

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета
В. А. Брежнев

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

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

Редакционная коллегия:

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Тоннельная ассоциация России

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

Издатель

ООО «Метро и тоннели»
тел.: (495) 265-7951, 775-9934
факс: (495) 265-7951
107078, Москва,
Новорязанская, 16,
подъезд 5, кв. 20
e-mail: metrotunnels@gmail.com
Генеральный директор
О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандул
Компьютерный дизайн и верстка
М. Б. Брилинг
Фотографы:
А. В. Попов, М. Б. Брилинг
Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «Метро и тоннели», 2007

№ 3 2007

Панорама

2

Проектные решения

Строительство первого крупногабаритного тоннеля в Санкт-Петербурге

12

В. В. Стрельцов

Горные тоннели

Внедрение прогрессивной технологии при сооружении
автодорожного тоннеля горным способом

14

Ю. А. Мордвинков, В. В. Данилов

Предприятия отрасли

Эскалаторы Крюковского вагоностроительного завода

18

Щитовая проходка

Непрерывный контроль деформаций кольца
обделки при щитовой проходке тоннелей

20

С. В. Мазеин, Г. М. Стафеев, М. И. Маслов

Тампонажный раствор на основе вяжущего «БИРСС ТМ»

24

И. В. Гиренко

Определение предельной нагрузки от наземных зданий
при щитовой проходке тоннелей

26

Л. В. Маковский, Фам Ань Туан

Микротоннелирование

Проходка микротоннеля под акваторией
Царицынского пруда в Москве

28

А. И. Долгов, В. И. Артемов

Специальные способы работ

Исследование работы анкеров и анкерных свай
из трубчатых винтовых штанг «Титан»
в суглинистых грунтах

32

И. М. Малый, П. А. Маслов, С. П. Преображенский

Организация отечественного производства
холоднокатанных трубчатых винтовых анкеров

36

В. И. Котенок, Г. С. Майзелис, И. А. Покладок

Выставки и конференции

Международный тоннельный конгресс 2007

38

И. С. Бубман, В. А. Умнов

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

ТПМК фирмы
«Херренкнехт» завершил
проходку перегонного
тоннеля на участке
Митинско-Строгинской
линии в Москве (с. 16)

РЕКОРДЫ ПРОХОДКИ ТОННЕЛЕЙ МИТИНСКО-СТРОГИНСКОЙ ЛИНИИ В МОСКВЕ



Успешное сооружение перегонных тоннелей Митинско-Строгинской линии от станции «Кунцевская» в сторону станции «Парк Победы» с завершением проходки первого тоннеля протяженностью 2932 м в марте 2007 г. и второго длиной 1100 м 30 июня 2007 г. полностью подтвердило правильность принятых руководством ОАО «Трансинжстрой» принципиальных решений схемы общей организации строительства этой линии и выбранных способов горно-проходческих работ.

Сложная градостроительная ситуация по трассе тоннелей, необходимость пересечения железнодорожных путей Смоленского направления без какого-либо ограничения движения поездов, а также крайне сжатые директивные сроки проведения работ обусловили необходимость обеспечения безосадочной скоростной проходки тоннелей. Это могло быть достигнуто при использовании современных технологий – применении тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК). На основе оценки предложений ряда зарубежных фирм-производителей комплексов ОАО «Трансинжстрой» закупило ТПМК и периферийное оборудование к нему в Германии у фирмы «Херренкнехт АГ». При заказе была оговорена возможность демонтажа элементов комплекса на узлы определенных размеров и массой не более 30 т. Это ограничение позволило, впервые в практике, в специально сооруженной камере на глубине 80 м полностью демонтировать комплекс и переместить узлы по уже пройденному первому тоннелю для строительства второго.

Из двух освоенных способов создания противодействия в забое для удержания обнажаемой

30 июля 2007 г. специалисты СМУ-161 ОАО «Трансинжстрой» завершили проходку второго перегонного тоннеля от станции «Кунцевская» до станции «Славянский бульвар» в Москве.

На этом перегоне установлена рекордная скорость для отечественного метроостроения – 704 м в месяц. При этом использовались современные технологии, которые позволили получить тоннель высочайшего качества. Нужно сказать, что проходка перегонных тоннелей на Митинско-Строгинской линии метрополитена в Москве – случай уникальный для России. Одновременно пять импортных тоннелепроходческих комплексов вели проходку на этом проекте.

Об особенностях строительства перегонных тоннелей наиболее сложного участка Митинско-Строгинской линии рассказал начальник СМУ-161 Михаил Ильич Алейник.

породы от обрушения – с гидропригрузом и грунтопригрузом – специалисты ОАО «Трансинжстрой» остановили свой выбор на втором, наиболее эффективном и экономичном в фактических инженерно-геологических условиях заложения строящейся линии. Именно с таким пригрузом Трансинжстрой и заказал щит фирме – поставщику комплекса.

Благодаря сделанному выбору и для достижения расчетной скорости проходки 500 м/мес. ОАО «Трансинжстрой» была впервые применена новая для метроостроения технологическая схема транспорта с разделением потоков грузов. Вместо традиционной выдачи разработанного грунта на поверхность в вагонетках по рельсовому пути использован конвейерный транспорт. Непрерывная лента шириной 650 мм обеспечивает достаточно высокую производительность – до 300 т/ч грунта.

Конструкция обделки наружным диаметром 6 м – высокоточная железобетонная из блоков нескольких типов, собираемых у забоя в кольца, которые имеют коническую форму с шириной 1400 мм по оси тоннеля и различную ширину с разных сторон диаметра. Такой тип дал возможность монтировать обделку на горизонтальных и вертикальных кривых трассы путем поворота кольца относительно оси тоннеля на расчетный угол. Завод № 18 «Моспромжелезобетон» изготовил и поставил железобетонные блоки высокого качества и в установленный срок. Осуществленные ОАО «Трансинжстрой» организационные мероприятия и принятые обоснованные технические решения позволили обеспечить проходку тоннелей в проектные сроки и отличного качества. При этом была достигнута рекордная для фактических инженерно-геологических условий Москвы скорость проходки: первого тоннеля – 635 м/мес., второго – 704 м/мес.



Докладывает главный инженер Трансинжстроя А. А. Гончаров



Поздравить метростроителей приехал первый заместитель руководителя Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы А.Н. Левченко



НОВОСТИ LOVAT

ТМПК «ЛОВАТ» ДЛЯ МИТИНСКО-СТРОГИНСКОЙ ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА В МОСКВЕ

Весной 2007 г., после получения полностью восстановленного тоннелепроходческого комплекса фирмы «Ловат» модели RME254SE серии 16600 с грунтопригрузом забоя, ООО «СМУ Ингеоком» продолжило проходку тоннелей на своем участке Митинско-Строгинской линии Московского метрополитена.

После завершения монтажа и тестирования комплекса в мае 2007 г. специалисты Ингеокома уже в первые несколько недель проходки смогли установить 284 кольца тоннеля.

Длина щита составляет 3,5 м, диаметр – 6,3 м. В конструкции кольца используются высокоточные блоки длиной 1200 и толщиной 300 мм с конфигурацией сегментов 6+1.

Комплекс оснащен системой LOVAT Ground Conditioning System (GCS) (система кондиционирования грунта) для того, чтобы улучшить качество грунта и уменьшить износ режущего инструмента.



МОСМЕТРОСТРОЕВЦЫ ЗАВЕРШАЮТ ПРОХОДКУ ТОННЕЛЕЙ



8 августа 2007 г. закончилась проходка левого перегонного тоннеля от точки «С» до станции «Строгино», которая осуществлялась тоннелепроходческим комплексом фирмы «Херренкнехт» со скоростью 350 м в месяц.

ТМПК стартовал в январе с.г. и, пройдя 2530 м, в июле дошел до демонтажной камеры, где

и должен был завершить работу. Но было предложено идти дальше еще 212 м до станционного комплекса «Строгино».

Как правило, в отечественной практике с грунтопригрузом выходят в демонтажную камеру, затопленную водой. В данном случае камера была не подготовлена для заполнения водой. Поэтому за 30 см до выхода щитового комплекса была прекращена подача бенитонитового раствора, и машина это расстояние

шла «всухую». И тогда было принято решение применить специально изготовленную прижимную стенку.

Это предпоследняя сбойка на участке «Парк Победы»-«Строгино» Арбатско-Покровской линии, который будет сдан в эксплуатацию в декабре текущего года.



Тоннельный отряд № 6 с помощью механизированного комплекса канадской фирмы «Ловат» осуществил проходку перегонных тоннелей от станции «Крылатское» до точки Д Строгинской линии Московского метрополитена общей протяженностью около 3 км.

К сооружению левого тоннеля коллектив ТО-6 приступил 13 апреля 2006 г. и завершил в конце декабря, т. е. работы велись 8,5 месяцев.

Демонтаж, сборка и транспортировка щита на новый участок были произведены за 40 дней, причем в условиях очень сильных морозов.

Проходку правого перегонного тоннеля начали 15 февраля 2007 г. и закончили 20 июля.

Сокращение сроков строительства правого тоннеля было достигнуто за счет применения совре-



менной схемы откатки разработанной породы – вместо вагонеток использовали ленточный конвейер немецкой фирмы «Н+Е». Благодаря этому в мае прошли 375 м, а июне – 500 м тоннеля.

Несмотря на сложность трасс с малым радиусом кривых и наличие юрской глины на завершающем отрезке, правый перегон был успешно пройден без просадок под жилыми домами и автозаправочной станцией.

Средние скорости сооружения перегонных тоннелей составили от 200 до 300 м в месяц.



В ЧЕЛЯБИНСКЕ МОЖЕТ ПОЯВИТЬСЯ ВТОРОЙ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

210 млн рублей из бюджета Челябинской области будет направлено на приобретение горно-проходческого оборудования для строительства метрополитена в г. Челябинске. К такому решению глава области П. И. Сумин пришел 18 июля по итогам совещания, посвященного этой проблеме. Кроме того, он поручил проработать вопрос о приобретении второго горно-проходческого комплекса на условиях софинансирования с городской администрацией.

Необходимость сооружения метро в Челябинске поддерживают 80 % горожан, однако при этом они отмечают его недостаточные темпы. Основной проблемой

строителей сегодня является не финансирование, а то, что из-за невыполнения плана работ они не могут освоить уже имеющиеся средства. Так, за первое полугодие 2007 г. метростроители должны были проложить 500 м тоннелей, но прошли только 287 м. При этом специалисты ссылаются на высокую сложность работ. Тоннелепроходческий комплекс «Ловат» продвигается со скоростью лишь 4 м в сутки, так как работы ведутся в условиях геологического разлома, в скальных породах. Тем не менее, агрегат уже вошел в тело станции «Комсомольская площадь», где будет расположена одна из четырех станций метро первого пускового комплекса.

Параллельно продолжается сооружение ст. «Торговый центр», начаты буровзрывные работы на перегоне в сторону будущей ст. «Проспект Победы», разрабатывается котлован на Комсомольской площади, готовится проектная документация по ст. «Площадь Революции». Тем не менее, если строители в ближайшие годы не ускорят темпы работ и не войдут в график, пуск первого пускового комплекса, запланированный на 2012 г., вряд ли состоится. Еще одна большая проблема метростроителей – нехватка кадров, а главное – инженерно-технических специалистов. Сегодня на стройке трудится около 430 человек. Кадры собираются готовить в

Южно-Уральском госуниверситете и Копейском горном техникуме. Намерение привлечь дополнительные подрядные организации из Уфы, Казани и Екатеринбурга до сих пор не реализовано.

Напомним, что строительство Челябинского метрополитена началось в 1992 г. В 2001 г. была разработана Программа развития метрополитена в Челябинске, рассчитанная до 2015 г. Суммарная длина пускового комплекса составит 5,7 км без учета километровой ветки в депо, находящейся в Ленинском районе, с четырьмя станциями – «Комсомольская площадь», «Площадь революции», «Торговый центр» и «Проспект Победы».



ОАО «СУПР» – СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКЛАДКИ КОЛЛЕКТОРОВ



Руководство ОАО «СУПР» и А. Н. Левченко (в центре) во время посещения объекта 4 июля 2007 г.



Участок готового тоннеля

В марте 2007 г. специалисты ОАО «СУПР» закончили проходку экспериментального участка кабельного коллектора от подстанции «Угреша». Это – первые 300 м тоннеля, сооружаемого без вторичной обделки («рубашки»), с применением футеровки на основе полимерных материалов. Такой метод реализован в соответствии с Программой освоения и внедрения его в Москве на канализационных тоннелях, утвержденной первым

заместителем мэра в правительстве Москвы В. И. Ресины.

Коллектор пройден с помощью тоннелепроходческой машины EPB 2750 AE фирмы «Herrenknecht», оборудованной роторным исполнительным органом, с применением грунто-пригруза.

Крепление тоннеля выполнено из высокоточных комбисегментов с резиновыми уплотнениями. Нагнетание за обделку специального тампонажного раствора, производимое через специальные каналы в хвостовой части щита, обеспечивает надежность конструкции и полную гидроизоляцию коллектора.

С целью сокращения камер на поверхности коллектора была выбрана криволинейная траектория с радиусом кривизны до 220 м.

Проходка велась под трамвайным крутом Угрешской развязки Мосгортранса, тремя путями Ок-

ружной железной дороги (подводящие ветки к предприятиям) и автодорогой с интенсивным транспортным движением.

Величина просадок поверхности не превышала 5 мм, что значительно ниже величин, предусмотренных нормами.

В специальные закладные, вмонтированные еще на заводе-производителе блоков (ОАО «Моспромжелезобетон») при формовке, устанавливаются кронштейны с консолями для дальнейшей прокладки электрокабелей.

Хорошие качественные и производственные показатели подтверждают правильность выбранного метода и оборудования и позволяют надеяться на дальнейшее развитие технологии строительства коллекторов без возведения железобетонной рубашки.

Работы на данном тоннеле продолжаются.



РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА КАБЕЛЬНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ

В соответствии с Программой освоения и внедрения в г. Москве канализационных и коммуникационных тоннелей, сооружаемых без вторичной обделки («рубашки») с применением футеровки на основе полимерных материалов утвержденной Первым заместителем мэра в правительстве Москвы В. И. Ресины, Московский государственный горный университет совместно с ГУП «НИИ Мос-

строй», ГУП «Мосинжпроект», ООО «Институт «Каналстройпроект», ОАО «Мосинжстрой», МГУП «Мосводоканал», ОАО «СУПР», НПО «Космос» подготовили предложения по строительству кабельных и канализационных коллекторов без вторичной обделки («рубашки»).

МГТУ, ГУП «НИИ Мосстрой», ГУП «Мосинжпроект», ОАО «Моспромжелезобетон» подготовили рабочие чертежи и технологию

изготовления высокоточных железобетонных блоков для строительства кабельных коллекторов. ОАО «Моспромжелезобетон» ведет их изготовление для кабельного коллектора от п/с «Угреша». ГУП «Мосинжпроект» совместно с ОАО «СУПР» осуществлено его проектирование, смонтирован ТПМК и начато строительство.

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бе-

тона и железобетона выполнил «Заключение о коррозионной стойкости образцов полимерной футеровки трех видов в среде, имитирующей условия эксплуатации канализационного коллектора, и в реальной среде». Результаты испытаний положительные.

На совместном выездном совещании Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города

Москвы и МГУП «Мосводоканал» рассмотрены первые результаты НИР, ОКР и экспериментального производства высокоточных железобетонных блоков с полимерной футеровкой.

Вопросы эффективности применения такой обделки рассматривались 21 февраля 2007 г. на выездном заседании, организованном на заводе ОАО «Моспромжелезобетон». На нем присутствовали представители: Департамента градостроительной политики и реконструкции города Москвы, МГТУ, НИИЖБА, МГУП «Мосводоканал», ГУП «Мосинжпроект», ООО «Институт «Каналстройпроект», ВНИИ-

железобетон, Тоннельной ассоциации России, НПО «Космос», ООО «Херренкнехт тоннельсервис», ОАО «СУПР» и другие.

На заседании была одобрена работа научных, проектных и производственных организаций по разработке и внедрению технологий строительства кабельных и канализационных тоннелей без вторичной обделки («рубашки») с помощью тоннелепроходческих механизированных комплексов и методом микротоннелирования, а также отмечены положительные результаты комплексных испытаний высокоточных блоков.

Расчет экономической эффективности от внедрения новой технологии показал, что при серийном производстве экономия единовременных затрат на 100 п. м составит от 145 до 610 тыс. р. (4–11 %) при снижении трудоемкости на 950 чел./смен (до 80 %), сокращение сроков строительства – более чем в 4 раза и может быть получена дополнительная прибыль в размере 510 тыс. р./100 п. м. Экономический эффект составит более 3 млрд. р./год.

Кроме того, сокращение потребности в грузовом транспорте, физических объемов строительства, объемов земляных работ и

сроков способствует снижению «строительных нагрузок» на жилые и административные территории города и минимизирует отклонения от нормальных условий жизни и деятельности населения.

ГУП «НИИ Мосстрой», МГТУ и ОАО «СУПР» было рекомендовано провести проверку инъекционных составов для заблочного и затрубного пространства на строительстве коллекторных тоннелей.

Для участников заседания была организована экскурсия по заводу, где они ознакомились с технологией изготовления высокоточных железобетонных блоков для строительства кабельных и канализационных коллекторов. **МТ**

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КИЕВСКОГО МЕТРО

До конца 2011 г. в Киеве предстоит соорудить более 21 км новых линий и свыше 20 новых станций, т. е. в среднем в год необходимо строить четыре станции и около 5 км. В связи с этим одна из главных и новых задач для Киева – организация международных тендеров. Ожидается, что метрополитен, начиная со следующего года, будут прокладывать не только киевские метростроевцы, но и метростроевцы других стран.

Для этих целей осуществлена подготовительная работа, исследован рынок и выяснено, что примерно 100 компаний имеют лицензии на проведение работ подобного рода, из них на сегодня 19 заявили о своей готовности участвовать в строительстве.

Вскоре состоится первый тендер на сооружение второго вы-

хода станции «Вокзальная» Святошино-Броварской линии – этот объект автономный и его можно строить независимо от того, что происходит в метрополитене на других объектах. На данный момент проект уже разработан и находится на комплексной Госэкспертизе. Ориентировочный срок проведения работ – 2007–2010 гг.

До 2011 г. планируется возвести несколько станций на Куреневско-Красноармейской линии. Первая пусковая очередь – участок от ст. «Лыбедская» до ст. «Васильковская» – длиной 3,79 км с тремя станциями метрополитена. Срок введения в эксплуатацию – 2008 г. Вторая очередь – от ст. «Васильковская» до ст. «Выставочный центр» протяженностью 1,2 км.

На четвертой, новой линии метрополитена, которая имеет

рабочее название Подольско-Выгуловская, за этот же период планируется провести работы на участке от ст. «Глыбочицкая» до ст. «Радужная» с ответвлением на станцию «Проспект Ватутина» Левобережной линии длиной 7,93 км с шестью станциями, две из них – пересадочные.

Левобережная линия также имеется в планах метростроителей. На ней в течение 2008–2011 гг. проложат участок от ст. «Радужная» с ответвлением до ст. «Милославская» как продолжение Подольско-Выгуловской линии от ст. «Глыбочицкая» до ст. «Радужная» протяженностью 5,9 км с 6-ю станциями и электродепо «Троещина». На данный момент проект строительства разрабатывается, утвердить его предполагается во II полугодии текущего года.

Кроме этого, планируется до 2010 г. реанимировать станцию «Львовская брама», т. е. достроить её, вывести на поверхность вход-выход, возвести наземный вестибюль. Все это будет сооружаться в комплексе с торгово-развлекательным центром, который будет строить инвестор.

В отдельные планы входит реконструкция пешеходного тоннеля между станциями «Крещатик» и «Площадь Независимости» с заменой асфальтобетонного покрытия на гранитное и установкой двух травиалаторов для горизонтального перемещения пешеходов. Руководство метрополитена вышло с предложением к властям, чтобы финансирование этого проекта проходило в рамках мероприятий по подготовке к чемпионату Евро-2010. **МТ**

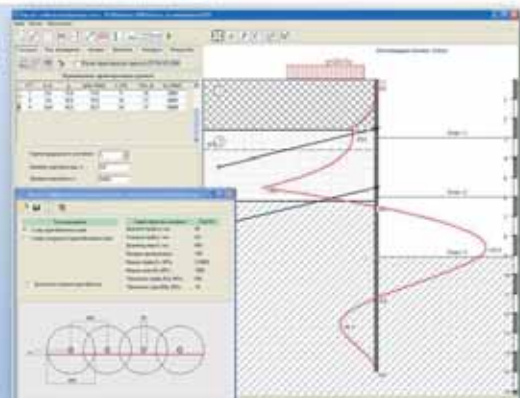


ИнжПроектСтрой

Предлагает программы для геотехнических расчетов:

- GeoWall - расчет ограждения котлованов
- GeoAnchor - расчет анкеров
- GeoPlate - расчет свайно-плитного фундамента
- GeoPile - расчет свай TITAN

www.jet-grouting.ru тел./факс: (342) 219-61-03, 219-63-61



ГРУППА КОМПАНИЙ «ВИРТ» ПРОВЕЛА СЕМИНАР В МОСКВЕ

20 и 21 июня 2007 г. в гостинице «Золотое кольцо» в Москве состоялась встреча, организованная предприятием «ВИРТ – машинное и буровое оборудование» (Германия), со специалистами из различных регионов России и ближнего зарубежья.

Германское предприятие, входящее в число ведущих в мировом масштабе изготовителей бурового оборудования, машинных комплексов и насосов, под лозунгом «Давать импульсы, налаживать связи» представило свою продукцию и проинформировало о своих производственных возможностях.

В семинаре участвовало 25 представителей энергетической, горной и строительной промышленности, а также торговли Армении, Азербайджана, Казахстана, России, Таджикистана и Туркменистана. Были представлены такие фирмы как, например, Апелевка, Аркор, Геомаш, Канмансур, КЦА ДОЙТАГ и Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

Участники семинара, в присутствии заместителя министра энергетики Республики Таджикистан г-на Заробиддина Файзуллоева и заместителя руководителя экономического отдела посольства Федеративной Республики Германии в Российской Федерации

г-на Вольфганга Дика, дали информацию о производственных возможностях своих предприятий, об оказании услуг, а также о возможностях сотрудничества. В связи с этим обсуждались условия реализации совместных проектов. В ходе переговоров за круглым столом рассматривались возможности улучшения общих экономических условий и налаживания надежных отношений в интересах перспективного партнерства.

Работа семинара сосредоточивалась на наращивании сотрудничества, ощутимом развитии производственной кооперации, привлечении заказчиков, сбыте продукции и обеспечении качественно нового уровня сотрудничества, отвечающего экономической мощи участвующих стран.

Участники семинара договорились о налаживании экономических контактов и реализации далеко идущих проектов.

Группа предприятий Wirth произошла от Internationale Bohrgesellschaft AG, созданного в Германии в 1895 г. Сегодня это предприятие среднего звена с глобальной направленностью, штаб-квартира которого находится в западногерманском городе Эркеленц, что в 45 км от г. Дюссельдорфа.

Фирма «Вирт» относится к ведущим в своей отрасли поставщикам горно-проходческого



Памятное фото участников конференции

оборудования в мире и постоянно укрепляет эту позицию за счет динамичной политики. Широкая номенклатура продукции, современное оборудование и оснащение, а также оказание отличных сервисных услуг обеспечивает исполнение индивидуальных заказов клиентам с наивысшим качеством. В штате фирмы находится более 700 сотрудников во всем мире.

В неполный перечень продукции компании входят:

- установки по проходке тоннелей, бурению шахтных стволов,
- микротоннельное оборудование для бестраншейной прокладки трубопроводов,
- станки по бурению под сваи

и под переходы под водными преградами,

- грузоподъемные лебедки,
- оснастка для нефтяных платформ,
- горно-шахтное оборудование,
- технология для буровых суден по морской добыче алмазов,
- нефтедобывающее оборудование и насосы.

Коммерческий успех предприятия обусловлен инновациями, усердной работой и опытом, накопленным в ходе выполнения совместных проектов, как, например, расширение железнодорожной и автомобильной сетей тоннелей в России, Украине, Великобритании, Испании, Италии, Иране и т. д.



КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ М-27 ДЖУБГА – СОЧИ

На прошедшем 31 июля 2007 г. заседании Экспертного научно-технического совета Тоннельной ассоциации России рассматривалась концепция развития автомобильной дороги М-27 Джубга – Сочи и способы проходки тоннелей на примере обхода г. Туапсе.

На заседании присутствовали члены Экспертного совета и специалисты – работники организаций Росавтодора, проектных и научно-исследовательских организаций и институтов, работающих в области строительства автомобильных дорог, тоннелей и подземных сооружений.

При рассмотрении концепции развития и реконструкции автомобильной дороги М-27 Джубга – Сочи и выбора способа проходки тоннелей отмечалось, что построенная в начале прошлого века автомобильная



дорога III категории Джубга – Сочи проложена в тесненных условиях горного рельефа вдоль Черноморского побережья, имеет множество затяжных подъемов и серпантин. На протяжении 114,5 км (из 215 км) она проходит по населенным пунктам. По ней осуществляются значительные объемы

грузопассажирских перевозок по обслуживанию многочисленных курортных зон. Среднегодовая интенсивность движения в 2005 г. составила 7800–19900 авт./сут., и с каждым годом она увеличивается. В центре г. Сочи в летние месяцы она достигает 38000 авт./сут. По данным долгосрочных про-

гнозов динамики среднегодовой интенсивности движения на 2025 г. необходимы параметры дороги I категории.

Концепция развития дороги М-27 Джубга – Сочи включает следующие основные положения:

- требуется полное переустройство федеральной трассы на всем протяжении;



• необходим оптимальный отвод ее от побережья с глубокими обходами крупных курортных поселков и городов, что существенно улучшит экологическую ситуацию в этих местах;

• развитие дороги с подъездами к населенным пунктам побережья следует рассматривать в комплексе с прохождением новой, удаленной от побережья, объездной трассой железной дороги;

• при проектировании надо учитывать перспективы селитебной зоны при развитии прилегающих населенных пунктов;

• в целях сохранения природных ландшафтов при реконструкции дороги целесообразно использовать сооружение тоннелей и эстакад.

В настоящее время с 1989 г. ведется прокладка обходной автодороги вокруг г. Сочи. Однако из-за скудного финансирования работы 1-й очереди (пуск в 2004 г.) выполнены, а 2-й (пуск в 2009 г.) – на 45–48 %. До 2009 г. предполагается выполнить проектные работы по строительству и реконструкции участков автомобильной дороги, включая завершение обхода г. Сочи, сооружение обходов г. Туапсе, поселках Лазаревское, Джубга, Новомихайловка и Лермонтово. Так как на удаленной от побережья трассе придется проложить много тоннелей, актуальным становится вопрос выбора способа их проходки для своевременной закупки специального оборудования. Какие-либо материалы по тоннелям трассы, начиная от начала обхода г. Сочи до обхода г. Туапсе, отсутствуют. На примере тоннеля № 4 на обходе г. Туапсе Ленметрогипротранс и ГипродорНИИ выработали общую концепцию выбора способов строительства и типа обделки. На основе сравнения затрат на вентиляцию и на «бросовые» ра-

боты предлагается соорудить двухполосные тоннели на каждом направлении движения.

Тоннели обхода г. Туапсе пересекают пласты пород, представленные песчаниками, известняками, мергелями, аргиллитами и алевролитами. Существенную часть трассы (около 23 %) занимают зоны тектонических нарушений, сильнотрещиноватые и раздробленные горные породы. Прочность горных пород колеблется от 10 до 120 МПа. Напластования имеют близкое к вертикальному направление, нарушенные зоны часто обводнены, причем максимальное гидростатическое давление может достигать величины 30 атм. Расчетная сейсмичность трассы дороги достигает 10 баллов.

Для инженерного проекта обхода г. Туапсе Ленметрогипротранс в дополнение к проекту, заложенному в «Обосновании инвестиций», разработал еще два варианта трассы, в которых исключены недостатки 1-го варианта (пересечение зон активных оползней). По рекомендуемому варианту строительство обхода разделено на три пусковых комплекса, включающих семь тоннелей общей длиной 10,3 км.

Рассмотрены щитовой и комбайновый способы их сооружения на всей длине дороги и, соответственно, два типа обделок: за щитом – сборная железобетонная кругового очертания и после комбайновой разработки – монолитная железобетонная с пленочной гидроизоляцией подковообразного очертания.

Сравнение стоимостей и сроков строительства при применении щитов и комбайнов на основе многофакторного технико-экономического сравнения привело к тому, что в итоге был рекомендован горный способ с применением проходческого

комбайна тяжелой серии типа «Паурат» ТЗ.20 для пород крепостью до 150 МПа, уже хорошо зарекомендовавший себя на тоннельной проходке в условиях Кавказа, с возведением монолитных обделок с пленочной гидроизоляцией.

Проведя анализ концепции развития и реконструкции автомобильной дороги М-27 Джубга – Сочи и выбора способа проходки тоннелей, экспертная группа пришла к выводу: в целом концепция выноса федеральной магистрали М-27 за пределы населенных пунктов совпадает с общей мировой тенденцией обеспечения населения и отдыхающих в курортной зоне экологически приемлемыми условиями жизни. Вполне очевидна в перспективе и необходимость повышения параметров дороги до уровня I категории.

Предложения по трассированию обходной дороги г. Туапсе базируются на детальном инженерно-геологическом обследовании склонов в районе намеченной трассы с оценкой активности зон разломов и оползней, кроме того, они учитывают действующие нормативные документы, в том числе и новые, выпуска 2005 г., национальные стандарты РФ.

Следует, однако, обратить внимание, что прокладка автодорог требует отчуждения части территории для их размещения, прокладки временных дорог, выделения площадей для размещения строительной техники, производственных и складских помещений, помещений для строителей и других нужд, а в горных условиях это связано с перемещениями больших масс грунта, рубками леса и другими мероприятиями, затрагивающими природную среду. Учитывая эти обстоятельства, законы РФ на-

кладывают большие ограничения на строительство дорог в заповедных и охраняемых природных зонах.

Территорию между городами Туапсе и Адлер с прилегающими горными районами занимает Сочинский национальный заповедник. Согласно Федеральному закону от 14.03.1995 г. «Об особо охраняемых природных территориях» в таких местах запрещается строительство магистральных дорог, трубопроводов, ЛЭП и других коммуникаций, рубки главного пользования и проходные рубки.

Аналогичный запрет содержит Кодекс РФ «Земли особо охраняемых территорий».

Поэтому предпочтение следует отдать варианту, предлагаемому ОАО «Ленметрогипротранс» и ГипродорНИИ – строить два двухполосных тоннеля вместо одного четырехполосного для тоннеля № 4 на обходе г. Туапсе. Действительно, при эксплуатации периодически возникает необходимость в проведении ремонтных работ в тоннеле, и наличие двух тоннелей позволяет не перекрывать движение по магистрали.

Также следует согласиться с авторами проектных предложений, что из трех распространенных способов проходки горных тоннелей, а именно: горного с буровзрывными работами, горного с применением проходческого комбайна и щитовой проходки, приняты для сравнения только два последних.

Оба этих способа обеспечивают проходку тоннельной выработки без динамического воздействия на вмещающий скальный массив (кроме других положительных качеств). Данное обстоятельство особенно важно при работах в условиях часто встречающихся по трассе тоннеля № 4 тектонических разломов.

Доводы ОАО «Ленметрогипротранс» и ГипродорНИИ, обосновывающие выбор варианта горного способа с применением проходческого комбайна на проходке тоннеля № 4, представляются вполне убедительными. Это, конечно, не исключает применение щитов для отдельных тоннелей вблизи источников энергоснабжения в течение длительного срока сооружения новой дороги.

Последние разработки НИЦ ТМ ОАО ЦНИИС составов набрызг-бетона повысили его дол-

говечность до уровня обычного бетона, в этой связи в проектах тоннельных обделок следует учитывать его несущую способность в совместной работе с внутренней несущей обделкой, что позволит снизить расход железобетона на внутренние обделки тоннелей на 20–25 %.

При подготовке материалов на стадии «Проект» большое внимание следует уделять вопросам безопасности при сооружении и эксплуатации автодорожных тоннелей и проводить их в соответствии со СНиП 32-07-97, ГОСТ 12.1.004 и другими действующими нормативными документами.

При выборе способов строительства тоннелей и технологии проходки рекомендуется обращать внимание на то обстоятельство, что тоннели длиной более 1000 м при отсутствии остановочных полос должны иметь через каждые 750 м местные уширения с площадками для

аварийной остановки транспортных средств. Длина этих площадок должна быть не менее 50 м, а ширина – не менее 2,75 м и их необходимо устраивать с каждой стороны тоннеля. Кроме того, тоннели протяженностью более 1500 м должны иметь дополнительные эвакуационные выходы в рядом расположенные или в специально сооружаемые штольны безопасности, имеющие выходы на поверхность с расстоянием между ними не более 300 м. В сбойках тоннелей со штольными или между параллельными тоннелями требуются тамбур-шлюзы с противопожарными дверями.

Имея в виду сложные условия сооружения тоннелей в зонах тектонических разломов с неустойчивыми водонасыщенными грунтами – на участках не стабилизирующего горного давления и др. – следует предусматривать установку контрольно-измерительной аппара-

туры для наблюдений (мониторинга) за состоянием обделки и окружающего тоннель грунта как в период строительства, так и в процессе эксплуатации тоннеля.

Вопросы безопасности сооружения и эксплуатации тоннелей, включая пожарную безопасность, базируются на современных решениях отечественного и зарубежного опыта строительства автодорожных тоннелей. При этом тоннели должны иметь средства противопожарной защиты, в том числе автодорожные тоннели протяженностью свыше 300 м должны иметь заградительную сигнализацию для включения световых сигналов, запрещающих въезд транспортных средств в случае создания аварийной ситуации в тоннеле. Следует отметить, что все тоннели в период строительства должны обслуживаться профессиональными военными

ванными горно-спасательными частями.

Принимая во внимание особо охраняемую территорию Сочинского национального заповедника, необходимо зарезервировать землеотвод, охранную зону, где проходит трасса рассматриваемой автодороги обхода г. Сочи, для последующего строительства тоннелей, железной дороги, линий ЛЭП и др.

Выполнение, в том числе, этих требований направлено на обеспечение безопасности тоннелей с момента начала строительства и в течение всего периода эксплуатации.

На данном заседании Экспертного научно-технического совета концепция развития автомобильной дороги М-27 Джубга – Сочи, которая в перспективе обеспечит необходимое улучшение транспортного сообщения и экологических условий жизни в прибрежной зоне Черноморья, была одобрена.



КОММЕРЧЕСКИЙ БАНК

«АЛМАЗ – ИНВЕСТ – БАНК»

Банковская лицензия № 2881 от 11.05.2000, выданная Центральным банком Российской Федерации.
Член Национальной Фондовой Ассоциации и Российской Торговой Системы.

ПОКУПАЕМ АКЦИИ

**БАМТОННЕЛЬСТРОЙ,
ДАЛЬМОСТОСТРОЙ, МОСТОТРЕСТ,
МОСТОСТРОЙ-6, МОСТООТЯД-19
и других российских предприятий.**

Индивидуальное обслуживание.

Деньги в день заключения договора наличными либо переводом на Ваш счет бесплатно.

телефоны в Москве: (495) 780 54 60
(499) 943 92 25

Москва, Ленинградский пр-т, д. 80, Центральный вход метро «Сокол».

ИТОГИ РАБОТЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ»

М. В. Корнилов, руководитель Уральского регионального отделения ТАР, проректор по научной работе ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», профессор

Необходимость подземного строительства в сверхкрупных, крупнейших и крупных городах предопределена исторически. Сложившаяся градостроительная ситуация по многим аспектам градостроительной деятельности обусловлена отсутствием пространственно организованной системы взаимосвязей всех жизнеобеспечивающих элементов подземного и надземного уровней города. Выход из сложившейся критической ситуации сегодня следует искать в принципиально новых решениях за счет рационального использования городских территорий на основе принципа глубинно-пространственного их освоения с широкомасштабным использованием подземного пространства.

Данная проблема обсуждалась на прошедшей с 22 по 24 мая 2007 г. в г. Екатеринбурге II Международной конференции «Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений».

В её организации и работе приняли участие:

- Тоннельная Ассоциация России;
- АНО «Инвестстрой метро»;
- Администрация г. Екатеринбурга;
- Уральский государственный горный университет;
- ОАО «Уралгипротранс»;
- ООО «Метрострой ПТС»;
- Институт горного дела УрО РАН;
- Уральская государственная архитектурно-художественная академия;
- Екатеринбургское муниципальное унитарное предприятие «УЗПС МЕТРО».

Спонсоры конференции: ООО «Триада-Холдинг Урал» и ООО «Уральский центр диагностики строительных конструкций».

На конференцию был представлен 61 доклад, освещающий следующие направления освоения подземного пространства.

1. Общие проблемы организации подземного строительства и подготовки кадров.

В докладах изложены итоги деятельности Уральского отде-

ления ТА России, освещены проектные работы ОАО «Уралгипротранс» в области городского подземного строительства, рассмотрены принципы застройки новых жилых районов крупнейших городов с многофункциональным освоением подземного пространства, показаны перспективы нового строительства по развитию сырьевой базы, приведен план подготовки инновационных кадров для комплексов подземных сооружений.

2. Освоение и рациональное использование подземного пространства.

Рассмотрены вопросы актуальности подземного строительства в крупнейших и крупных городах Уральского региона, большое внимание уделено анализу эффективности освоения городского подземного пространства, совершенствованию технологии подземного строительства и обеспечению безопасной эксплуатации подземных объектов.

3. Научные исследования в области подземного строительства.

Приведены материалы по проектированию подземных объектов и конструкций подземных сооружений, выбору рациональных конструктивных и технологических решений, методики мониторинга напряженно-деформированного состояния при строительстве и экспериментальных оценках результатов инженерных воздействий на вмещающий массив, представлен широкий спектр исследований по анализу уровней, факторов и цены рисков, сопровождающих подземное строительство.

Большой интерес вызвали доклады заместителя руководителя МТУ Ростехнадзора по Уральскому федеральному округу **А. Н. Кравченко** – по проблемам промышленной безопасности при строительстве городских подземных сооружений; **Ю. И. Соломатина** – по новым разработкам фирмы «Херренкнехт», в частности, по механизированному строительству подземных стоянок, проходке вертикальных стволов выработка большого диаметра методом опускного колодца; **О. Ю. Анто-**

нова – по обоснованию обделок тоннелей метрополитена из облегченных чугунных тубингов; **А. Г. Запрудина** – по анализу мероприятий по защите городской среды от негативных воздействий горно-строительных работ и страхованию рисков.

Все доклады опубликованы в Трудах II Международной конференции.

Участники конференции, обсудив цели, задачи, направления и механизмы реализации проектирования, строительства и эксплуатации комплексов подземных сооружений в Российской Федерации и за рубежом, пришли к следующим выводам.

1. Главная цель освоения подземного пространства в крупнейших городах Российской Федерации – формирование благоприятной среды жизнедеятельности человека за счет создания многофункциональных подземных пространств при высокоэффективном использовании городской территории, материальных ресурсов и комплексном решении актуальных градостроительных проблем.

2. Основными задачами подземного строительства являются:

- создание единой градостроительной системы многофункциональных подземных сооружений, органически связанных с архитектурно-планировочной и транспортно-пешеходной инфраструктурой города на основе их теснейшей интеграции и объединения наземных (надземных) зданий и подземных объектов в единую структуру;
- выбор приоритетных направлений нового строительства и комплексной реконструкции городских жилых и промышленных территорий, транспортных узлов, инженерных коммуникаций и систем с эффективным использованием подземного пространства;
- освобождение для человека поверхности земли на селитебных территориях от инженерно-технических, коммунально-складских, подсобно-вспомогательных объектов, гаражей, складов и т. п.;
- увеличение пропускной способности городских улиц за счет



размещения в подземном пространстве автомобильных парковок и гаражей для легкового транспорта, устройства подземных транспортных тоннелей и развязок в грузопассажирских напряженных узлах, строительства подземных переходов и пешеходных тоннелей;

• увеличение надежности и срока службы инженерных сетей с улучшением условий их эксплуатации за счет сооружения многофункциональных магистральных проходных коллекторов.

3. Создание и освоение подземного пространства в крупнейших городах должно осуществляться по единому градостроительному плану как системы мероприятий, комплексно увязанной с общим генеральным планом города, и охватывать самые острые проблемы, отражающие направления градостроительной теории в целом, применительно к местным условиям.

4. Для масштабной реализации программ подземного строительства необходимы:

- создание федеральной и территориальной нормативной базы проектирования и строительства подземных объектов с учетом защиты наземных зданий и сооружений от негативного влияния подземного строительства;
- разработка пакета муниципальных нормативно-правовых актов, регламентирующих разработку и согласование проектной документации на возведение подземных объектов;
- обязательное прохождение экспертизы промышленной безопасности и научное сопровождение проектирования и строительства подземных объектов во избежание негативного воздей-

ствия на наземные здания и сооружения, а также для обеспечения надежности и долговечности самих подземных объектов.

5. Для подавляющего большинства крупнейших городов чрезвычайную остроту приобретает проблема реконструкции и развития магистральных коллекторных сетей. Для её решения необходимо использовать многофункциональные секционные коллекторы с повышенной ремонтпригодностью, предусмотреть приобретение роторных тоннелепроходческих комплексов, а также реновацию изношенных коллекторных сетей на основе технологических схем с применением опережающей горной крепи.

6. Уральскому отделению Тоннельной ассоциации России совместно с ОАО «Уралгипро-

транс», другими заинтересованными организациями и ООО «Херренкнехт тоннельсервис» подготовить и представить в Администрацию г. Екатеринбурга для принятия решения предложения о строительстве опытного участка городского коллектора (400-500 м), сооружаемого по технологии микротоннелирования. Целью данного предложения является демонстрация преимуществ и реализация в условиях г. Екатеринбурга технологии микротоннелирования, а также разработка основных технических и ценовых показателей прокладки коммунальных коллекторов.

7. Особое внимание должно быть уделено освоению подземного пространства в жилых зонах, в частности, в направлении освоения территорий от паркую-

щегося автотранспорта во внутриквартальном пространстве с организацией спортивных сооружений и центров отдыха.

Необходимо отметить, что реализация стратегических программ г. Екатеринбурга, таких как «Стадион во дворе», «Пешеход в городе» и других невозможна без интенсивного освоения подземного пространства.

8. Уральскому региональному отделению Тоннельной ассоциации России выйти с предложением в Администрацию г. Екатеринбурга о создании при Уральском государственном горном университете общественного экспертного центра по освоению подземного пространства, призванного проводить силами высококвалифицированных специалистов предварительную экспертизу основных проектов,

экспертную оценку их соответствия застройки территорий г. Екатеринбурга и отдельных локальных участков принципам комплексного освоения подземного пространства, изложенным в Генеральном плане г. Екатеринбурга до 2025 г., а также популяризировать для общественности новейшие достижения в области освоения подземного пространства, осуществлять научно-методическую помощь в проведении общественных слушаний и др.

9. Рекомендовать включить в раздел «Инновационные технологии» Программы развития метростроения РФ создание (на базе одного из металлургических заводов) производства облегченных чугунных тубингов из высокопрочного чугуна по новейшей вакуум-пленочной технологии.



173-я СТАНЦИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

30 августа 2007 г. в Москве сдан в эксплуатацию новый участок Люблинской линии от ст. «Чкаловская» до ст. «Трубная».

Стало уже традицией, что ко Дню города в столичном метрополитене открываются новые станции. «Трубная» – 173-я станция Московского метрополитена и вторая на новом участке Люблинской линии. В конце года будет сдана в эксплуатацию ещё одна станция – «Сретенский бульвар» с пересадкой на «Тургеневскую» Калужско-Рижской линии и «Чистые пруды» Сокольнической линии.

Станция «Трубная» расположена под одноимённой площадью и является пересадочной на станцию «Цветной бульвар».

Подземный вестибюль «Трубной» соединен с платформой четырьмя новыми современными эскалаторами. В нём установлены кассы, оборудованные по последнему слову техники, что позволит быстро и качественно обслуживать пассажиров, а также модернизированные турникеты со стеклянными створками. Кроме того, на платформе расположена диодная светящаяся полоса, которая обозначает безопасную границу до её края.

Станция «Трубная» – трехсводчатая, глубокого заложения, колонно-стенной конструкции. Её стены облицованы плитами светлого мрамора, а колонны – темно-зеленым мрамором. Особый колорит инте-

рьеру придают светильники в стиле модерн. Для удобства пассажиров между колоннами расставлены скамейки. В отделке кассового зала вестибюля и пешеходных переходов применяется полированный мрамор теплых тонов. Ступени лестниц вымощены термообработанным гранитом.

Проект оформления станции «Трубная» разработан архитектурным отделом ОАО «Метрогипротранс». Автор – Владимир Зиновьевич Филиппов.

«Трубная» возведена закрытым способом с применением чугунной тубинговой обделки. Генеральный подрядчик строительства – ОАО «Мосметрострой».

В начале 80-х гг. при проектировании новых линий Московского метрополитена была принята программа, предполагающая строительство новой Люблинско-Дмитровской линии. Эта линия должна была протянуться по диаметру через весь город – из Дегунино, через Марьину Рощу и центр Москвы, в районы Люблино и Яблонино, где пересеклась бы с Замоскворецкой линией.

Строительство всей линии планировалось завершить к 2000 г. Однако наступивший экономический кризис 90-х гг. внёс свои коррективы. В 1995 г. был открыт только участок от ст. «Чкаловская» (на пересечении с Кольцевой линией) до ст. «Волжская». Через год линия



продолжилась до ст. «Марьино». Дальнейшее строительство было заморожено на неопределённое время.

Активные работы по сооружению центрального участка Люблинской линии – от ст. «Чкаловская» до ст. «Марьино» – общей длиной 6,7 км возобновились в 2005 г.

С пуском нового центрального участка Люблинской линии длиной 3,72 км с двумя станциями «Трубная» и «Сретенский бульвар» и пересадками сразу на три линии появится возможность переориентировать пассажиропотоки с южного направления перегруженной Таганско-Краснопресненской линии на Люблинскую, которая в перспективе будет продлена на север в район Лихоборы, а в южном направлении – придет в Яблонино.





11 сентября 2007 г. генеральному директору Специализированного управления подземных работ (ОАО «СУПР») **Азату Габбасовичу Валиеву** исполнилось 70 лет.

Почти 30 лет он руководит предприятием, коллектив которого активно участвует в строительных программах Москвы и Московской области, специализируясь на горно-проходческих, специальных и многопрофильных работах. А непосредственное участие в разработках и применение самых современных методов щитовой проходки (строительство коллекторов без возведения вторичной железобетонной обделки), использование таких прогрессивных технологий сооружения подземных инженерных коммуникаций, как «стена в грунте», шагающая опалубка, опускной колодец, микротоннелирование вывели СУПР в ряд ведущих тоннельных организаций в России. Пройдя не легкий, но славный путь от проходчика до генерального директора Азат Габбасович проявил себя как нестигаемый, целеустремленный, требовательный и справедливый руководитель.

Азат Габбасович обладает большим опытом, высоким профессионализмом, способностью решать крупные задачи в области подземного строительства. Он относится к числу тех руководителей, которые знают каждый нюанс своего дела, что, в свою очередь, характеризует его как талантливого инженера и организатора производства.

За заслуги в строительстве Азат Габбасович награжден медалями «Ветеран труда», «В память 850-летия Москвы», ему присвоено звание «Почетный строитель Главмосинжстроя», а также награжден правительственными наградами «Заслуженный строитель Российской Федерации» и «Заслуженный строитель республики Татарстан», имеет золотой знак «Горняк России».

Президиум правления Тоннельной ассоциации России и редакция журнала «Метро и тоннели» сердечно поздравляют Азата Габбасовича со столь знаменательной датой, желают ему крепкого здоровья, успехов в столь значительном и нужном деле.

**Председатель Правления
Тоннельной ассоциации России**



В. А. Брежнев

**Руководитель Исполнительной дирекции
Тоннельной ассоциации России**



С. Н. Власов

СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕРВОГО КРУПНОГАБАРИТНОГО ТОННЕЛЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В. В. Стрельцов, гл. инженер проекта ОАО «Трансмост»



Защита Санкт-Петербурга от наводнений обеспечивается с помощью земляной дамбы, расположенной в створе ст. Горская – Кронштадт – Ломоносов (ст. Бронка).

По ее верху будет проложена автомагистраль под шесть полос движения транспорта, которая в месте пересечения дамбы с Морским каналом пройдет под ним в тоннеле.

Инженерно-геологические изыскания района строительства судопропускного сооружения и тоннеля выполнялись генпроектировщиками ОАО «Ленгидропроект» и ОАО «Ленморниипроект».

В зоне проектируемого Морского канала в основании тоннеля залегают протерозойские отложения, представленные тонкослоистыми зеленовато-голубоватыми котлинскими глинами твердой консистенции, простирающимися на значительную глубину.

В обе стороны от канала под тоннелем залегают четвертичные отложения, среди которых преобладают валдайско-ледниковые образования, представленные суглинками лужской морены.

В основании Северной ramпы расположены ледниковые суглинки с галькой и гравием. Южная находится в теле отсыпной дамбы, основанием которой являются слабые грунты балтийских ледниковых озер, залегающих на прочных мореных грунтах.

Общие сведения о тоннеле

Полная длина автодорожного тоннеля составляет 1961 м, включая:

- подземный участок длиной 1189 м;

- два рамповых по 356 м;
- два переходных длиной по 30 м;
- две вентиляционные шахты с вентзданиями;
- четыре кабельные шахты;
- три насосных (две у порталов и одна в середине тоннеля);
- Южные и Северные очистные сооружения.

План и продольный профиль

План и продольный профиль тоннеля определены, исходя из положения трассы защитной дамбы в акватории Финского залива и отметок дна судоходного Морского канала – минус 16 м и верха проезжей части дамбы – плюс 3 м.

В плане тоннель расположен на прямой, за исключением конечного участка Северной ramпы длиной 114,16 м со стороны о. Котлин, расположенного на кривой радиусом 2200 м.

Продольный профиль принят двускатным, вогнутого очертания. Береговые подземные участки тоннеля расположены на уклоне 40 %, а подрусловая часть – на уклоне 5 %. Рамповые участки запроектированы на вертикальной кривой радиусом 3000 м.

Подземный участок

Подземный участок протяженностью 1189 м включает строящийся отрезок длиной 475,3 м в зоне Морского канала и два примыкающих 331,5 м со стороны ст. Ломоносов и 383,2 м от ст. Горская.

Габариты поперечного сечения тоннеля определены необходимостью пропуска шести полос движения автотранспорта, расположенных в двух отсеках по три полосы в каждом, которые разделены средним служебно-эвакуационным, и наличием четырех кабельных отсеков для прокладки коммуникаций.

Ширина транспортного отсека принята 15,25 м, включая проезжую часть шириной 13,25 м, два служебных тротуара по 1 м и барьерное ограждение 0,25 м.

Высота от уровня проезжей части до низа перекрытия – 5,5 м. Поперечный уклон проезжей части – 20 %.

Количество и размеры кабельных отсеков заданы Ленинградским Отделением Гидропроекта и составляют:

- ширина – 1,5 м;
- высота – 3 м.

Проезжая часть состоит из трех полос по 3,75 м и двух безопасности по 1 м.

Конструктивное решение обделки разработано с учетом обеспечения устойчивости на вскрытие и в поперечном сечении тоннеля от секции Т5-Ю до Т5-С представляет собой пятипролетную раму шириной от 41,9 до 42,1 м и высотой от 9,1 до 10 м, а от секции Т6-Ю до Южной ramпы и от Т6-С до Северной имеет также прямоугольное очертание и состоит из двух транспортных отсеков по 15,25 м и расположенного между ними среднего служебно-эвакуационного шириной 3 м.

По длине подземный участок тоннеля разбит на секции длиной до 60 м, между которыми устанавливаются деформационные швы.

В конструкции шва предусмотрено использование двух резиновых уплотнителей «ОМЕГА». Они состоят из двух нейлоновых слоев и покрыты специальной резиной с внутренней и наружной стороны. Долговечность уплотнения «ОМЕГА» составляет не менее 100 лет при его работе в пределах от -30 до $+70$ °С. За рубежом оно применяется во всех подводных тоннелях.

Конструкция обделки подземного участка выполняется из монолитного железобетона В30 F200 W12, арматура А-III, А-I.

Система гидроизоляции состоит из двух слоев ПВХ мембран, наложенных один на другой и сваренных в карты с рекомендуемым размером 100–150 м². На вертикальных поверхностях дополнительно применяется защитная мембрана толщиной 1,5 мм. Для защиты гидроизоляции от неровностей бетонного основания используется геотекстиль с поверхностной плотностью 600 г/м². Для обустройства ремонтируемых зон гидроизоляции тоннеля и вакуумного контроля качества работ предусмотрены ПВХ трубки и ПВХ гидрошпонки ватерстоп, которые укладываются под первым слоем гидроизоляционной мембраны.

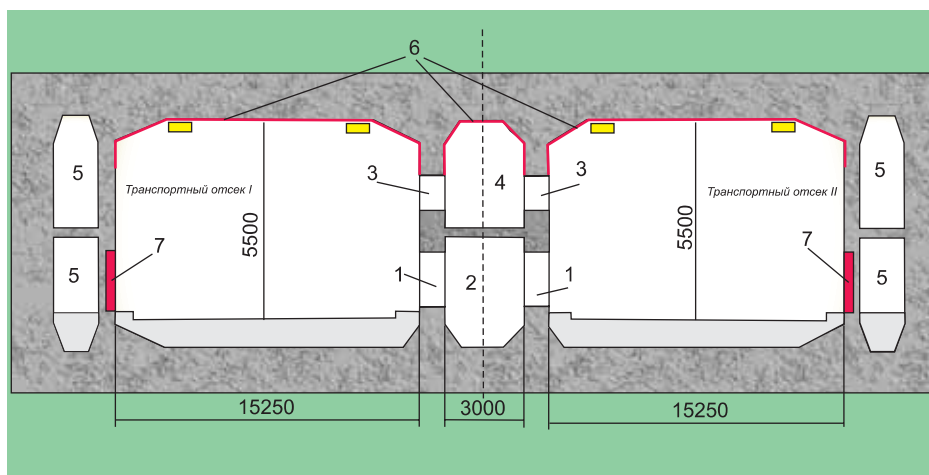
Первый слой – это неармированная ПВХ мембрана с сигнальным слоем типа «Flagon BSL» или «Алькорплан 35041» толщиной 2 мм. Второй – «Flagon BT-ST» толщиной 2 мм с выступающими элементами.

В качестве защитного слоя на горизонтальных поверхностях используется защитная стяжка из пескобетона В-20 толщиной 90 мм для лотковой части тоннеля и 100 мм для перекрытий, на вертикальных – мембрана «Flagon PZ» толщиной 1,5 м, или пенополистирол марки П35 толщиной 50 мм с временной фиксацией на клей «жидкие гвозди».

Элементы гидроизоляционной системы свободно укладываются на горизонтальные поверхности железобетонных конструкций и с возможным промежуточным механическим креплением на вертикальной железобетонной стене тоннеля.

Гидроизоляционные работы выполняет «Темп Строй Система».

Внутри транспортных отсеков и насосной № 3 предусмотрено применение огнестойкого покрытия из плит (аналог – тоннельные плиты «PROMATECT-H»). Такая облицовка для обеспечения предела огнестойкости R-150 будет иметь толщину 27 мм.



Поперечное сечение тоннеля: 1 – эвакуационный выход, 2 – эвакуационный проход, 3 – проемы для дымоудаления, 4 – вентиляционный канал дымоудаления, 5 – кабельные отсеки, 6 – огнезащитное покрытие, 7 – Пожарный пост через каждые 60 м

Рамповые участки

С обеих сторон тоннеля предусмотрены ramпы длиной по 356 м и переходные участки по 30 м, примыкающие к порталам.

Rампы имеют корытообразное поперечное сечение. Устойчивость их против всплывания обеспечивается внутренним песчаным пригрузом.

Габаритные размеры ramпы определились шириной проезжей части – 13,25 м в каждом направлении, возведением разделительной стенки и расположением служебных тротуаров по 1 м, включая барьерное ограждение 0,25 м.

Rампы сооружаются из монолитного железобетона. Гидроизоляция – наружная двухслойная из ПВХ мембран, аналогично закрытому участку тоннеля. Рамповые участки разделены на секции, между которыми устраиваются деформационные швы. Их конструкция на трех секциях, примыкающих к portalу, принята с применением двух уплотнителей «ОМЕГА» и ватерстопа.

Северная ramпа расположена на естественных грунтах, южная – на свайном основании из-за наличия слабых грунтов балтийских отложений.

Организация строительства

Строительство тоннеля осуществляется открытым способом в общем котловане с судопропускным сооружением С-1 и будет вестись в две очереди. Необходимость этого вызвана организацией работ по возведению судопропускного сооружения.

Первая очередь длиной 894 м включает строительство подземного участка и Северную ramпу.

При сооружении второй очереди (от секции Т5-Ю до конца Южной ramпы) первая будет использована для проезда только технологического транспорта.

Инженерное обеспечение тоннеля на период эксплуатации входит в состав работ второй очереди.

Вентиляционная система

Расчет вентиляции выполнен на максимальную интенсивность движения по трем

полосам в будние и выходные дни с учетом ожидаемой перспективы.

Принятая продольная схема обеспечивает возможность использовать поршневой эффект от движения автотранспорта.

Система принудительной механической вентиляции работает с помощью струйных вентиляторов, установленных под потолком тоннеля. Они нагнетают воздух в транспортный отсек с большой скоростью, что вызывает общее перемещение воздуха в сторону выходного portalа.

В тоннеле с двумя транспортными отсеками часть воздуха при выходе из одного может попадать в соседний отсек и увеличивать в нем начальную концентрацию выхлопных газов. Возникает эффект рециркуляции. Для его предотвращения в проекте расстояние между въездным и выездным отсеками принято 30 м.

Осевые струйные вентиляторы устанавливаются в нишах под потолком транспортного отсека выше габарита приближения строения.

Системы эвакуации

Для эвакуации людей при пожаре или автотранспортной аварии предусмотрен средний служебный отсек, расположенный между транспортными. В нем выделен служебный проход, по которому люди перемещаются к portalу. Ширина служебного прохода – 1,8 м, высота – 2,2 м.

В стенах среднего отсека через 120 м по длине тоннеля располагаются эвакуационные выходы с огнестойкими дверями, которые открываются внутрь служебного отсека.

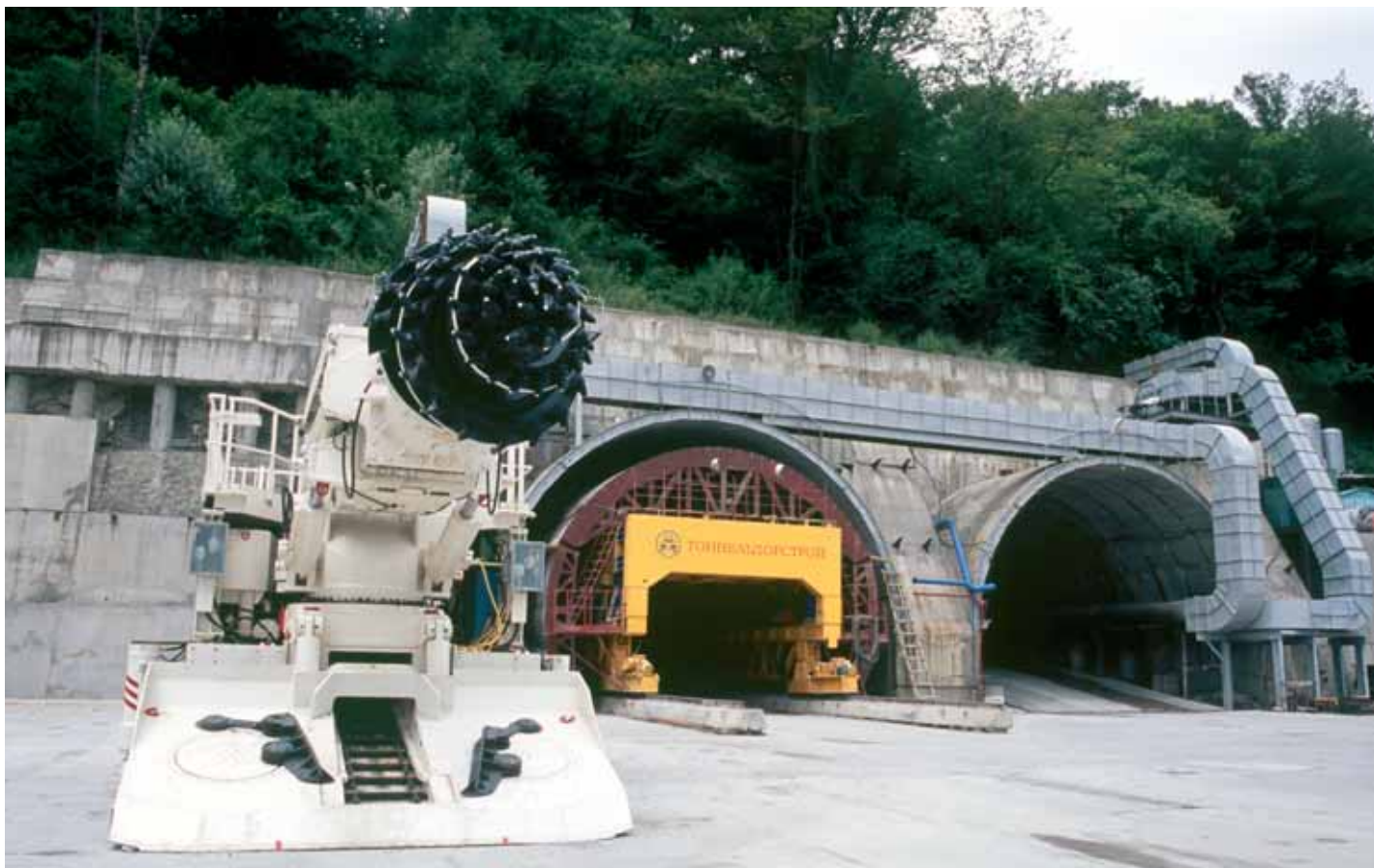
Центр диспетчерского управления (ЦДУ) располагается в административном здании на дамбе Д-3.

Диспетчер имеет возможность управлять устройствами тоннельной вентиляции, сигнализации, электроснабжения, освещения, водоотлива, внутреннего пожаротушения, телевидения и связи.

Сооружение тоннеля ведет Санкт-Петербургский ОАО «Метрострой» под руководством В. Н. Александрова.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СООРУЖЕНИИ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ ГОРНЫМ СПОСОБОМ

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



Одним из важнейших объектов строительства II очереди обхода г. Сочи является тоннель через Мамайский хребет. Генподрядчик на его строительстве – ООО «Тоннельдорстрой». Трасса тоннеля длиной 2619,2 м пересекает, в основном, коренные породы, представленные аргиллитами с прослойками песчаников.

По проекту сооружение тоннеля ведется уступом с разработкой грунта буровзрывным способом со скоростью 30–40 п. м в месяц. В качестве первичной отделки проектом предусмотрена армобетонная крепь, которая была внедрена на строительстве тоннелей БАМа и широко практикуется при прокладке транспортных тоннелей на Кавказе в весьма широком диапазоне инженерно-геологических условий.

Опыт, приобретенный в начальный период строительства автодорожного тоннеля на обходе г. Сочи, показал, что ставшая традиционной армобетонная крепь требует значительного расхода дорогостоящего проката. Ее устройство весьма трудоемко и занимает большую часть времени в проходческом цикле. Такая крепь не отвечает требованиям гибкой технологии при изменениях горного давления в период проходки. Длительный процесс устройства крепи приводит к снижению прочностных свойств аргиллитов и, как следствие, к лавинообразному нарастанию горного давления и вывалам

породы. Темпы проходки даже при разработке грунта калотты высокопроизводительным комбайном избирательного действия не превышают 60 м в месяц.

В начале 2006 г. специалисты ООО «Тоннельдорстрой» ознакомились с организацией и технологией строительства двух протяженных двухпутных железнодорожных тоннелей (15,3 и 12,5 км) в Австрии. На участках, где их трасса проходит в мягких полускальных грунтах и в плотных суглинках с включением гравелистых отложений, поперечное сечение тоннелей овальное, близкое по площади к автодорожному тоннелю, строящемуся на обходе г. Сочи. Проходка тоннелей осуществляется по технологии NATM. На участке первого тоннеля, расположенного в слабых полускальных грунтах, работы ведут уступом с разработкой грунта буровзрывным способом. Крепь калотты из набрызг-бетона толщиной 200–300 мм в комбинации с анкерами длиной 4–6 м и арматурными арками устраивается сразу после раскрытия выработки, обеспечивая возможность де-

формации ее контура до 60 мм без расслоения прилегающего к выработке массива. Время цикла на заходку 2 м составляет 6–7 ч. Мощное мобильное оборудование, контурная крепь из набрызг-бетона в сочетании с анкерами и решетчатыми арками, четкая организация труда трех-четырёх человек в забое обеспечивают средние темпы проходки калотты площадью более 50 м² в мягких полускальных грунтах не менее 150 м/мес.

На участках второго тоннеля плотные суглинки разрабатывают экскаватором, раскрывая сечение выработки до проектного очертания поэтапно, начиная с проходки боковых пилот-тоннелей с сечением в виде конических арок. Деформации в своде полностью раскрытой выработки перед устройством постоянной отделки достигали 180 мм.

В тоннелях ведется систематическое инструментальное наблюдение за деформациями временной крепи выработки и горного массива. Мониторинг осуществляет известная фирма «Geodata» посредством специального комплекса, включающего электронный тахео-



Проходческий комбайн фирмы «Вирт» Паурат Т3.20 в забое

метр, отражатели (марки) специальной конструкции и программный пакет, позволяющий выдавать данные в виде графиков деформаций контура выработки в режиме реального времени. Отражатели устанавливаются по периметру выработки на расстоянии 200–250 мм от лба забоя перед нанесением первого слоя набрызг-бетона. Их закрепляют на металлических стержнях, которые введены в грунтовой массив на глубину 300 мм. Информация, полученная с заданной периодичностью, поступает к специалистам-геотехникам, которые оперативно решают вопросы о внесении коррективов в схему крепления, а также определяют максимальное отставание монолитной бетонной отделки от забоя.

С учетом величины допускаемых деформаций податливой крепи, прогнозируемой по данным мониторинга, в процессе проходки в соответствии с изменением толщины набрызг-бетона изменяют размеры сечения выработки. Технология сооружения австрийских тоннелей отличается от традиционной, применяемой в настоящее время при строительстве тоннелей на Северном Кавказе, максимальной механизацией и автоматизацией трудоемких процессов разработки горного массива и устройства временного крепления выработок, что значительно повышает безопасность производства работ и сокращает время нахождения забоя в незакрепленном состоянии. На лицо выигрыш от внедрения новой технологии.

Оценив свои возможности, специалисты ООО «Тоннельдорстрой» разработали ком-

плексную целевую программу. В соответствии с ней приобретено современное горно-проходческое оборудование, ведутся исследования по подбору состава набрызг-бетона на местных материалах, обеспечивающего заданные прочностные и деформационные характеристики, а также добавки – ускорители схватывания и твердения, аналоги дорогостоящих импортных добавок.

Технологическая схема проходки автодорожного тоннеля № 6 на обходе г. Сочи автодороги Джубга – Сочи, разработанная инженерным коллективом ООО «Тоннельдорстрой» для данных горно-геологических условий, включает в себя не только все технологические участки от проектирования до сооружения постоянной отделки, но и решает транспортные проблемы по вывозке породы и доставке материалов на объект в летний период времени, когда транзитным автотранспортом забиты все дороги города.

Проходка тоннеля сечением 110 м² в аргиллитах с прослойками песчаника производится проходческим комбайном с рабочим органом избирательного действия Paurat T3.20. Стрела машины снабжена съемным телескопическим устройством, что обеспечивает ширину резания 9 м и высоту



Откатка породы из забоя осуществляется с помощью автопоездов производства МоА3

7,7 м. Средняя производительность комбайна в грунтах с прочностью на сжатие 10–30 МПа составляет 120–150 м³/ч.

Черновой контур тоннеля при разработке породы комбайном максимально приближен к проектному, что позволяет экономить бетон при сооружении временной крепи и избежать глубинных нарушений вмещающих пород, происходящих при буровзрывном способе проходки.

Откатка породы производится в процессе разработки. Погрузка осуществляется конвейером комбайна в подземные поезда МоА3 -7405-9585 и через технологические сбойки по многофункциональной штольне, проходящей параллельно тоннелю, вывозится во временный породный отвал, расположенный у припортовой площадки. Данная



Оборудование для нанесения набрызг-бетона Sika-Putzmeister

схема продиктована, во-первых, непрерывными работами по возведению постоянной обделки тоннеля, во-вторых, возможностью вывоза породы на постоянный отвал в период наименьшей загрузки автотранспортом маршрута следования большегрузного автотранспорта MAN и от припортальной площадки на отвал. Вновь созданное ООО «Управление механизации Тоннельдорстрой» обеспечивает транспортом весь технологический цикл без перебоев.

Для сокращения времени доставки бетонных смесей на место укладки было решено возвести бетонный завод СБ-145 непосредственно у портала. Инертные материалы для приготовления бетона доставляются в основном в ночное время суток, когда трасса Адлер – Сочи менее загружена.

Лаборатория, созданная в ООО «Тоннельдорстрой», обеспечена всем необходимым оборудованием и высококвалифицированными кадрами, работает круглосуточно, что позволяет строго следить за качеством строительных материалов, используемых постоянно.

Подборы растворов бетонных смесей, выполненные нашей лабораторией, используются для приготовления и нанесения набрызг-бетона временной крепи выработки, которая производится установкой Sika-Putzmeister на пневмоходу. Максимальная высота подачи сопла при наклоне телескопической стрелы 60° составляет 14,8 м, дальность подачи по горизонтам – 13,3 м. Управление соплом можно осуществлять как со стационарного пульта, установленного на шасси машины, так и посредством дистанционного кабельного или радиуправления. Производительность бетононасоса установки – 30 м³/ч. При использовании Sika-Putzmeister исключается нахождение рабочих в опасном призабойном пространстве.

При временном креплении тоннеля используются анкеры различной длины, до 4–6 м, которые устанавливаются в выработку высотой до 11 м установкой Atlas Copco Bolttec LB, способной выполнять несколько операций: буре-

ние шпуров, нагнетание раствора, установку анкерных болтов. После завершения процесса устройства анкеров с помощью самоходной телескопической установки Bolttec LB осуществляется монтаж решетчатых арматурных рам и каркасов временного крепления, на которые наносится набрызг-бетон заданной проектной толщины.

Возведение постоянной тоннельной обделки производится с применением передвижной металлической опалубки СМН-290 заходками по 9 м. Предварительно перед бетонированием обделки выполняется пленочная гидроизоляция с использованием геотекстиля Дорнит и геомембраны Sikaplan 9,6 V Tunnel, устойчивой к воздействию микроорганизмов и прорастанию растений, а также ко всем агрессивным веществам, содержащимся в грунтовых водах и почве, например, растворам кислот и щелочей. Толщина геомембраны составляет всего 1,5 мм, прочность при растяжении – 17,7 МПа.

Наряду со скоростью играет роль и качество работ. Для разработки внутренних регламентов и контроля их исполнения создан и функционирует отдел управления качеством и технического контроля, внедряется система управления проектами на базе программного обеспечения компании Primavera Project Planner Professional (P4). С 2006 г. ежеквартально проводится обучение сотрудни-



Установка анкеров для временной крепи осуществляется с помощью оборудования фирмы "Atlas Copco"



Пленочная гидроизоляция

ков по теме: «Система менеджмента качества на базе международного стандарта ISO 9001» представителями «ТЮФ Рейланд Групп» (Россия – Германия), ЗАО «РостИнтерКонс» (г. Ростов).

В плане работ по внедрению новых технологий стоит на первом месте система мониторинга деформаций временной крепи компании «Geodata» (Австрия), которая включает в себя программное обеспечение EUPANOS для трехмерного оптического наблюдения за деформациями, а также датчики инструментального контроля за состоянием породы и напряжением в самой крепи.

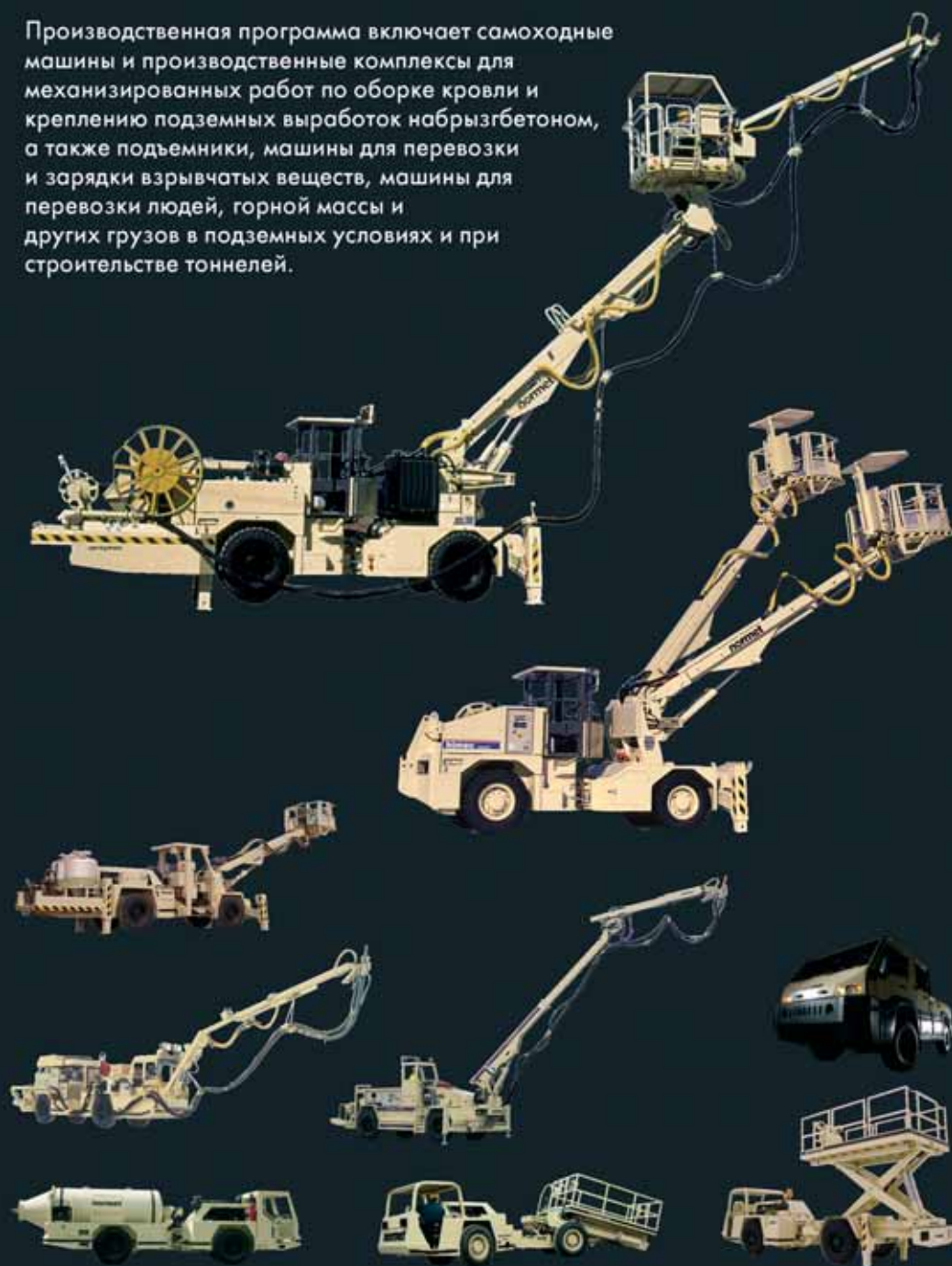
Разработанная технологическая схема и организационные мероприятия на первом этапе позволили увеличить скорость проходки до 90 м в месяц, и это не предел.



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

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

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



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

ЭСКАЛАТОРЫ КРЮКОВСКОГО ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» широко известен в Украине и странах СНГ, как одно из старейших предприятий транспортного машиностроения, прежде всего как производитель подвижного железнодорожного состава. Однако в последние годы, располагая высококвалифицированными кадрами конструкторов и технологов, а также соответствующими мощностями, предприятие постоянно диверсифицирует своё производство, справедливо полагая, что только так можно выжить в условиях рыночной экономики.

Давнее сотрудничество завода с украинскими метрополитенами начиналось с освоения производства запасных частей к эскалаторам и вагонам метро, что в конечном итоге способствовало развитию на предприятии такого направления, как проектирование и изготовление эскалаторов. В результате, после тесного общения с метрополитеновцами было принято решение создать тоннельный эскалатор для одной из строящихся станций Киевского метрополитена.

Поводом для принятия такого решения послужила ситуация, сложившаяся на постсоветском рынке эскалаторостроения и обусловленная, прежде всего, распадом конструкторских организаций и производственных предприятий в 1997 г. СКБ Эскалаторостроения и ПО «Эскалатор» (Санкт-Петербург) трансформировались в самостоятельные фирмы: ныне уже несуществующую «ЭЛЛ», «ЭЛЭС» и «ЛАТРЭС» (бывшие цеха ПО «Эскалатор»), что привело к сегментации рынка производителей эскалаторной продукции: «ЭЛЭС» изготавливает в основном тоннельные эскалаторы, а приоритетным направлением «ЛАТРЭС» является выпуск поэтажных эскалаторов. Продукция обеих фирм на отечественном рынке в одинаковой мере пользуется спросом. И если по поэтажным эскалаторам мощными конкурентами на российском рынке выступают такие зарубежные фирмы, как «Otis», «Schindler», «KONE» и другие, то у компании «ЭЛЭС» с её тоннельными эскалаторами большой высоты и классической схемой устройства эскалаторов конкурентов нет.

Таким образом, на эскалаторном рынке теперь имеет место конкурентная борьба – явление, полезное для прогресса любой техники. Наряду с «мэтрами» традиционного эскалаторостроения – «ЭЛЭС» и «ЛАТРЭС» – пробует свои силы фирма «Конструктор» (организация выделилась из состава СКБ Эскалаторостроения в 1987 г.) с новой машиной ЭТХ-3/75, в конструкции которой совмещены преимущества традиционной и модульной схем устройства эскалатора.

Производство машин этого типа было начато на киевском заводе «Большевик». Однако, как известно, внедрение принципиально новых решений требует значительных сил и средств. Во всяком случае, пока ни один эскалатор из шести изготовленных не работает – осуществить революционные преобразования в эскалаторостроении «большевистским наскоком» не удалось. Тем не менее, фирма «Конструктор» не прекращает работы по созданию эскалатора нового поколения. Возможно, с учётом корректировки решений по результатам опытных работ в столице Украины, будет создана новая жизнеспособная машина. Сегодня подготовкой производства её поэтажного варианта (ЭПХ) занимается ОАО «Универсалмаш» (одно из дочерних предприятий знаменитого «Кировского завода» в Санкт-Петербурге). Но, как нам представляется, пройдет ещё не один год, прежде чем метрополитены решатся на установку нетрадиционных машин

хотя бы на одной из станций – слишком высока цена риска.

При разработке нового эскалатора кременчугские конструкторы исходили из того, что он будет выполнен по классической схеме, но в его конструкции должны быть учтены все пожелания эксплуатирующей организации – эскалаторной службы. Пожелания базировались на многолетнем опыте эксплуатации эскалаторов типа ЭТ, ЭМ, ЛТ и их модификаций. Поэтому в конструкции новых эскалаторов были воплощены основные требования, предъявляемые эксплуатационниками, например:

- увеличен запас прочности и жесткости металлоконструкций;

- скорость движения лестничного полотна снижена до 0,75 м/с, что позволит увеличить межремонтный срок эксплуатации и улучшить условия безопасности пассажиров;

- модернизация натяжного устройства тяговых цепей и поручня обеспечила автоматическую регулировку натяжения лестничного полотна и поручня;

- рабочие тормоза модернизированы путём замены электромагнитов переменного тока на электромагниты постоянного тока;

- проведена модернизация входного вала редуктора с рабочим тормозом путём перераспределения маховых масс входного вала внутри редуктора, усиления подшипниковых узлов и использования плавного пуска и торможения электрическим способом с применением одиночного тормоза и двигателя с короткозамкнутым ротором;

- модернизирован главный вал эскалатора путём разъединения его с редуктором посредством специальной муфты, что позволит исключить нарушение посадочных мест подшипниковых узлов и упростит их демонтаж при ремонтных работах;

- предусмотрено применение микропроцессорной системы управления эскалаторами, адаптированной к техническим средствам диспетчерского управления, которые эксплуатируются в Киевском метрополитене.

Внедрению конструктивных решений предшествовало их согласование со специалистами Киевского метрополитена. Кроме этого, к производству комплектующих изделий для эскалаторов привлекались преимущественно предприятия Украины. К слову, прототипом нового эскалатора был выбран эскалатор типа ЭТ-3, в эксплуатации зарекомендовавший себя с лучшей стороны. Крюковские вагоностроители также разработали и запустили в производство конструкцию поэтажного эскалатора, которые выпускаются заводом с 2002 г. и уже прекрасно зарекомендовали себя в г. Харькове и Львове.

Не вдаваясь в подробности, на сегодняшний день можно резюмировать: новые эскалаторы оригинальной конструкции изготавливаются и активно поставляются Киевскому метрополитену для ст. «Сырец», «Лесная», «Дарница», в начале 2007 г. закончен монтаж поэтажных эскалаторов на новом железнодорожном вокзале в г. Киеве.

Сейчас в техническом центре завода в конструкторских разработках находятся



Цеха по производству эскалаторов



Производство подвижного состава — новый профиль завода

ещё несколько типов тоннельных и поэтажных эскалаторов.

Пока в общем объёме производства концерна эскалаторы занимают скромное место – 12 %. Но ведь впереди – строительство новых линий и станций Киевского, Харьковского, Днепропетровского и Донецкого мет-

рополитенов, а также реконструкция старых.

Кстати, эскалаторы стали трамплином, который вывел на новый рубеж основную продукцию концерна – вагоны. Опытный пятивагонный состав, изготовленный на предприятии, успешно проходит эксплуатационные испытания на линии Киевского метрополитена.

НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕФОРМАЦИЙ КОЛЬЦА ОБДЕЛКИ ПРИ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ

С. В. Мазеин, сервис-инженер ООО «Херренкнехт тоннельсервис», к. т. н.

Г. М. Стафеев, главный маркшейдер ООО «Трансстройтоннель»

М. И. Маслов, главный механик ОАО «Мосметрострой»



Рис. 1. Прибор навигации, закрепленный над тележкой ТПМК в своде тоннельной обделки

Особенности маркшейдерского контроля навигации щитового комплекса

Основные работы маркшейдерской службы в процессе механизированной щитовой проходки транспортных тоннелей с помощью тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК) большого диаметра заключаются в прокладке вытянутого всячего полигонометрического хода для обеспечения сбойки тоннеля и в непрерывном высококвалифицированном ведении щита по запроектированной трассе. Для осуществления маркшейдерского контроля ведения (навигации) ТПМК в процессе проходки по своду тоннеля прокладывается первичная полигонометрия, которая ведется методом «потерянных» точек в зоне технологического комплекса. Маркшейдерскими знаками являются специальные консоли с принудительным центрированием, закрепленные к обделке тоннеля в своде. Координаты кон-

солей определяются от знаков основной полигонометрии, расположенных в нижней части тоннеля, высокоточным тахеометром с разных знаков. Высотная отметка передается на свод тоннеля способами геометрического и тригонометрического нивелирования, сходимости результатов которых находится в допустимых пределах (2–3 мм). По своду закрепляются и определяются точки (обычные поворотные призмы), которые используются для ориентирования специального лазерного прибора (рис. 1), применяемого непосредственно для контроля положения щита. По мере его продвижения по трассе консоли первичной полигонометрии переносятся вперед с обязательной проверкой координат X, Y, Z от знаков основной полигонометрии.

В связи с тем, что свод тоннеля подвержен деформациям, необходимо осуществлять частый контроль положения знаков первич-

ной полигонометрии (через каждые 20 м проходки или через 10 колец) для достижения требуемой точности навигационной системы. Из опыта по ведению щита диаметром 14,2 м при строительстве транспортных тоннелей в Москве можно считать полученную точность в плане – 10 мм, в профиле – 5 мм.

Достигаемая точность всей навигационной системы зависит как от вертикальной и горизонтальной рефракции лазерного луча (фактор воздушной среды), так и от частоты перестановки консоли на своде и близости лазерного луча к оборудованию ТПМК. Это объясняется влиянием деформирующих обделку и затухающих на расстоянии «ТПМК – кольцо» нагрузок от щита (фактор деформаций обделки). «Плавающий» характер задания направления комплекса создает ошибки при ведении щита по трассе и в конечном итоге – превышение до-

пустимого отклонения фактической оси тоннеля от проекта.

Важной научно-практической задачей является исследование деформаций кольца в зависимости от его расстояния до щита. Это необходимо для того, чтобы дать обоснованные рекомендации по установке маркшейдерских знаков первичной полигонометрии для навигации проходки и по ведению щита с учетом «плавающего» характера задания направления.

Наблюдение за деформацией тоннельной обделки в процессе строительства

В процессе строительства Лефортовского тоннеля была проделана большая работа по наблюдению за деформацией обделки, которая представляла собой сборные железобетонные кольца средней шириной 2 м, толщиной 0,7 м, наружным диаметром 13,75 м, состоящие из восьми основных и одного замкового блока, с демпфирующими прокладками и двумя рядами резиновых уплотнений с торцов по периметру каждого блока. Применены три метода наблюдений:

- съемка по радиусам (восемь радиусов) электронным тахеометром DR-3602: каждое пятое кольцо, после монтажа, после последующего продвижения ТПМК на 2 м, по выходу кольца за технологический комплекс и далее один раз в месяц;

- наблюдение за деформацией по малым призмам, закрепленным на блоках тоннельной обделки (кольца № 1065, 1070, 1075, 1080, 1085, 1090, 1095, 1010) – ежесуточно на протяжении двух месяцев;

- с помощью инклинометров отслеживалась деформация трех колец (№ 53, 521, 991) с момента монтажа и до выхода кольца за пределы технологического комплекса (50 пог. м – 6 сут.) с интервалом между измерениями 1–5 мин.

Особого внимания заслуживает процесс непрерывного наблюдения деформаций колец тоннельной обделки высокопроизводительной системой измерений на основе цепного расположения инклинометров с полигональной конфигурацией. Основными особенностями системы являются:

- короткий срок монтажа компонентов, включая инклинометры в прочных водонепроницаемых корпусах с зажимным устройством (рис. 2);

- возможность проведения измерений сразу после сборки кольца и при проходе технологических тележек через него;

- минимальные затраты труда благодаря полностью автоматизированной системе сбора данных и простоте их оценки;

- свободный выбор интервалов между отдельными измерениями (5 сек и более) и контролируемых длин линий в кольце;

- высокая точность измерений (около 2 мм).

Инклинометры монтируются в углублениях, предусмотренных конструкцией укладки блоков, каждого блока в кольце и соединяются в цепь с прибором расчета и визуализации деформаций. Через заданный интервал наблюдений с каждого инклино-

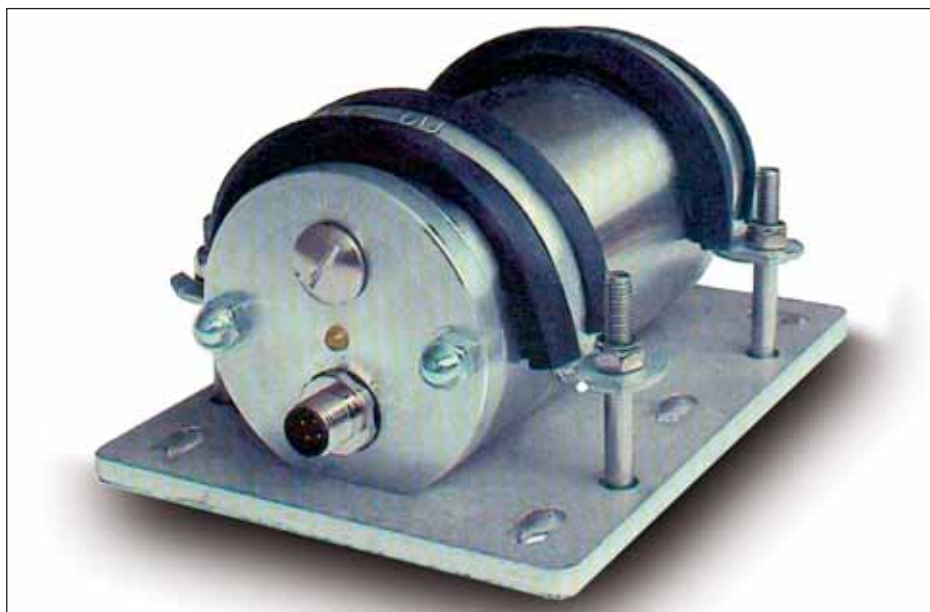


Рис. 2. Общий вид инклинометра с зажимным устройством

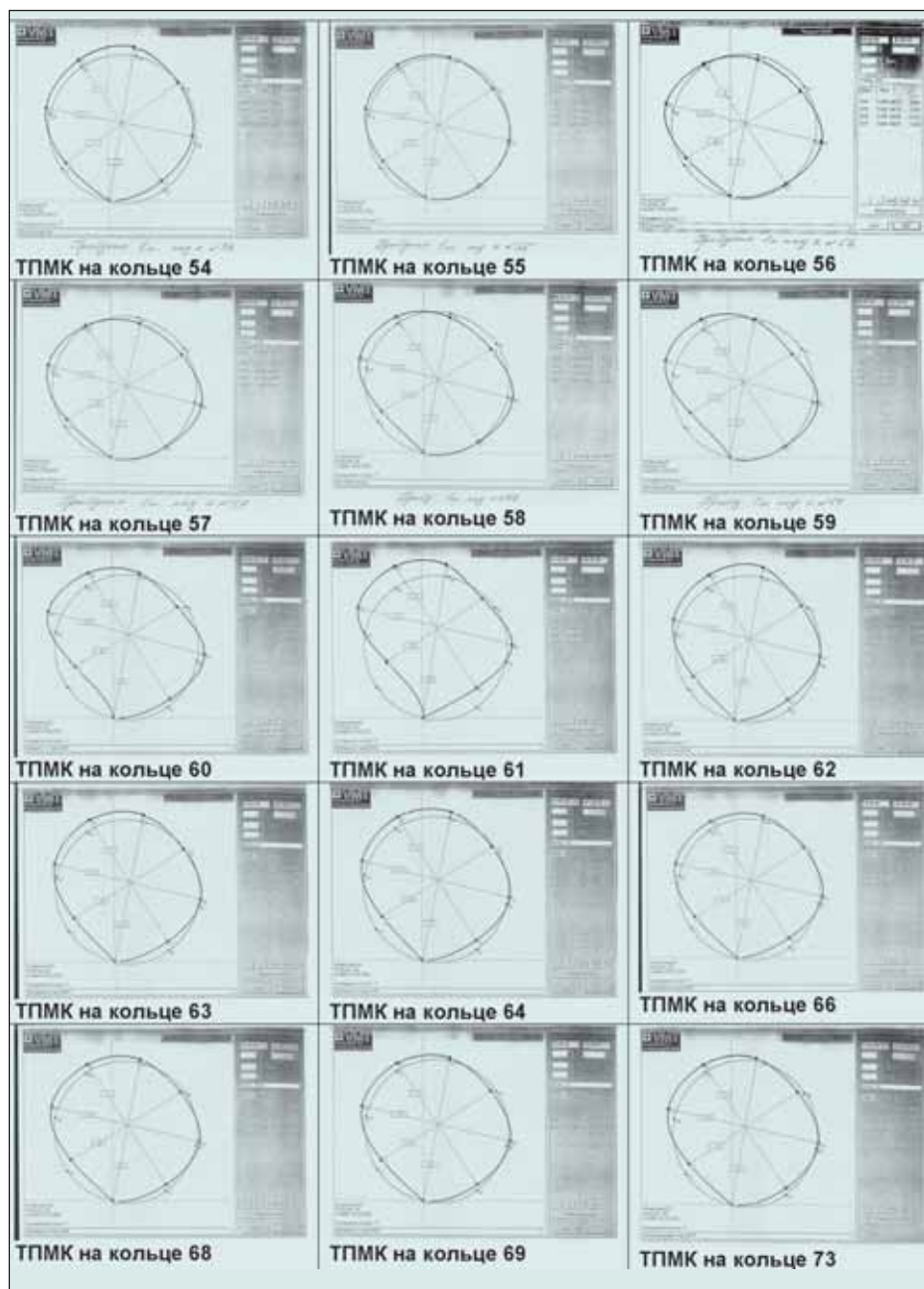


Рис. 3. Результаты визуализации деформированного сечения в кольце № 53 при удалении ТПМК

метра, представляющего собой электронный маятник, который определяет свой угол расположения к горизонту, снимаются показания и рассчитывается значение угла в радианах. Специальной программой устанавливается геометрия замкнутого полигона по периметру кольца и сравнивается с геометрией, полученной при первоначальном полигоне только что смонтированного кольца. За опорную точку полигона принимают положение самого нижнего угла, расположенного в лотке тоннеля. Системой визуализации отображается конвергенция (сближение) и дивергенция (расхождение) четырех пар противоположных точек, лежащих на линиях четырех диаметров кольца.

Ниже приведены результаты замеров деформации кольца № 53 (тип 3R, ось короткого замкового блока на 11,25° справа от вертикали, вид на забой) в процессе удаления от ТПМК (рис. 3). Наибольший скачок деформаций наблюдается вдоль всех диаметров при удалении щита на 6–9 колец (11–17 м).

Зависимости изменения вертикального, горизонтального и диагональных диаметров кольца (с линиями тренда и величиной достоверности аппроксимации) приведены на рис. 4.

После статистического анализа зависимостей с точки зрения физического смысла напряженно-деформированного состояния кольца обделки и технологии проходки можно заключить следующее:

- деформации кольца (ДДп-л, ДДнл-вл) по преимущественно горизонтальным диаметрам при удалении от щита носят характер логарифмических зависимостей с вероятностью более 0,99, что нельзя сказать о преимущественно вертикальных деформациях ДДв-н, ДДнп-вл, происходящих с большой амплитудой колебаний;

- логарифмически убывающий характер возрастания найденных с большой вероятностью зависимостей отражается в снижающемся влиянии нагрузок от щита, связанном с падением усилия проходческих домкратов (при передаче усилия от кольца к кольцу через демпфирующие прокладки), а также с потерей давления тампонажного раствора от ближнего к щиту до исследуемого кольца;

- значительные колебания деформаций вертикального диаметра кольца объясняются наличием помимо нагрузок от щита (также переменных), направленных вниз от веса технологических тележек и давления налегающих пород, и выталкивающих, идущих вверх архимедовых сил в незатвердевшем растворе или во вмещающих породах-«плывунах», ещё и направленных вверх сил от набухания подстилающего пласта глины (все эти нагрузки требуют дальнейшего изучения ввиду сложности их учета);

- исходя из подверженности кольца около замкового блока, служащего своеобразным шарниром, а также большим знакопеременным деформациям диаметра, маркшейдерские знаки следует располагать на возможно большем удалении от замкового блока,

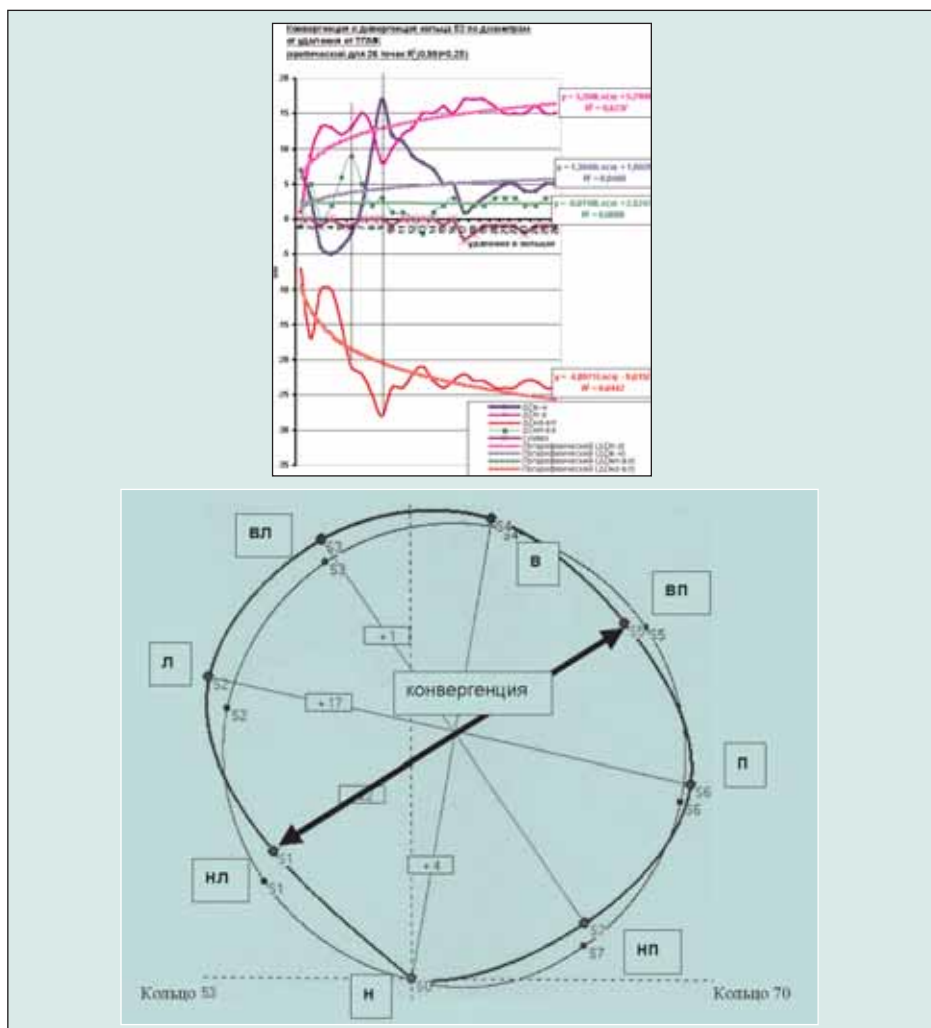


Рис. 4. Зависимости изменения диаметров кольца 53 от удаления его от ТПМК

на противоположном к замку полусводе, не испытывающим большого колебания деформаций;

- в своей основе кольцо обделки испытывает конвергенцию (сближение) на участке полусвода с замковым блоком и дивергенцию (расхождение) поперек горизонтального диаметра. Поэтому благоприятным для навигации расположением замкового блока будут углы 33,75 или 56,25° слева/справа относительно вертикали при креплении маркшейдерских знаков в своде справа/слева;

- при навигации щита следует учитывать, что дивергенция кольцевого диаметра, на котором расположен навигационный прибор, способствует занижению указываемого профиля направления проходки, а конвергенция – завышению;

- исходя из равномерного рассредоточения исследуемых диаметров по кольцу, сумма их деформаций означает тенденцию к общему обжатию или расширению кольца и в данном исследовании показывает обжатие обделки за счет давления раствора и пород при удалении ТПМК на кольца: 3–6, 10, 15–18, 23;

- все деформации практически затухают при удалении щита на 20–25 колец (40–50 м), поэтому целесообразно рекомендовать установку маркшейдерских знаков на этом расстоянии.

Выводы

По результатам наблюдений за деформацией тоннельной обделки диаметром 13,75 м можно сделать определенные выводы:

- первичную полигонометрию целесообразно вести в зоне технологического комплекса за 40–50 м от монтируемого кольца, когда деформации свода затухают и не превышают погрешности измерений;

- при навигации щита следует учитывать, что дивергенция кольцевого диаметра, на котором расположен навигационный прибор, дает тенденцию к занижению указываемого профиля направления проходки, а конвергенция – к завышению;

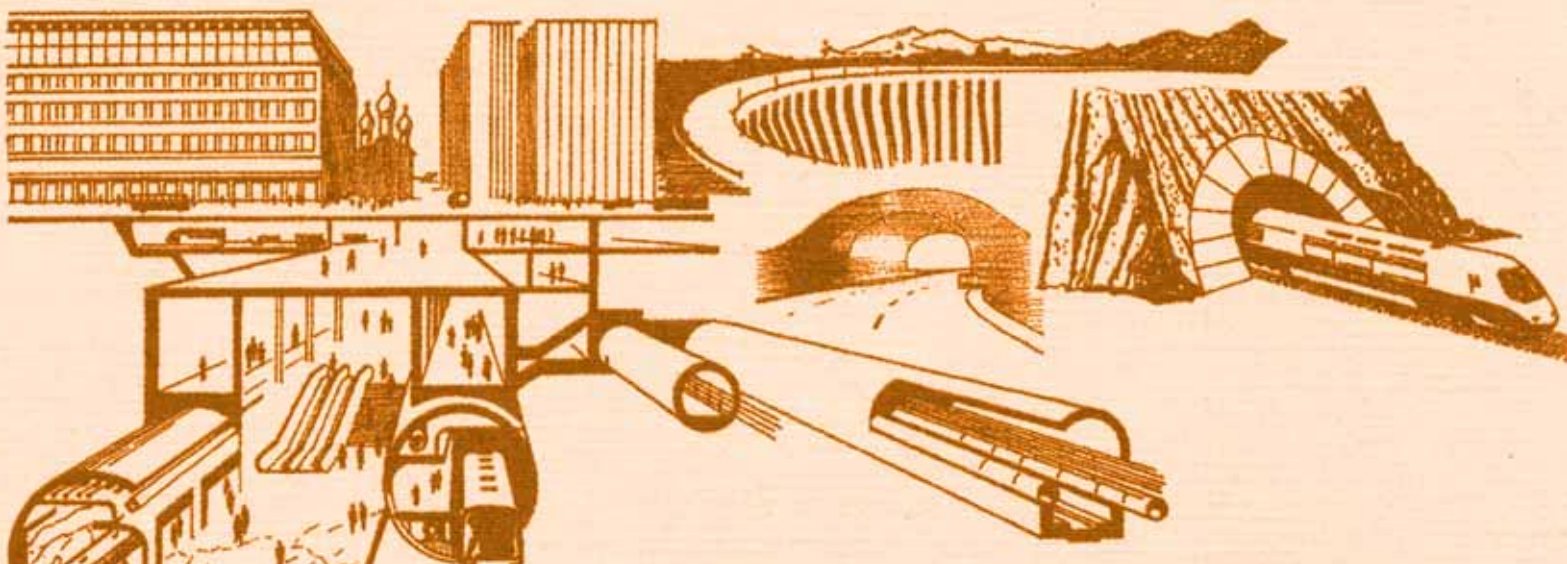
- наибольший прирост деформаций наблюдается вдоль всех исследуемых четырех диаметров при удалении ТПМК на 6–9 колец (11–17 м), этим очерчивается их диапазон, где не следует располагать маркшейдерские знаки, а выполнять это целесообразно в оптимальном удалении от замкового блока на угол сектора в 45° на другой стороне свода, где нет большого колебания деформаций;

- соблюдение вышеизложенных рекомендаций позволило в дальнейшем не превышать отклонение фактической от плановой оси тоннеля более ± 50 мм, что полностью соответствовало требованиям «Инструкции по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей» (ВСН 160-69).

22-25 октября

2007

г. Москва, ВВЦ
павильон № 57



IV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



www.city-build.ru

ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД

ВЫСТАВКА ДОСТИЖЕНИЙ В ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Тоннельная ассоциация России



ВК «ГЛОБАЛ ЭКСПО»



Генеральный медиа партнер
журнал «Метро и тоннели»



Международный медиа партнер

Tunnel

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:
Правительство Москвы
Федеральное агентство по строительству
и жилищно-коммунальному хозяйству



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА,
РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДОВ,
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МАТЕРИАЛОВ

CityBuild
СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ

ВЫСТАВКИ ФОРУМА:

- «АРХИТЕКТУРА, ПЛАНИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ»
- «ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД»
- «ГОРОДСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И КОММУНИКАЦИИ»
- «ДОРОЖНОСТРОИТЕЛЬСТВО»
- «ГАРАЖ И ПАРКИНГ»
- «ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»
- «ЛАНДШАФТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»
- «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗДАНИЕ»
- «СВЕТ В ГОРОДЕ»
- «КАМЕНЬ И КЕРАМИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР НА ОСНОВЕ ВЯЖУЩЕГО «БИРСС ТМ»

И. В. Гиренко, руководитель сектора НИЦ ТМ филиал ОАО ЦНИИС

При щитовой проходке тоннелей метрополитенов еще в бытность СССР для заполнения строительного зазора традиционно используются растворы, приготавливаемые из портландцемента, строительного песка, водоудерживающих (бентонита) и пластифицирующих (лигносульфонат и суперпластификатор С-3) добавок, в соответствии с ведомственным нормативным документом ВСН 132—92, разработанным в отделении «Тоннелей и метрополитенов» Научно-исследовательского института транспортного строительства ЦНИИС.



В 2000–2001 гг. в ходе освоения технологии проходки Лефортовского автотранспортного тоннеля в Москве щитом с бентонитовым пригрузом забоя диаметром 14,2 м, закупленного у фирмы «Херренкнехт», нами были подобраны и освоены безцементные медленнотвердеющие тампонажные составы на основе золы-уноса, извести, микрокремнезема, мелкого заполнителя определенного гранулометрического состава по требованиям специалистов французской фирмы «Компенон Бернар» (сегодня компания принадлежит концерну ВИНСИ), которые были приглашены на строительство в качестве консультантов. Новые составы обладали рядом важных для тампонажа заобделочного пространства качеств: способностью раствора к отпрессовке воды, пластической прочностью отпрессованного раствора, стабильностью его во времени и при перекачке насосом и т. п. Разработанные составы были применены при проходке транспортных Лефортовского и левого Серебряноборского тоннелей диаметром 14,2 м, а также сервисного тоннеля диаметром 6,0 м.

Полученный в ходе научно-технического сопровождения опыт строительства этих тоннелей выявил необходимость корректировки требований к тампонажным составам в зависимости от характеристик грунтов, в частности, коэффициента фильтрации и скорости проходки.

Поэтому в ходе сооружения правого Серебряноборского транспортного тоннеля по заданию ОАО «Мосметрострой», НИЦ «Тоннели и метрополитены» совместно с ОСЗСС (Опытным заводом сухих смесей) было раз-

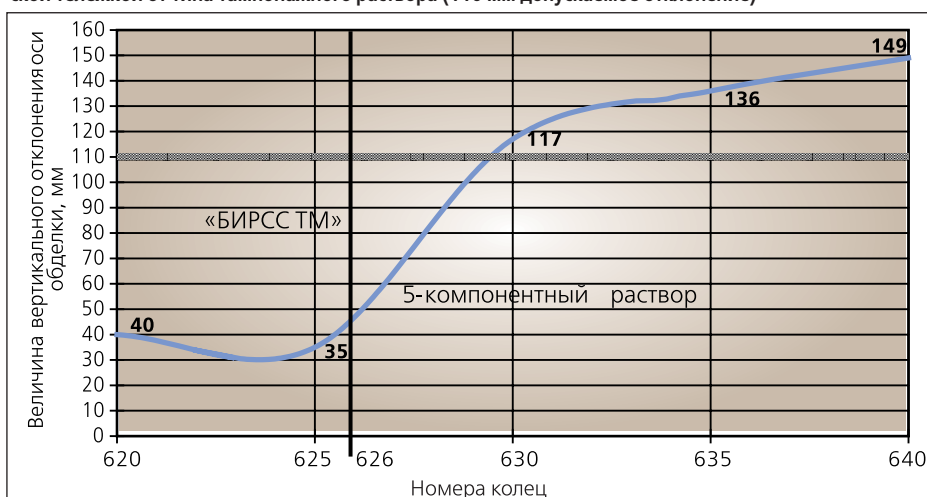
работано и внедрено новое специальное вяжущее «БИРСС ТМ», на основе которого готовился тампонажный раствор с характеристиками, требующимися для обеспечения неизменяемости геометрии кольца обделки при высоких темпах проходки (более пяти колец в сутки).

Вяжущее «БИРСС ТМ», выпускаемое по ТУ-5745-025-05668056-06, разработанному НИЦ ТМ для ОСЗСС и совместно с лабораторией завода, представляет собой полиминеральное низкоактивное вяжущее, обеспечивающее требуемые технологией реологические характеристики тампонажного раствора (подвижность, нерасплаиваемость, регулируемые сроки схватывания, набор пластической и механической прочности).

Переход на вяжущее полной заводской готовности решил, помимо проблем, связанных с перебоями в поставках отдельных компонентов раствора на стройплощадку и нестабильностью их качества, задачу сохранения геометрии обделки при сходе колец с щитовой оболочки, уменьшения величины отклонений от проектной трассы сверх допустимых величин (рис. 1), и, как следствие этого, снижение количества дефектов в бетоне блоков обделки.

Недостатком, отмеченным строителями ООО «Тоннель 2001» при работе с тампонажным раствором на основе вяжущего «БИРСС ТМ», явилось повышенное налипание раствора на лопасти мешалки и емкости для перекачки раствора, забивание им патрубков, подающих раствор за обделку. На наш взгляд, эти явления связаны с психологической сложностью перехода рабочих,

Рис. 1. Зависимость величины вертикального отклонения оси обделки ПТТ от проекта за технологическую тележку от типа тампонажного раствора (110 мм допускаемое отклонение)



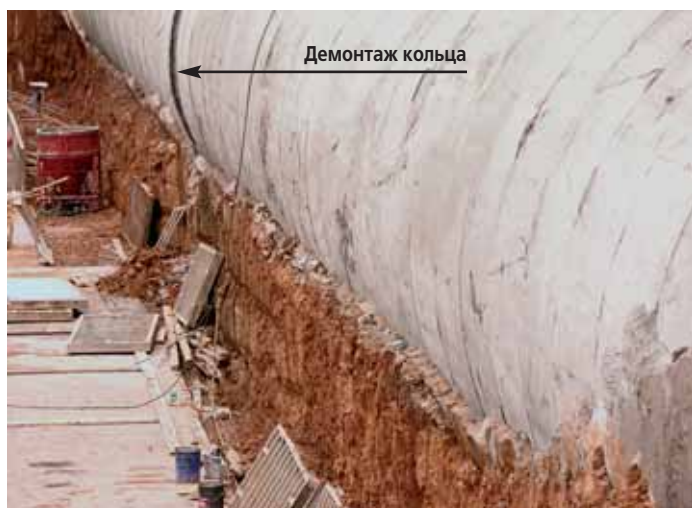


Рис. 2. Вскрытый участок тоннеля в зоне сооружения ст. «Славянский бульвар»

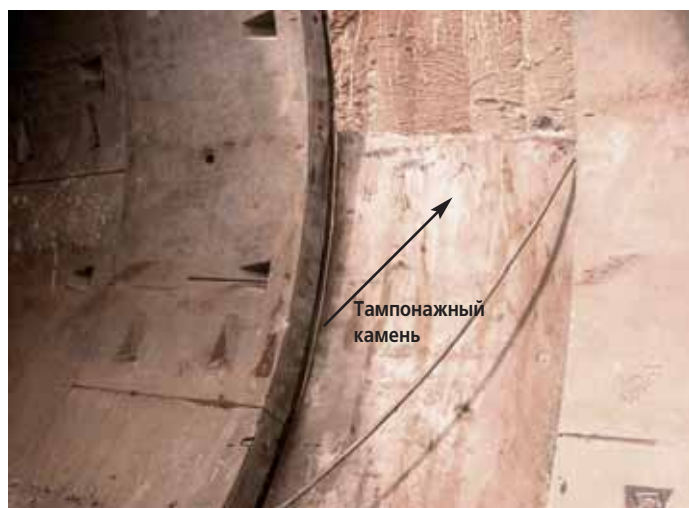


Рис. 3. Разборка тампонажного слоя экскаватором. Контакт тампонажного камня с обделкой и грунтом плотный

Рис. 4. Слой тампонажного камня переменной толщины по высоте обделки

обслуживающих оборудование, с медленнотвердеющего состава, практически не требовавшего промывки и дополнительного ухода, на состав с более короткими сроками схватывания, который требовал регулярного ухода, промывки и очистки системы.

По оценке специалистов СМУ-161 ОАО «Трансинжстрой», основанной на опыте проходки перегонного тоннеля метрополитена на участке Митинско-Строгинской линии от ст. «Кунцевская» до шахты № 463, уход за системой подачи и оборудованием не вызывает никаких сложностей применения тампонажного раствора на основе вяжущего «БИРСС ТМ».

На этом участке для проходки в сложных инженерно-геологических условиях был использован щит с грунтовым пригрузом фирмы «Херренкнехт» диаметром 6,18 м. Скорость проходки достигала 500 м в мес.

Соблюдение регламентируемых технологических параметров подачи раствора и должная квалификация специалистов СМУ-161 позволили получить качественную тампонажную обойму в заобделочном про-

странстве и достигнуть больших скоростей проходки при практическом отсутствии дефектов в блоках тоннельной обделки.

Исследование тампонажного камня, извлеченного из заобделочного пространства при вскрытии тоннельной обделки в зоне возведения станции «Славянский бульвар» (рис. 2–5), показало, что его прочность соответствует прочности М100. Образец толщиной 30 мм держит давление воды до 0,85 МПа (оно задавалось ступенями через

1–2 ч по 0,1 МПа, с выдержкой 22 ч при $P = 0,3$ МПа, 25 ч при $P = 0,4$ МПа и 24 ч при $P = 0,85$ МПа) и просачивания её через тампонажный камень не наблюдалось, поэтому дальнейшее испытание было прекращено.

Полученные результаты доказывают, что при правильно выполненных работах по нагнетанию тампонажный камень создает достаточно прочную и водонепроницаемую обойму вокруг тоннельной обделки, повышая ее гидроизоляционные свойства и долговечность.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ОТ НАЗЕМНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ

Л. В. Маковский, к. т. н., проф., член-корреспондент РАЕН
Фам Ань Туан, аспирант, МАДИ (ГТУ)

При щитовой проходке тоннелей в городах возможны деформации грунтового массива и поверхности земли, вызывающие повреждение расположенных поблизости зданий и сооружений. Степень и характер повреждений зависят от величины осадок земной поверхности, а также от размеров, конфигурации, эксплуатационно-технического состояния конструкций зданий и сооружений и их расположения относительно мульды осадок.

Объекты, находящиеся в средней части мульды осадок, испытывают влияние отрицательной кривизны (вогнутости) земной поверхности, поэтому деформации будут развиваться, главным образом, в нижних этажах и фундаментах (рис. 1а). При рядовой застройке вследствие наклонов соседних, близко расположенных зданий, могут проявляться дополнительные деформации в виде выпучивания и вдавливания стен, что вызывает частичное обрушение кладки (рис. 1б). Сооружения, попадающие на крайние участки мульды осадок, подвергаются воздействию положительной кривизны (выпуклости) земной поверхности, что обуславливает появление деформаций, прежде всего, в пределах верхних этажей (рис. 1в). В наиболее неблагоприятном положении оказываются здания, расположенные в местах перегиба мульды осадок, испытывающие комбинированное воздействие положительной и отрицательной кривизны земной поверхности (рис. 1г).

В СНиП 2.01.09–91 в зависимости от ожидаемых осадок земной поверхности подбираемые участки микрорайонов, попадающих в зону влияния тоннельных выбро-

ток, разделяются на четыре группы. При этом применение мер для защиты зданий и сооружений на участках поверхности, где ожидаемый наклон меньше 3 мм/м и радиус кривой больше 20 км, как правило, не требуется.

Повреждения наземных зданий, в зависимости от величин наклона и максимальных осадок поверхности, делятся на четыре категории (табл.).

Степень повреждений зависит, в частности, от величин максимальной осадки и максимального наклона кривой осадок земной поверхности. В практике тоннелестроения для определения предельной нагрузки от зданий используют условия, при которых максимальные осадки и крены кривой осадок поверхности земли не превышают допустимых с точки зрения повреждений зданий (при отсутствии защитных мер):

$$\eta_m \leq k_{\eta} \eta_{\text{доп}}; \quad (1)$$

$$j_{\text{max}} \leq k_j j_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{доп}}$ и $j_{\text{доп}}$ – допустимые осадка и наклон (крен) кривой осадок поверхности земли;

k_{η} и k_j – соответствующий коэффициент надежности (здесь условно принято $k_{\eta} = k_j = 1$).

Известно, что реальное состояние конструкций зданий различное и допустимая величина осадок поверхности земли изменяется в соответствии с конкретными условиями. Например, допустимая максимальная осадка поверхности земли для обеспечения устойчивости зданий при проходке Серебряно-

борского тоннеля в Москве была задана в пределах 10–40 мм.

Для решения задачи по определению предельной нагрузки от зданий в данной работе условно приняты: допустимая осадка $\eta_{\text{доп}} = 30$ мм, а допустимый крен кривой осадок $j_{\text{доп}} = 3$ мм/м (в соответствии со СНиП 2.01.09-91).

В первую очередь необходимо установить зависимости осадок поверхности земли от нагрузки от наземных зданий.

В качестве примера при решении поставленной задачи

Таблица

Категории повреждений наземных сооружений

Категории	Ожидаемые осадки земной поверхности	
	Макс. осадка, η_m (мм)	Наклон кривой, j_{max} (мм/м)
Пренебрежительное	<10	<2
Незначительное	10–50	2–5
Среднее	50–75	5–20
Значительное	>75	>20

приняты условия в г. Ханой (Вьетнам). Инженерно-геологические условия представлены четвертичными отложениями в виде слабоустойчивых грунтов (глиной, глинистых грунтов от слабой до твердой консистенции, песков и песчаных грунтов от средней до высокой плотности). Уровень подземных вод расположен на глубине 2 м.

Находящиеся в расчетном поперечном сечении многоэтажные здания рассматриваются как симметрично расположенные по оси тоннеля на фундаментах мелкого заложения, деформации которых с большой точностью могут быть приравнены к деформациям самой дневной поверхности в местах их расположения. Нагрузка от здания, передаваемая на массив, отражается поверхностью равномерно распределенной нагрузкой В (кПа). Принятые параметры здания: ширина (вдоль оси тоннеля) – 16 м, длина – 70 м.

На кафедре мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ) разработана методика для определения параметров мульды осадок поверхности земли, основанная на численных экспериментах при имитации щитовой проходки тоннелей с учетом ряда изменяемых конструктивно-технологических факторов, в том числе поверхностной нагрузки.

Методами математической статистики при обработке и обобщении результатов выполненных численных экспериментов установлены:

- изменение осадок дневной поверхности в поперечном сечении, которое с достаточной точностью описывается кривой нормального распределения Гаусса, предложенной Peck (1969) и Schmidt (1969):

$$\eta = \eta_m e^{-\frac{x^2}{2i^2}}, \quad (3)$$

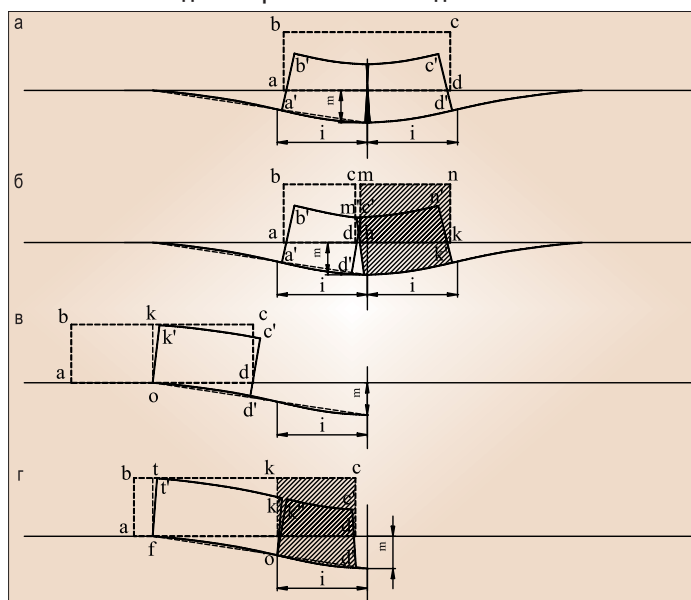
где η – осадка поверхности земли на расстоянии x от оси тоннеля,

η_m – максимальная осадка поверхности земли над осью тоннеля,

i – абсцисса точки перегиба кривой мульды осадок;

- зависимости максимальной осадки поверхности и абсциссы точки перегиба кри-

Рис. 1. Влияние осадок поверхности земли на здание



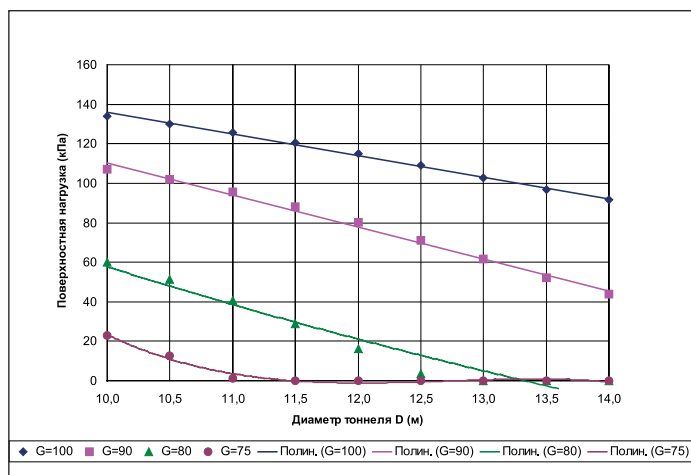


Рис. 2. Предельная величина поверхностной нагрузки от зданий в зависимости от диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора при максимальной осадке $\eta_m = 30$ мм

вой мульды осадок, а также «оптимального» и «достаточного» давления активного пригруза от совокупности влияющих факторов:

$$\eta_m = 86,40 - 2,98D + 28,10H - 1,29P - 3,33 \cdot 10^{-1}Q + 1,13 \cdot 10^{-1}B - 8,56 \cdot 10^{-1}G + 4,03 \cdot 10^{-1}D^2 - 1,51H^2 + 5,16 \cdot 10^{-3}P^2 + 3,88 \cdot 10^{-4}Q^2 - 2,70 \cdot 10^{-4}B^2 - 4,32 \cdot 10^{-3}G^2 - 8,18 \cdot 10^{-3}D^3 + 2,81 \cdot 10^{-2}H^3 - 6,88 \cdot 10^{-6}P^3 + 1,87 \cdot 10^{-7}Q^3 + 4,73 \cdot 10^{-6}B^3 + 3,65 \cdot 10^{-5}G^3; \quad (4)$$

$$i = -15,70 + 6,60D - 8,79H - 1,52 \cdot 10^{-2}P + 3,63 \cdot 10^{-1}Q + 2,50 \cdot 10^{-2}B - 4,32 \cdot 10^{-2}G - 6,02 \cdot 10^{-1}D^2 + 7,38 \cdot 10^{-1}H^2 + 5,70 \cdot 10^{-3}P^2 - 1,48 \cdot 10^{-3}Q^2 - 4,55 \cdot 10^{-4}B^2 + 1,45 \cdot 10^{-3}G^2 + 1,93 \cdot 10^{-2}D^3 - 1,70 \cdot 10^{-2}H^3 - 8,15 \cdot 10^{-8}P^3 + 1,75 \cdot 10^{-6}Q^3 + 2,35 \cdot 10^{-6}B^3 - 9,94 \cdot 10^{-6}G^3; \quad (5)$$

$$j_{\max} = 0,606 \frac{\eta_m}{i}; \quad (6)$$

$$P_{\text{опт}} = -87,00 + 13,08D + 20,33H - 1,13D^2 - 0,3H^2 + 0,04D^3 + 0,0067H^3; \quad (7)$$

$$P_{\text{мин}} = 143,464 - 49,81D - 0,285H + 0,014P + 5,453D^2 + 0,944H^2 + 0,00082P^2 - 0,175D^3 - 0,0337H^3 - 0,0000017P^3 \quad (8)$$

где D (м) – диаметр щита;

H (м) – глубина заложения тоннеля;

P (кПа) – давление пригруза в забое щита;

Q (кПа) – давление нагнетания тампонажного раствора за обделку тоннеля;

B (кПа) – давление распределенной поверхностной нагрузки от зданий;

G (%) – степень заполнения раствором строительного зазора.

Во вторую очередь следует определить оптимальные с точки зрения минимизаций осадок и кренов кривой осадок поверхности земли давления пригруза и нагнетания раствора за обделку в зависимости от рассматриваемых конструктивно-технологических факторов.

Для безаварийной щитовой проходки тоннелей давление пригруза в забое должно находиться в пределах «достаточного» и «оптимального», определенных при помощи программного комплекса «PLAXIS 3D TUNNEL». Давление нагнетания раствора за обделку Q должно быть выше давления пригруза бентонитового раствора при использовании механизированных щитов с гидро-

пригрузом. Однако для возможности проявления только малых подъемов поверхности в крайних точках поперечного сечения давление нагнетания раствора за обделку не должно более чем на 10 % превышать «оптимальное» давление пригруза (по результатам выполненных численных экспериментов).

Из указанных предпосылок и формул (4)–(8) математическими методами программы «MICROSOFT EXCEL» определены зависимости оптимальных давлений пригруза и нагнетания раствора за обделку с учетом диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора (G) (принято: глубина заложения тоннеля равна $1,5 D$, где D – диаметр тоннеля).

Анализ полученных результатов показал:

- для минимизации осадки поверхности земли давление пригруза в забое должно быть равно «оптимальному» $P_{\text{опт}}$, а давление нагнетания раствора за обделку на 10 % превышать давление пригруза;

- для минимизации кренов (наклонов) кривой осадок поверхности земли при степени заполнения раствором строительного зазора G свыше 50 % оптимальные давления пригруза в забое и нагнетания раствора за обделку должны ориентировочно достигать их максимальных значений ($P = Q = P_{\text{опт}}$) при увеличении диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора, а при G не более 50 % – находиться между «оптимальными» и «достаточными» значениями и приблизительно равны.

В третью очередь установлены зависимости предельной величины поверхностной нагрузки от диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора при щитовой проходке с расчетными оптимальными давлениями пригруза в забое и нагнетания раствора за обделку.

Из формул (1)–(8) с помощью математических методов программы «MICROSOFT EXCEL» получены предельные величины поверхностной нагрузки. При этом методом тренд-анализа построены их зависимости от диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора. На рис. 2 представлена такая зависимость при максималь-

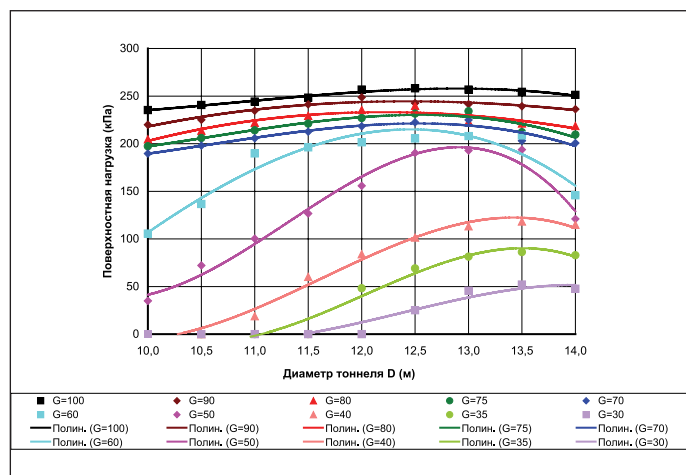


Рис. 3. Предельная величина поверхностной нагрузки от зданий в зависимости от диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора при максимальном наклоне $j_{\max} = 3$ мм/м

ной осадке $\eta_m = 30$ мм, а на рис. 3 – при максимальном наклоне $j_{\max} = 3$ мм/м.

Анализ графиков на рис. 2 и 3 показал:

- с увеличением диаметра тоннеля по условию (1) (допустимых осадок поверхности земли) предельные величины нагрузки от зданий ориентировочно уменьшаются, а по условию (2) (допустимых кренов кривой осадок) они составляют максимальные значения при диаметре тоннеля от 12 до 13,5 м;

- предельные величины нагрузки от зданий возрастают с повышением степени заполнения раствором строительного зазора;

- наличие наземных зданий увеличивает максимальную осадку и максимальный наклон кривой осадок поверхности земли больше допустимого значения (30 мм и 3 мм/м) при степени заполнения раствором строительного зазора G менее 75 и 30 % соответственно;

- при $G = 100$ % максимальные осадка и наклон ниже допустимой величины, если поверхностная нагрузка не превышает соответственно 140 и 240 кПа.

Выводы

Осадки поверхности земли, вызванные щитовой проходкой тоннелей, оказывают вредное влияние на поверхностные условия, что влечет за собой возможные повреждения близрасположенных зданий и сооружений. Степень повреждений зданий в основном зависит от состояния их конструкций и величины параметров мульды осадок поверхности земли.

Для минимизации осадок поверхности земли давление пригруза должно быть равно «оптимальному» давлению $P_{\text{опт}}$, а давление нагнетания раствора – превышать давление пригруза до 10 %. Для минимизации кренов кривой осадок величины давления пригруза и нагнетания раствора должны находиться в пределах «оптимального» и «достаточного» давлений пригруза и возрастать с увеличением диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора.

Предельные величины поверхностной нагрузки от зданий определяются в зависимости от диаметра тоннеля и степени заполнения раствором строительного зазора G и возрастают с ее увеличением.

ПРОХОДКА МИКРОТОННЕЛЯ ПОД АКВАТОРИЕЙ ЦАРИЦЫНСКОГО ПРУДА В МОСКВЕ

А. И. Долгов, генеральный директор ОАО «Горнопроходческих работ № 1»

В. И. Артемов, главный технолог, к. т. н.

Реконструкция и восстановление Государственного музея-заповедника «Царицыно» предусматривали замену и прокладку новых коммуникаций для инженерного обеспечения объектов комплекса, в том числе и канализации.

Трасса канализационного коллектора пролегает в сложных гидрогеологических условиях по территории природно-исторического парка и под акваторией Царицынского пруда.

Основанием для канализации под прудом служат аллювиальные и флювиогляциальные пески и супеси I категории, современные аллювиальные суглинки II категории и юрские глины III категории крепости.

Подземные воды надюрского водоносного горизонта, гидравлически связанные с поверхностными водами пруда, заключены в современных аллювиальных и флювиогляциальных песках, современных аллювиальных супесях, прослоях среди разновозрастных суглинков, а также грунтах насыпного слоя. Превышение уровня подземных вод над отметками заложения городской канализации с учетом столба воды в пруду и сезонного повышения достигает 3 м.

Кроме того, на рассматриваемом участке вскрыты подземные воды напорного характера, приуроченные к юрскому фосфоритовому горизонту. Высота напора составляет 9,4 м, что с учетом незначительной мощности (местами менее 1 м) водоупорных суглинков в основании микротоннеля могло привести к прорыву подземных вод в дно котлованов и забой.

Данный факт является весьма неблагоприятным явлением, так как при проходке ухудшается управляемость микрощита и возникает угроза того, что он может подняться вверх.

Экспертизой было рекомендовано перед началом работ произвести дополнительное бурение скважин для уточнения геологического строения и гидрогеологических условий участка.

В связи с этим проектная организация ГУП «Мосинжстрой» приняла решение: участок строительства городской канализации под акваторией пруда (дюкер) пройти закрытым способом с применением технологии микротоннелирования с гидравлической транспортировкой грунта (гидропригрузом).

Протяженность участка составила 211 м, глубина заложения коллектора от зеркала пруда до оси тоннеля – 6,7 м. Уклон тоннеля от демонтажной шахты к монтажной камере принят около 1°.

Вести строительные работы было поручено Специализированному управлению № 19 ОАО «ГПП-1» с помощью тоннелепроходческого комплекса «MTS-2000» фирмы «Perforator GmbH» с гидропригрузом.

Эта установка была закуплена в середине 2006 г., и с сентября того же года началось освоение технологий проходки микротоннелей в различных горно-геологических условиях. Впервые комплекс «MTS-2000» применен на объекте «Рогожский Вал» при строительстве водонапорного коллектора.

Конструкция комплекса «MTS-2000» и принцип действия

Система микротоннелирования «MTS-2000» предназначена для высокоточной проходки и задавливания секций труб внутренним диаметром от 250 до 2000 мм. Размеры и технические характеристики установки представлены в табл. 1 и 2.

Комплекс включает подземное, шахтное и поверхностное оборудование для устройства в различных грунтах выработки, проходящей из стартовой в приемную шахту, транспортирования разработанного грунта из забоя на поверхность в виде пульпы, прокладки в выработке составного трубопровода со стыками, защищенными от проникновения грунтовых вод.



Рис. 1. Буровая головка микрощита

Система имеет модульную конструкцию и состоит:

- из домкратной (прессовой) станции для задавливания труб микрощита;
- буровой головки, оснащенной планшайбой, конусной дробилкой, камерой и тремя цилиндрами управления;
- хвостовой части;
- сепарационной установки для разделения грунта и транспортирующей среды;
- контейнера-отстойника;

- установки для приготовления и нагнетания бентонитового раствора;
- промежуточной домкратной станции;
- приводного контейнера с блоками гидравлики, электрики и управления;
- дизель-генератора в контейнере;
- датчика цепи и лазера;
- стартового и конечного уплотнения (затворов);
- составных коммуникационных шлангов и кабелей.

Наличие различных бурильных головок позволяет приспособить систему к конкретным грунтовым условиям и диаметру выработки (рис. 1). Режущий инструмент ротора состоит из стержневых, прорезных и оконтурирующих резцов, оснащенных твердосплавными вставками. Крепление резцов быстросъемное с возможностью их замены.

Головная часть режущей головки шарнирно соединена с опорной и управляется тремя гидродомкратами, обеспечивающими поворот головной части на необходимый угол, контроль которого осуществляется при помощи датчиков перемещения.

На буровой головке имеются герметичная камера, отделенная от грунтового пространства перегородкой, форсунки для орошения груди забоя бентонитовым раствором и дробилка.

Конусная дробилка представляет собой пространство между вращающейся внутренней поверхностью ротора и неподвижным центральным стержнем. В конусной дробилке размещены продольные пластины-выступы с твердосплавной вставкой для разрушения твердых включений. Для более эффективного разрушения породы неподвижный (съёмный) центральный стержень установлен эксцентриситетом к оси вращения ротора. Промывочная камера в дробилке предотвращает налипание грунтов.

Буровая головка оборудована фотоприёмным лазерным устройством (мишенью) ведения микрощита по трассе сооружаемого тоннеля.

В хвостовой части микрощита расположены электромотор агрегата буровой головки, электрошкаф, блок управления, гидравлический насос и блок подсоединения промежуточной станции, гидравлические насосы привода и управления буровой головкой. С хвостовой частью соединены адаптер для сочленения микрощита и става продавливаемых труб.

Для продавливания микрощита и става труб предусмотрена домкратная силовая установка, которая размещается в камере (шахте). Она состоит из опорной и силовой рам, упорной плиты и нажимной каретки.

На силовой раме расположены два гидроцилиндра с усилием 8000 кН.

Если усилия домкратной установки недостаточно для преодоления сопротивления перемещения микрощита и става продавливаемых труб, то между их секциями монтируются промежуточные установки. В зависимости от горно-геологических условий и длины проходки могут применяться дополнительно одна или более промежуточных станций. Обычно они устанавливаются при длине проходки более 100 м.

Для уменьшения сил трения при разрушении пород резцами в забое и продавливании става труб, а также уравнивания давления грунтовых вод и транспортирования по трубам на поверхность разработанной горной массы в виде пульпы используется бентонитовый раствор. Если он хорошего качества, то возможно уменьшение трения до величины 0,1 т/м² поверхности.

Размеры домкратной установки

Наименование показателей	Размеры
1. Максимальный диаметр трубы, мм	2500
2. Длина трубы, мм	3000 (2000)
3. Ход моста, мм	3500
4. Расстояние до центра трубы, мм	1615
5. Длина установки, мм	5500
6. Ширина установки, мм	4500
7. Высота установки, мм	2950
8. Вес установки, т	25

Таблица 1

Технические характеристики «MTS-2000»

Наименование показателей	Размеры
1. Максимальный крутящий момент на роторе, кНм	350
2. Скорость вращения режущего органа, мин ⁻¹	0–8
3. Количество гидроцилиндров управления головной частью, шт.	3
4. Ход цилиндра управления, мм	40
5. Усилие цилиндра управления, кН	1200
6. Максимальный угол поворота головной части, град.	3,15
7. Максимальное усилие силовой домкратной установки, кН	8000
8. Ход цилиндров силовой домкратной установки, мм	1100
9. Число подвижек, шт.	3
10. Скорость прессования, мм/мин	0–860
11. Скорость обратного хода, мм/мин	0–1710
12. Номинальная производительность водяного и грязевого насосов системы гидротранспорта, м ³ /ч	300
13. Мощность дизельного электрогенератора, кВА	640
14. Напряжение питающей сети, В	380
15. Частота питающей сети, Гц	50
16. Средняя скорость сооружения тоннеля в зависимости от гидрогеологических условий, м/сут	10–30

Таблица 2

Бентонитовый узел смонтирован на раме и состоит из миксера вместимостью 280 л, емкости на 1000 л, насоса для подачи раствора производительностью 90 л/мин и давлением 100 Бар.

Управление микропроходческим комплексом в пространстве, технологическими параметрами проходки, режимами и состоянием оборудования осуществляется компьютерной системой, расположенной в приводном контейнере.

Система контроля микрощита в пространстве служит для измерения величины отклонения оси машины от оси прокладываемой трассы, угла закрутки щита и состоит из лазерно-оптического и фотоприёмного блоков.

Технология микротоннелирования заключается в следующем: в стартовом котловане устанавливается домкратная станция, на которой размещается проходческий щит. С помощью домкратов осуществляется его продвижение в грунте на длину обычно 3 м (2 м), после чего на домкратную станцию помещается отрезок трубы той же длины. Затем, наращивая её секциями по 3 м (2 м), ведётся дальнейшая проходка до выхода микрощита в приёмный котлован.

Подготовительные и основные виды работ

До начала строительства канализационного коллектора были выполнены следующие виды работ:

- в соответствии со стройгенпланом осуществили разбивку строительных площадок у стартового и приёмного котлованов и трассы между ними;
- произвели планировку и ограждение строительных площадок;
- проложили автомобильные проезды и пешеходные проходы;
- установили мойку колес автотранспорта;
- подвели временные коммуникации: электроэнергия, водопровод;
- возвели временные бытовые помещения;
- выполнили искусственное водопонижение, закрепление грунтов в районах строительных площадок;
- смонтировали поверхностное оборудование – приводной контейнер, дизель-генератор, сепаратор и контейнер-отстойник, узел приготовления бентонитового раствора, автокран;
- завезли и складировали узлы и детали комплекса, рабочие трубы.

Нижняя строительная площадка для монтажного котлована располагалась на берегу



Рис. 2. Нижняя строительная площадка с проводным контейнером



Рис. 3. Верхняя строительная площадка с сепарационной установкой, контейнером-отстойником и дизель-генератором

пруда (рис. 2), верхняя – на косогоре (угол 25–30°), поросшем лиственными деревьями (рис. 3). Поэтому размещение оборудования было затруднено. Монтажный котлован находился в 6 м от пруда.

Для снижения уровня грунтовых вод и обеспечения безопасного и качественного проведения строительно-монтажных работ было осуществлено водопонижение вакуумными иглофильтрами, установленными по периметру стартового котлована с размерами: длина – 7,6 м, ширина – 6,6 м. Шаг иглофильтров был принят 1,5 м. Они объединялись в установки с насосами УВВ-3. Предварительная откачка для каждой из них принята 5 сут. Для наблюдения за процессом водопонижения уровня грунтовых вод были предусмотрены гидронаблюдательные скважины. Однако в данных условиях этот тип водопонижения оказался неэффективным.

В связи со сложными гидрогеологическими условиями стартовую камеру сооружали методом «стена в грунте» с использованием двухчелюстного штангового экскаватора «Касагранда».

Глубина камеры 10,7 м, толщина «стены в грунте» – 0,6 м.

Ядро котлована разрабатывалось грейферным гидравлическим экскаватором с погрузкой породы в автосамосвалы. Затем бетонировались днище, толщиной 250 мм, стенки камеры по периметру на высоту 3,5 м толщиной 250 мм и упорная стенка соответственно 3,5 м и 500 мм.

Был устроен также зумп-водосборник для открытого водоотлива, из которого постоянно откачивалась вода насосом НДЭ-4.

В случае наличия слабо обводненных грунтов возможно строительство стартовых камер тех же размеров в рамном креплении и шахт диаметром 9,5 м в инвентарном креплении. В первом случае по периметру забуриваются трубы диаметром 219 мм, между ними грунт заделывается деревянной затяжкой. Через 1 м в котлован устанавливаются пояса, состоящие из двутавров № 40–50, укосин и расстрелов. В его торце трубы забуриваются через 0,5 м с защемлением в грунте 2,5–3,0 м. Их связывают с поясами, закрепляют мальчиками из двутавров № 22 на высоту

3,5 м, затем бетонировать стенки котлована толщиной 250 мм и упорную стенку соответственно 500 мм.

Шахты крепятся швеллерными кольцами и деревянной затяжкой. По их окружности бетонироваться цилиндр на высоту 3,5 м толщиной 250 мм и упорная стенка, состоящая из 219 забуренных труб, раскрепленных двутаврами по вышеуказанной технологии. Толщина последней в центре 1,2 м, что соответствует расстоянию от окружности до центра хорды.

Во всех случаях стенки стартовой камеры (шахты) должны выдерживать возникающие при задавливании труб нагрузки (max 800 т) без деформаций, т. е. они должны быть построены исходя из проектных нагрузок. Крепление котлована (шахты) должно регулярно контролироваться маркшейдерской службой. Разрушенные и ненадежные части подлежат незамедлительной замене или ремонту. Это особенно важно, когда шахта испытывает переменные нагрузки. Если крепление котлована не выдерживает нагрузок установки, то необходимо дополнительно укрепить стенки.

В стене котлована было смонтировано уплотнение (затвор), которое служит для защиты шахты от попадания шлама, грунта или бентонита в процессе задавливания микрошита и труб. Резиновая манжета уплотнения должна плотно охватывать окружность буровой головки или прокладываемого трубопровода (в нашем случае диаметром 1495 мм). Затвор располагается точно по центру оси задавливания. Пространство между основой уплотнения и стенкой камеры заполнялось надежным клеящим составом.

Монтаж затвора проводился с особой тщательностью, чтобы выдерживать любые нагрузки, возникающие в процессе задавливания труб. Перед уплотнением в армокаркасах «стены в грунте», стенках камер и шахт предусмотрены отверстия размерами, превышающими наружный диаметр трубы на 10 см. Их заделывали пенопластом или опалубочной фанерой для того, чтобы не тратить время на разбивку бетонной стенки при вводе микрошита в забой.

Для закрепления грунтов в зоне ввода микрошита была предусмотрена дополнительная цементация пород с большими коэффициентами фильтрации. Бурение скважин Д-105 мм производилось станком СБУ-100 под глинистой промывкой и обсадкой трубами Д = 89 мм до зоны цементации. Затем пространство между ними заполнялось раствором, и снова бурились скважины Д-76 мм в этой зоне с продувкой воздухом.

Для цементации грунтов использовались растворы, приготовленные на основе портландцемента с добавлением бентонитовых глин. Процесс вели до полного отказа грунтов в поглощении.

По оси продавливания была смонтирована домкратная установка для задавливания труб с уклоном 1°. Её регулируемые по высоте гидравлические ножки должны твердо опираться на дно пусковой камеры (шахты), в противном случае возможна деформация установки под тяжестью буровой головки.

Домкратную установку приваривали двутавровыми балками к креплению камеры. Две установленные на раме распорки использовали для её закрепления при задавливании труб.

Буровую головку опустили в котлован на раму, убрали пенопласт из отверстия в стене и протолкнули её до уплотнения. Затем подсоединили к ней хвостовую часть и снова протолкнули.

Задавливание секций прокладываемого трубопровода (рис. 4) производили до тех пор, пока буровая головка, хвостовик и часть трубы, пройдя предшахтную цементацию, не вышли в приемную (демонтажную) шахту, из которой буровую головку и хвостовик извлекли (рис. 5). В стартовой камере демонтировали домкратную установку, систему гидротранспорта и электрокабели.

В виду сложных гидрогеологических условий демонтажная шахта диаметром 5,5 м и глубиной 8,8 м построена из бетонных панелей (сегментов) П-3 размерами: высота – 2175 мм, ширина – 1160 мм, толщина – 220 мм методом опускного колодца. Ножевая часть собиралась из панелей ПН.

Сваренные между собой, панели образуют кольца. По мере выемки грунта грей-



Рис. 4. Монтаж труб для задавливания через уплотнительное кольцо



Рис. 5. Выход микрощита в приемную шахту

ферным гидравлическим экскаватором их опускали в грунт, затем производили наращивание следующего кольца и так далее до полной глубины. Устье шахты возвышалось над уровнем спланированной площадки на 0,5 м.

При подходе микрощита к демонтажной шахте был проверен реальный водоприток через отверстия в панелях, после чего с помощью сварки и отбойных молотков в стенке вырезали отверстие диаметром 1,5 м для ввода щита. Диаметр шахты принят с учетом свободного его демонтажа и последующего размещения в ней камеры.

В качестве обделки коллектора использованы железобетонные трубы внутренним диаметром 1200 мм, наружным – 1495 мм и длиной 2 м производства ЗАО «Первомайский завод ЖБИ».

Для исключения поступления воды в тоннель через стыковые соединения один конец железобетонной трубы оснащен резиновым уплотнением, другой – стальным направляющим кольцом (раструбная обечайка), что позволило герметично состыковать трубы.

После каждых двух продавливалась третья труба с отверстиями для нагнетания бетона. Стыки заделывались силиконовым герметиком.

В тоннеле было предусмотрено протаскивание по бетонной подготовке двух полиэтиленовых труб с внутренним диаметром 400 мм (рис. 6), которые сваркой соединили в плети.

Для фиксации полиэтиленовых трубопроводов в тоннеле через каждые 6 м на трубах устанавливали хомуты с прокладками из резины или двух слоев изола, которые стягивали, фиксировали сверху и внизу стальными полосами и крепили к арматуре, уложенной в подготовку.

Заполнение межтрубного пространства выполняли цементным раствором М-100. Во избежание всплытия полиэтиленовые трубы предварительно заполняли водой.

Проходка микротоннеля велась круглосуточно без выходных и длилась 19 сут. Средняя скорость составила 11,1 м/сут.

Успешное завершение сооружения тоннеля стало возможным благодаря безупречному качеству микротоннелепроходческого комплекса «MTS-2000» и помощи, которую оказывала в процессе освоения технологии фирма-поставщик оборудования «Даттис»: обучение персонала, сервисное обслуживание и соблюдение технологии работ.

Руководство ОАО «ГПР-1» высоко оценило перспективы применения технологии микротоннелирования для строительства и реконструкции городских коммуникаций при реализации различных проектов, которые раньше невозможно было осуществить. В настоящее время запланировано сооружение кабельного коллектора в Заболотье под Кольцевой дорогой в сложных гидрогеологических условиях также с применением микрощита.

Технология безлюдной прокладки подземных коммуникаций, не требующая вскрытия дневной поверхности и не наносящая урон зеленым насаждениям, историческим памятникам и транспортным магистралям, – будущее городского строительства.

Однако в процессе ведения работ строители столкнулись с целым рядом технических проблем и несоответствием данных геологических изысканий. Поэтому важным условием является правильное выявление до начала проходки структуры грунтового массива и режима грунтовых вод. Проектируемая трасса микрощита, по возможности, должна быть проложена в твердых породах. Слабые грунтовые и обводненные основания приводят к затруднению управления щитом.

Микрощит мог выйти в придонные отложения, что повлекло бы за собой нарушение его управлением, отклонение от проектной трассы и в худшем случае всплытие. Однако операторам микрощита удалось справиться с давлением воды с помощью гидравлической системы (гидропригруза).

С целью повышения его устойчивости при выходе из стартовой камеры и входе в демонтажную шахту необходимо производить цементацию площадок размерами в плане

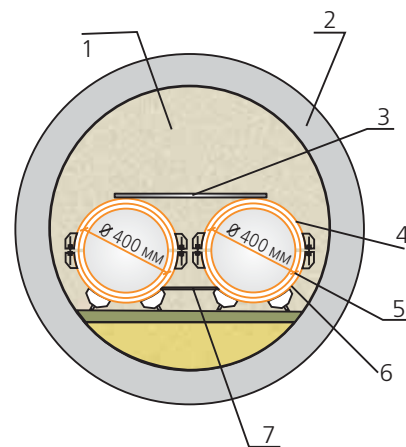


Рис. 6. Сечение коллекторного тоннеля: 1 – цементный раствор; 2 – железобетонная труба $d_{вн} = 1200$ мм; 3 – стальная полоса $L = 650$ мм; 4 – тяжи из арматуры; 5 – полиэтиленовые трубы; 6 – стальной хомут; 7 – стальная полоса $L = 250$ мм

4×6 м и глубиной ниже лотка трубы на 1 м, а в особых случаях для обеспечения надежной проходки тоннеля с требуемой точностью – и всей трассы.

Учитывая глубину проходки и гидрогеологические условия, ожидали, что продавливание труб потребует приложения больших усилий. Однако операторы микрощита осуществили этот процесс с использованием только одной промежуточной домкратной станции. Это удалось выполнить благодаря низкому трению, обусловленному применением качественного бентонита и очень точному следованию запроектированной трассы с минимумом отклонений, что существенно облегчило ведение проходки.

Поэтому чтобы снизить усилие продавливания, очень важно производить бурение с минимумом коррекции направления. В результате частых маневров сила трения микрощита и труб о грунт может возрасти.

И последнее: управлять микрощитом должен квалифицированный обслуживающий персонал.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АНКЕРОВ И АНКЕРНЫХ СВАЙ ИЗ ТРУБЧАТЫХ ВИНТОВЫХ ШТАНГ «ТИТАН» В СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

И. М. Малый, П. А. Маслов, филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

С. П. Преображенский, УС «Тоннельметрострой» Корпорации «Трансстрой»

В процессе сооружения котлованов для подземного железнодорожного станционного комплекса «Аэропорт Внуково» и нового аэровокзального терминала «Внуково-1» в течение более двух лет проводился комплекс научно-исследовательских работ по всестороннему изучению и отработке технологических процессов устройства грунтовых анкеров и анкерных свай с тягой из трубчатых винтовых штанг «Титан».

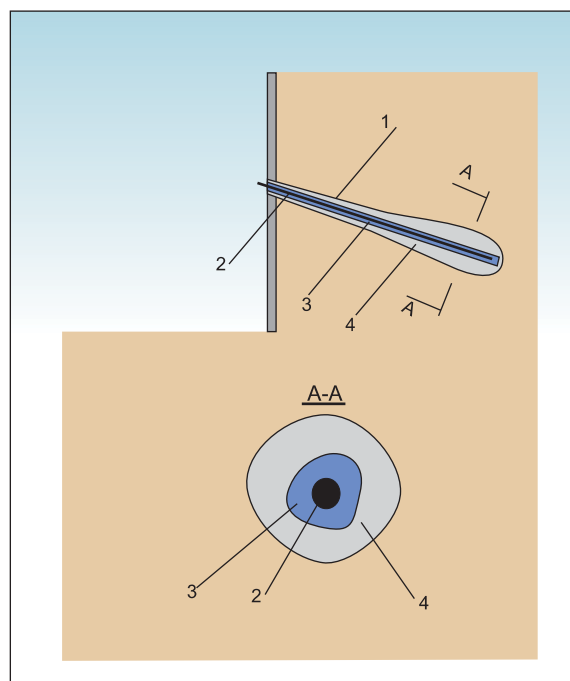
Основные принципы данной технологии ранее рассматривались авторами в публикациях «Метро и тоннели» № 2/2004, 1/2006 и 1/2007.

Одной из основных задач исследования являлось определение форм и размеров заделки в грунте для несущих геотехнических элементов этого типа в связи с технологией их устройства и фактической несущей способностью.

Рассматривая формирование цементного тела у анкеров (анкерных свай) с тягой «Титан» уместно уяснить принципиальное их различие относительно грунтовых анкеров, выполнявшихся у нас в течение 25–30 лет, в частности, по традиционной технологии «Бауэр» (рис. 1), которая включает следующие операции:

- проходка скважины с использованием шнекового бурового инструмента или обсадных труб;
- установка в неё укомплектованных анкерных тяг из арматурных стержней или канатов;
- первичная инъекция под небольшим давлением в скважину цементного раствора, играющего роль «обойменного»;
- после выстойки в течение 18–24 ч впрыскивание под значительным давлением небольшого количества воды, пробивающего каналы в первичной обойме, и вторичная инъекция под давлением 3–4 МПа.

Рис. 1. Формирование цементного тела заделки анкера:
1 – скважина, 2 – анкерная тяга, 3 – цементное тело первичной инъекции, 4 – зона распространения вторичной инъекции



Обе стадии нагнетания, как правило, проводятся с использованием одинаковых цементно-водных растворов с $V/C=0,4-0,6$, поэтому цементное тело заделки анкера в грунте по своему сечению (рис. 1, разрез А-А) формируется из равнопрочных зон.

Как было установлено многочисленными опытными раскопками, проводившимися в том числе и авторами настоящей статьи, зона распространения раствора вторичной инъекции 4 располагается вокруг первичной обоймы 3.

Технология устройства анкеров и свай «Титан» включает следующие операции:

- забуривание в грунт полых винтовых штанг, оснащенных передовой буровой коронкой, являющихся в последующем и тягой анкера (анкерной свай). Бурение осуществляется под цементным раствором $V/C=1$, который, смешиваясь с буровой крошкой породы, образует шламовое заполнение скважины;
- инъекция цементного раствора $V/C=0,5-0,7$ в скважину по полой штанге «Титан» через отверстия в коронке до полного вытеснения бурового раствора и шламового заполнения. Инъекция может производиться при вращении штанг (динамическая опрессовка).

Таким образом, в технологии «Титан»:

- буровые штанги выполняют в последующем и роль тяги анкера;
- раствор при бурении скважины является лишь промежуточным технологическим звеном и затем, будучи вытесненным инъекционным раствором, конструктивным элементом анкера не является;
- основным показателем качества при инъекции является полное вытеснение из скважины бурового шлама цементным раствором при достижении максимального давления 4–6 МПа, в том числе путем так называемой «динамической опрессовки», описываемой ниже.

По технологии же «Бауэр» первичная и вторичная инъекции выполняются из раствора одного состава, поэтому сформировавшееся единое цементное тело будет составляющим конструкции анкера.

Для реализации поставленных задач натурального исследования были проведены во «Внуково» пробные испытания опытных анкерных свай и анкера, установленных в котловане на специально выполненном железобетонном упоре (рис. 2). После испытаний их откопали и обследовали заделки в грунте.

Устройство анкерных свай и анкера осуществлялось путем последовательного забуривания в грунт на проектную длину 8–17 м, составляющих тягу трубчатых винтовых штанг длиной по 3 м, наращиваемых в процессе бурения при помощи муфт. Пробные сваи и анкер устраивались из штанг «Титан» типа 52/26. Первая из них оснащалась буровой коронкой диаметром 130 мм. При подготовке пробного анкера, две последние штанги по «свободной длине» тяги, равной 5 м, защищались пластиковой трубой-оболочкой, а муфтовые соединения покрывались кабельной изоляционной лентой. Одновременно с забуриванием через полость трубчатых



Рис. 2. Железобетонный упор с установленными анкером и анкерными сваями



Рис. 3. Откопанный ствол сваи № 2

винтовых штанг и выпускные отверстия буровой коронки велась подача в грунт бурового промывочного водоцементного раствора с $V/C=1$ при давлении нагнетания до 2 МПа. Из устья скважины в железобетонном упоре оставался выпуск последней штанги длиной не менее 1 м, необходимый для проведения статических испытаний.

Инъекция цементного раствора (опрессовка) включала следующие операции:

- впрыск под избыточным давлением 3–4 МПа небольшого количества воды (20–30 л) для промывки полости штанги и вскрытия инъекционных отверстий в коронке;
- приготовление цементного раствора (цемент марки М500) с $V/C=0,4$;
- инъекция цементного раствора с $V/C=0,4$ через полость штанг и выпускные отверстия буровой коронки производилась

под давлением до 6 МПа после выдержки 6–8 ч с момента окончания бурения составной тяги.

После набора необходимой прочности цементным камнем заделки были проведены пробные статические испытания свай и анкера выдергивающей нагрузкой (табл.).

После завершения статических испытаний провели откопку и обследование стволов свай (рис. 3) и заделки анкера. Выявлено, что ствол сваи (заделка анкера) имеет как различную форму по длине скважины, так и структуру материала, его образующего.

Откопанные стволы были тщательно осмотрены и обмерены, сделаны продольные и поперечные распилов с отбором образцов цементного камня и глиноцементного материала.

На рис. 4 показано схематическое изображение ствола анкерной сваи и поперечные разрезы, выполненные по его длине:

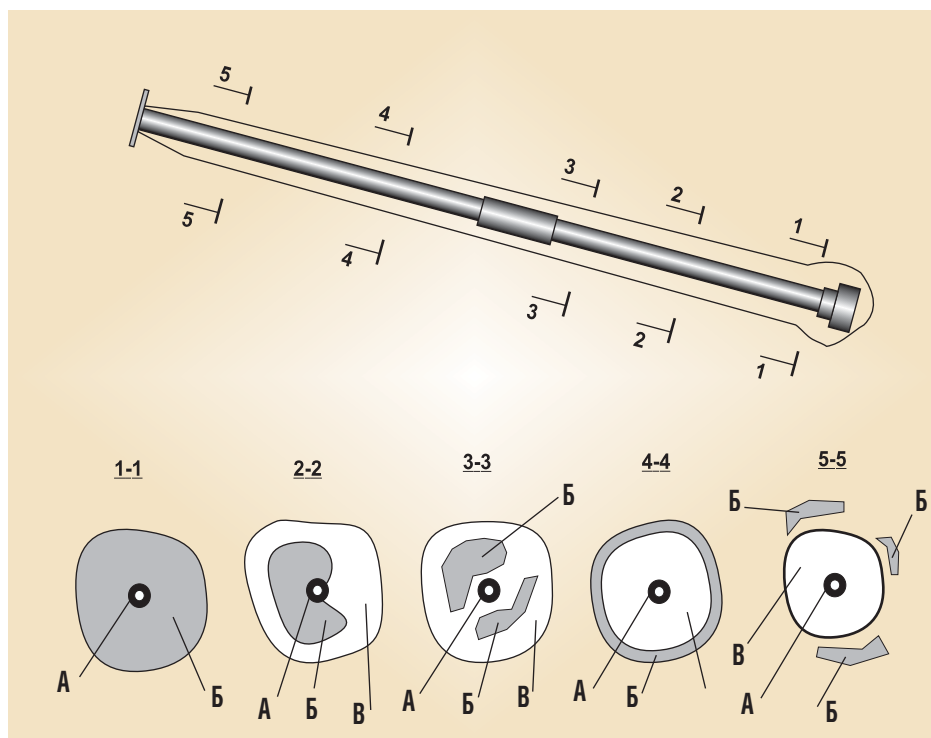


Рис. 4. Схематическое изображение ствола анкерной сваи: А – трубчатая винтовая штанга «Титан», Б – область образования цементного камня, В – область образования грунтоцементного камня

- разрез 1-1 находится в самой заглубленной части сваи (в области буровой коронки) и характеризуется полным замещением бурового раствора и шлама цементным раствором опрессовки, при этом цементный камень Б плотно прилегает к трубчатой штанге и окружает ее на толщину 30–40 мм. Зона образования твердого цементного камня для всех откопанных свай и анкера распространяется на 2,5–3 м вверх к устью скважины;

- выше по стволу, на разрезе 2-2, покрытие штанги цементным камнем неоднородно и имеет меньший диаметр. Грунтоцементный материал В, образованный в результате смешивания бурового раствора с частицами разрушенного суглинка, представляет собой слабо сцементированную массу, по прочности мало отличающуюся от суглинка окружающей породы;

- на разрезе 3-3 показаны участки неравномерных включений твердого цементного камня, как примыкающих к трубчатой штанге, так и отстоящих от нее, а также окруженные грунтоцементным материалом;

- из разреза 4-4 видно, что выше к устью скважины ствол сваи образован из слабого грунтоцементного материала, а по его контуру проходит поверхность твердого цементного камня, образованная за счет подпитки к устью скважины раствора вторичной инъекции.

Очевидно, что причиной формирования приведенной структуры ствола сваи явился большой временной промежуток (6–8 ч) между стадиями бурения и опрессовки. Это привело к тому, что к моменту осуществления вторичной инъекции грунтоцементный материал, созданный частицами суглинка (буровой шлам) и водоцементного раствора, начал загустевать и приобрел плотность, превышающую плотность окружающего грунта.

Инъекционный раствор, лишь частично заменив буровой шлам, распространился по зонам наименьшего сопротивления, вверх к устью скважины, образовал поверхность цементного камня по контуру грунтоцементного материала (разрез 4-4) и отдельные несвязанные включения в окружающем грунте (разрез 5-5), а далее излился из скважины.

После выхода цементного раствора из устья скважины нагнетание остановили.

При откопке анкерной сваи № 2 зафиксировали, что буровой раствор был замещен на большую длину по стволу, в результате чего получена надежная заделка сваи в грунте, а ее несущая способность соответствует расчетным значениям.

На основании данных откопки представляется целесообразным сокращение времени выстойки или полного исключения этой операции из технологического цикла изготовления анкерной сваи (анкера) из трубчатых винтовых штанг «Титан».

Анализ европейского опыта использования данной технологии показывает, что проведение нагнетания и замещения бурового раствора непосредственно после окончания бурения дает более высокие показатели качества производства грунтовых конструкций из трубчатых винтовых штанг.

Качественное формирование заделки достигается с помощью применения метода «динамической опрессовки», который предполагает подачу инъекционного цементного раствора в скважину при постоянном вращении колонны буровых штанг и доведение давления нагнетания до значения 4–6 МПа. При его достижении нагнетание может быть прекращено только после того, как зафиксирован выход густого цементного раствора из устья скважины.

Развиваемое давление опрессовки определяет размеры тела инъекции и величину тре-

ния по контакту «цементное тело – грунт» а, следовательно, и несущую способность анкера или анкерной сваи.

Возможность подъема давления инъекции при практически открытом устье скважины объясняется эффектом, известным как «фильтр Дарси», когда куски грунтоцементного материала,двигающиеся по скважине наружу, заклиниваются между вращающейся буровой штангой и стенками скважины, и тем самым создают натуральную пробку.

В случае если требуемого давления получить не удастся, через 30–45 мин динамическая опрессовка может быть проведена повторно. Кроме того, для повышения давления при нагнетании устье скважины можно перекрыть пробкой из ветоши, дорнита или специальным пакерным устройством, оставляя небольшое отверстие для выхода шлама. При этом, вытесняя шлам, цементный раствор на последнем этапе должен выдавить и эту искусственную пробку.

С применением метода «динамической опрессовки» на опытном участке при строительстве подземного Аэровокзального комплекса «Внуково-1» было установлено девять анкерных свай из трубчатых винтовых штанг «Титан» (тип 73/53), несущая способность которых, установленная в результате испытаний, составила не менее 90 тс.

Анализируя опыт устройства и испытаний анкерных свай на объектах транспортного строительства в течение 2004–2007 г., хотелось бы отметить высокую степень надежности этой технологии. С момента ее появления в России (2004 г.) количество отказавших и показавших недостаточную несущую способность анкерных свай составило менее 1 % от общего числа установленных.

Однако в 2005 г. при устройстве крепления подпорной стены железнодорожного тоннеля в составе станционного комплекса «Аэропорт Внуково» имел место случай массового отказа анкерных свай. После проведения экспертизы установили, что причиной тому была установка некачественных винтовых штанг и соединительных муфт, в связи с чем уместно напомнить о необходимости проведения жесткого входного и операционного контроля.

Согласно Европейским нормативным документам анкерные сваи проходят приемочные испытания из расчета две сваи из первых 25-ти установленных и далее одна свая на каждые 25 шт. Однако в отечественном строительном производстве для обеспечения безопасности при возведении подземных сооружений подобных мер недостаточно. Поэтому сейчас в нормативные документы закладывается обязательное требование подвергать приемочным испытаниям 100 % анкерных свай, используемых для крепления строительных котлованов и подпорных стен.

Также обязательным мероприятием в технологическом цикле устройства анкеров и свай из трубчатых винтовых штанг «Титан» является предварительная сборка (проверка резьбовых соединений) и маркировка элементов, составляющих несущую конструкцию тяги.

ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ!



ОАО «КРЮКОВСКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

КРУПНЕЙШИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ УКРАИНЫ

Предлагает поэтажные и тоннельные эскалаторы оригинальной конструкции
с различной высотой подъема, запасные части к эскалаторам
и подвижному составу метрополитенов.

НАШИ ЭСКАЛАТОРЫ РАБОТАЮТ В КИЕВЕ, ХАРЬКОВЕ, ЛЬВОВЕ.



Тоннельный эскалатор ЕТК-245
(высота подъема от 15.1 до 45 метров)



Поэтажный эскалатор ЕК-106
(высота подъема от 3 до 6 метров)



Тоннельный эскалатор ЕТК-215 (высота подъема от 3 до 15 метров)



Наш адрес: 39621 Украина, г. Кременчуг
ул. Ивана Приходько, 139
тел. +38 (0536) 76-93-90
+38 (0536) 76-94-74
факс. +38 (0532) 50-14-21
e-mail: kvsz@kvsz.com

Торговый дом «КВСЗ»
127055, г. Москва, ул. Лесная, д. 43, оф. 336
тел.: +78(495)250-36-10
факс: +78(499)973-04-06

ОРГАНИЗАЦИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАНЫХ ТРУБЧАТЫХ ВИНТОВЫХ АНКЕРОВ

В. И. Котенок, д. т. н.,
Г. С. Майзелис, к. т. н., ОАО АХК «ВНИИМЕТМАШ»;
И. А. Покладок, ООО «Строймехсервис Метростроя»

За рубежом в последние годы все большее применение при создании сложных инженерных сооружений получают анкеры (рис. 1), состоящие из трубчатой винтовой арматуры (тяги), которая является одновременно буровой штангой, арматурным стержнем и инъекционной трубой, и соединительных и крепежных элементов – муфт и анкерных гаек и т. д.

Такая конструкция позволяет совмещать несколько операций, что значительно уменьшает время устройства анкерных креплений. Жесткое равнопрочное соединение штанг муфтами дает возможность создавать трубчатую арматуру значительной длины в условиях стесненных стройплощадок, когда монтаж полномерных арматурных каркасов невозможен.

Полые винтовые анкеры целесообразно использовать:

- для укрепления откосов и горных массивов;
- укрепления шпунтовых и бетонных стен котлованов, подземных гаражей и других подземных сооружений;
- при строительстве железнодорожных тоннелей и тоннелей метрополитена;
- для оснований котлованов, шоссе и железных дорог.

До последнего времени производство трубчатой винтовой анкерной арматуры в России отсутствовало, поэтому строительные организации вынуждены были импортировать ее из Европы.

Стоимость такой зарубежной арматуры, поставляемой немецкими фирмами «Ishebeck» и «Dywidag», велика, что делает ее применение в отечественном строительстве не конкурентным по себестоимости с другими технологиями, а сроки ее поставки не оптимальны.

В связи с возрастанием в России количества строительных объектов, имеющих сложные подземные конструкции, при возведении которых целесообразно использовать трубчатые винтовые анкеры, было принято решение об организации их отечественного производства.

В 2005–2006 гг. ОАО «АХК ВНИИМЕТМАШ» разработало технологию холодной прокатки трубчатой винтовой анкерной арматуры и создало опытно-промышленный участок для ее изготовления.

В 2006 г. ООО «Строймехсервис Метростроя» и ВНИИМЕТМАШ разработали технические условия ТУ 0932-002-56543451-2006 на «Трубчатые винтовые анкеры ТВА600 в комплекте с соединительными элементами» (рис. 2, табл. 1) и провели сертификацию.

Оборудование прокатного участка ВНИИМЕТМАШ включает:

- трехвалковую рабочую клетку с приводом, состоящим из двух двигателей постоянного

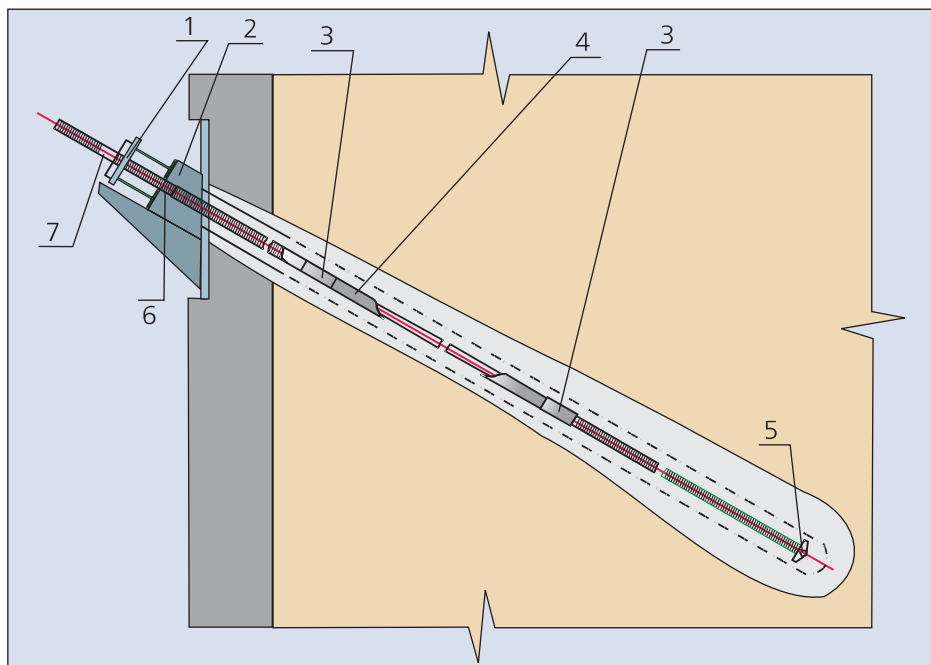


Рис. 1. Схема устройства трубчатого винтового анкера: 1 – распределительный пояс; 2 – опорный узел; 3 – соединительная муфта; 4 – защитная трубка; 5 – буровая коронка; 6 – тяга анкера с инъекционным каналом; 7 – гайка

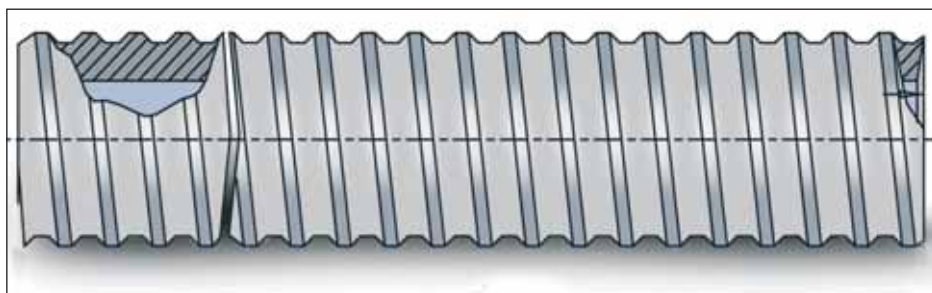


Рис. 2. Трубчатая винтовая анкерная арматура для анкера Ø60/33 ТВА600

тока, двух редукторов, шестеренной клетки и шпинделей;

- приемную решетку для 25 гладких труб;
- рычажный пневматический сбрасыватель указанных труб в желоб стана;
- пневматический толкатель для подачи очередной трубы в рабочие валки;
- систему передающих желобов, пневматический рычажный механизм для передачи прокатанной винтовой арматуры на выходную решетку вместимостью 40–45 изделий (рис. 3);
- систему подачи СОЖ на рабочие валки, состоящую из трех насосных блоков, двух резервуаров и трубопроводов.

В итоге в настоящее время работа стана не только механизирована, но и полностью автоматизирована. Его обслуживает один оператор-контролер, который одновременно следит за точностью и качеством прокатанных анкеров. Укладка на стан пакета исходных гладких труб и уборка готовых изделий осу-

ществляется двумя рабочими с помощью мостового крана.

Исходной заготовкой служат горячекатаные трубы обычной точности по ГОСТ 8732-78 из стали 40Х (ГОСТ 4543-71). Перед прокаткой они разрезаются на отрезки длиной ~3000 мм.

Механические свойства исходного металла (по данным сертификата качества завода-поставщика) колеблются в широких пределах: $\sigma_b = 72-86 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_{0,2} = 52-65 \text{ кгс/мм}^2$, $\delta = 15-24\%$.

Прокатка анкеров осуществляется с использованием смазочно-охлаждающей жидкости, обильно подаваемой на валки, при этом температура анкеров, выходящих из рабочей клетки, составляет 50–60 °С.

Стойкость валков достигла 3000–3500 анкеров, т. е. около 10 км.

При оптимальной частоте вращения рабочих валков 35–45 об/мин продолжительность прокатки винтовой арматуры длиной 3150 мм

составляет 2,5 мин. Сменная производительность достигла 175–180 изделий общей длиной 550–560 м.

В результате годовой объем производства трубчатой винтовой анкерной арматуры Ø60×33×3150 при односменном режиме работы может превысить 1200 т.

Исследование точности такой арматуры показало, что ее размеры зависят от точности исходной трубы и, в особенности, ее овальности и разностенности, но всегда остаются в заданных пределах (табл. 2), а рабочая клеть стана не требует подналадки на протяжении прокатки сотен изделий.

Исследование механических свойств осуществлялось в сертификационном центре «Испытательный центр строительных материалов и продукции в строительстве ЦНИИС-ТЕСТ» г. Москвы.

Испытания проводились на машине «Амслер-200» в соответствии с ГОСТ 12004, причем на все образцы (анкеры) были накручены гайки, которые упирались в захваты машины. Всего было испытано 10 анкеров длиной 2 м и 20 анкеров – 1 м.

Результаты испытаний показали:

- усилие разрушения анкера – 1350–1420 кН;
- временное сопротивление – 900–940 Н/мм²;
- предел текучести – 650–676 Н/мм²;
- сила, вызывающая текучесть – 1000–1010 кН;
- относительное удлинение – 9,6–11,1 %.

Все муфты и гайки выдержали испытания на прочность при осевой нагрузке 1350–1420 кН, т. к. разрушение происходило по телу винтовой арматуры.

Сопоставление приведенных данных показывает, что фактические прочностные характеристики анкеров, полученные по результатам испытаний, превышают проектные данные более чем на 10 %.

В итоге по заказу ООО «Строймехсервис Метростроя» была изготовлена партия трубчатой винтовой анкерной арматуры в количестве около 4500 шт. общей массой 180 т. Соединительные и крепежные изделия для анкеров поставил сам заказчик.

Первая партия винтовых анкеров ТВА600 была использована ООО «Строймехсервис Метростроя» на юге России, где в поселке Красная Поляна (г. Сочи) было выполнено крепление подпорной стены наклонными анкерными сваями длиной 22,5 м с технологической площадки шириной 6 м, ограниченной с противоположной стороны стеной существующего здания.

На другом объекте в г. Сочи были установлены наклонные сваи длиной 36 м. Здесь применение анкеров ТВА600 обеспечило высокое качество конструкции. Первоначально попытки смонтировать арматурные каркасы большой длины не принесли успеха.

В настоящее время в ОАО АХК «ВНИИ-МЕТМАШ» имеются два трехвалковых стана поперечно-винтовой прокатки, на которых возможна прокатка широкого сортамента холоднокатаной трубной винтовой анкерной арматуры с техническими характеристиками, представленными в табл. 3.

Таблица 1
Механические показатели трубчатой винтовой анкерной арматуры для анкера Ø60/33 ТВА600

Показатель	Значение
1. Предел текучести σ_t ($\sigma_{0,2}$), Н/мм ² , не менее	600
2. Усилие предела текучести P_t ($P_{0,2}$), кН, не менее	960
3. Временное сопротивление σ_b , Н/мм ² , не менее	800
4. Разрывное усилие P_b , кН, не менее	1280
5. Относительное удлинение δ_5 , %, не менее	8,0

Таблица 2
Точность наружного диаметра D холоднокатаной трубной винтовой анкерной арматуры Ø60×33×3150

№№ п/п	Передний конец арматуры			Задний конец арматуры		
	D _{min}	D _{max}	Овальность	D _{min}	D _{max}	Овальность
1	59,5	59,5	0,01	59,5	59,5	0,0
2	59,3	59,7	0,4	59,4	59,5	0,1
3	59,5	60,0	0,5	59,3	59,5	0,2
4	59,4	60,0	0,6	60,3	60,0	0,3
5	58,9	59,6	0,1	60,0	60,0	0,0
6	59,2	59,5	0,3	60,1	60,0	0,1
7	60,0	60,0	0,0	59,0	59,5	0,5
8	59,0	59,5	0,5	59,5	59,6	0,1
9	59,2	59,2	0,0	59,0	59,6	0,6
10	59,0	59,5	0,5	60,0	60,5	0,5
11	59,2	59,5	0,3	60,0	60,0	0,0
12	59,0	59,5	0,5	60,0	60,3	0,3
13	59,5	59,8	0,3	59,2	59,8	0,6
14	58,8	59,7	0,9	59,2	60,0	0,8
15	59,2	59,5	0,3	59,2	59,8	0,6
Интервал	58,8–60	59,2–60	0,0–0,9	59,2–60,3	59,5–60,5	0,0–0,8

Таблица 3
Основные технические характеристики трубной винтовой анкерной арматуры

Наименование	30×16	44×24	57×34	60×37	60×33	80×52
Наружный диаметр, мм	30	44	57	60	60	80
Внутренний диаметр, мм	16	24	34	39	33	52
Площадь поперечного сечения, мм ²	395	889	1316	1293	1616	2298
Временное сопротивление, Н/мм ²	657	657	657	657	657	657
Разрушающая осевая нагрузка, кН	259	584	865	849	1061	1510
Осевая нагрузка на пределе текучести, кН	208	467	692	679	849	1208
Допустимая осевая нагрузка, кН	118	265	393	386	482	686
Масса погонного метра, кг/м	3,1	7,0	10,3	10,1	12,7	18,0
Длина, м	2–11,0			1,5–4,0		



Рис. 3. Полая (трубная) холоднокатаная винтовая анкерная арматура на выходной решетке прокатного стана

Выводы

1. Создано отечественное производство холоднокатаных трубчатых винтовых анкеров класса ТВА600 мощностью свыше 1200 т в год.

2. Исследование качества холоднокатаных трубчатых винтовых анкеров класса ТВА600

показало, что отечественные изделия не уступают по прочности зарубежным и имеют высокую и стабильную точность.

3. Первые результаты использования холоднокатаных трубчатых винтовых анкеров класса ТВА600 показали их высокую эффективность в строительстве.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТОННЕЛЬНЫЙ КОНГРЕСС 2007

И. С. Бубман, зав. тоннельным сектором ТА России, к. т. н.

В. А. Умнов, профессор МГГУ, д. т. н.

В период с 5 по 10 мая 2007 г. в г. Праге (Чехия) прошли Международный тоннельный конгресс и 33-я Генеральная ассамблея МТА. Одновременно с этими мероприятиями были организованы по инициативе Национальной тоннельной ассоциации Чехии Международная выставка и технические экскурсии.

Местом проведения форума был выбран Пражский Конгресс-центр, самый большой зал которого вмещает 2776 человек.

Всего приняли участие специалисты из 48 зарубежных стран в количестве 1373 чел.

На заседаниях 33-й Генеральной ассамблеи МТА присутствовали представители 43 стран (из 52 стран членов). На них были рассмотрены важнейшие вопросы жизни ассоциации:

- избраны сроком на три года: президент МТА Мартин Найтс (Великобритания); Исполнительный Совет в количестве 15 человек, в т. ч. от РФ – В. А. Умнов;

- в состав МТА приняты 19 новых членов. Отмечено, что в настоящее время МТА включает более 20 тыс. специалистов из 60 стран;

- в связи с расширением сферы деятельности ассоциации принято решение дать ей новое название «Международная ассоциация тоннелей и подземного пространства».

На выставке была представлена информация 186 участников (экспонентов).

Перед началом конгресса (3–4 мая) традиционно проходили тренировочные курсы под девизом «Строительство тоннелей в городах». Было прочитано 19 лекций 125 специалистам из 15 стран.

Сделаны интересные доклады на открытой сессии (Генеральной ассамблеи) в рамках общей тематики «Новые финансовые направления и результаты тоннельных контрактов». Ведущими специалистами также прочитаны ключевые лекции по актуальным направлениям: «Тоннели в столицах» (Eisenstein Zdenek, Канада), «Тоннели, сооруженные с помощью ТПМК» (Thewes Markus, Германия), «Тоннели в крепких грунтах» (Zhao Jian, Швейцария) и «Пролодка тоннелей в глинах» (Rowell David).

Заседания Конгресса велись по девяти основным направлениям:

- проектирование, планирование городских подземных сооружений;

- геотехнический обзор и улучшение грунтового массива;

- исследования, проектирование подземных сооружений на застроенных территориях;

- проходка тоннелей и мониторинг при использовании традиционных способов и щитового;

- применение открытого способа подземного строительства на застроенных территориях;



Представители российской делегации (слева направо): В. А. Умнов, Г. И. Будницкий, И. С. Бубман

- бетон в подземном строительстве;
- распределение рисков, управление ими и аварийными ситуациями при сооружении тоннелей;

- тоннельное оборудование: безопасность при эксплуатации, противопожарная безопасность;

- исторические подземные сооружения: содержание и реконструкция.

Прежде чем перейти к описанию результатов деятельности делегации специалистов Тоннельной ассоциации России, приведем некоторые личные наблюдения авторов о месте и итогах прошедшего Международного форума.

Прага – столица Чехии, образованной как самостоятельное государство 1 января 1993 г. Город раскинулся на семи холмах и занимает площадь 500 км² с населением 1 млн 200 тыс. человек.

Исторические здания в Праге – замки, дворцы, храмы (костелы, синагоги, мечети) – имеют большую историческую, культурную и архитектурную ценность и благодаря усилиям соответствующих органов и организаций государства прекрасно сохранились, их состояние постоянно поддерживается реставраторами. Всемирно известные – это храм Св. Вита (XIII век), храмы Девы Марии Торжествующей и Лорета, а также здания Главного вокзала и Дом городского муниципалитета.

Пражское метро, в создании которого активное участие принимали российские (тогда еще советские) специалисты-тоннелщики, имеет три линии (А, В и С), соединенные тремя пересадочными станциями.

Линия А (обозначена на схемах зеленым цветом) имеет протяженность 10,1 км, 12 станций, время в пути – 20 мин. Линия В (желтая) имеет протяженность 19,3 км, 19 действующих станций и еще 10 перспективных, время в пути – 31 мин. Линия С (красная) имеет протяженность 14,2 км, 15 станций, время в пути – 25 мин.

Подвижной состав представлен как вагонами производства Мытищинского вагоностроительного завода серии Е (бывшего СССР), так и новыми – фирмы «Си-менс» (ФРГ).

Отличительной особенностью метро является отсутствие входных и выходных турникетов. Вход и выход свободный, но при этом пассажир обязан прокомментировать при первой поездке свой билет, который может проверить линейный контролер. Такой порядок проезда установлен для всех видов городского общественного транспорта.

Билеты действительны в течение определенного времени: 60, 90 мин, 24 и 72 ч, и продаются в станционных автоматах и кассах. Стоимость их составляет, например, 14 и 20 чешских крон за билеты продолжительностью действия 60 и 90 мин со-



Член делегации

ответственно. Одна чешская крона приблизительно равна одному рублю РФ.

Центр, в котором проходила работа Конгресса МТА, расположен около станции «VYŠEHRAĐ» («Вышеград») красной линии С.

Делегация Тоннельной ассоциации России включала 81 чел. (самая многочисленная делегация за 17 лет существования ТА России и вторая после делегации хозяев – ТА Чехии). Из них участников – 50 специалистов и сопровождающих – 31 чел.

Специалисты ТА России принимали участие во всех мероприятиях Конгресса. В заседаниях Генеральной ассамблеи нашу страну представляли Будницкий Г. И., Беленький М. Ю., Умнов В. А.

В сборнике трудов Конгресса опубликовано 11 статей-докладов российских специалистов, 7 из них были представлены на соответствующих заседаниях и вызвали большой интерес у зарубежных коллег:

• Кондратов А. Б. – «Инъекционные технологии ликвидации старых горных выработок и карстовых полостей под застроенной территорией городов Урала»;

• Меркин В. Е. – «Мониторинг конструкций и окружающей среды при строительстве и эксплуатации подземных транспортных объектов»;

• Кулагин Н. И. – «Геотехническое сопровождение строительства и эксплуатации метро и транспортных тоннелей» (выступал Безродный К. П.);

• Абрамсон В. М., Лубоцкий С. Ю. – «Крупнейшая транспортная система – метро и автодорога в одном тоннеле» (выступал Спирин А. И.);

• Яцков Б. И. – «Сооружение транспортных тоннелей в Москве» (выступал Бубман И. С.);

• Давыдкин Н. Ф. – «Новейшие вопросы комплексной системы противопожарной защиты городских автодорожных тоннелей»;

• Фотиева Н. Н. – «Влияние цементации грунтов на напряженное состояние обделок тоннеля мелкого заложения на городской территории».

На встречах в рабочих группах от России участвовали: А. Б. Кондратов – РГ № 2 «Исследования»; Беленький М. Ю., Умнов В. А. – РГ № 5 «Здоровье и безопасность в подземном строительстве»; Курбацкий Е. Н. – РГ № 15 «Подземные работы и окружающая среда».

С большим успехом прошла выставка, на которой в качестве экспонентов приняли участие 11 российских организаций:

- Тоннельная ассоциация России;
- ГУП «Мосинжпроект»;
- ОАО «Бамтоннельстрой»;
- ОАО «Метрострой» (Санкт-Петербург);
- ООО «Ленметрогипротранс»;
- ОАО «Корпорация «Трансстрой»;
- ООО «Альянс-КР»;
- ОАО «НИЦ ТМ ЦНИИС»;
- ОАО «Космос»;
- ООО «Краспан»;
- ОАО НПКЦ «Интерсигнал».

Каждая из перечисленных организаций представила подробную информацию на красочных плакатах, которые были объединены в отдельный блок на стенде ТА России под девизом «Тоннелестроение в России к 2007 году».

Кроме того, был издан единый красочный буклет «Tunneling in Russia 2007», в котором каждая из российских организаций-экспонентов выставки была представлена на двухстраничном развороте.

Эти буклеты, как и другие экспонаты, пользовались успехом у иностранных посетителей и участников Конгресса МТА и выставки.

Организаторы Конгресса предоставили участникам возможность посетить и ознакомиться с практическими успехами тоннельщиков Чехии на ряде объектов, в частности, на строительстве тоннелей метро по линии С, двух железнодорожных тоннелей с использованием технологии NATM, а также на действующей подземной лаборатории аналогичной той, что действует в Швейцарии.

Из мероприятий культурной программы следует отметить такие, как прием в Мэрии, концерт симфонической музыки в Консерватории, прием в честь Дня Победы 9 мая в городской ратуше; для сопровождающих лиц – поездка в Карловы Вары.

Российские специалисты вернулись домой, обогатившись впечатлениями от Праги и новой, безусловно, полезной и нужной технической информацией, полученной на Конгрессе и в результате обмена мнениями с иностранными специалистами – представителями ведущих зарубежных фирм.

Следующие Конгрессы предполагается провести:

2008 г. – 20–25 сентября, Индия (Агра), тема «Подземные сооружения для улучшения окружающей среды и безопасности»;

2009 г. – 23–28 мая, Венгрия (Будапешт), тема «Безопасное сооружение тоннелей для города и окружающей среды»;

2010 г. – 15–20 мая, Канада (Ванкувер).



Компания **CONDAT**, имеющая 15-летний опыт в области тоннелестроения и работ, связанных с укреплением грунтов, всегда играла активную роль в разработке специализированных продуктов для этой отрасли. Компанией разработан полный спектр продукции, соответствующей различным типам грунтов и применяемого оборудования, а также отвечающей требованиям экологии и безопасности.

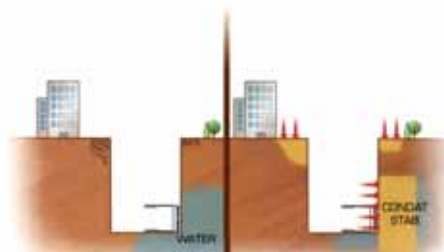
Продукция **CONDAT Stab** была разработана для решения задач укрепления грунта и водонепроницаемости при строительстве подземных сооружений и других видов подземных работ.

Компания **CONDAT** предлагает ускорители схватывания для растворов на силикатной основе, используемых для укрепления грунта путем нагнетания. Благодаря их высокой проникающей способности можно достичь максимального заполнения пустот и трещин в грунте, а следовательно, и максимальной водонепроницаемости. Нагнетание раствора в проницаемый грунт позволяет:

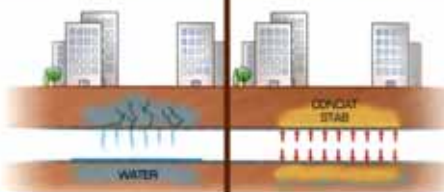
- повысить его механическую прочность;
- уменьшить проницаемость.

Области применения CONDAT Stab:

Укрепление стен стартовых котлованов при запуске тоннелепроходческих комплексов



Ремонт существующих подземных коммуникаций в случае их повреждения



Ремонт и укрепление фундаментов



Водонепроницаемость и герметизация подземных сооружений



Укрепление насыпей



Работа тоннелепроходческого комплекса в предельно тяжелых условиях



Официальный представитель фирмы Condat Lubrifiants в России

ООО «ТА Инжиниринг»

127051, Москва, Цветной бульвар, 17, оф. 215

тел.: (495) 775-9934, 724-7481

факс: (495) 265-7951