буронабивных сваях.

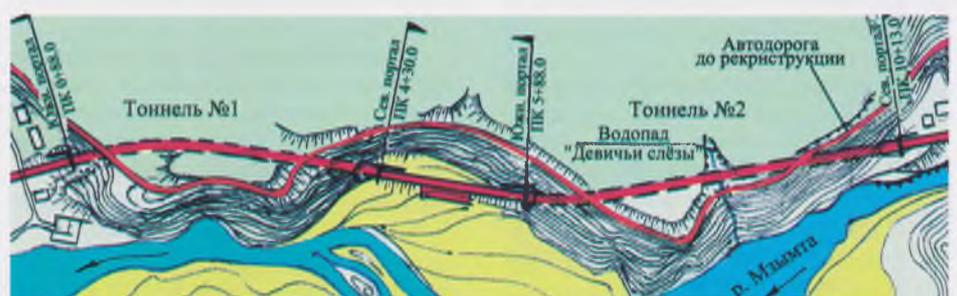
Объемы выполненных Тоннельдорстроем работ возрастают год от года. Введены в эксплуатацию такие крупные объекты, как тоннель длиной 570 м на участке дороги Агура – Хоста и тоннель протяженностью 182 м на 37-м километре дороги Адлер – Красная Поляна. В 1996 г. выполнены работы по реконструкции тоннелей через мыс Видный в Хосте общей протяженностью 1230 м. Основная цель реконструкции – повысить эксплуатационные качества участка автодороги – была достигнута, в первую очередь, в результате ликвидации обводненности тоннелей. Здесь впервые в отечественной практике тоннелестроения была применена технология устройства гидроизоляции тоннеля с применением современных пленочных полимерных материалов (рис. 1). В настоящее время эта технология получила широкое распространение в качестве эффективной меры, обеспечивающей герметичность обделок транспортных тоннелей из монолитного бетона и железобетона.

Во втором квартале 1999 г. Тоннельдорстрой начал работы по реконструкции участка автодороги Адлер – Красная Поляна. Красная Поляна – крупный населенный пункт, сообщение его с побережьем было затруднено из-за единственной дороги, проложенной в горах еще в царское время. Эта автомобильная дорога, на значительном своем протяжении проходящая по полкам скальных прижимов, считается одной из самых опасных на Кавказе. Ее узкое полотно, где с трудом могут разехаться два легковых автомобиля, идет по краю глубокой пропасти. Сотни крутых поворотов, отвесные скалы, нависающие над дорогой с одной стороны, и обрывы – с другой, оползневые склоны и размываемые рекой Мзымтой участки, снежные заносы зимой – все это делает дорогу опасной и практически непригодной для возрастающего потока автомобилей. Вопрос о реконструкции является актуальным как в интересах местных жителей, так и перспективного развития уникального горнолыжного курорта, по своим природным условиям соперничающего с лучшими альпийскими зонами отдыха. На первом этапе работ по реконструкции горной автодороги, который начался еще в 1977 г., было построено три тоннеля различной протяженности.

В декабре 2002 г. Тоннельдорстрой завершил

реконструкцию одного из участков длиной 1150 м этой автодороги, где было проложено два тоннеля протяженностью 342 и 425 м. Условия строительства на этом участке характеризуются наличием скальных и оползневых склонов, сужением долины реки Мзымты, обусловленным наличием двух мысов, крутые склоны которых вплотную примыкают к руслу реки. Один из мысов имеет оползневой склон с прогрессирующим размывом его основания, что приводит к периодическому обрушению берега. Другой мыс сложен более прочными породами. Специалисты ОАО «Минскметрострой» рассмотрели несколько вариантов трассы на этом участке автодороги, ориентируясь на снижение стоимости и сведение к минимуму вредного воздействия строительных работ на окружающую природу. Были рассмотрены варианты с подъемом трассы от долины реки и обходом мысов по рельефу, с устройством дороги на эстакаде и четыре тоннельных варианта. В итоге заказчик утвердил вариант трассы с двумя мысовыми тоннелями и открытым участком между ними длиной 150 м. Заложение тоннелей в подошве горного массива, непосредственно в уровне первой надпойменной террасы реки Мзымты, в значительной степени осложнило инженерно-геологические

Вариант трассы, утвержденный заказчиком



условия строительства. В особо неблагоприятных условиях оказались порталные участки, где в основании тоннелей и конструкций порталов расположены несцементированные гравийно-галечные отложения с песчано-глинистым заполнителем, а на участках врезки – подверженные оползням склоны, представленные обводненными четвертичными породами. Поэтому до разработки припортальных выемок был выполнен значительный объем работ по устройству противооползневых сооружений, а врезка осуществлялась под защитой горизонтального экрана из труб после закрепления лобового откоса буронабивными сваями, монолитными с железобетонной подпорной стеной (рис. 2). Расположение порталов на косогорах существенно усложняло работы. Особые трудности возникли при врезке второго тоннеля под опорой ЛЭП напряжением 110 тыс. вольт, обеспечивающей электропитанием город Сочи.

Тоннели пересекают горный массив, который характеризуется значительной изменчивостью геологических условий на сравнительно коротких участках. Породы представлены аргиллитами и мергелистыми сланцами с прослойками песчаника. Породы рассланцованные, с различной степенью трещиноватости. В зонах тектонических нарушений, длина которых колеблется от 10 до 50 м, массив сильнотрещиноватый. Реже по трассе встречаются участки слаботреещиноватых известняков.

Поперечное сечение тоннелей принято в соответствии с габаритом Г-9. С каждой их стороны предусмотрены служебные проходы шириной по 0,8 м, отделенные от проезжей части бордюрами. С учетом сейсмичности района (9 баллов) обделка на всем протяжении имеет замкнутое очертание. Ее свод, очерченный по двухцентрковой коробовой кривой, опирается на вертикальные стены. Высота сечения позволяет в сводовой части разместить оборудование для струйной вентиляции тоннеля. В зависимости от инженерно-геологических условий обделка из монолитного железобетона выполнена трех типов. С целью унификации опалубки все типы обделок имеют одинаковое внутреннее очертание, за исключением лотковой обделки (рис. 3). Вдоль тоннеля предусмотрены антисейсмические швы, совмещенные с деформационными швами. Положительный опыт устройства гидроизоляции с применением современных пленочных полимерных материалов, приобретенный на ранее построенных объектах, был успешно использован и для этих тоннелей.

Порталы, выполненные в виде подпорных стен на буронабивных сваях, имеют различные конструктивные формы, обусловленные рельефными особенностями склонов и соответствующие этим формам архитектурные решения. Южный портал тоннеля № 1 – симметричный относительно проезжей части дороги, остальные – асимметричные. Конфигурация последних в плане принята с учетом работы порталов как противооползневых сооружений. Для закрепления берегов реки Мзымты от размыва на участках, расположенных в непосредственной близости от порталов, возведены берегоукрепительные сооружения.

Большое внимание было уделено обеспечению строительства современным горнопроходческим оборудованием. Для этого были поставлены в необходимом количестве высокопроизводительные маневренные бурильные установки УБШ-562 и СБУ-2М, проходческий комбайн

со стреловым рабочим органом КП25, породопогрузочные машины ПНБ-3Д, автопоезда Мо-А3, самоходная механизированная опалубка СМН-290, разработанная ОАО «Минскметропроект» совместно со специалистами ООО «Тоннельдорстрой», бетононасосы СБ-207.

Проходка тоннелей осуществлялась уступным способом с устройством первичной обделки из металлических арок, омоноличенных бетоном. На участках слаботреещиноватых грунтов уступ разрабатывали сразу на все сечение, в сильнотрещиноватых неустойчивых грунтах работы вели в два приема: вначале сооружали среднюю штроссу, затем в шахматном порядке боковые (рис. 4).

В зависимости от прочностных характеристик грунт разрабатывали буровзрывным способом или проходческим комбайном. Темпы проходки колотты в относительно благоприятных условиях составляли 60-70 м в месяц. Проходку участков в неустойчивых грунтах (припортальные участки, зоны тектонических нарушений) вели под защитой опережающего экрана из труб. На обводненных участках массив предварительно закрепляли тампонирующим цементными растворами. Устойчивость лба забоя обеспечивали нагельным креплением в сочетании с набрызг-бетоном.

После устройства первичной обделки стен выработку разрабатывали грунт в лотке тоннеля, и бетонировали лотковую плиту (или обратный свод) и одновременно фундаменты постоянной обделки. На бетон первичной обделки крепилась двухслойная гидроизоляция, состоящая из слоев геотекстиля (дорнита) и полимерной пленки (материал ROMFOLIO PEVLD германской фирмы «ROMEX»). После устройства гидроизоляции бетонировали постоянную обделку тоннеля сразу по всему периметру (рис. 5). Время бетонирования одной секции постоянной железобетонной обделки объемом 150 м³ составляло 6-8 ч. За счет применения специальных добавок к бетону скорость возведения железобетонной конструкции достигала 80 м в месяц.

Строительство тоннелей осуществлялось на территории Сочинского национального парка в водоохранной зоне реки высшей рыбной категории, поэтому в составе проекта организации строительства отдельным разделом была произведена оценка вредных воздействий на окружающую среду и разработаны природоохранные мероприятия.

В эксплуатационный период в тоннелях предусмотрена продольно-струйная система вентиляции с применением осевых вентиляторов СВМ-6м.

В настоящее время работы по реконструкции дороги продолжают. После окончания прокладки еще одного тоннеля длиной 2600 м, автодорога на всем протяжении от Адлера до Красной Поляны будет соответствовать третьей технической категории.

В июле 2000 г. Тоннельдорстрой приступил к сооружению первого пускового комплекса второй очереди обхода г. Сочи. Общая протяженность этого участка составляет 6 км, на которых предстоит построить автодорожный тоннель – 2607 м, мосты через реки Сочи – 426 м и Псахе – 102,4 м. Строительство обхода города Сочи осуществляется в соответствии с постановлением Правительства РФ «О Федеральной целевой программе социально-экономического развития города-курорта Сочи на период до 2010 года».



Рис. 1



Рис. 2

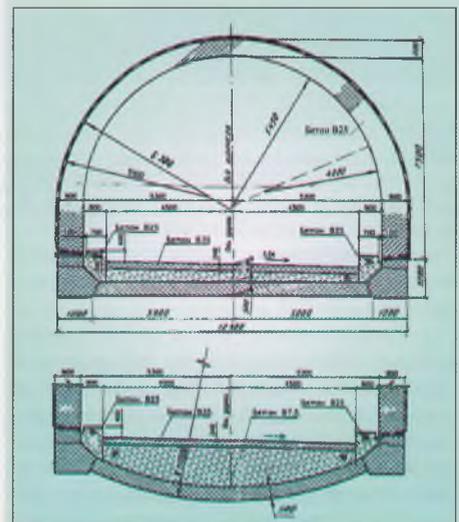


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНОЙ ПЯТИУРОВНЕВОЙ АВТОСТОЯНКИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «АРБАТ-ЦЕНТР» В МОСКВЕ

П. Б. Юркевич

ООО «Инженерное бюро Юркевича», г. Москва

Объект расположен в пределах верхнечетвертичной аллювиальной террасы Москва-реки, сnivelированной многовековым антропогенным воздействием, и характеризуется значительной закарстованностью карбонатных пород верхнекаменноугольного возраста, большими мощностями техногенных грунтов, повышенными скоростями оседания дневной поверхности (по сравнению с фоновыми) и высоким уровнем техногенного воздействия (особенно со стороны действующей Филевской линии метрополитена).

Геологический разрез на глубину до 43 м представлен:

- современными техногенными образованиями мощностью от 3 до 6,4 м;
- верхнечетвертичными аллювиальными песчаными отложениями мощностью от 5,6 до 14,6 м;
- нижне-среднечетвертичными аллювиально-флювиогляциальными песчано-глинистыми отложениями мощностью от 0,8 до 3,3 м;
- карбонатно-глинистыми отложениями верхнего отдела каменноугольной системы мощностью от 17,8 до 28,9 м.

В пределах участка строительства вскрыты три водоносных горизонта: Аллювиальный, Перхуровский и Ратмировский. Аллювиальный горизонт безнапорный с установившимся зеркалом грунтовых вод на глубине 15-16 м от поверхности; Перхуровский – напорно-безнапорный. Водовмещающими породами служат щебень, дресва известняков с мучнистым заполнителем и известняки сильнотрещиноватые, кавернозные, разбитые до состояния глыб и щебня. Кровля этого горизонта залегает на глубине 16-18 м, а в зоне отсутствия местного водоупора – на 20 м. Пьезометрические уровни устанавливаются на 1-6 м выше кровли местного водоупора. Ратмировский водоносный напорный горизонт приурочен к доломитам и известнякам трещиноватым. Пьезометрические уровни расположены на 17-18 м выше кровли этого горизонта.

Технико-экономическим обоснованием предусматривалось сооружение четырехэтажной подземной отдельно стоящей автостоянки Многофункционального комплекса «Арбат-Центр» открытым способом с временной металлической двухуровневой крепью ограждения котлована, выполняемого методом «стена в грунте». При этом учитывалось размещение над подземной автостоянкой двухэтажной технологической части главного корпуса комплекса и перспективы строительства над нею многоэтажного офисного здания.

Именно на этой основе началось рабочее проектирование подземной автостоянки, и по заказу французской подрядной фирмы «Soletanche Bachy» весной 2001 г. нами был выполнен проект траншейных стен ограждения котлована и их временной крепи. Монолитные железобетонные траншейные стены толщиной

Возведение подземной автостоянки Многофункционального комплекса «Арбат-Центр» осуществляется в зоне особого историко-культурного контроля на пересечении улицы Арбат и Гоголевского бульвара.

Условия строительства осложнены близким расположением сохраняемых зданий, двухочкового коллектора, станции метро «Арбатская» Филевской линии мелкого заложения и двух тоннелей метро Арбатско-Покровской линии глубокого заложения.

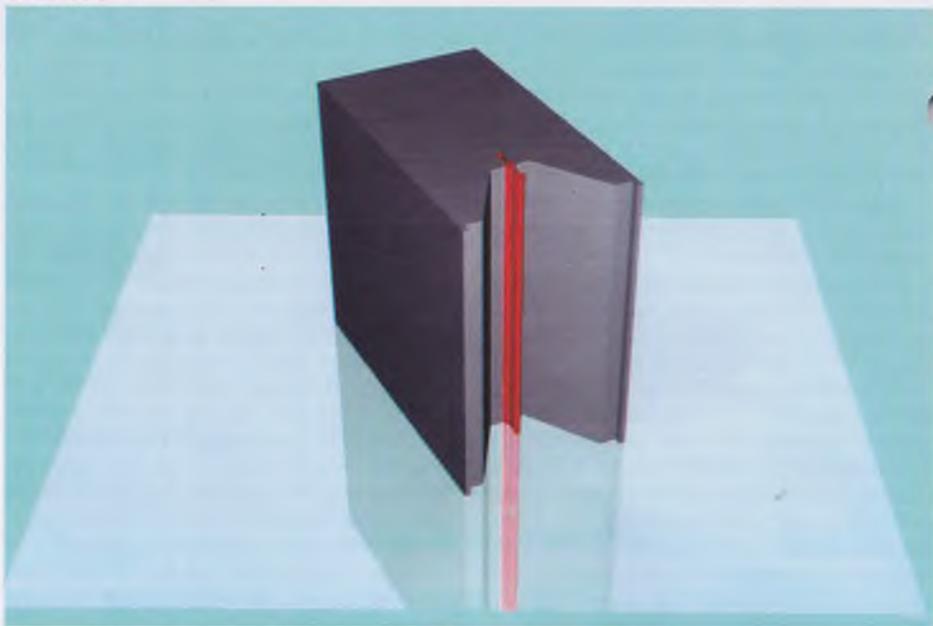


Рис. 1. Фрагмент опережающей панели траншейной стены с гидропрокладкой «Waterstop» после извлечения ограничителя «Stopsol»

60 см и площадью 5952 м² приняты одновременно несущими и противодиффузионными. Гидроизоляция стыков между панелями траншейных стен предусмотрена гидроизолирующими лентами типа «Waterstop», устанавливаемыми по технологии фирмы «Soletanche Bachy» (рис. 1).

Разработка траншеи осуществлялась захватками длиной от 5,6 до 7,6 м грейфером с величиной раскрытия 2,7 м, а вблизи существующих зданий – захватками длиной 2,7 м. Качество сопряжения траншейных стен гарантировалось угловыми Г-образными захватками, качество стыков между панелями – использованием торцевых извлекаемых ограничителей панелей («Stopsol») и опережающей разработкой траншеи до их извлечения.

Временное металлическое крепление котлована размерами 97 x 25 (28) м и глубиной 16,5 м предусматривалось двухуровневым:

- верхний уровень с поясами из сдвоенных двутавров 50Б1, расстрелами и подкосами из труб диаметром 820 x 8 мм;
- нижний – с поясами из сдвоенных двутавров 60Б1, расстрелами и подкосами из труб диаметром 920 x 8 мм.

В соответствии с данными инженерно-геологическими изысканиями и прогнозированием глубины залегания толщи разрушенных Перхуров-

ских известняков, неподдающихся грейферной разработке, траншейные стены были запроектированы глубиной 23,9 м на участках значительной эрозии их кровли и 21,4 м – на остальных. Такое заглубление траншейных стен призвано было обеспечить требуемую несущую способность и жесткость их оснований с учетом перспективного строительства над автостоянкой многоэтажного офисного здания.

Однако в процессе возведения траншейных стен вскрылись различия между фактической глубиной залегания упомянутого слоя и прогнозируемой. В результате траншейные стены были выполнены лишь на глубину 19,5-20 м. Тем не менее, этой глубины было достаточно как для возведения 4-уровневой подземной автостоянки открытым способом с двухуровневой временной металлической крепью, так и для перспективного строительства. К тому же, с помощью закладных металлических труб, закрепляемых на арматурных каркасах, производилась инъекционная цементация разрушенных Перхуровских известняков и доломитов в основании траншейных стен на глубину 5 м от их подошвы.

Армирование панелей траншейных стен проводилось в полном соответствии с расчетными стадиями, связанными как с особенностями разработки грунта в котловане и установки времен-

ной металлической крепи, так и с последовательностью возведения несущих железобетонных конструкций. Учитывалось, что при эксплуатации подземной автостоянки траншейные стены будут подперты фундаментной плитой, тремя междуэтажными перекрытиями, а также покрытием в уровне земли. Стены и несущий каркас получают дополнительные нагрузки от введенного над автостоянкой здания в будущем.

Результаты наших геомеханических расчетов, выполненных в начале 2001 г., показали, что планируемого усиления фундаментов близлежащих зданий только со стороны строящейся подземной автостоянки при открытом способе работ явно недостаточно (требуется дополнительное усиление фундаментов внутренних стен и на большую глубину), но нет угрозы повреждения станции «Арбатская» Филевской линии метрополитена.

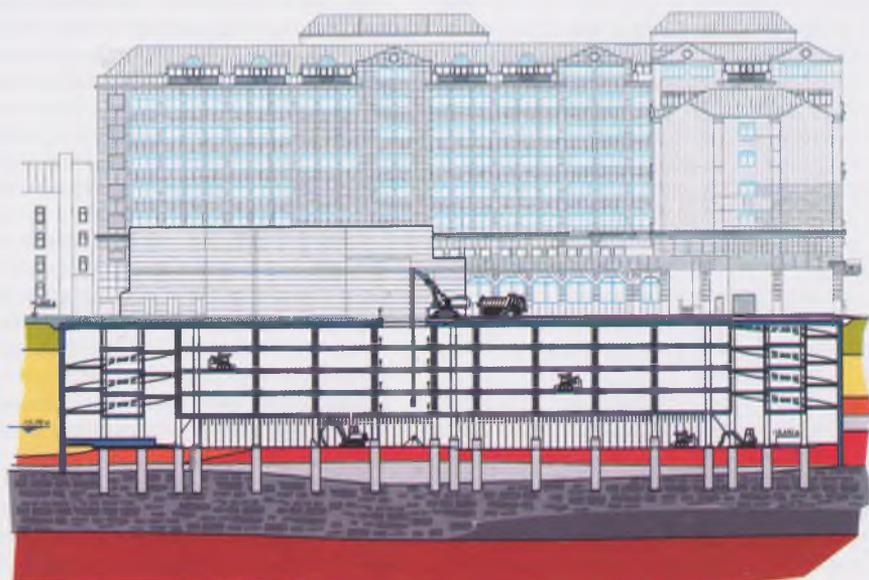
Основываясь на геотехническом прогнозе деформаций близлежащих зданий при открытом способе и учитывая стесненность условий строительства, на протяжении более полугода мы настоятельно рекомендовали генеральному подрядчику – финской фирме «SKANSKA East Europe Oy» перейти на полужакрытый способ строительства, а застройщику – ЗАО «Сиракузы» – заменить некомпетентных в подземном строительстве проектировщиков.

Когда возведение укороченных траншейных стен практически было завершено, застройщик принял решение об увеличении этажности подземной автостоянки с 4-х до 5-ти уровней, обосновывая его более глубокой проработкой планировки отдельных сооружений комплекса и коммерческой целесообразностью.

В сложившейся ситуации в ноябре 2001 г. ЗАО «Сиракузы» заказало нам проект основных технических решений, позволявший сопоставить варианты открытого и полужакрытого («top-down») способов строительства и принять правильное решение.

Понадобилось еще несколько месяцев, чтобы окончательно убедиться в преимуществах полужакрытого способа возведения пятиэтажной подземной автостоянки и получить согласие Московского метрополитена, принимая во внимание,

рис. 3. Строительство подземной автостоянки Многофункционального комплекса «Арбат-Центр» полужакрытым способом. Продольный разрез



- насыпные грунты
- пески крупные, средней крупности и мелкие
- супеси и суглинки
- глины твердые, аргиллитоподобные
- мукка со щебнем и древесной доломита
- известняки разрушенные, кверцитоные
- известняки сильнотрещиноватые, кверцитоные
- глины твердые с линзами доломитов

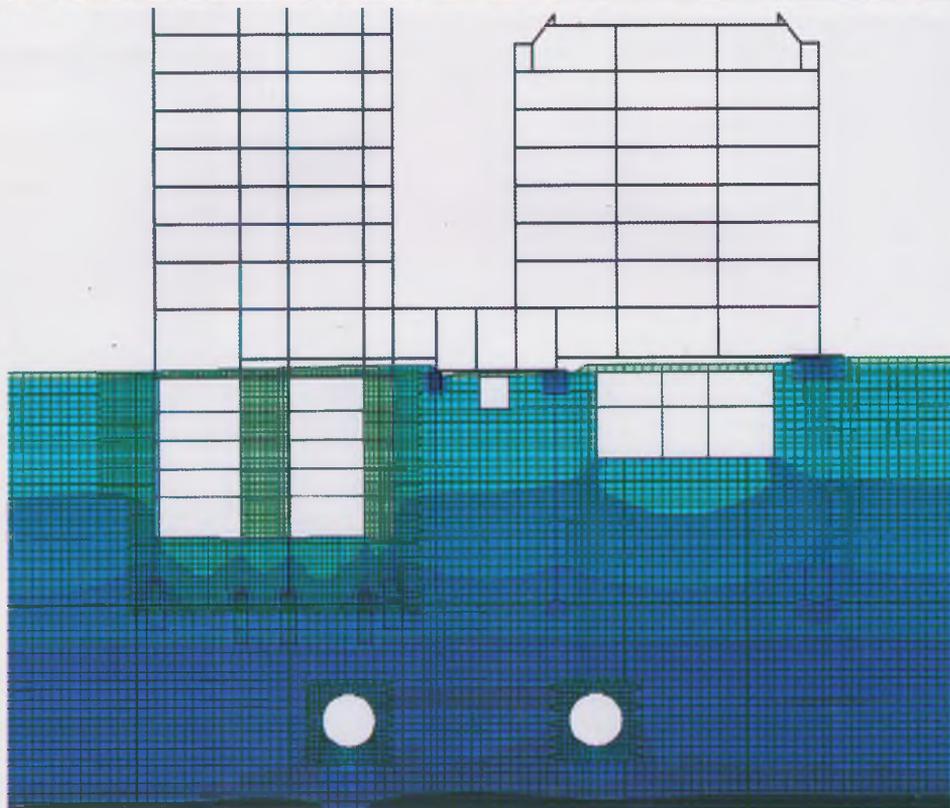


рис. 2. Изополя главных напряжений N3 в грунтовом массиве после завершения строительства Многофункционального комплекса «Арбат-Центр». Расчетная модель отражает:

- в надземной части слева – корпус второй очереди строительства, справа – главный корпус первой очереди строительства;
- в подземной части слева – подземную пятиуровневую автостоянку, справа – станцию метрополитена «Арбатская» Филевской линии, между ними – коллектор, под ними – тоннели метрополитена Арбатско-Покровской линии

мание, что расстояние от цементируемых оснований буровых колонн до шельги тоннелей составляет около 5,5 м (рис. 2).

Именно с учетом дополнительных осложняющих факторов по нашей рекомендации и на основе нашей предварительной проработки застройщиком и генеральным подрядчиком было принято решение о переходе от открытого способа к наиболее безопасному – полужакрытому, который позволял совместить строительство пятиуровневой автостоянки с завершением сооруже-

жения главного корпуса, возведением конструкций пристройки к нему, а также сократить общую продолжительность работ на всем комплексе.

В настоящее время по заказу ЗАО «Сиракузы» нами ведется проектирование всех несущих конструкций, гидроизоляции, общей и специальных технологий сооружения этой подземной автостоянки. Нам поручены техническое сопровождение и консультирование строительства, а также авторский надзор над ним.

Впервые в России на этом объекте с использованием наших «know-how» при возведении подземных многоуровневых автостоянок полужакрытым способом вместе с перекрытиями по схеме «сверху-вниз» сооружаются не только лифтовые шахты и лестничные клетки, но и въездные ramпы с пандусами-серпантинами. Это новшество позволяет использовать конструкцию ramпы в качестве постоянной крепи на каждой из стадий проведения работ, доставлять по ним материалы и малогабаритные изделия, сдавать под отделку и монтаж инженерных систем готовые верхние этажи параллельно со строительством нижних (рис. 3).

В сентябре 2002 г. прекратилась аренда прилегающей к подземной автостоянке территории соседнего владения, и площадь строительной площадки Многофункционального комплекса «Арбат-Центр», занятая практически возведенным несущим каркасом главного корпуса, сократилась до пятна застройки самой автостоянки (около 2800 м²). Иного выхода, как перенести строительную площадку на покрытие подземной автостоянки не осталось. Поскольку над ней возводится параллельно двухэтажная технологическая пристройка к главному корпусу комплекса, реальные размеры строительной площадки автостоянки сократились до 1000 м² (рис. 4).

В результате сокращения стройплощадки и с учетом того, что траншейные стены были выполнены непроектной глубины и рассчитаны на сооружение четырехуровневой подземной автостоянки открытым способом, проектирование и строительство пятиуровневой подземной автостоянки полузакрытым способом при глубине котлована 18,5 м наряду с уникальным стало еще и виртуозным.

Буровые колонны, конструкция и технология возведения которых основаны на наших «know-how», стали ключевым звеном полузакрытого способа.

59 буровых колонн диаметром 72/120 см и длиной 22,5 м из бетона класса В30 установлены полностью российской фирмой ЗАО «Объединение «Ингеоком»» с поверхности стройплощадки в качестве постоянных несущих конструкций, не требующих никакого последующего усиления или доработки, кроме покраски.

Точность выполнения колонн (отклонение от вертикали не более 1:500) достигалась за счет использования собственной силы тяжести цельных арматурных каркасов диаметром 72/98 см при их центрировании в скважинах диаметром 120 см, пробуренных под защитой бентонитового раствора. Допустимое отклонение головки колонн по высоте с учетом конструкции узлов их сопряжения с перекрытиями и фундаментной плитой при этом составляло ± 100 мм. Дополнительно также были выполнены 3 буронабивные сваи диаметром 120 см с оцентрированными арматурными каркасами за внешним контуром подземной автостоянки в качестве фундаментов перспективного многоэтажного офисного здания.

Цементация разрушенных и закарстованных Перхуровских известняков в основаниях буровых колонн и упомянутых свай производилась на глубину 6-7 м до кровли нижележащих Неве-ровских глин по специально разработанному регламенту.

С целью минимизации влияния работ на окружающие здания, сооружения метрополитена и коммуникации при одновременном максимальном сокращении продолжительности строительства в чрезвычайных стесненных условиях, в реализуемом проекте использован комбинированный прием полузакрытого способа возведения подземной автостоянки, характеризующийся нижеприводимой последовательностью производства основных процессов.

После открытой разработки котлована 1-го яруса на противоположной от въездных ворот первой половине подземной автостоянки монтируются перекрытие над 2-м этажом (безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании) (рис. 5), затем внутренние несущие конструкции 1-го этажа (стены рамп, лифтовых шахт и лестничных клеток, а также пилоны) и покрытие в данной зоне. Во время бетонирования внутренних конструкций и покрытия опалубка опирается на возведенное безопалубочным способом перекрытие (рис. 6).

Параллельно таким же методом на подготовленном грунтовом основании возводится первая часть второй половины перекрытия у въездных ворот на стройплощадку. Зона расположения второй части в этот период служит для доставки на стройплощадку материалов и оборудования.

После набора бетоном первой части второй половины перекрытия 40% проектной прочности, она засыпается 53-см слоем песка, по которому сверху укладываются сборные ж.б. до-

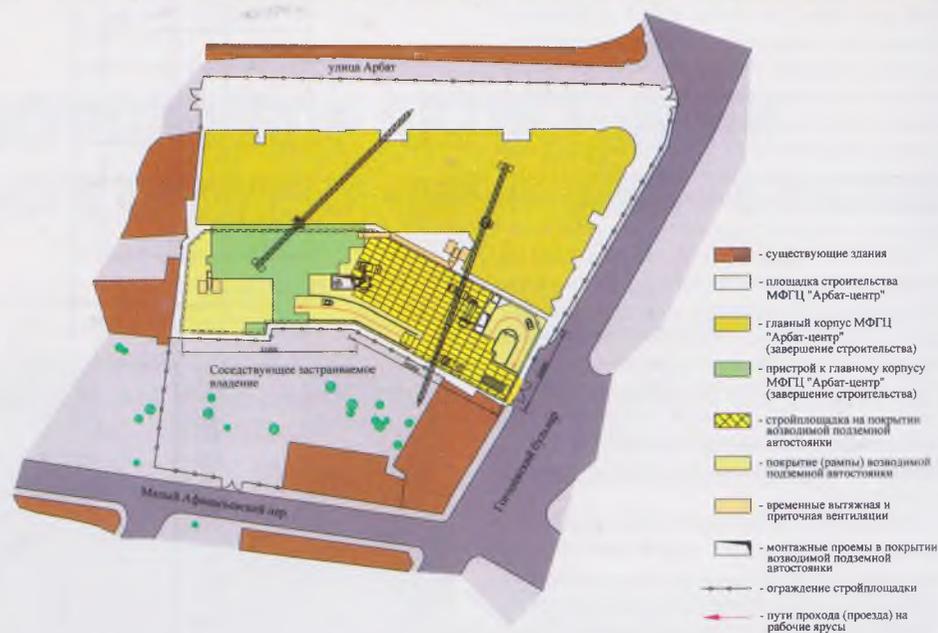


Рис. 4. Строительство подземной автостоянки Многофункционального комплекса «Арбат-Центр» полузакрытым способом. Ситуационный план

рожные плиты толщиной 17 см, и затем сюда переносится въезд на стройплощадку. Таким образом в слое песчаной засыпки удаётся скрыть и защитить от повреждения арматурные выпуски из монолитного ж.б. покрытия, предусмотренные для его связи со стенами, колоннами и пилонами перспективного многоэтажного здания над второй половиной перекрытия автостоянки, а также обеспечить равномерное распределение нагрузок на него от въезжающих автобетоносмесителей, кранового и землеройного оборудования.

Параллельно с работами по завершению укладки покрытия на первой половине подземной автостоянки возводится вторая его часть второй половины безопалубочным способом. Затем аналогичным образом над ней устраивается рабочий уровень временной строительной площадки с защитой арматурных выпусков.

Далее производится разработка грунта 1-го яруса котлована под защитой второй половины перекрытия, над которым размещается временная стройплощадка площадью около 1000 м². Выдача грунта из-под покрытия с непосредственной погрузкой в автосамосвалы осуществляется через специально предусмотренные монтажные проемы грейферным экскаватором. Над первой половиной перекрытия начинается сооружение двухэтажной технологической части главного корпуса комплекса (пристройка), до завершения строительства которой невозможна приемка в эксплуатацию главного корпуса.

Вторая половина перекрытия над 2-м этажом также возводится безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании. Затем под ней монтируются внутренние несущие конструкции 1-го этажа.

Поскольку въездные ramпы расположены по торцам подземной автостоянки и используются в качестве крепи ограждения котлована в процессе разработки грунта под ними, сооружение обеих ramп с 1-го по 4-й этажи производится опережающим порядком по отношению к разработке грунта со 2-го по 5-й ярусы. Горизонтальные площадки ramп при этом сооружаются безопалубочным способом на подготовленных грунтовых основаниях.

Перекрытие над 3-м этажом возводится по-

сле завершения разработки грунта на 3-м ярусе котлована под защитой перекрытия и перекрытия над 2-м этажом. На завершающей стадии строительства 3-го яруса габарит в свету под перекрытием над 2-м этажом составляет 6,3 м. При бетонировании перекрытия над 3-м этажом инвентарная опалубка опирается посредством деревянных лаг на упрочненное трамбовыванием щебня грунтовое основание. Следом возводятся внутренние несущие конструкции 2-го этажа.

Разработка грунта на 4-м ярусе котлована производится под защитой перекрытия и перекрытий над 2-м и 3-м этажами. На завершающем этапе габарит этого яруса в свету под перекрытием над 3-м этажом составляет 6,15 м. Затем безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании возводится перекрытие над 5-м этажом, а с опиранием инвентарной опалубки на него – внутренние несущие конструкции 4-го этажа и перекрытия над ним. Внутренние несущие конструкции 3-го этажа возводятся с опиранием опалубки на ранее сооруженное перекрытие над 4-м.

Такой порядок производства работ на 3-м и 4-м ярусах, а также особая технология разработки грунта на 5-м, вызваны недостаточным заглублением и армированием траншейных стен на нем, выполненных в натуре под возведение четырехуровневой подземной автостоянки открытым способом.

Строительство 5-го яруса начинается с разработки центрального ядра вдоль всей автостоянки с сохранением пристенных защитных берм шириной не менее 5 м. Пройденная штольня используется для последующего челночного и непрерывного производства работ по доработке грунтовых берм и возведению фундаментной плиты отдельными захватками шириной около 8 м.

Разработке грунта на 5-м ярусе предшествует опережающий внутрикотлованный открытый водоотлив из семи водосборных колодцев насосами ГНОМ 25-20 производительностью 25 м³/ч.

По мере разработки центрального грунтового ядра вдоль образующейся штольни открываются неглубокие траншеи, и в них по уклону в сторону центрального монтажного проема



Рис. 5. Возведение первой половины перекрытия над 2-м этажом безопалубочным способом. Подготовка грунтового основания



Рис. 6. Возведение первой половины покрытия. Опалубочные и арматурные работы

укладываются трубчатые дренажи, обернутые геотекстильным фильтром Turar SF 27, соединяющие ранее возведенные водосборные колодцы. Временный пластовый дренаж позволяет убрать воду со дна котлована центрального ядра и контролировать водоотлив при последующих земляных, гидроизоляционных и бетонных работах.

Внутренние несущие конструкции 5-го этажа, включая пандусы обеих рамп, возводятся по мере завершения захваток фундаментной плиты и набора ими 40% прочности. На завершающей стадии строительства подземной автостоянки ликвидируются временные монтажные проемы в перекрытиях и покрытиях. Предварительно, после завершения земляных работ, через эти проемы с помощью автокрана извлекается землеройное оборудование.

После завершения сооружения пристройки к главному корпусу над первой половиной покрытия выполняются гидроизоляция и утепление покрытия, обратная засыпка и благоустройство территории, а на второй половине разворачиваются работы по возведению многоэтажного офисного здания.

Устройство монолитных железобетонных конструкций подземной автостоянки осуществляется турецкой фирмой – ЗАО «МЕБЕ».

Земляные работы производятся с помощью следующего оборудования, имеющегося в наличии у российского подрядчика – строительно-промышленной компании «Виктория»:

- экскаватора «Hitachi EX200-5» («обратная лопата») с емкостью ковша 0,8 м³ для открытой разработки на 1-м ярусе;
- малогабаритного экскаватора «Hitachi EX30» с емкостью ковша 0,08 м³ для доработки

грунта вдоль траншейных стен и вокруг буровых колонн на 1-м ярусе при открытой разработке;

- двух малогабаритных экскаваторов «Hitachi EX30» для разработки грунта под второй половиной покрытия на 1-м ярусе и под перекрытием над 2-м этажом на 2-м ярусе сплошным забоем, а также под рампами со 2-го по 4-й ярусы;

- двух бульдозеров ДЗ-42В на базе трактора ДТ-75 для транспортировки разработанного грунта на 2-м ярусе в зону монтажных проемов;

- экскаватора «Hitachi EX200-5» с навесным грейферным оборудованием для выдачи грунта из-под перекрытий при экскавации на 2-м и 3-м ярусах котлована и его погрузки непосредственно в автосамосвалы КАМАЗ-65115, МАЗ-5551 или ЗИЛ-4520 для вывоза грунта в отведенный за городской чертой отвал;

- двух бульдозеров ДЗ-42В на базе трактора ДТ-75 для разработки и транспортировки грунта на 3-м и 4-м ярусах в зону монтажных проемов с доработкой грунта вдоль траншейных стен и вокруг буровых колонн двумя малогабаритными экскаваторами «Hitachi EX30»;

- экскаватора «Atlas 1704» с навесным грейферным оборудованием для выдачи породы из-под перекрытий при экскавации на 4-м и 5-м ярусах котлована и погрузки ее непосредственно в автосамосвалы;

- двух малогабаритных экскаваторов «Hitachi EX30» для опережающей разработки центрального грунтового ядра (штольни) под перекрытием над 5-м этажом на 5-м ярусе и последующей доработкой пристенных защитных берм;

- двух малогабаритных автопогрузчиков «UNC 061» для транспортировки разработан-

ного грунта на 5-м ярусе в зону монтажных проемов, отсыпки и планировки щебеночной подготовки на каждом из ярусов с последующим уплотнением ее с помощью ручного катка типа BW60S.

Гидроизоляция фундаментной плиты принята из геосинтетиков с учетом особенностей гидрогеологических условий строительства и отсутствия гидроизоляции траншейных стен, выполненных с уплотнением стыков между панелями по технологии французской фирмы «Soletanche Bachy». С этой целью нами специально разработана модифицированная конструкция гидроизоляции из геосинтетиков с внутренним упрощенным страховочным дренажным слоем и секционным уплотнением стыков между фундаментной плитой и траншейными стенами.

Особую сложность представляет гидроизоляция покрытия, заглубленного до 1,4 м и над первой половиной которого размещается здание двухэтажной пристройки к главному корпусу, а над второй – стены и пилоны перспективного многоэтажного офисного здания; к тому же обе части прорезаны продольным пандусом одной из рамп и множеством вентиляционных проемов. Причем обе половины покрытия, как и весь несущий каркас подземной автостоянки, разделены деформационным швом на две примерно равные части. Именно по этой причине нами была разработана индивидуальная комбинированная конструкция гидроизоляции из геосинтетиков, предусматривающая надежное уплотнение каждого из узлов обрыва гидроизоляции на покрытии, стенах, колоннах и пилонах.

Перспектива строительства линии и объектов Московского метрополитена



В. И. Иванчиков,
заместитель начальника
Московского метрополитена

Правительством Москвы Постановлением от 07.05.2002 № 337-ПП утверждена «Программа развития метрополитена и других видов скоростного внеуличного транспорта до 2015 года», согласно которой за период 2002-2015 г. планируется построить не менее 80 км новых линий и довести общую протяженность сети метрополитена до 340 км (в настоящее время она составляет 264,4 км). Она базируется на проекте «Генерального плана развития города Москвы на период до 2020 г.», территориальной комплексной схеме развития транспорта, схеме развития метрополитена, проектных материалах развития метрополитена и других видов скоростного внеуличного транспорта – ТЭО строительства линий и объектов метрополитена, легкого и мини-метро.

Программа развития метрополитена до 2015 г. одобрена Мосгордумой Постановлением от 27.11.2002 № 329.

При формировании Программы до 2015 г. за

основу также принят «План развития метрополитена на период 2001-2005 гг.», предусматривающий максимальную концентрацию средств на строящихся объектах с целью ускорения реального ввода мощностей, повышения технологической безопасности подземных выработок и предотвращения аварийных ситуаций, исключения роста объемов незавершенного строительства.

Необходимый лимит средств на осуществление данной программы предусмотрен в размере 137847,4 млн руб. Конечно, любые долгосрочные планы можно критиковать с разных точек зрения, но в то же время экономический подъем в строительной отрасли, в том числе в транспортном строительстве, – это реалии сегодняшнего дня.

Выход из тупика в условиях резкого снижения финансовой поддержки метростроения в Москве со стороны федеральных органов видится также в разрывании проектирования новых видов транспорта, дополняющих существующие по скоростям сообщения, провозным способностям и имеющим различные технико-эксплуатационные показатели и способы прокладки: наземного (легкого) и мини-метрополитена, городской железной дороги по трассе Малого кольца МЖД и скоростной железной дороги в направлении «город – аэропорт» (СТС), монорельсовой транспортной системы.

Предполагается, что мини-метрополитен будет обслуживать центр города, в частности комплекс Московского международного делового центра «Москва-Сити». До 2005 г. заканчивается строительство первоочередной линии этого скоростного пассажирского транспорта от площади Киевского вокзала до ММДЦ «Москва-Сити» протяженностью 2,72 км с тремя станциями. Линия будет интегрирована с действующей Филевской линией метрополитена.

Наземный (легкий) метрополитен предназначен для транспортного обслуживания периферийных районов, расположенных за границей МКАД. До 2005 г. предусмотрен ввод в эксплуатацию Бутовской линии легкого метрополитена протяженностью 9,7 км с семью станциями, которая будет соединять район Южное Бутово со станцией «Бульвар Дмитрия Донского» Серпухов-

ско-Тимирязевской линии, и пересадочного узла между ними. Рассматривается возможность развития линий легкого метрополитена в новый район Солнцево от станции «Юго-Западная».

В настоящее время в Москве силами управлений «Мосметрострой» и «Трансинжстрой» с привлечением различных субподрядных организаций сооружаются семь новых участков Московского метрополитена общей протяженностью около 41 км, а также второй выход на ст. «Маяковская».

Однако из-за недостаточного финансирования значительно увеличиваются нормативные сроки строительства объектов, непроизводственные затраты, необходимые для поддержания объектов и выработок в безопасном состоянии.

В настоящее время выпущено Постановление правительства Москвы «О плане развития метростроения на 2003-2004 гг.» и готовится к обсуждению во 2-м чтении в Московской Городской Думе проект Закона «О плане метростроения в г. Москве на 2003-2007 гг.», в которых предусматривается строительство и ввод в эксплуатацию линий и объектов метрополитена (см. табл.)

Планируется продолжить основные работы на участках: «Митино» – «Строгино», «Строгино» – «Крылатское» – «Парк Победы» Митинско-Строгинской линии, «Красногвардейская» – «Братеево» Замоскворецкой линии, «Чкаловская» – «Трубная площадь», «Трубная площадь» – «Марьино Роща», «Марьино» – «Зябликово» Люблинско-Дмитровской линии, начинается подготовка к строительству линии в Солнцево с вводом её в эксплуатацию в 2005 г.

На реконструкцию, техперевооружение и замену подвижного состава, выработавшего свой ресурс, Московскому метрополитену требуется выделять, начиная с 2003 г., 1300 млн руб. ежегодно.

Общая потребность в финансовых средствах на период 2001-2005 гг. составляет 36072,4 млн руб. в ценах 2001 г. с ожидаемыми индексами цен в метростроении в 2003-2005 гг. – 38373,1 млн руб.

Распределение средств по источникам финансирования выполнено в двух вариантах: из расчета государственной поддержки метростроения в Москве в размере 20% (распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.10.2000 № 1433-р) и 50% от общего объема необходимых финансовых средств.

Учитывая особый статус Москвы, как столицы Российской Федерации, а также значительное отставание развития Московского метрополитена по сравнению с другими столицами мира, предлагается просить Министерство транспорта РФ обеспечить государственную поддержку московского метростроения в размере 50% от общего объема необходимых финансовых средств.

В 2002 г. сданы в эксплуатацию станция «Воробьевы горы» и участок Серпуховско-Тимирязевской линии от ст. «Аннино» до ст. «Бульвар Дмитрия Донского», реконструкция с заменой эскалаторов ст. «Павелецкая».

Принятие программы, заинтересованный подход правительства Москвы к их реализации позволяют с оптимизмом смотреть в перспективе развития Московского метрополитена.



Таблица. План метростроения в Москве на 2003-2007 гг.

Линия метрополитена	Участок	Протяженность
Арбатско-Покровская	«Киевская» – «Парк Победы»	4,2 км (2003 г.)
Люблинско-Дмитровская	«Чкаловская» – «Трубная»	3,72 км (2005-06 гг.)
Замоскворецкая	Второй выход ст. «Маяковская»	1 выход (2004 г.)
Легкий метрополитен		
1. Бутовская:		
1.1.	«Бульвар Дмитрия Донского» – «Бунинская аллея»	5,8 км (2003 г.)
1.2.	«Бунинская аллея» – «Чечерский проезд»	2,6 км (2004 г.)
1.3.	«Чечерский проезд» – «Новокурьяново» с электродепо	2,4 км (2005 г.)
2. Солнцевская	«Юго-Западная» – «Солнцево»	10 км (2005 г.)
Мини-метрополитен		
«Киевская» - ММДЦ «Москва-Сити»		2,72 км (2004 г.)
		Всего: 31,44 км



164-я СТАНЦИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО

26 декабря 2002 г. сдана в эксплуатацию станция "Бульвар Дмитрия Донского". Она является последней станцией этой линии в южном направлении. Здесь будет осуществляться пересадка пассажиров на одноименную станцию Бутовской линии.

Длина введенного в эксплуатацию участка – 2,2 км.

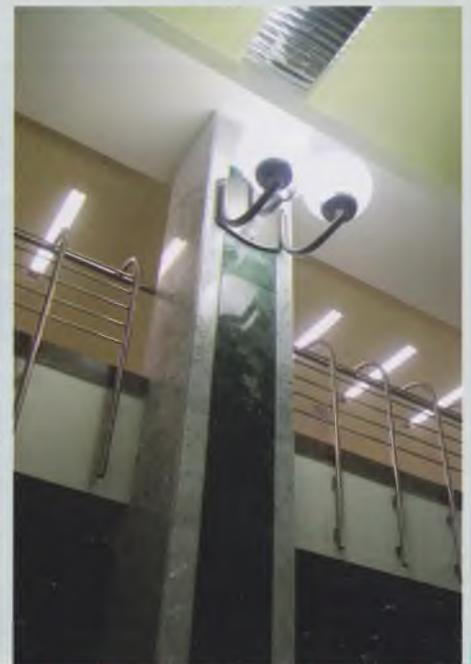
Станция колонного типа с галереями над путями, позволяющими разгрузить платформу станции при пересадке пассажиров.

Архитектурная отделка станции и вестибюлей выполнена в традиционном для метрополитена стиле – мрамор и гранит. Пугевые стены облицованы светлым мрамором "Коелга" со вставками из гранита "Возрождение" темного цвета. На этих вставках располагается название станции и маршрутные схемы. Полы "Бульвара" покрыты полированными гранитными плитами черно-красного и серого цвета, образующими простой геометрический рисунок в старорусском стиле.

Потолки на станции, галереях, вестибюлях – подшивные, выполнены из алюминиевого профиля светлых тонов с зеркальными вставками. Все лестничные сходы оборудованы павильонами с карнизами из алюминиевых профилей, с подшивными потолками "LUXALON" в служебных помещениях и витражами по всему периметру.

Колонны со стороны среднего зала покрыты светлым мрамором "Каррара" со вставками темно-зеленого мрамора "Верде-Гватемала". В верхней части колонн расположены светильники-бра, состоящие из 3 шарообразных плафонов матового стекла. Бра – основной источник света на центральной платформе. Кроме того, они дополнительно освещают галерею. Части платформы, где происходит посадка пассажиров на поезда, освещаются подвесными светильниками с четырьмя люминесцентными лампами. Выход со станции и пересадка на платформы легкого метро осуществляется по широким лестничным маршам, облицованным полированными плитами мрамора и гранита. (Подробнее о проектно-планировочных решениях см. "МГТ № 3" за 2002 г.)

В конце следующего 2003 года планируется сдать в эксплуатацию первый пусковой участок Бутовской линии длиной 6,2 км с пятью станциями.





«ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ»

СНОВА В СТРОЮ ДЕЙСТВУЮЩИХ СТАНЦИЙ

В декабре 2002 г. в Москве после почти двадцатилетнего перерыва вновь открылась для пассажиров станция метро «Воробьевы горы» Сокольнической линии.

Самое интересное, что это совершенно новый объект.

Г. М. Сандул

В 1983 г. при обследовании конструкции станции (в то время она называлась «Ленинские горы») выяснилось, что мост через Москва-реку находится в аварийном состоянии, и станция была закрыта. Сломали все: и вестибюль, и платформу, и стены, и приступили к новому строительству.

При реконструкции моста существенно изменились габариты станции: она стала на 4 м шире и на 100 м длиннее, увеличилась междупутье с 20,5 до 23,3 м, высота потолка, усилены элементы каркаса. Несмотря на гигантские объемы, сооружение получилось удивительно целостным и легким.

Станция «Воробьевы горы» расположена в нижнем ярусе метромоста, и вместе с вестибюлем ее длина составляет 530 м.

Два вестибюля станции возведены практически заново. Теперь они стали гораздо шире, просторнее. Высота потолка увеличилась до 15 м. Все металлоконструкции защищены от коррозии.

Отдельным сооружением является городской кабельный коллектор связи, идущий над станцией и спускающийся на землю в зоне вестибюлей. Ранее он был проложен на крыше станции. Теперь на левом берегу Москва-реки кабель спускается в отдельно стоящую башню, примыкающую к наружной лестнице вестибюля. На правом берегу башня решена в виде Триумфальной арки, т. е. с проходом пассажиров посередине. Фасады обеих башен решены в едином стиле с основным сооружением.

Левый вестибюль двухэтажный с 4-мя лентами эскалаторов, которые связывают вести-

бюль с платформой станции. Он расположен в непосредственной близости от ярмарки в Лужниках, а также жилых кварталов между Фрунзенской набережной и Комсомольским проспектом. Вестибюль на правом берегу многоуровневый. Он возведен в парке «Воробьевы горы» и имеет два входа: с нижнего уровня – с Андреевской набережной, с верхнего – через Триумфальную арку. Фундаменты вестибюлей усилены бурой инъекционными сваями.

Станция оборудована большим количеством служебных и технологических помеще-

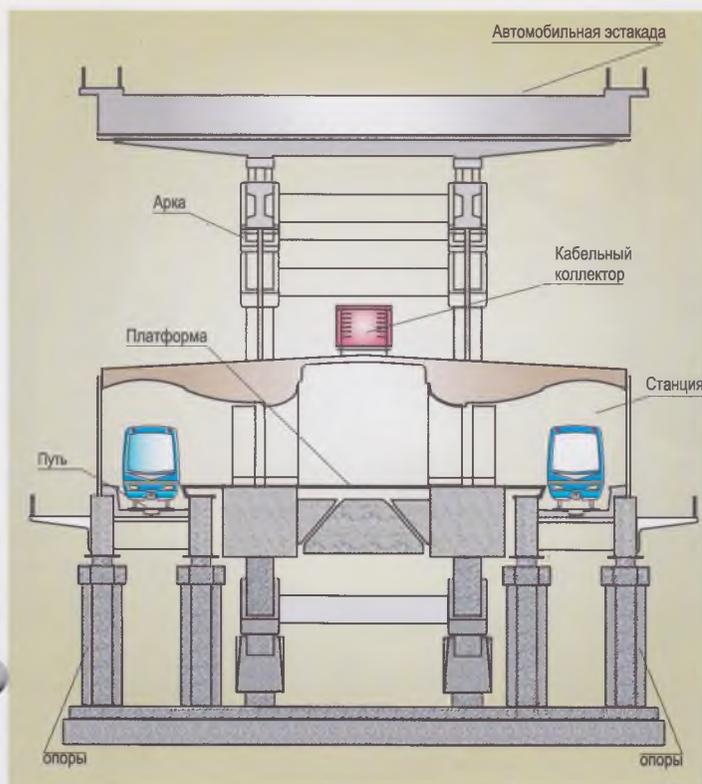
ний. Диспетчерский пункт впервые расположен на платформе.

Говоря об архитектуре станции «Воробьевы горы», следует сказать, что она кардинально отличается от ранее эксплуатируемой. В 50-е годы, когда возводилась станция «Ленинские горы», велась активная борьба с излишествами. Сооружение было чисто утилитарным: асфальтовый пол, голые колонны и потолок.

Станция «Воробьевы горы» за счет новых планировочных решений получилась легкой и объемной, а использование современных

Платформенный участок станции





Поперечное сечение станции



Вестибюль станции

отделочных материалов и композиционных присмов ставит ее в ряд архитектурных достижений XXI века. Объемно-планировочное решение, интерьеры, фасады разумны и целесообразны.

Сочетание современных и традиционных материалов вписалось в архитектуру очень гармонично. Платформенный участок станции вместе с подходными коридорами решен в едином архитектурном ключе.

Полы платформы выложены термообработанным гранитом. Причудливо подшивные потолки со встроеными в них светильниками выполнены из алюминиевых материалов: легкого алюминиевого реечного профиля типа «Люксалон» и композитного импортного материала «Алькобонд».

Удачно выполнена отделка стен белым мрамором «Коелга» со вставками из мрамора «Лиственник» темно-зеленого цвета. Причем облицовка осуществлялась по новой технологии - насухо, без применения цементных растворов. Плиты мрамора крепились на отnose от стен по алюминиевому каркасу. Это облегчило и ускорило отделочные процессы, а также позволило сгладить визуальную неровности существующих стен.

Вместо привычных путевых стен на станции установлены стальные рамы со стеклопакетами. Это делает станцию в дневное время очень светлой. Кроме того, открывается завораживающая панорама на Москва-реку, здание МГУ, стадион «Лужники», Андреевский монастырь и т. д.

Цоколь путевой стены облицован панелями «Алькобонд», причем часть из них съемная - для обслуживания кабелей. Колонны и тяжи также обшиты этим материалом. Основная тема в архитектуре - это связь с водой - Москва-рекой. Станция по конструкции задумывалась как палуба корабля. Об этом свидетельствует подвесной

потолок волнообразной формы. Вздыхающийся над путями, он спадает к тяжам (подвескам) и вновь поднимается над краем платформы.

Световые полосы над краем платформы, подвешенные на ребрах, подчеркивают линию потолка.

Стены вестибюлей, как и подходных коридоров, отделаны белым мрамором «Коелга» и темно-зеленым «Лиственник». Наружные стены облицованы термообработанным гранитом «Черноморский» со вставками из полированного гранита того же месторождения. Верх стен вестибюлей венчают карнизы из композитного материала «Алькобонд».

Освещение вестибюлей решено с помощью торшеров и настенных бра.

Для наблюдения за посадкой и высадкой пас-

ажиров из вагонов поездов, вместо привычных зеркал используются размещенные на платформах телеустановки.

Архитектурный проект станции «Воробьевы горы» разработали архитекторы ОАО «Метрогипротранс»: Л. Л. Борзенков, А. Л. Вигдоров, Н. В. Расстегняева, Г. С. Мун под руководством Н. И. Шумакова.

Конструкторы: Е. А. Мелешонкова, Н. Г. Корнеева, Е. А. Белярова.

Комплексный проект подготовил главный инженер проекта Г. И. Петров.

ООО «Организатор» в полном объеме обеспечило финансовыми средствами строительство и реконструкцию данного объекта. Работы по реставрации моста выполнил Мостоотряд № 4, а возводили ст. «Воробьевы горы» коллективы СМУ № 5 и СМУ № 6 Мосметростроя.



Переходной коридор из вестибюля на платформенную часть станции





«АЗИ АСЛАНОВ» - ПОСЛЕДНЯЯ СТАНЦИЯ ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА

Ш. К. Эфендиев,
председатель
АО «Азертоннельметрострой»

Сданная в декабре 2002 г. в эксплуатацию станция «Ази Асланов» - последняя на Восточном участке III очереди метрополитена г. Баку.

Участок является продолжением действующей линии «Баку Совети» - «Ахмедлы» и служит для обеспечения транспортного обслуживания жилых районов 8-й километр и Ахмедлы с населением свыше 500 тыс. человек.

Участок включает в себя одну станцию с тупиком для оборота поездов и примыкающие перегонные тоннели между ст. «Ахмедлы» и «Ази Асланов».

Трасса от ст. «Ахмедлы» до конца тупиков за ст. «Ази Асланов» протяженностью 1561 м является продолжением линии I очереди. Положение участка, как и всей трассы, обусловлено размещением станции в наиболее пассажирообразующих пунктах, а так же в увязке со сложившейся планировочной структурой района и перспективой развития городской застройки. На перегоне «Ахмедлы» - «Ази Асланов» применен максимально допустимый уклон $I=0,040$ (спуск к ст. «Ази Асланов»).

«Ази Асланов» располагается на пересечении улиц М. Хади и Х. Мамедова. Станция мелкого заложения, тупиковая, с платформой островного типа размером 113×10 м, с двумя подземными вестибюлями, соединенными подуличными пешеходными переходами. За станцией размещается оборотное устройство с линейным пунктом. В перспективе станция будет пересадочной на линию «Хатаи» - «Юнешли» (IV очередь). Южный вестибюль спроектирован с учетом обеспечения пересадки по соединительному коридору.

В связи с тем, что расчетная годовая грузонапряженность на участке не превышает 20 млн т/км на 10-й год эксплуатации, путь уложен из рельсов типа Р50 на сосновых шпалах типа IA длиной 2,65 м на перегонах.

Путевое развитие оборотного тупика обеспечивает подачу поездов на каждую из 2-х смотровых канав для профилактического осмотра, оборота и ночного отстоя. Для отвода воды в тоннелях в путевом бетоне по оси пути устроены лотки шириной 0,6 м и глубиной 0,34-0,36 м от верха шпала до дна. В подпутеводном основании уложены дренажные трубы с устройством дренажных колодцев.

В геологическом строении участка принимают участие отложения Бакинского возраста, литологически представленные глинами средней плотности, местами плотными, переходящими в тяжелый слистый сулинок.

Грунтовые воды распространены в отдельных песчаных линзах мощностью 1,5-2,0 м с гидростатическим давлением 5-25 м. Подземные воды здесь имеют суль-

фатную агрессивность к бетонам, высокую коррозионность к металлическим конструкциям.

По инженерно-геологическим условиям участок строительства между ст. «Ахмедлы» и «Ази Асланов» является относительно благоприятным, за исключением отдельных местных обвалов и отслаиваний пород в процессе проходческих работ. По сейсмичности участок относится к 8-бальной зоне.

Строительство всех станционных сооружений велось открытым способом. Несущие конструкции выполнены в сборномонolithicном железобетоне с использованием сборных типовых элементов, изготовление которых освоено заводом железобетонных конструкций АО «Азертоннельметрострой».

Для сборных железобетонных элементов заводского изготовления применяются бетоны марки М-300 (класса В25 и В15). Для армирования используется арматурная сталь классов АIII и АI.

В качестве перегородок в служебных по-

мещениях вестибюлей и СТП применяется местный строительный материал – известняковый камень «Кубик», а для гидроизоляции сооружений – прогрессивный оклеечный материал гидростеклоизол марки Т, наклеиваемый без мастики путем наплавления. Защита гидроизоляции стен от механических повреждений производится стенкой из камня «Кубик», а перекрытий – слоем из тощего бетона, армированного проволочной сеткой. Все открытые поверхности металлоконструкций покрыты пожаробезопасными антикоррозийными красками.

Так как средняя температура окружающего воздуха в районе строительства в январе равна +5° С, то теплоизоляция не предусмотрена.

Платформенный участок станции колонного типа с шагом колонн 6 м, шириной платформы 10 м, длиной 113 м (на 5 вагонов). Конструкция лотка, несущих колонн, балки – монолитные, перекрытия – из сборного железобетона.

Вестибюль № 1 колонного типа длиной 45,1 м. Шаг колонн 4 м. Стены, колонны, балки, лоток – из монолитного железобетона. Перекрытия – из сборного железобетона. Процент сборности 12,5. Вестибюль оборудован тремя лентами эскалатора ЭТ-5М для подъема и спуска пассажиров, демонтажным ходком и шахтой для демонтажа эскалаторных устройств.

Вестибюль № 2 также колонного типа длиной 51,1 м. Конструкции аналогичны конструкциям вестибюля № 1. Он оборудован двумя лентами эскалатора ЭТ-5 для подъема пассажиров и лестницей шириной 2,5 м для спуска. Лотковая плита вестибюля усилена для проходки под ним в перспективе перегонных тоннелей IV очереди.

Все перегонные тоннели и притоннельные сооружения выполнялись закрытым способом без вскрытия дневной поверхности, что исключало перекладку подземных коммуникаций. Сооружение осуще-

ствлялось через ствол шахты № 82 в сторону станции «Ахмедлы» при помощи щитов. Для перегонных тоннелей, в зависимости от глубины из залегания, примыкания других сооружений, геологических и гидрогеологических условий и других факторов, применены следующие типы обделок: чугунные тубинги Дн = 5,49 м завода «Лентрублин», железобетонные блочные унифицированные Дн = 5,5 м. Для монтажа и демонтажа щитов прошли камеры из чугунных тубингов Дн = 6 м.

Общая длина перегонных тоннелей сданного участка – 1108 м (в двухпутном исчислении).

Протяженность отрезков линии по типам обделок составила:

чугунная тубинговая (Дн = 5,49 м) – 816 пог. м;

чугунная тубинговая (Н = 6,92 м, В = 6,47 м) – 26 пог. м;

сборная железобетонная блочная унифицированная (Дн = 5,5 м) – 1374 пог. м.

Проходку тоннелей вели в сложных гидрогеологических условиях. По трассе залежали грунты, известняки, глины верхнетретичного возраста, пески и суглинки. В районе строительства располагались водоносные горизонты со свободным уровнем, а также содержащие напорные воды. Грунтовые воды обладали сульфатной агрессивностью, приводящей к высокой коррозионной активности к бетону и металлу. Поэтому обделки тоннелей смазывались с тыльной стороны специальной мастикой и слоем гидростеклоизола.

Гидроизоляция швов сборных конструкций осуществлялась расчеканкой быстро уплотняющимся цементным составом, а болтовые отверстия – сферическими металлическими и битумными шайбами.

Вентиляционные системы рассчитаны для воздухообмена 40 пар пятивагонных поездов. Охлаждение части приточного воздуха в форсуночной камере осуществляется оборотной водой, охлаждаемой хо-

лодильными машинами. На случай пожара смонтирована реверсивная система вентиляции.

Электроснабжение тяговых, силовых и осветительных нагрузок осуществляется от совмещенной тягово-понижительной подстанции, которая, в свою очередь, обеспечивается энергией от городской системы переменным током напряжением 10,5 кВ.

Основные объемы работ, выполненных при возведении станции:

– земляных работ – 228600 м³;

– уложено бетона и железобетона – 33050 м³;

– уложено путей – 3340 пог. м;

– уложено контактного рельса – 3319 м;

– облицовано поверхностей гранитом и мрамором – 6172 м²;

– смонтировано металлоконструкций – 595 т;

– смонтировано алюминиевых изделий – 3,5 т.

Отделка вестибюлей решена лаконично, в сочетании мрамора белых и серых тонов. Посадочный зал – в виде анфилады двухрядовой колоннады. Колонны прямоугольного сечения, облицованные гранитом темного цвета, завершаются капителями в виде выступающих балок-консолей.

Отделка стен сходов, проходов и вестибюлей выполнена мрамором светлых тонов, подчеркивая национальный колорит. Стены платформенного участка отделаны мрамором светлых тонов, с включениями полос из черного гранита. Полы выложены серым гранитом с геометрическим рисунком.

В отличие от других станций, над посадочной платформой смонтированы 3 люстры больших размеров, напоминающие сталактиты, с вкрапленными лампами освещения.

Автор – архитектор А. Абдуллаев.

Введенный в эксплуатацию участок оборудован всеми видами связи: оперативной сигнализацией, громкоговорящим оповещением, поездной радиосвязью, устройствами теленаблюдения.

Завершающие строительные работы были начаты в октябре 2001 г. Оставшиеся объемы на самой станции были выполнены за счет гранта, выделенного Европейским союзом в размере 4 млн евро.

Проходка тоннелей была закончена за счет средств, выделенных Правительством Азербайджанской Республики. Для быстрого завершения работ были мобилизованы все подразделения АО «Азербайджанский метрострой» и ряд специализированных монтажных организаций Республики, а для монтажа эскалаторов были приглашены специалисты Российской Федерации.

За короткий срок, всего за 14 месяцев (вместо 17), все работы были закончены.

Выход со станции в вестибюль



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Е. И. Пудовиков, А. П. Застава,
Д. А. Кононов, А. Д. Борисова,
О. Е. Чистякова, Ю. В. Броерский,
ЗАО «Завод по ремонту
электроподвижного состава»

Контроль осей КП при полном и обыкновенном освидетельствовании

С 1999 г. в Московском метрополитене наряду с вагонами типа «Е» и серии 81-714/717 эксплуатируются новые вагоны типа «Яуза», конструкция КП которых значительно отличается от ранее применяемых:

- увеличены сечения оси: шейки с диаметром 110 до 130 мм; подступичных частей с диаметром 165 до 180 мм и средней части – со 150 до 160 мм;

- на торцевой поверхности оси имеются отверстия для фиксации колец подшипников;
- средняя часть оси закрыта валом передаточного механизма.

Для проведения ультразвукового контроля осей КП разработаны четыре инструкции контроля:

- при полном освидетельствовании КП с подрезиненными и цельнокатанными колесами вагонов типа «Е» и серии 81-714/717 и отдельная – для вагонов типа «Яуза». Контроль проводится до монтажа подшипников буксового узла;

- при обыкновенном освидетельствовании осей КП вагонов типа «Е» и серии 81-714/717 и отдельная – для вагонов «Яузы». Контроль осуществляется без снятия колец буксовых подшипников. Эти инструкции также позволяют вести контроль осей КП без выкатки из-под вагона.

Настройка чувствительности контроля проводится по СОП, имеющим КО, отражающая способность которых сопоставлена с отражающей способностью КО диаметром 6 мм на глубине 44 мм в стандартном образце СО-2 по ГОСТ 14782. Необходимо отметить, что в настоящее время на многих предприятиях метрополитенов и МПС настройку чувствительности контроля осуществляют по КО в осях контрольных КП. Отсутствие требований к проверке отражающей способности КО, от величины которой зависит браковочная чувст-

вительность контроля, приводит к тому, что одна и та же ось в зависимости от отражающей способности КО в имеющейся оси контрольной КП может быть забракована в одном депо и считаться годной по результатам контроля в другом депо.

При контроле средней части оси с торцевых поверхностей прямым ПЭП на экране дефектоскопа зачастую можно наблюдать ложные эхосигналы, обусловленные не отражением от трещины, а переотражением ультразвука от напрессованных элементов и галтельных переходов оси. В связи с этим при разработке инструкции нами проводились измерения амплитуды шумовых эхосигналов при контроле 50-70 осей каждого типа, прошедших магнитопорошковый контроль до и после формирования КП. Анализ полученных результатов показал, что для обеспечения амплитуды шумовых сигналов в 2 раза меньше браковочного уровня и выравнивания чувствительности по всей зоне контроля необходимо использовать временную регулировку чувствительности (ВРЧ) или проводить оценку допустимости эхосигналов по браковочной линии, нанесенной на экран дефектоскопа. При наличии в зоне контроля эхосигналов, превышающих браковочный уровень, с целью исключения ложной перебраковки осей КП окончательное решение о допустимости осей КП вагонов типа «Е» и серии 71-714/717 к дальнейшей эксплуатации необходимо принимать только после подтверждающего контроля со средней части оси наклонными ПЭП с углами ввода 50° и 60°. К сожалению, наличие полого вала передаточного механизма, закрывающего среднюю часть оси КП вагона типа «Яуза», не позволяет провести такой контроль.

В 1998 г. в электродепо «Владыкино» Московского метрополитена была задержана КП с цельнокатанными колесами из-за наличия при контроле с торца 2-й шейки прямым ПЭП эхо-

ЗАО «ЗРЭПС» проводит капитальный и средний ремонт вагонов метрополитена типа «Е» и серии 81-714/717 и их узлов, а также осуществляет новое формирование и ремонт колесных пар (КП) этих вагонов и вагона типа «Яуза». При проведении ремонта наиболее ответственные детали подвижного состава проходят неразрушающий контроль (НК) в основном магнитопорошковым и ультразвуковым методами. Рентгеновский метод используется только для контроля сварных швов воздушных резервуаров, а вихретоковый – для проушин подвески корпусов редукторов КП. В 1994 г. по решению руководства завода для разработки и внедрения новых методик и инструкций НК была создана физическая лаборатория, сотрудники которой сертифицированы на II-III уровень по EN-473 по различным методам контроля.

Ультразвуковой контроль

Ультразвуковой контроль проводится с помощью дефектоскопов типа УД2-12 и пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП), входящих в комплект поставки дефектоскопа и специально изготовленных. Основными требованиями, предъявляемыми к разрабатываемым инструкциям ультразвукового контроля являются:

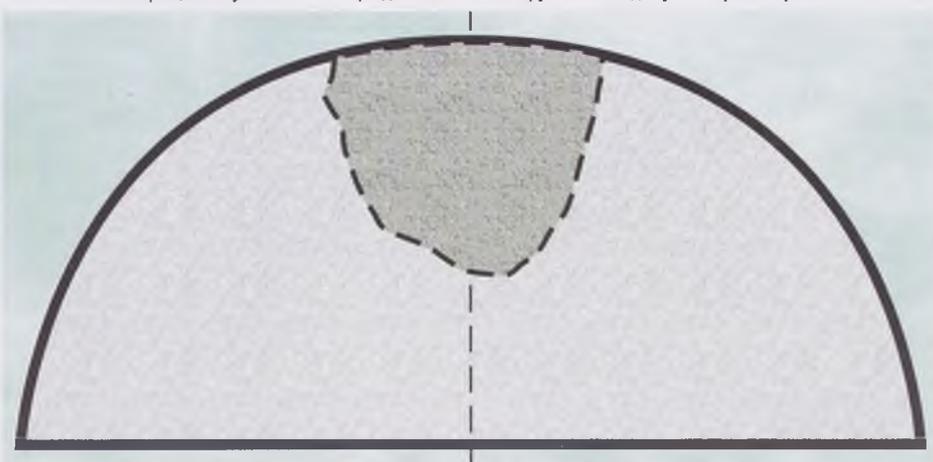
- воспроизводимость результатов контроля, что обеспечивается проведением настройки браковочной чувствительности только по стандартным образцам предприятия (СОП) с аттестованными по отражающей способности контрольными отражателями (КО);

- шумы, возникающие при проведении контроля, не должны приводить к перебраковке. Если такие случаи имеют место, то дополнительно к основному контролю проводится подтверждающий контроль.

Ультразвуковой метод применяется при контроле:

- осей КП при полном и обыкновенном освидетельствовании;
- осей КП нового формирования на выявление металлургических дефектов;
- обода и бандажа колес КП при полном освидетельствовании;
- корпуса и шестерни редуктора КП;
- валов тяговых электродвигателей вагонов;
- сварных швов шпинтонного узла рамы тележки.

Рис. 1. Трещина глубиной 38 мм при длине 51 мм, обнаруженная под втулкой при контроле оси КП № 2550



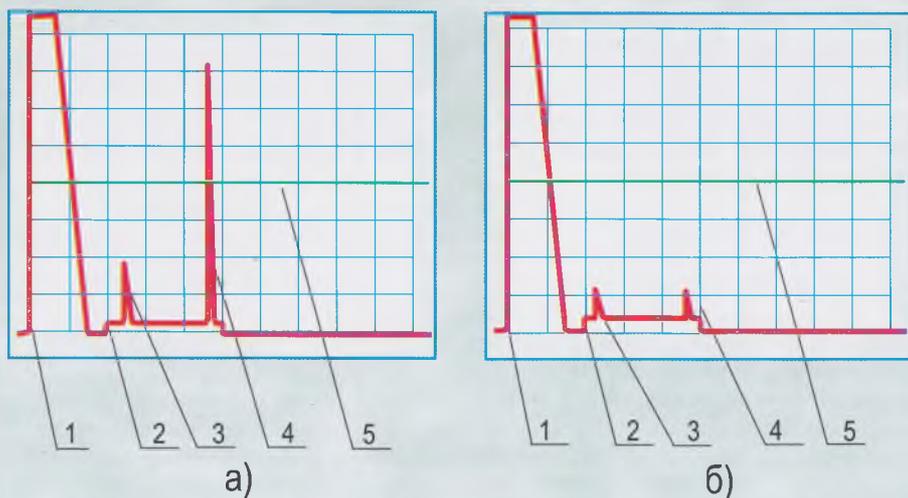


Рис. 3. Эхограммы, наблюдаемые на экране ЭЛТ дефектоскопа при контроле оси № 13586 на частоте 2.5 МГц прямым ПЭП (а) и ПЭП типа СШ (б); 1 – зондирующий импульс; 2 – зона контроля; 3 и 4 – шумовые эхосигналы от колец буксовых подшипников; 5 – браковочный уровень

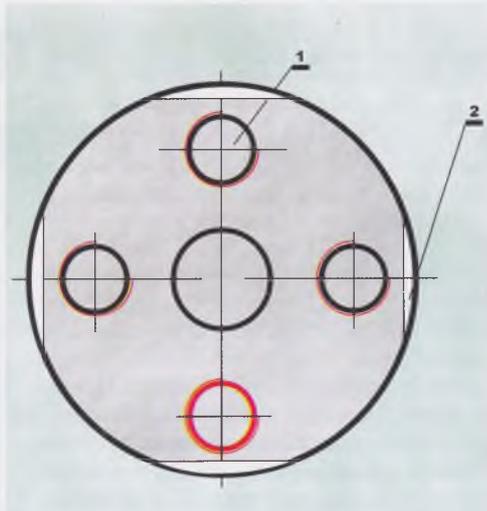


Рис. 4. Неконтролируемые участки шеек осей КП вагонов метрополитена типа «Яуза» и МПС типа РУ1Ш: 1 – крепежное отверстие; 2 – неконтролируемая зона

сигнала, амплитуда которого соответствовала браковочной чувствительности (контроль проводился по ЦМетро/4059). При контроле, проведенном на ЗАО «ЗРЭПС» по разработанной инструкции, было установлено, что амплитуда этого эхосигнала превышает браковочный уровень более чем в 3 раза (на 10 дБ). Металлографический анализ подтвердил наличие трещины, расположенной в середине первой подступичной части оси, глубина которой составила 38 мм при длине 51 мм (рис. 1). Таким образом, трещина площадью (1800 мм² имела отражающую способность всего на 10 дБ больше среднего значения трех КО площадью 170 мм² (глубиной 6 мм). В 1998 г. в Санкт-Петербургском метрополитене в аналогичном месте оси также была обнаружена трещина, но ее металлографический анализ, к сожалению, не был проведен.

Контроль шеек осей КП вагонов типа «Е» и серии 81-714/717 без демонтажа бук-

совых подшипников осуществляется прямым ПЭП на частоту 2,5 МГц. При этом обеспечивается выявление КО глубиной 3 мм, находящегося на расстоянии от 100 до 220 мм от торцевой поверхности.

При проведении контроля часть энергии ультразвуковых колебаний отражается от внутренних колец буксовых подшипников, устанавливаемых с натягом от 0.03 до 0.06 мм, и на экране дефектоскопа в зоне контроля наблюдаются эхосигналы от колец (в дальнейшем шумовые сигналы), амплитуда которых зачастую превышает браковочную чувствительность. Отличить шумовые сигналы и эхосигналы от трещин на поверхности шейки оси в указанных местах не представляется возможным, что приводит к ложной браковке осей, и, следовательно, к необоснованной выкатке КП из-под вагона. Наличие в зоне контроля шумовых сигналов, по амплитуде близких к браковочному уровню, также снижает достоверность кон-

троля вследствие возможного пропуска дефекта из-за привыкания дефектоскопистов к наличию подобных сигналов.

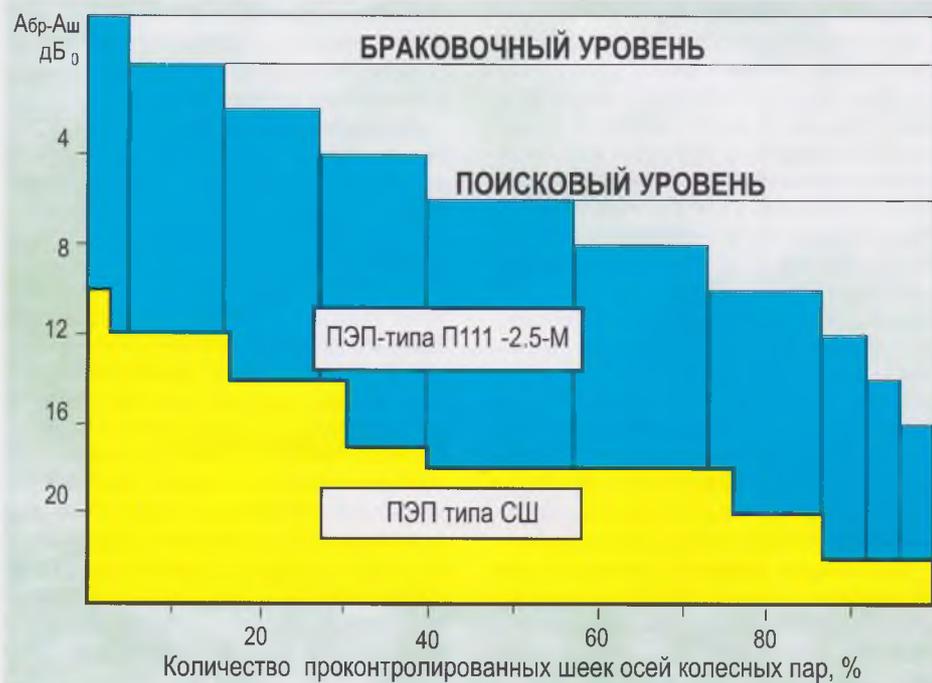
На рис. 2 приведены результаты измерений максимальной амплитуды шумовых сигналов относительно браковочного уровня при контроле шеек 50-ти осей КП вагонов типа «Е» и серии 81-714/717 прямым ПЭП и ПЭП типа СШ. Анализ полученных результатов показывает, что при контроле на частоте 2.5 МГц в 16% случаев амплитуда шумовых сигналов равна или превышает браковочный уровень, а в 41% эти сигналы равны или превышают поисковый уровень, установленный на 6 дБ ниже браковочного. Таким образом при контроле 57% шеек осей колесных пар *нарушается общепринятое в дефектоскопии правило: амплитуда шумовых сигналов должна быть более, чем на 6 дБ меньше браковочного уровня, а в противном случае шумовой эхосигнал может быть принят за сигнал от дефекта.*

При контроле ПЭП типа СШ шеек указанных выше осей КП соотношение сигнал/шум значительно выше и амплитуда шумовых сигналов меньше браковочного уровня более чем в 3 раза (на 10 дБ и более).

Для наглядности полученных результатов на рис. 3 приведены эхограммы, наблюдаемые на экране дефектоскопа при контроле оси КП № 13586 прямым ПЭП на частоту 2.5 МГц и ПЭП типа СШ. Эта КП была выкатена из-под вагона в 1999 г. в электродепо «Выхино» из-за обнаружения в зоне контроля эхосигнала, амплитуда которого превышала браковочный уровень почти в два раза (на 5 дБ) и направлена на ЗАО «ЗРЭПС». Как видно из представленного рисунка, при контроле ПЭП типа СШ уровень шумовых сигналов значительно ниже браковочного уровня и ось КП должна быть признана годной к дальнейшей эксплуатации. Проведенный магнитопорошковый контроль шейки после снятия буксовых подшипников подтвердил вывод о годности оси.

В связи с изложенным, в инструкцию по проведению контроля осей КП без демонтажа буксовых подшипников введен раздел «Подтверждающий контроль шейки», согласно которому в случае обнаружения недопустимого эхосигнала при контроле на частоте

Рис. 2. Количество шеек осей КП (%), при контроле которых ПЭП типа П111-2.5-М и типа СШ разница между браковочным уровнем и максимальной амплитудой шумовых сигналов составляла – 2; 0; 2; 4 дБ и т. д.



2,5 МГц прямым ПЭП, проводится подтверждающий контроль на частоте 5,0 МГц ПЭП типа СШ.

Контроль шеек осей КП вагонов типа «Яуза» без демонтажа буксовых подшипников проводится в два этапа. Контроль участков шеек, затененных крепежными отверстиями, проводится также, как и контроль шеек осей других КП вагонов метрополитена, а контроль участков, затененных крепежными отверстиями, – на частоте 5,0 МГц ПЭП типа СШ-1. Необходимость проведения этого контроля обусловлена тем, что при нахождении КО на поверхности шейки напротив крепежного отверстия (рис. 4) этот КО не выявляется указанными выше ПЭП вследствие малого расстояния между цилиндрическими поверхностями отверстия и шейки оси КП для нормального (без значительного дополнительного затухания) распространения ультразвука. Таким образом, трещины, находящиеся на участках цилиндрической поверхности шейки, расположенных напротив крепежных отверстий, обнаружены не будут, а общая протяженность таких участков составляет примерно одну треть окружности шейки оси.

Опробование ПЭП типа СШ-1 показало, что при их использовании амплитуда шумовых сигналов в зоне контроля более чем в 3 раза ниже браковочного уровня и, следовательно, они могут быть применены для проведения контроля.

В табл. 1 приведены основные особенности контроля осей КП в Московском метрополитене по сравнению с другими метрополитенами и предприятиями вагонного хозяйства МПС.

Выявление металлургических дефектов в осях КП

На заводах-изготовителях осей КП ультразвуковой контроль проводят согласно продольными волнами только с торцевых поверхностей оси с чувствительностью, эквивалентной КО площадью 150 мм². Следовательно, внутренние металлургические дефекты, такие как флокены, неслоистности и т. д., могут быть выявлены, если их отражающая способность при вводе ультразвука с торцевых поверхностей равна или превышает отражающую способность КО площадью 150 мм².

Из-за обнаружения на ЗАО «ЗРЭПС» в конце 1997 г. в двух осях внутренних металлургических дефектов протяженностью более 2000 мм (т. е. практически на всю длину оси), которые не выявлялись при проведении контроля с торцевых поверхностей согласно действующей в то время документации, в 1998 г. на ЗАО «ЗРЭПС» был введен контроль осей КП нового формирования на выявление металлургических дефектов при вводе ультразвука с цилиндрических поверхностей оси. Согласно инструкции, разработанной в соответствии с требованиями, контроль проводится продольными и поперечными волнами с цилиндрической поверхности оси КП с чувствительностью, обеспечивающей выявление дефектов, эквивалентных и больших по отражающей способности плоскостному отражателю диаметром 3,6 мм (площадью 10,2 мм²).

В 1998 г. было проконтролировано более 2 тыс. осей с различным сроком службы и примерно в 5% обнаружены дефекты, по от-

Таблица 1

Наименование операции	Московский метрополитен	Другие метрополитены и предприятия вагонного хозяйства МПС
Контроль осей КП на выявление металлургических дефектов с цилиндрической поверхности	Есть	В метрополитенах – нет; в МПС планируется к внедрению
Настройка чувствительности	По СОП с аттестованными по отражающей способности КО	По контрольной КП с аттестованными по геометрическим параметрам КО
Использование ВРЧ при контроле средней части оси для уменьшения амплитуды шумовых сигналов	Есть	Нет
Контроль шеек	Прямым лучом с подтверждением наличия дефекта без демонтажа подшипников буксы	Трансформированным лучом с подтверждением наличия дефекта после демонтажа подшипников буксы
Выявление дефектов на участках шеек, затененных отверстиями	Есть	Нет

ражающей способности превышающие плоскостной отражатель диаметром 3,6 мм. Выявленные дефекты представляют собой одиночные трещины значительной протяженности, скопление небольших (7-10 мм) трещин, а также мелких (1-3 мм) флокенообразных дефектов.

Несмотря на требования ГОСТа Р 51255-99 «Колесные пары для вагонов метрополитена. Общие требования безопасности», обязывающего всех проводить входной контроль осей КП вагонов метрополитена с цилиндрических поверхностей для выявления металлургических дефектов, видимо, наш завод – единственный в России, который осуществляет такой контроль.

При разработке новых инструкций неразрушающего контроля большое внимание уделяется определению места и причины зарождения дефектов, их отражающей способности и реальным размерам. Так, например, **определение места зарождения трещины в основаниях проушин корпуса редуктора оказалось решающим фактором для эффективного внедрения ультразвукового контроля проушин.**

Контроль валов тяговых двигателей типа ДК-108, ДК-116 и ДК-117 проводится с торцевых поверхностей вала прямым ПЭП на частоту 2,5 МГц с чувствительностью, обеспечивающей выявление дефектов, эквивалентных по отражающей способности КО в виде пропила глубиной 5 мм, расположенного на расстоянии 325 мм от резьбового торца вала. Из-за отражения ультразвука от напрессованных элементов бывают случаи, когда в зоне контроля появляются эхосигналы, превышающие браковочный уровень. С целью избежания демонтажа напрессованных элементов в этих случаях введен подтверждающий контроль с использованием специального ПЭП. Проведенные испытания показали, что в этом случае при соотношении сигнал/шум более чем в 3 раза обеспечивается выявление дефектов, эквивалентных пропилу глубиной 3 мм.

В настоящее время на заводе принято решение о замене УД 2-12 процессорными дефектоскопами нового поколения типа УД2-70 (НИК «Луч», Россия). Выбор его осуществлен на основании сравни-

тельных испытаний с другими типами и анализа технических характеристик.

Магнитопорошковый контроль

Почти 100% деталей вагонов метро, подлежащих НК, проверяют магнитопорошковым методом. Это обусловлено материалом деталей, высокой производительностью контроля, наглядностью результатов контроля и спецификой ремонтного предприятия – в основном необходимо выявлять эксплуатационные трещины, развивающиеся с поверхности детали.

Контроль сварных швов рамы тележки проводится с помощью устройства типа МДС-280, а вала двигателя при среднем ремонте (без демонтажа обмоток) – типа МДС-75. Эти устройства представляют собой соленоиды переменного тока напряжением 36 В с рабочим отверстием диаметром 280 и 75 мм. Масса устройства МДС-280 составляет 4,5 кг; что почти в 2 раза меньше массы аналогичного устройства типа МД-12ПШ с диаметром рабочего отверстия всего 200 мм.

Контроль осей КП проводится на установках типа МДК, созданных заводом и представляющих собой электромагнит постоянного тока с двумя обмотками. Для контроля зубьев зубчатого колеса редуктора КП установки дополнительно оснащены намагничивающим и размагничивающим устройствами.

Для проведения контроля крупногабаритных конструкций (рама рельсовоза), а также деталей кузова и рамы без их демонтажа применяются малогабаритные дефектоскопы типа МД-Л и намагничивающие устройства на постоянных магнитах типа УН-5.

Контроль остальных деталей осуществляется на установках типа МДУ, также созданных заводом и представляющих собой электромагнит постоянного тока с двумя обмотками и раздвижными полюсами магнитопровода.

Вихретоковый контроль

Вихретоковый контроль применяется только для выявления трещин в корпусах редукторов КП с помощью дефектоскопа ВД-82НМ. Контроль проводится как до сборки редуктора, так и после установки КП под тележку в течение 6 лет, и замечаний к прибору и методике из-за пропусков дефектов или перебраковки нет.

Система поддержки принятия решений для поездного диспетчера метрополитена

Н. К. Михалев,

начальник отдела Автоматики, телемеханики и связи, ОАО «Ленметрогипротранс»

Е. В. Симаков, инженер

В настоящее время при построении автоматизированных систем управления объектами со сложными технологическими процессами развивается направление, основанное на использовании формализованного опыта экспертов при выработке рекомендаций (поддержке принятия решений) для операторов в распространенных штатных и нештатных ситуациях, возникающих в процессе функционирования объекта. Такие системы управления относятся к классу экспертных (ЭС) и уже нашли широкое применение в электроэнергетике, авиационном и водном транспорте.

Детальный анализ процесса оперативного управления перевозками пассажиров на метрополитене подтвердил целесообразность использования методики построения ЭС при создании системы поддержки принятия решений (ППР) для поездных диспетчеров (ПД).

Особенно актуальным создание подобной системы становится при переходе к управлению оперативной работой линиями метрополитена из единых Центров диспетчерского управления (ЦДУ), создание которых предусматривается концепцией интегрированной автоматизированной системы управления метрополитеном (ИАСУМ).

При решении задач оперативного управления движением поездов, действия оператора (ПД линии) часто носят эвристический трудно формализуемый характер и могут отличаться от шаблонов, предлагаемых нормативными документами, так как последние не могут учесть все тонкости реальной ситуации. Однако, несмотря на перечисленные трудности формального описания действий операторов, существует возможность выработки типовых вариантов организации движения поездов в наиболее часто возникающих нештатных ситуациях (НС), то есть опыт экспертов можно записать в формализованном виде, пригодном для дальнейшего использования.

При создании систем ППР особенно важным моментом является выбор методики определения варианта управляющих воздействий (стратегий диспетчерского управления), предлагаемого оператору из ряда возможных с учетом заданных критериев эффективности и набора ограничений, действующих на объекте управления и специфики происходящих на нем процессов.

В зависимости от специфики объекта управления и функций, реализуемых ЭС, возможно использование одной из следующих методик:

- построение статической ЭС;
- построение динамической ЭС.

Исходя из специфики объекта управления, система ППР относится к классу динамических ЭС, решающих задачи в реальном масштабе времени.

Разработка методики построения ППР как ЭС реального времени оправдана с учетом следующих особенностей процесса оперативного управления движением поездов на метрополитене:

- процесс организации движения поездов при возникновении НС при существующей технологии оперативного управления затруднен необходимостью учета многих факторов в условиях дефицита времени;
- очевидно снижение эффективности разрешения НС из-за неоптимальных действий операторов, что выражается в перерасходе электроэнергии на неграфиковые перемещения поездов и при использовании режима «нагон», снижении комфорта и безопасности пассажиров в случае превышения норм населенности;
- качество принимаемых решений напрямую зависит от опыта и психофизического состояния оператора;
- существует достаточное количество

опытных экспертов в области организации оперативного управления метрополитеном (работники диспетчерского и ревизорского аппаратов), чьи знания можно использовать для создания системы ППР.

Очевидно, что повышение качества решения задачи выработки оптимального варианта организации движения поездов с использованием ЭС повысит эффективность работы метрополитена в целом.

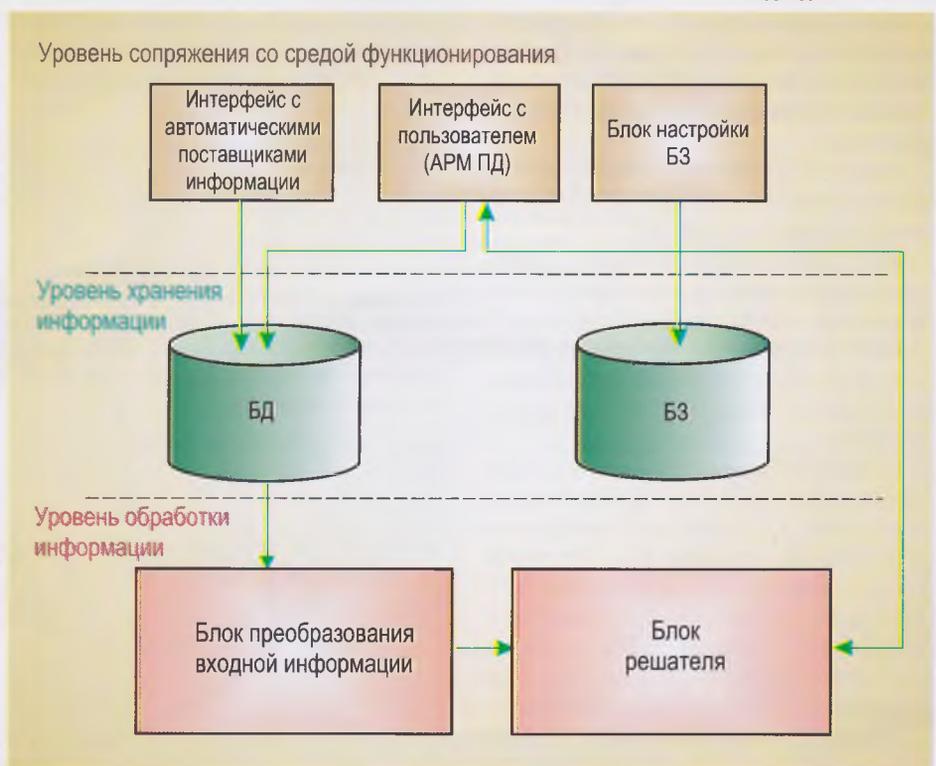
При построении ЭС, основанных на знаниях экспертов, все чаще используются так называемые технологии «искусственного интеллекта» (ИИ), позволяющие оптимально сочетать возможности строгого математического аппарата и трудно формализуемые эвристические закономерности работы человеческого мозга. Данные технологии используют математическую обработку входной информации как подготовительный этап для получения некоторых параметров, дающих возможность однозначно выбрать решение из множества вариантов, хранящихся в базе знаний (БЗ) экспертов.

Данный подход целесообразен при создании системы ППР для поездных диспетчеров метрополитена. Ее структура приведена на рисунке.

ЭС имеет четко выраженную иерархию, каждый из уровней которой выделяется по функциональному признаку.

Выделенные блоки на каждом уровне вы-

Структура системы ППР



полняют следующие функции.

Блок настройки базы знаний предназначен для сохранения сформированных экспертами вариантов решений различных ситуаций во внутреннем формате ЭС. Данный блок также позволяет дополнять и корректировать БЗ в процессе эксплуатации системы.

Блок интерфейса с автоматическими поставщиками информации является неотъемлемой частью динамической ЭС и предназначен для получения в реальном масштабе времени параметров технологического процесса, необходимых для расчета ЭС существенных параметров.

Блок интерфейса с пользователем организует диалог ЭС и оператора. Он позволяет вводить недостающие и корректировать некорректные значения входных параметров, а также критериев эффективности принятия решений.

Блок преобразования входной информации получает информацию о параметрах технологического процесса и рассчитывает данные, необходимые ЭС для выборки оптимального варианта решения.

Блок решателя – информационное ядро ЭС. Данный блок осуществляет выборку варианта решения с учетом действующих значений существенных параметров по заданному критерию из БЗ системы. При невозможности такой выборки информирует пользователя о необходимости корректировки входной информации.

Совокупность функций, реализуемых системой, образует множество:

$\Phi = \{ \Phi_{и}, \Phi_{к}, \Phi_{ппр}, \Phi_{м}, \Phi_{о} \}$, где:

Φ_и – подмножество функций предоставления информации о динамическом изменении существенных параметров перевозочного процесса;

Φ_к – подмножество функций автоматического контроля соответствия значений существенных параметров технологического процесса нормативным и статистическим значениям;

Φ_{ппр} – подмножество функций по поддержке принятия решений по способам организации движения поездов;

Φ_м – подмножество функций мониторинга (оценки качества работы) метрополитена;

Φ_о – подмножество функций по обучению оперативного персонала оптимальным действиям по управлению работой метрополитеном.

В настоящее время разработки в области создания системы ППР с использованием технологии ЭС, реализующей вышеуказанные функции, проводятся на Петербургском метрополитене специалистами ПГУ ПС и Ленметрогипротранса с перспективой внедрения их на проектируемой первой линии метрополитена в г. Казани, где для управления перевозочным процессом будет задействован единый Центр диспетчерского управления.



Виброзащитный путь

Г. Б. Яковлев,
ВНИИЖТ МПС

Один из способов улучшения условий эксплуатации тоннелей метрополитенов – снижение вибродинамической нагрузки на обделку за счет применения виброзащитной конструкции пути. В отделении «Путь и путевое хозяйство» ВНИИЖТа под руководством д. т. н. Кравченко Н. Д. разработаны несколько видов верхнего строения пути (ВСП) с железобетонным подрельсовым основанием, в том числе виброзащитный путь с железобетонными лежнями, контактирующими с путевым бетонным слоем через амортизирующие резиновые прокладки. В качестве торцевых и боковых использованы типовые напильные или подрельсовые прокладки рельсового скрепления КБ, а подлежащие выполнены из двух спаренных клиновидных элементов, что позволяет регулировать положение рельсовой нити по высоте в пределах ± 10 мм.

В отличие от типовой конструкции ВСП с деревянными шпалами, замоналиченными в путевой бетонный слой, виброзащитный путь с лежневым железобетонным подрельсовым основанием обеспечивает:

- высокую стабильность рельсовой колеи;
- продление срока службы подрельсового основания не менее чем в 2,5 раза;
- уменьшение массы съёмных деталей промежуточных рельсовых скреплений в 2,5-3 раза (при бесподкладочном варианте);
- снижение трудовых затрат при текущем содержании пути в 2,5-3 раза, а при ремонтах с заменой подрельсового основания – не менее, чем в 10 раз;

• снижение уровня вибрации (виброускорения) тоннельной обделки в октавных полосах частот 31,5 и 63 Гц в 3-3,5 раза;

• улучшение условий противопожарной безопасности;

• возможность механизации процесса очистки водоотводного лотка.

При отсутствии необходимости виброзащиты могут быть применены другие конструкции ВСП:

• с железобетонными лежнями, замоналиченными в путевой бетонный слой;

• с железобетонными шпалами-коротышами, замоналиченными в путевой бетонный слой;

• с железобетонными шпалами-коротышами, контактирующими с путевым бетонным слоем через резиновые оболочки.

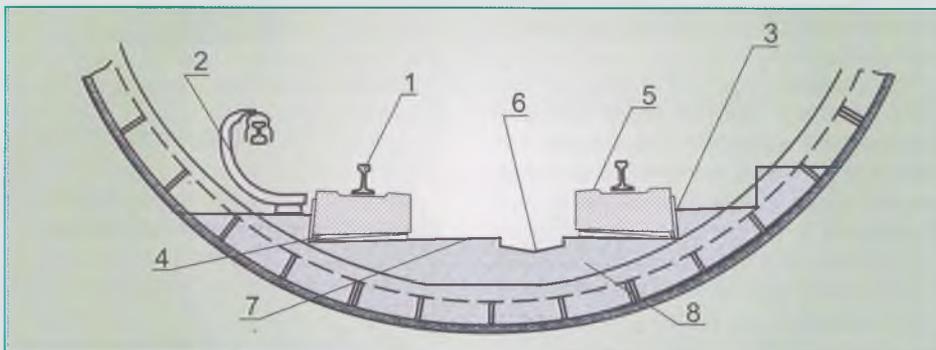
Виброзащитный путь внедрен на Киевском (ст. «Имени Мечникова», 1991 г.) и Новосибирском (перегон «Сибирская» – «Маршала Покрышкина», 2000 г.) метрополитенах, а также в виде небольшого (50 пог. м) опытного участка в Москве (ветка к метродепо «Красная Пресня» 2002 г.). ВСП с лежнями, замоналиченными в путевой бетон уложено на Новосибирском метрополитене (участок перегона «Гагаринская» – «Красный проспект», 1992 г., и «Сибирская» – «Маршала Покрышкина», 2000 г.).

В настоящее время осуществляется укладка виброзащитного пути с лежневым железобетонным подрельсовым основанием на Киевском метрополитене (продление линии № 1 от ст. «Святошино»). Планируется сооружение пути аналогичной конструкции на мостовом переходе через р. Оку (Нижегородский метрополитен, продление линии № 2), а также на вновь строящихся метрополитенах в Казани, Красноярске, Омске, Уфе и Челябинске.



Виброзащитный путь с лежневым железобетонным подрельсовым основанием на перегоне ст. «Сибирская» – ст. «Маршала Покрышкина» Новосибирского метрополитена

1 – рельс Р 65; 2 – кронштейн контактного рельса; 3 – боковая амортизирующая прокладка; 4 – подлежащие амортизирующие прокладки; 5 – железобетонный лежень; 6 – водоотводный лоток; 7 – пешеходная дорожка; 8 – путевой бетонный слой



МЕТОД СОПРЯЖЕНИЯ РЕШЕНИЙ

В ПРОГНОЗНЫХ РАСЧЕТАХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ЗДАНИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Ю. И. Яровой,
УрГУПС, Екатеринбург

Освоение подземного пространства крупных городов – одно из перспективных и эффективных направлений в решении их территориальных, транспортных, экологических и социальных проблем в XXI веке. Возведение метрополитенов, транспортных и коммуникационных тоннелей закрытым способом является наиболее технологически отработанным процессом во всем комплексе подземного строительства, позволяющим производить работы на большом пространстве без длительного перекрытия движения по действующим городским магистралям и обеспечить нормальное функционирование эксплуатируемой инженерной инфраструктуры города. Переходы под улицами, подземные гаражи, паркинги с комплексом предприятий торговли, бытового и технического обслуживания, складских помещений и т. п. сооружаются, как правило, в открытых котлованах, устраиваемых способом «стена в грунте» или со шпунтовым ограждением и анкерными креплениями. Разработка грунта в подземных выработках и котлованах, сопутствующее понижение уровня подземных вод (УПВ) в результате водоотлива или предварительного строительного водопонижения приводят к нарушению природного равновесия в массиве горных пород. Это, в свою очередь, вызывает деформации земной поверхности, которые играют роль дополнительной нагрузки, прежде всего, на основания и фундаменты, а затем и на несущие

конструкции каркасов зданий и сооружений. Без принятия должных мер по защите городской застройки развитие негативных геотехнических процессов приводит к авариям, в наиболее неблагоприятных случаях весьма значительным. Прогнозирование возможных геодинамических процессов, разработка и своевременная реализация адекватных защитных мероприятий в зоне подземного строительства является важной задачей для проектировщиков, строителей и инвесторов, т. к. наряду с возникновением очевидных неудобств и опасности для граждан, затраты на ремонт и восстановление поврежденных зданий, а также на возмещение ущерба их собственникам становятся сопоставимы со стоимостью самого подземного сооружения.

Методика прогнозных расчетов, кроме использования общих теоретических положений гидрогеомеханики и построения соответствующих расчетных схем, имеет ярко выраженный региональный характер вследствие особенностей инженерно-геологических, гидрогеологических и горно-технологических условий возведения подземного сооружения. В настоящее время сложились три основных направления в разработке методов прогнозных расчетов, базирующиеся на различных способах исследования процессов, сопровождающих подземное строительство – развитие мульды сдвижения (обусловлено экскавацией породы в подземной выработке) и депрессии (в результате роста эффективных напряжений в скелете грунта при понижении УПВ, в некоторых случаях сопровождающееся развитием суф-фозии):

1 – эмпирический метод аналогий, использующий результаты инструментальных наблюдений и их статистическую обработку;

2 – аналитический, опирающийся на замкнутые решения краевых задач механики грунтов и горных пород;

3 – численные, построенные на структурном анализе и численных решениях механики сплошных сред.

Каждое из этих направлений имеет рациональную область применения в зависимости от особенностей инженерно-геологических условий и степени их изученности, глубины заложения подземного сооружения, нагрузки на поверхности и т. п. Учет влияния глубокого водопонижения на изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) массива, деформации земной поверхности и зданий, особенно в условиях неоднородного геолого-литологического строения толщи, значительно усложняет задачу, зачастую переходящую в самостоятельную проблему.

В методике прогнозных расчетов, разработанной в НИЛ «Геотехника» УрГУПС под руководством автора с целью прогнозирования деформаций в зоне строительства метрополитена в Екатеринбурге, используется способ сопряжения аналитических и численных решений. На первом этапе с помощью аналитических решений ряда гидрогеомеханических задач, граничные условия которых учитывают конструктивные особенности подземного сооружения, влияние дневной поверхности, инженерно-геологические и гидрогеологические условия, устанавливаются границы и параметры мульды сдвижения и депрессии на большой площади

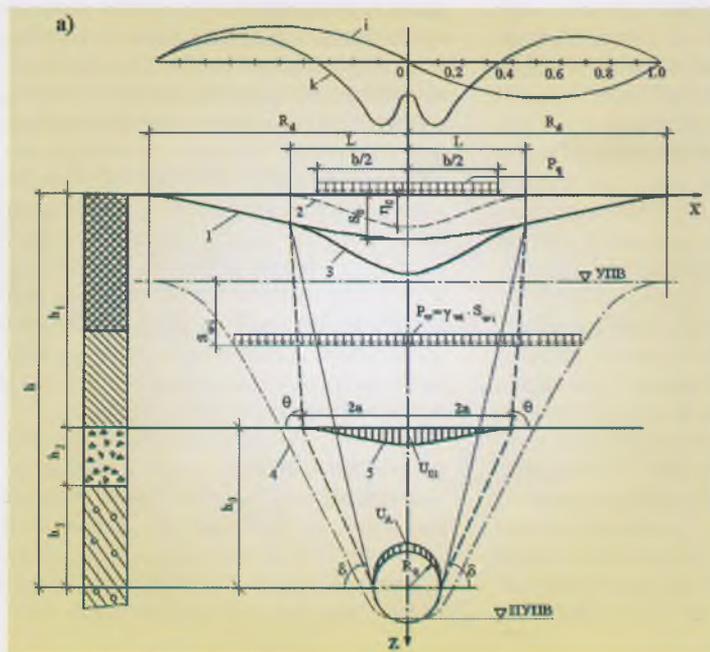
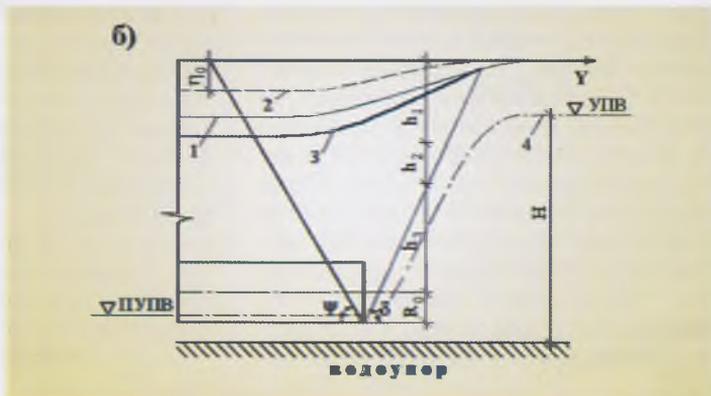


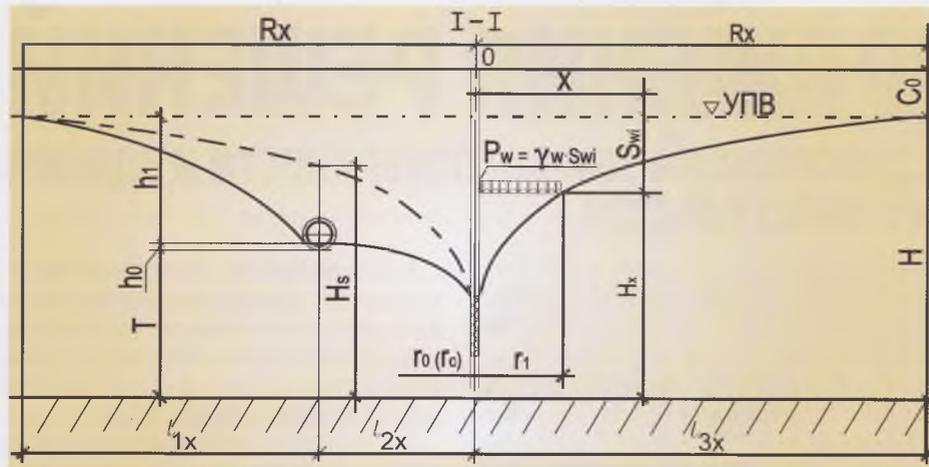
Рис. 1. Схема развития оседания и деформаций земной поверхности:

(а) – развитие мульды в главном поперечном сечении;

(б) – развитие мульды в главном продольном сечении;

1 – мульда депрессии; 2 – мульда сдвижения; 3 – мульда суммарных перемещений; 4 – кривая депрессии; 5 – «граница упругой лунки»; ПУПВ – пониженный уровень подземных вод; h – осадки; i – наклоны; K – кривизна; P_s – поверхностная нагрузка от фундаментов зданий и сооружений; P_w – дополнительное бытовое давление, возникающее на сниженном горизонте подземных вод при падении его в i -ой точке на величину S_{wi} ; γ_w – удельный вес воды





ди. На втором – структурный анализ наиболее опасных мест с использованием МКЭ, что позволяет сузить область конечно-элементной модели и рассмотреть совместную работу наземной конструкции и деформирующегося основания. Методика реализована в авторском пакете прикладных программ АРМ «Прогноз». Для конечно-элементного анализа НДС массива совместно с фундаментами существующих зданий используется лицензионный пакет «PLAXIS». Такой подход позволяет преодолевать трудности, связанные со сложными природными условиями строительства подземных сооружений в элювиальных грунтах Урала. Учитываются особенности технологии производства работ. Например, применение буровзрывного или механического способа рыхления пород при проходке тоннелей; предварительное водопонижение или водоотлив из подземных выработок и их совместное действие, в том числе при анизотропии фильтрационных свойств грунтовой толщи. Достигается конечная цель всех прогнозных расчетов – определить влияние подземных работ на конструкции существующих зданий и сооружений с учетом особенностей устройства их фундаментов и разработать соответствующие способы защиты.

На рис. 1 представлена расчетная схема развития мульды сдвижения и депрессии при проходке одиночного тоннеля, параметры которой в поперечном (по оси X) и продольном (по оси Y) сечениях определяются на основании аналитических и численных решений упругопластических задач. Все многообразие литологического строения толщи условно приводится в колонке на рис. 1: грунтовый массив над подземным сооружением разбивается на три горизонта: 1 – рыхлые четвертичные отложения мощностью h_1 ; 2 – дисперсная зона мощностью h_2 ; 3 – зона плотных коренных пород мощностью h_3 . Любой из выделенных горизонтов может быть вмещающим. В связи с тем, что в грунтах второго горизонта в большей степени сохранились структурные связи материнских пород, прочностные и деформационные характеристики одного порядка со скальными грунтами, поэтому в механическом смысле второй и третий слой рассмат-

риваются как разные слои двухслойного основания. Осадки поверхности обусловлены: 1 – сжатием дисперсных (раздробленных) грунтов за счет повышения эффективных напряжений в их скелете $\Delta \sigma_z$ на величину сниженного гидростатического давления $P_w = \gamma_w \Delta H$, сопровождающее процесс понижения УПВ; 2 – свободным упругопластическим деформированием контура выработки под действием горного давления при экскавации грунта до момента ввода в работу временной или постоянной крепи.

При определении параметров сдвижения горное давление принимается распределенным по геостатическому закону, смещения на контуре и в окрестности выработок выполняются на основе решения задач как в условиях однородно-изотропного породного массива, так и с учетом трещиноватости горных пород и физической анизотропии типа сжатие-разгрузка, возможности образования свода обрушения в хрупко разрушающихся породах. Профиль мульды сдвижения рассчитывается непосредственно по величинам перемещений поверхности, либо строится с использованием типовых кривых распределения деформаций, устанавливаемых экспериментально.

На рис. 2 показана расчетная схема депрессионной воронки, формирующейся при совместном действии строительного водопонижения и дренажа сквозь тоннельную выработку. Откачка воды производится из одиночной или нескольких глубоких скважин, расположенных в виде куста (например, у шахтного ствола), либо по линии вдоль тоннелей. Кроме того, само подземное сооружение при отсутствии гидроизоляции является горизонтальной дренажной, принимающей воду через забой и участки боковой поверхности. Рассчитываются параметры депрессионной кривой при вертикальном или горизонтальном дренаже, а также при их возможном совмещении. В первых двух случаях рассматривается дренаж при неограниченной области питания, в последнем – область питания ограничена радиусом депрессионной воронки от строительного водопонижения. При совместном действии водопонижения и водоотлива из тоннеля, характеризуемого длиной дренирующего участка B с коор-

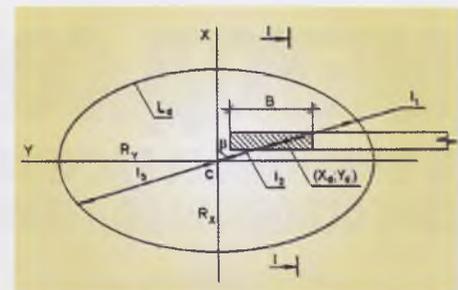


Рис. 2. Схема депрессионной воронки при совместном действии строительного водопонижения и дренажа

динатами его центра X_d и Y_d , центр системы водопонижения (центр «большого колодца» с координатами X_c , Y_c) адекватен области естественного дренажа, т. е. водопиток к тоннелю несимметричен. Пласт ограничен двумя линейными границами зоны питания: депрессионной воронки, расположенной на расстоянии l_1 от центра горизонтального дренажа, и центром «большого колодца», находящимся на расстоянии l_2 от горизонтального дренажа. Размер l_3 равен расстоянию между центром «большого колодца» и границей депрессии L . При изотропии фильтрации в направлениях X и Y (равенство коэффициентов фильтрации $k_x = k_y$) в основании воронки круг радиусом R . В случае анизотропии – эллипс при отношении составляющих радиусов депрессии, равном коэффициенту анизотропии фильтрации k_{af} , т. е. $R_y/R_x = k_y/k_x$. Например, для трассы I очереди строительства метрополитена в Екатеринбурге $k_{af} \approx 1.5-3$, что обусловлено субмеридиональной трещиноватостью коренных пород и соответствует фильтрационной стратификации верхних горизонтов скальных массивов. В алгоритме прогнозных расчетов при определении границы L исходят из допущения равенства площадей оснований воронки – круга радиусом R (изотропия) и эллипса (анизотропия). Радиус депрессии R определяется гидрогеологическим расчетом в зависимости от условий фильтрации (порные, безнапорные) и типа дренажа (совершенный, несовершенный). Сниженный напор H_i и падение S_{wi} УПВ в любой точке депрессионной воронки вычисляется с учетом k_{af} и использованием среднего коэффициента фильтрации водопроницаемой толщи k_m (прямая задача), либо по известной, например, в результате опытной откачки или эксплуатации водопонижительной системы, величине притока к выработке Q (обратная задача). В случае расположения тоннельной выработки вне зоны депрессии от строительного водопонижения рассматривается симметричный водопиток к горизонтальной дрене. Длина дренирующего участка учитывается введением в расчетные формулы для Q и H , коэффициента короткости.

Прогнозирование конечной (консолидированной) величины осадок в мульде депрессии осуществляется «интегральным способом» на базе решения задач о силе (P_w на рис. 1 и 2), приложенной внутри полупространства, в условиях: трехмерного сжатия, плоской деформации либо одно-

мерной задачи уплотнения. Выбор способа решения зависит от характера депрессионной поверхности и вида грунтов, слагающих сжимаемую толщу. Например, если депрессионная воронка образуется в результате работы куста или одиночной скважины и в пределах всей глубины S_w , залегают дисперсные грунты, - задача пространственная. Если при этих же условиях происходит дренаж сквозь тоннель и в воронке образуется «плоское дно», (одинаковое падение УПВ на большой площади) либо в пределах депрессии располагаются прочно-структурные грунты, не деформирующиеся под действием $\Delta \sigma_r = P_w$, - происходит одномерное уплотнение. В случае симметричного водопритока к тоннельной выработке реализуется схема плоской деформации в мульде депрессии. Прогнозирование величин осадок на любой период действия водопонижения производится на базе теории фильтрационной консолидации с учетом структурной прочности грунтов и сжимаемости азодержащей жидкости при допущении 75% степени консолидации (экспериментально установлено 65-90%) за время t_w от начала откачек до стабилизации депрессионной воронки.

Рассматриваются результаты такого расчета на примере прогноза деформаций основания фундаментов строящегося многосекционного (13, 10, 8, 5 этажей) жилого дома в монолитном исполнении, вызываемых водопонижением, осуществляемым при сооружении объектов метрополитена. Площадка строительства в квартале улиц 8-го Марта, Декабристов, Степана Разина г. Екатеринбурга характеризуется сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями, обусловленными близостью тектонического разлома коренных горных пород, к которому приурочено старое погребенное русло р. Исеть и ее притока р. Монастырки. «Посадка здания» проведена на край глубокого (свыше 35 м) кармана выветривания, заполненного элювиальными глинистыми, а в верхней части разреза слабыми аллювиальными отложениями р. Монастырки и насыпными грунтами. Естественный рельеф изменен слоем насыпных грунтов мощностью до 5 м. Природный УПВ на глубине 2.5-3 м от дневной

Рис. 3. Сечение мульды депрессии

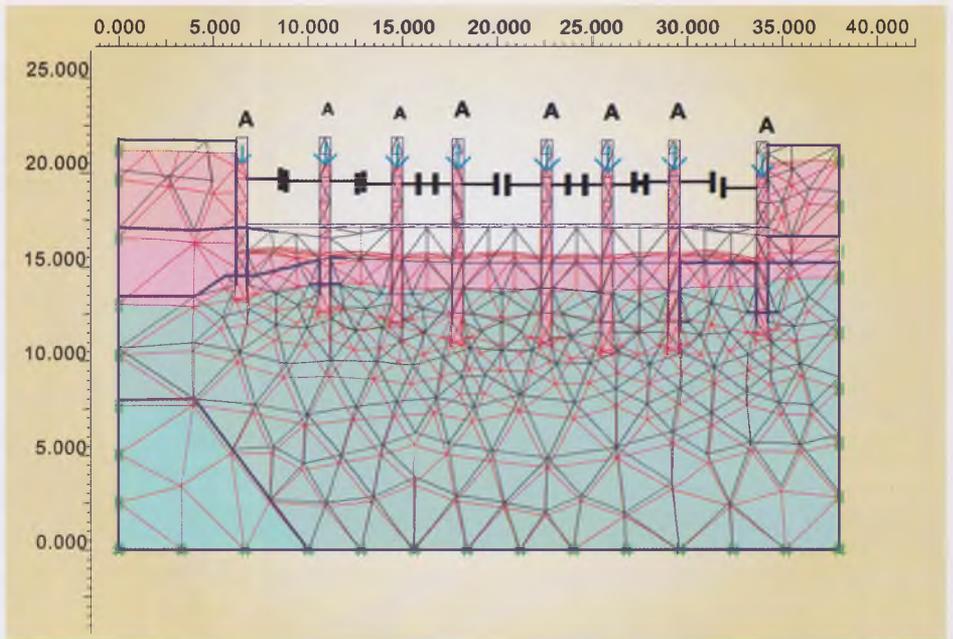
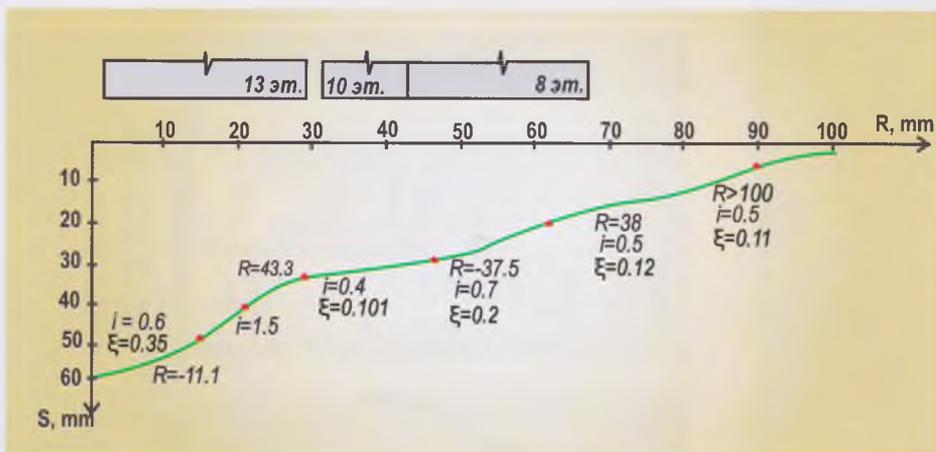


Рис. 4. Конечно-элементная модель основания 13-этажного дома по разбивочной оси «Д»

поверхности. Фундаменты запроектированы ленточные щелевого типа с шириной подошвы 0.6 м и глубиной заложения до 5 м от уровня техподполья, опирающиеся на дресвянистые элювиальные суглинки от твердой до полутвердой консистенции ($E = 15-20$ МПа, $c_{II} = 0.039$ МПа, $\varphi_{II} = 19^\circ$) мощностью от 5.5 м и более 35 м, подстилаемые сильновыветрелыми сланцами низкой прочности ($R_c = 2.8$ МПа, $E = 50$ МПа). Дом находится за пределами мульды сдвига, образующейся при проходке тоннелей метрополитена, но попадает в мульду депрессии, развитие которой ожидается в результате проектируемого строительного водопонижения вокруг глубокого котлована. Одно из сечений мульды депрессии показано на рис. 3.

При определении параметров депрессионной воронки и мульды депрессии учитывался коэффициент анизотропии фильтрации $k_{af} = 3$ установленный в результате мониторинга на перегоне. Прогнозируемая глубина депрессии в пределах рассматриваемой площадки 30-38 м от существующего УПВ, осадки поверхности земли вследствие устранения взвешивающего действия воды до 59 мм. Наиболее опасные места на пере-

гибе мульды под 13-этажной секцией характеризуются наклонами $i = 0.4-1.5$ мм/м, относительными горизонтальными перемещениями $\varepsilon = 0.101-0.350$ мм/м, радиусом кривизны $R = -11.1-43.3$ км. Согласно СНиП такой характер деформаций характерен для III-IV групп подработки. Следовательно, для защиты здания необходимо применение противодеформационных мероприятий.

Прогнозные расчеты выполнялись по двум схемам: 1 – определение перемещений в массиве под действием расчетных нагрузок на фундаменты и снятия взвешивающего действия воды при понижении УПВ до прогнозируемых отметок – конечно-элементный анализ НДС по программе «PLAXIS» (рис. 4)*; 2 – смешанный расчет, когда к этим же нагрузкам добавлялись силы отрицательного трения по боковой поверхности фундаментов, рассчитанные по методике с учетом коэффициента реализации, определяемые в зависимости от прогнозируемой осадки поверхности в мульде депрессии (рис. 3).

Анализ полученных результатов показывает, что конечные величины осадок фундаментов, рассчитанные по методике и с использованием конечно-элементного расчета, величины одного порядка: отличие составило не более 16%. Однако подготовка исходных данных и расчет с применением «PLAXIS» занимает значительно меньше времени при том, что глубина понижения УПВ задана по результатам гидрогеологического расчета. Полученные максимальные величины осадок, их относительная неравномерность превышают предельные деформации основания по СНиП и требуется повышение жесткости надземной конструкции. Эти рекомендации и результаты прогнозных расчетов переданы проектной организации для поверочных расчетов каркаса здания по программе «Лира» и проектирования поясов жесткости, которые реализованы строительством.

* Структурный анализ выполнен аспирантом Перегримовым С.В.



Из истории тоннелестроения

В. Н. Жуков,

главный инженер института «Гидроспецпроект»,
канд. техн. наук

Начиная с древнейших времен, люди строили тоннели. Имеется достаточно полная информация о некоторых из них, проложенных еще во времена Римской империи. Большинство из тоннелей того периода были гидротехническими, предназначенными для водоснабжения больших городов или мелиорации земель, а размеры – впечатляющими. Плиний описывает строительство тоннеля в районе озера Фукино, длина которого была более 5,5 км, а высота – 6 м. Для его сооружения было пройдено 40 вертикальных стволов глубиной до 120 м. В течение 11 лет на возведении этого объекта работало 30 тыс. человек.

Другой известный тоннель с поперечным сечением 1,3 м² и длиной свыше 24 км был построен для водоснабжения г. Афины во времена императора Адриана. Тоннель эксплуатировался до времен турецкой оккупации Греции. В 1925 г. он был восстановлен и используется по сей день.

Один из первых транспортных тоннелей был проложен в районе г. Неаполя. Протяженность его, пройденного в туфах, более 900 м, ширина 7,5 м. Философ Сенека описывает, как строители различными способами пытались решить проблему освещения тоннеля, в частности, устройством больших растробов на входном и выходном порталах.

После падения Римской империи более тысячи лет тоннели общегражданского назначения не сооружались. В средневековье подземные объекты возводились только в монастырях и замках. Одним из первых опытов тоннелестроения в новое время был тоннель длиной 1850 м на дороге между Ниццей и Генуей. В 1450 г. была предпринята первая попытка строительства, но проходческие технологии того времени не позволили осуществить задуманное; строительство тоннеля было завершено только в конце XVIII в.

В 1681 г. на трассе канала Ду Миди, соединяющего Бискайский залив и Средиземное море, был проложен тоннель длиной 160 м большого поперечного сечения (ширина 6,6 м, высота 8,1 м).

Начиная с XVIII в., со времен промышленной революции, центром тоннелестроения становится Англия. Здесь тоннели сооружались, в основном, на трассах многочисленных каналов, а с XIX в. началось строительство железнодорожных тоннелей.

Надо сказать, что в технологии проходки тоннелей до конца XVIII в. мало что изменилось со времен Римской империи, если не считать того, что для взрывания шпуров стал использоваться черный порох. Только в XIX в. произошли большие изменения в данном направлении.

Великими инженерами-тоннелестроителями являются Марк Брунел (1769-1849), эмигрировавший из охваченной революцией Франции в Англию, и его сын Исамбар (1806-1859). Марк Брунел пришел к следующему заключению: в мягких грунтах обделку в тоннеле необходимо возводить сразу вслед за разработкой, а призабойное пространство по периметру и частично или полностью грудь забоя должны быть защищены щитом. В 1818 г. Брунел запатентовал цилиндрический проходческий щит, передвижка которого осуществлялась с помощью винтовых домкратов, упирав-

шихся в устраиваемую за щитом обделку тоннеля из кирпича, а исполнительный орган роторного типа приводился в действие физической силой рабочих. Этот щит Брунелем никогда не был использован.

Зато им эксплуатировался другой щит подковообразной формы для прокладки транспортных тоннелей в мягких грунтах под р. Темзой. Их строительство началось в марте 1825 г. Стартовая шахта диаметром 25 м проходила методом опускающего колодца. Кирпичное сооружение имело стальную облицовку и нож. За три недели на глазах многочисленной публики конструкция весом 910 т была опущена в проектное положение. В шахте были смонтированы два проходческих щита и начата проходка тоннелей с обделкой из кирпича.

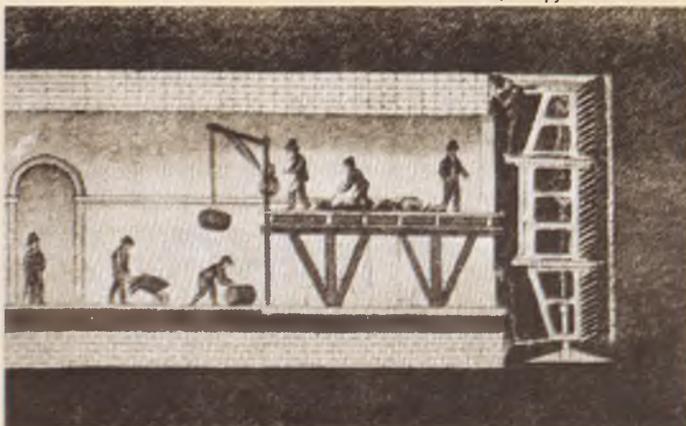
История строительства этих тоннелей полна неоднократных аварий, затоплений, многочисленных жертв и остановок. Стоимость проведения работ превалила расчетную во много раз. Только благодаря незаурядным организаторским и ораторским способностям Брунеля финансирование раз за разом удавалось возобновлять.

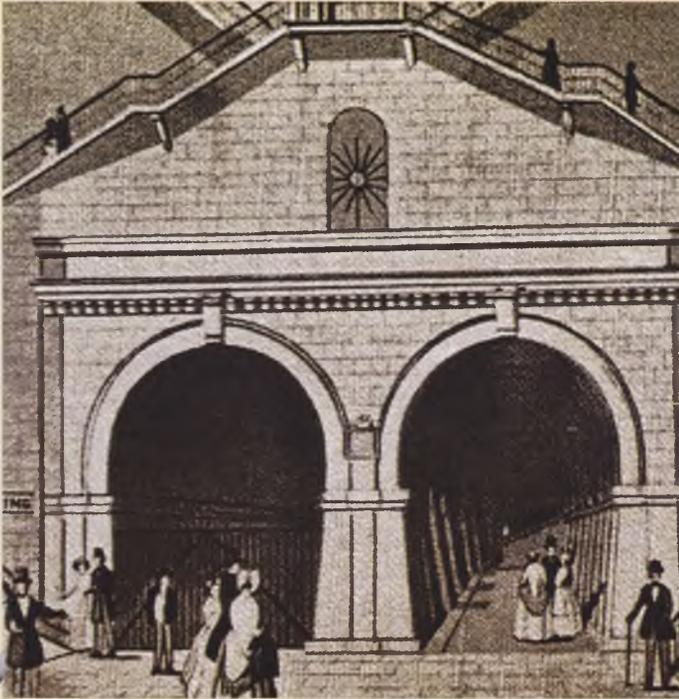
Строительство этих тоннелей под Темзой было завершено только в 1843 г. Сначала тоннели использовались как пешеходные, а в последствии и как транспортные. В настоящее время они эксплуатируются Лондонским метрополитеном.

Брунелями было построено в Англии немало железнодорожных тоннелей, в частности, между Лондоном и Бристолем длиной 3,2 км и между Шеффилдом и Манчестером – 4,8 км.

Большие изменения в технологии проходки тоннелей произошли во второй половине XIX в. В 1849 г. американец Джонатан Коуч предложил конструкцию сверла для бурения шпуров ударно-вращательным способом с помощью энергии сжатого воздуха. Только в начале 60-х годов эту идею удалось реализовать на практике европейцам Зоммайлеру, Грандису и Граттони. Использование пневматического перфоратора уже к 70-м годам поз-

Транспортировка разработанного грунта при строительстве тоннеля под р. Темзой с использованием щита Брунеля в 1830-е гг.





Тоннели под р. Темзой после завершения их строительства в 1843 г.

волило на порядок увеличить скорость выполнения самой продолжительной операции проходческого цикла – бурения шпуров.

В это же время началось широкое применение нитроглицериновых взрывчатых веществ.

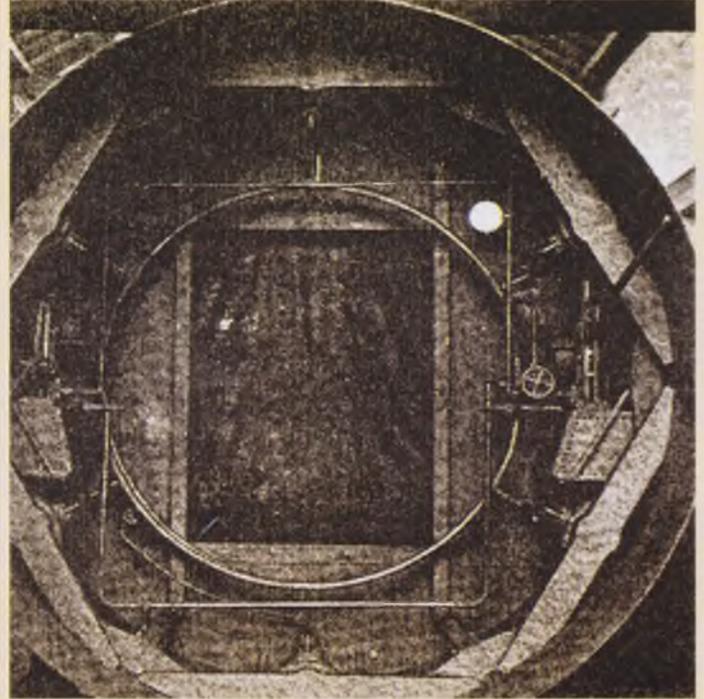
Английским инженером Питером Барлоу в 1864 г. был запатентован проходческий щит цилиндрической формы – прообраз современных агрегатов. В 1870 г. подобным щитом, конструкция которого была доработана Грейтхедом, был пройден пешеходный тоннель в Лондоне под р. Темзой. Щит диаметром 2,4 м передвигался с помощью 6-ти винтовых домкратов, распиравшихся в тоннельную обделку. Конструкция из чугунных тубингов собиралась под оболочкой щита. За сборную обделку нагнетался цементный раствор. Сооружение тоннеля было завершено через 6 месяцев после начала работ и поразило современников не только скоростью и безопасностью строительства, но и своей сравнительно небольшой стоимостью.

Одним из наиболее успешно реализованных проектов конца XIX в. можно считать трансальпийский Симпсонский тоннель между Швейцарией и Италией, длительное время остававшийся самым протяженным транспортным сооружением в мире. Несмотря на сложные условия строительства, тоннель длиной около 20 км был сдан в эксплуатацию в 1906 г., всего через 7,5 лет после начала проходки.

Работами руководил Альфред Брандт – изобретатель передовой в то время бурильной установки. Строительство началось в августе 1898 г. одновременно с итальянской и швейцарской сторон. При подготовке проекта был учтен негативный опыт прокладки Сент-Готтардского тоннеля, где произошли крупные аварии с многочисленными человеческими жертвами. Учитывая большие сложности с вентиляцией забоев при проходке Сент-Готтардского тоннеля, Брандт принял решение о строительстве не одного двухпутного, как это делалось в последние годы, а двух однопутных тоннелей. При этом через каждые 200 м между тоннелями устраивались вентиляционные сбойки. На порталах было установлено самое современное вентиляционное оборудование, позволявшее подавать в тоннели свежий воздух в 25 раз больше, чем при строительстве Сент-Готтардского тоннеля.

При проходке первых километров тоннелей продолжительность цикла составляла 5 ч, что обеспечивало скорость около 5,5 м в сутки. Для бурения забоев использовались буровые рамы, сконструированные с таким расчетом, чтобы на каждый перфоратор приходилось только по 4 шпура. Во время отгона рамы на безопасное расстояние шпуры заряжались патронами с желатина-динамитом. Взорванная порода грузилась в узкие вагонетки, размещенные под буровой рамой.

После проходки 3,5-4 км условия трассы осложнились. Начались прорывы термальных вод (температура воды достигала 60° С), температура пород в забое доходила до 54°. Высокое горное давление приводило к деформированию стальных арок (максимальная глубина заложения тоннеля составляла 2100 м). Для усиления временной крепи на этих участках производилось обетонирование арок, что позволило в дальнейшем успешно продолжать проходку тоннеля.



Щит Грейтхеда, использовавшийся при проходке под р. Темзой в Лондоне в 1870 г.

Симпсонский тоннель был построен с небольшим числом человеческих жертв, что было необычным для того времени.

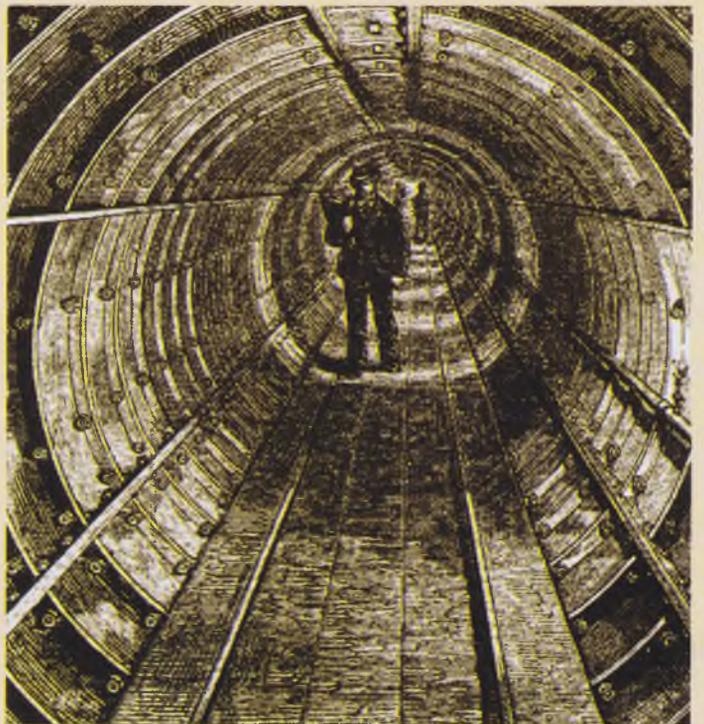
При сбойке забоев расхождение осей в плане составило 20 см, а по высоте – 9 см. Это подтвердило высокую квалификацию специалистов и хорошее качество инженерной подготовки строительства.

Есть примеры успешного сооружения протяженных тоннелей и в Российской Империи. Всего за 2 года был пройден Сурамский тоннель Закавказской железной дороги длиной 4 км. Его ширина 8,96 м, а высота от головки рельсов 7,04 м.

При строительстве тоннеля использовались передовые для того времени проходческие технологии и оборудование, в частности, буровые машины системы Брандта. Скорость проходки достигала 10,67 м в сутки. 12 октября 1888 г., через два года после начала работ, произошла сбойка встречных забоев.

Конец XIX – начало XX вв. справедливо считается «золотой» порой в тоннелестроении. Тогда было проложено большое число из эксплуатируемых и в настоящее время железнодорожных и гидротехнических тоннелей. В ряде крупных городов мира началось строительство метрополитенов. В те годы была заложена основа современных тоннелепроходческих технологий. 

Готовый тоннель под р. Темзой, пройденный щитом Грейтхеда



Метро тоннели

Журнал о метро
и подземном строительстве

Шесть раз в год + спецвыпуски



По вопросам подписки обращаться:

103051, Москва, Цветной бульвар, 17, офис 217

тел: (095) 929-6548, тел./факс: 929-6482

e-mail: tunnels@metrostroy.ru

ТАУ ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ИНЖИНИРИНГ
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

25 декабря 2002 г. состоялось заседание Президиума Правления Тоннельной ассоциации России, которое рассмотрело следующие вопросы.

1. О результатах проведения Международной научно-технической конференции «Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы».

2. О Почетном члене Тоннельной ассоциации России.

3. О проведении ежегодного заседания Правления Тоннельной ассоциации России по итогам работы в 2002 г.

С сообщением по первому вопросу выступил ученый секретарь Правления Тоннельной ассоциации России В. Ф. Бочаров.

На заседании Президиума отмечалось, что Оргкомитетом и Президиумом Правления Тоннельной ассоциации России проделан весьма большой объем работ по подготовке и проведению Международной научно-технической конференции. Большую помощь в ее проведении оказала Корпорация «Трансстрой».

Международная конференция явилась одним из наиболее значительных мероприятий Ассоциации в уходящем году. В её работе приняли участие 302 человека, в том числе Россию представили 221 специалист из 21 региона, из стран СНГ - 36 специалистов из 7 государств, дальше зарубежье представлено было 45 специалистами из 15 государств.

Конференция прошла при активном участии Исполнительного совета Международной Тоннельной ассоциации. В ее работе приняли участие 10 членов Исполнительного совета МТА во главе с Президентом А. Ассисом.

На конференции было заслушано 50 докладов, в трудах конференции опубликовано 109 докладов, посвященных построенным новым подземным сооружениям, машинам и оборудованию, новым технологиям, разработке нормативных документов. По той же тематике в фойе была организована выставка 40 технических плакатов, а также раздавались пристендовые листки. Для участников конференции проведены 3 технические экскурсии.

К числу недостатков проведения конференции следует отнести ограничение времени для выступления с докладами до 10 минут, а также ряд недоработок по информационным бюллетеням. В будущем необходимо увеличить время докладов до 15 минут.

В принятом решении Президиума была одобрена работа Оргкомитета по подготовке и проведению конференции, а Дирекции Правления поставлена задача обобщить материалы докладов и направить выводы и предложения Отделениям Тоннельной ассоциации России.

Далее была заслушана информация С. Н. Власова об установлении звания «Почетный член Тоннельной ассоциации России» и награждении членов ТА Почетными грамотами.

Для обеспечения преемственности поколений в Тоннельной ассоциации необходимо в ближайшее

время вводить в состав её руководящих органов молодых, энергичных специалистов, которым в ближайшем будущем надо будет продолжить дело старших товарищей, организовывать и руководить деятельностью Ассоциации. При этом не следует отказываться и от помощи специалистов старшего поколения. С этой целью необходимо активизировать работу по ротации членов Президиума и Правления. Для освобождающихся специалистов - членов Президиума и Правления ТА или Ревизионной комиссии надо изыскать возможность привлечения их к работе через различные секции, временные трудовые коллективы, участие в экспертизах проектов и других мероприятиях.

Одной из форм поощрения за активную деятельность в ТА России в течение определенного времени должны стать награждение членов «Почетной грамотой» и присвоение звания «Почетный член Тоннельной ассоциации России». Для этого необходимо разработать и утвердить статус «Почетного члена Тоннельной ассоциации России» и Положение о награждении «Почетной грамотой» Тоннельной ассоциации.

В принятом решении Дирекции Правления было поручено разработать статус «Почетного члена Тоннельной ассоциации России» и Положение о награждении «Почетной грамотой» и представить на утверждение на очередное заседание Правления к 27 марта 2003 г.

По 3-му вопросу были приняты следующие решения.

1. Провести очередное ежегодное заседание Правления Тоннельной ассоциации России 27 марта 2003 г.

2. Утвердить следующую повестку дня заседания:

- отчет Президиума Правления Тоннельной ассоциации России о работе в 2002 г.;

- отчет Ревизионной комиссии;

- утверждение Основных направлений работы на 2003 г.;

- утверждение Положений о «Почетном члене Тоннельной ассоциации России» и о награждении «Почетной грамотой».

К проведению заседания Правления приурочить семинар по обсуждению ряда технических вопросов.

На этом же заседании Председатель Правления Тоннельной ассоциации России В. А. Брежнев вручил знаки и свидетельства члена Тоннельной ассоциации России:

- Бельякову Михаилу Юрьевичу - начальнику Управления внешнеэкономической деятельности Корпорации «Трансстрой»;

- Климову Дмитрию Викторовичу - заместителю начальника Управления строительства объектов городского заказа Корпорации «Трансстрой»;

- Ларину Виктору Александровичу - главному инженеру Тоннельного отряда № 40;

- Малицкому Владимиру Семеновичу - генеральному директору ООО «Каналстройпроект»;

- Соболеву Павлу Петровичу - первому заместителю генерального директора ЗАО «Трансмонolit».

ПРОДАЕТСЯ КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ГРУНТОВ

- буровая установка
- насос высокого давления
- миксерная станция

ЦЕНА ДОГОВОРНАЯ

Специализированное строительное
предприятие
РЕГИОН

614007, г. Пермь, ул. Н. Островского, 59
Тел.: (3422) 16-86-80
Факс: (3422) 16-49-81



ВНИМАНИЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВСЕХ ТИПОВ ПОДЗЕМНЫХ
РАБОТ ВСЕМИРНО ИЗВЕСТНОЙ ТОРГОВОЙ МАРКИ**

ECOdrill

Установки ECOdrill имеют самый широкий спектр применения: от устройства фундаментов и опор до экологического мониторинга (ECOdrill 0)

- Поставка непосредственно с завода изготовителя
- Выезд в Германию на приемку оборудования
- Обучение персонала
- Наладка работы оборудования в России
- Гарантийное обслуживание
- Гибкие финансовые решения для наших партнеров



*Мы обеспечим полное соответствие требованиям заказчика
и отраслевым стандартам*

Представительство в Москве
Россия, 125057, г. Москва, Ленинградский пр-т, 57, офис 211
тел.: (095) 929-64-82, тел./факс: (095) 929-65-48



28 февраля 2003 года
в 13 часов
в **МОСКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ГОРНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

в **КРАСНОМ** ЗАЛЕ

состоится семинар на тему:

«ИНЪЕКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

Участники:

- CarboTech (Германия)
- Кафедра «Строительство подземных сооружений и шахт» (Россия, МГГУ)
- Тоннельная ассоциация России
- ЗАО «Триада-Холдинг» (Россия)

Семинар проводится при информационной поддержке
журнала Тоннельной ассоциации России «Метро и тоннели»





700 тоннельных микропроходческих комплексов по всему миру



Бестраншейное продавливание труб в любых условиях



Шламовая проходка в прочных породах с помощью шарошек и катковых резцов



Шламовая проходка в грунтах смешанного типа с помощью шарошек и плоских (лопатообразных) резцов



Шламовая проходка в слабых грунтах с помощью лопатообразных резцов

Безопасность и высокая точность обеспечивают победу в любой точке мира! Тоннельные микропроходческие комплексы фирмы «Herrenknecht AG», работающие по принципу продавливания, участвуют во многих бестраншейных проектах обновления трубопроводных сетей всего Европейского континента, Азии, Северной и Южной Америки, Австралии; по всему миру фирма «Herrenknecht AG» осуществила продажу более 700 комплексов.

Приспособление комплексов к условиям конкретных объектов и сервисные мероприятия позволяют заказчикам достигать оптимального темпа проходки. Участник мирового рынка, фирма «Herrenknecht AG», может обеспечить весь процесс прокладки трубопроводов и проходки микротоннелей диаметром от 100 до 4 000 мм.

Тоннелестроение - это окно в будущее

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) 095 462 38 78
факс (+7) 095 462 57 44

