

ВОЗМОЖНОСТЬ

прорыва

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

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

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

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

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

Ловат Инк. представлен в России

“Интерторг Инк.”: 123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63
тел.: (095) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162
факс: (095) 253-9771



LOVAT Inc.



Учредители журнала

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

Редакционный совет

Председатель совета
В. А. Брежнев

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

Члены совета:

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

Редакционная коллегия:

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Издатель

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

Тоннельная ассоциация России

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

Редактор

Г. М. Сандул

Директор

О. С. Власов

Компьютерный дизайн и верстка:

С. В. Пархоменко, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован

Минпечати РФ ПИ № 77-5707

№ 5 2002

События

Международный форум тоннельщиков **4**

Мини-метро

Строительство первой очереди мини-метро **8**

В. И. Кубарев, М. В. Белянский

Коммуникационные тоннели

ТПМК «Малахит» на сооружении Филевского коллектора **12**

А. Н. Семенов

Современные методики городского подземного

коммунального строительства **14**

И. В. Дерфель, И. Е. Ростовцев

Технологии

Строительство подземной автостоянки для МАМТ **16**

В. В. Неретин, В. И. Артемов

Современные технологии проходки в сложных инженерно-геологических условиях

21

Л. В. Маковский

Интервью

Подземное проектирование – комплексный подход **24**

Интервью с ген. директором ООО «Инженерное бюро Юркевича»

П. Б. Юркевичем

Метрополитены

Красноярский метрополитен:

программа развития до 2015 года **30**

И. С. Иванов, В. Р. Ефремов

Система динамического ведения

графика движения поездов метрополитена **34**

Н. К. Михалев, Е. В. Симаков

Новые материалы

Полифункциональные изоляционные материалы для метроострoения **36**

В. Д. Могилевский, Я. И. Зельманович, В. М. Иванов,

Н. М. Манцевич, В. М. Абрамсон, В. И. Лебедев

Юбилеи

История кафедры «Тоннели и метрополитены»

Сибирского государственного университета путей сообщения **38**

В. С. Молчанов, Г. Н. Полянкин

Безопасность

Обеспечение безопасности

подземных транспортных сооружений **41**

В. А. Гурский, В. И. Хабаров

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Строительство участка линии мини-метро от ММДЦ «Москва-Сити» в сторону станции «Киевская» Филевской линии метро в Москве

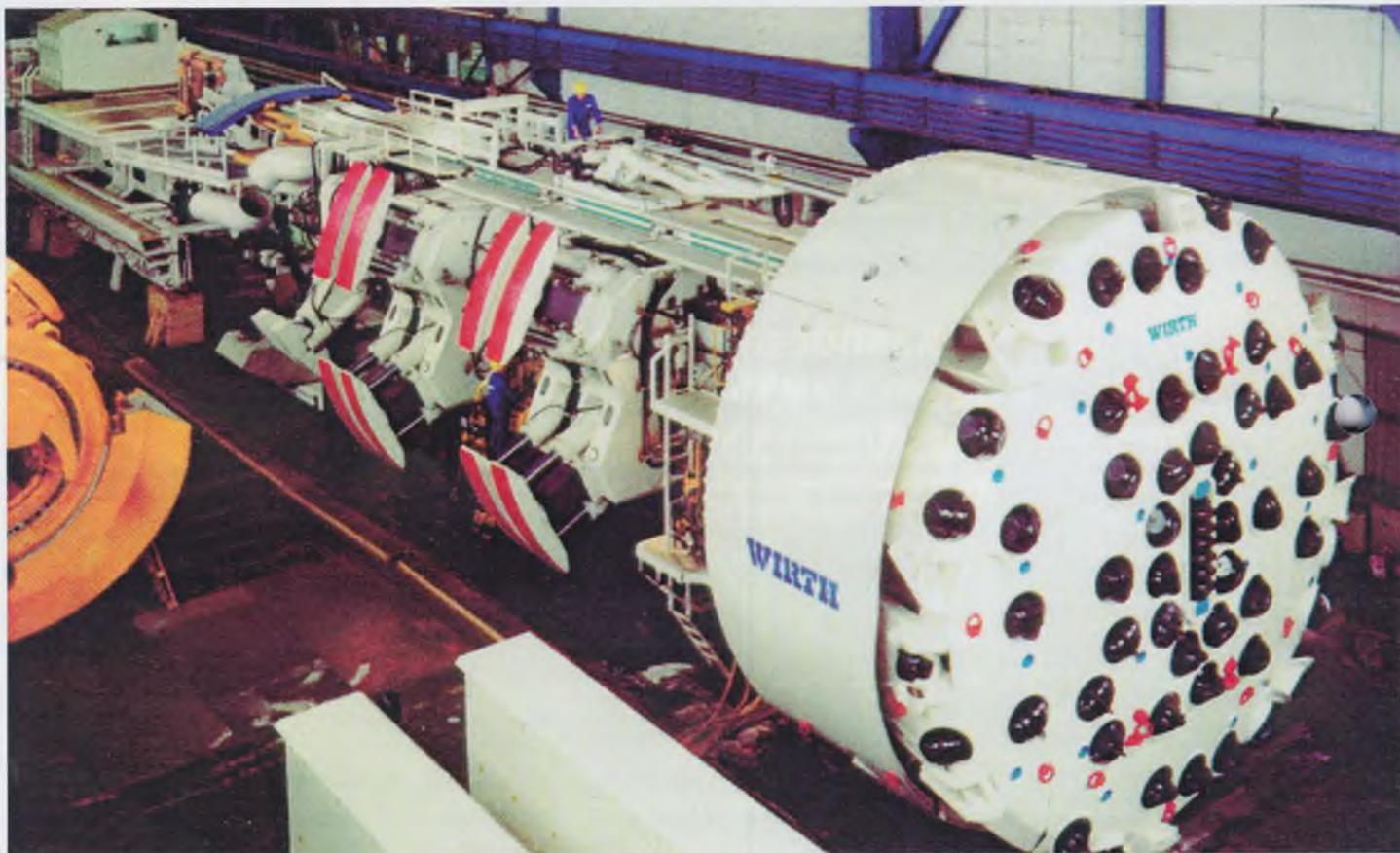
WIRTH

SOLTAU
MICROTUNNELLING
WIRTH

PAURAT

NFM
TECHNOLOGIES
WIRTH GROUP

Проверенное качество. Мощь. Опыт.



Продается для осуществления новых проектов

Опыт применения

ТВ III 770-850 E, машина № 61, была построена в 1993 г. для бурения железнодорожного тоннеля Зугвальд-Верейна (Швейцария), к началу работ в январе 1994 г. Этот тоннель входит в состав масштабного проекта по строительству железнодорожной магистрали Верейна. Проходка 1630 м тоннеля через известняки производилась машиной диаметром 7,7 м и была завершена по графику в ноябре 1994 г.

Через семь месяцев щит начал работу в новом тоннеле Проекта. Используя тот же диаметр, было сооружено 9450 м тоннеля в гнейсах и амфиболитах. Проходка завершилась в срок, в марте 1998 г.



Технические характеристики ТВ 770/850 E

Общие данные

Год производства	1993
Диаметр выработки, м	7,7-8,5
Всего пробурено, м	11 080

Режущая головка

Тип привода	электрический/конвертор
Мощность, кВт	10x250
Скорость вращения, об/мин	7,5
Момент вращения, кНм	3 980

Система установки обделки

Нагрузка, кН	60 000
Количество грипперов	16
Цилиндры	16
Диаметр цилиндра, мм	275

Система передвижения

Усилие передвижения, кН	21 000
Ход, мм	1 800

Электрооборудование

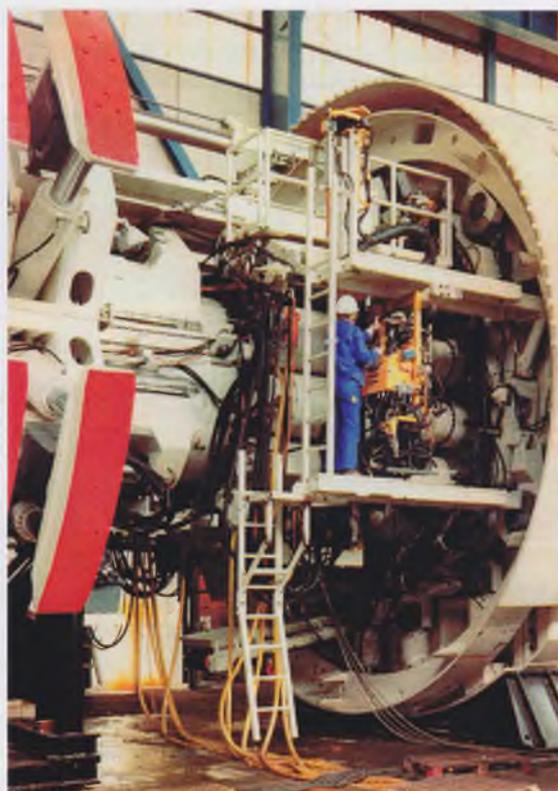
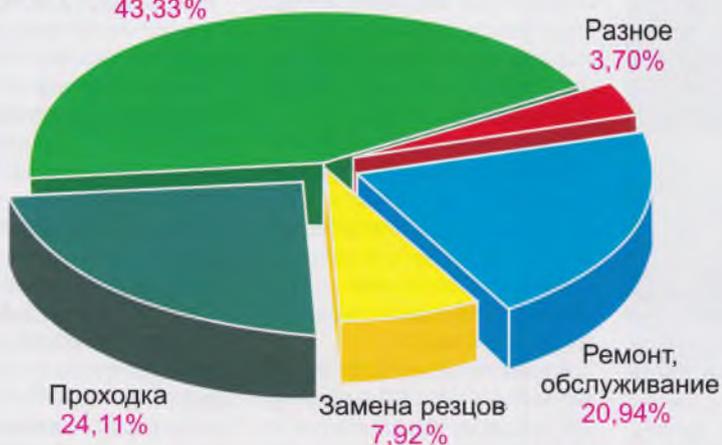
Установленная мощность, кВт	4 160
Емкость трансформатора, кВА	4 950
Рабочее напряжение двигателя, В	660/380

Транспортный комплекс

Ширина конвейерной ленты, мм	600
Скорость движения конвейерной ленты, м/сек	1,8

Циклограмма работ при проходке тоннеля

Возведение обделки,
подготовительные работы
43,33%



Вы можете приобрести данный ТПМК с указанными характеристиками, восстановленный, полностью или частично переоборудованный с учетом Ваших требований. Все машины предлагаются по предоплате, однако возможны другие варианты.

Wirth Maschinen - und Bohgerate-Fabrik GmbH

Генеральный менеджер по продаже оборудования в России и странах СНГ
Орданский Марк Маркович

Россия, 125057, г. Москва, Ленинградский пр-т, 57, офис 211
тел.: (095) 998-8222, тел/факс: (095) 252-1948, 157-1661, e-mail: polinordan@mtu-net.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ТОННельЩИКОВ

Тоннельная ассоциация России при поддержке Госстроя РФ, правительства Москвы, Международной тоннельной ассоциации и Корпорации "Трансстрой" организовала и провела 28-31 октября 2002 г. в Москве Международную научно-техническую конференцию "Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы"



Приветственная речь первого заместителя мэра Москвы в правительстве Москвы В. И. Ресина

В организации и проведении конференции приняли участие Российское общество по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, АНО "Инвестстройметро" и НТА ученых и специалистов транспортного строительства.

Для подготовки и проведения конференции был создан Организационный комитет, в который вошли ведущие руководители строительных проектных, научно-исследовательских организаций, вузов и организаций, занятых эксплуатацией подземных сооружений. Сопредседатели Организационного комитета: Л. С. Баринова - заместитель председателя Госстроя РФ, В. А. Брежнев - президент

корпорации "Трансстрой", председатель Правления Тоннельной ассоциации России, В. И. Ресин - первый заместитель мэра Москвы в правительстве Москвы.

Главными обсуждаемыми на конференции темами были: опыт строительства крупных подземных сооружений, новые технологии и механизмы для их реализации, проблемы безопасности, в том числе пожарной безопасности, строительства и эксплуатации подземных сооружений, а также проблемы научного сопровождения строительства и мониторинга, вопросы экономики строительства в современных экономических условиях.

В работе конференции приняли участие почти 300 специалистов - ведущих ученых России из научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений, руководителей и специалистов проектных, строительных, промышленных, эксплуатационных организаций из многих городов России: Москвы, Владивостока, Хабаровска, Красноярска, Северобайкальска, Новосибирска, Омска, Челябинска, Екатеринбурга, Сургута, Перми, Уфы, Казани, Нижнего Новгорода, Волгограда, Краснодар, Сочи, Махачкалы, Тулы и Санкт-Петербурга.

В работе конференции приняли участие специалисты Азербай-

джана, Белоруссии, Казахстана, Украины, Австрии, Бразилии, Великобритании, Германии, Греции, Италии, Канады, Китая, США, Турции, Франции, Чехии, Швеции, Швейцарии, Японии.

Большинство участников являются членами Тоннельной ассоциации России или членами Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению. Совместное обсуждение "пограничных" проблем подземного строительства проводится не впервые и, как показала практика, способствует решению самых сложных проблем.

Важным событием явилось участие в работе конференции членом Исполнительного совета Международной тоннельной ассоциации во главе с президентом г-ном Андре Ассисом и генеральным секретарем Клодом Беренгье. До открытия конференции Исполнительный совет провел несколько своих очередных заседаний.

Конференция проводилась в конференц-зале здания Корпорации "Трансстрой". В холле помещения была размещена выставка "Тоннельное и подземное строительство в России и в мире".

На церемонии открытия с приветственной речью выступил В. А. Брежнев, сопредседатель конференции, председатель Правления Тоннельной ассоциации России.



Председатель Правления ТАР В. А. Брежнев открывает конференцию

С приветствиями также выступили В. И. Ресин, первый заместитель мэра Москвы в правительстве Москвы; Л. С. Барина, заместитель председателя Госстроя РФ; Андре Ассис, президент Международной тоннельной ассоциации, В. А. Ильичев, президент Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению. За активную работу по сотрудничеству с Международной тоннельной ассоциацией, пропаганду идей единения тоннельщиков всех стран и проводимую в этом направлении работу в России г-н А. Ассис вручил председателю Правления Тоннельной ассоциации России В. А. Брежневу и заместителю председателя Правления ТАР С. Н. Власову Почетные знаки Международной тоннельной ассоциации.

В рамках конференции было проведено пленарное заседание, было заслушано 7 докладов, и три сессии, где в общей сложности было заслушано 45 докладов. Отбор и квалификация докладов и сообщений, изданных в Трудах конференции, проводились Научно-техническим советом во главе с академиком Академии транспорта РФ, доктором технических наук, профессором В. Е. Меркиным и секретарем Совета канд. техн. наук Н. С. Четыркиным.

На пленарном заседании были заслушаны доклады вице-президента Тоннельной ассоциации России С. Н. Власова "Тенденции и особенности строительства тоннелей и подземных сооружений в России на современном этапе", профессора университета г. Бразилиа, Бразилия, А. Ассиса и румынских специалистов О. Арчирию и С. Калинеску "Завершение и восстановление подземных сооружений после длительного периода остановок работ", генерального

директора АНО "Инвестстройметро" Ю. Е. Крука "Перспектива развития и строительства метрополитенов в России", директора НИИОСП им. Н. М. Герсеванова В. А. Ильичева "Новые подходы к решению проблемы защиты городской застройки при подземном строительстве и их геотехническое обоснование", главного инженера НИПИгенплана г. Москвы Ю. В. Короткова и зав. отделом того же института М. Г. Крестмейна "Перспективы развития транспортных магистралей и подземного строительства в Москве", главного инженера "Киевметрострой" С. Н. Лихмана "Развитие метро- и тоннелестроения в Украине", генерального директора НПКЦ "Интерсигнал" Н. Ф. Давыдкина "Пожарная опасность автодорожных тоннелей в мегаполисах".

После окончания пленарного заседания Генеральный секретарь МТА г-н С. Беренгье сделал сообщение о деятельности Международной тоннельной ассоциации.

На второй сессии "Реализованные и новые проекты подземных сооружений" (Часть 1 - руководители: д. т. н., проф. В. Е. Меркин, начальник КУП "Казметрострой" М. М. Рахимов, инженер Л. В. Жукова; Часть 2 - руководители: д-р, проф. А. Хаак (Штуфа, Германия), д. т. н., проф. Н. С. Булычев, секретарь - канд. техн. наук Г. Г. Баландук) обсуждался опыт строительства подземных сооружений в России и странах СНГ, а также зарубежных странах.

На третьей сессии "Новые технологии и механизация работ" (Часть 1 - руководители: д. т. н., проф. Д. М. Голицынский, канд. техн. наук В. П. Самойлов, инженер В. Е. Щекудов; Часть 2 - д. т. н., проф. Е. В. Петренко, генеральный директор ОАО "Алматыметрострой" М. Т. Укшебаев, инже-

нер А. А. Кубышкин) были сделаны сообщения о новых разработках в области создания новых технологий, машин, механизмов, материалов, а также проблем безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений.

Четвертая сессия "Прикладная наука и научное сопровождение строительства подземных сооружений" (Часть 1 - руководители: д. т. н., проф. А. Г. Протосеня, д. т. н., проф. Б. И. Федунец, канд. техн. наук А. Н. Панкратенко; Часть 2: д. т. н., проф. Е. А. Демешко, д. т. н., проф. Ю. И. Яровой, инженер В. Е. Слюсаренко) были подняты для обсуждения вопросы научного сопровождения строительства и мониторинга подземных сооружений, новых научных разработок, экономики подземного строительства.

В заключительный день работы конференции, 31 октября, были организованы и осуществлены технические экскурсии на объекты подземного строительства в Москве: строительство самого большого в России Лефортовского городского автодорожного тонн-



Выступление президента МТА Андре Ассиса

На трибуне ген. директор АНО «Инвестстройметро» Ю. Е. Крук



Представители МТА в зале заседаний





Доклад Ф. Пальячи о новых технологических разработках в строительстве тоннелей большого поперечного сечения, фирма «Соилмек», Италия

неля, строительство станции метро "Бульвар Дмитрия Донского" и перегонного тоннеля с применением щита фирмы "Ловат", а также строительство комплекса "Москва-Сити" с посещением пешеходного моста "Багратион". Помимо Лефортовского тоннеля участники экскурсии посетили Информационно-музейный центр на его строительстве, ознакомились с историей и основными проектными решениями, посмотрели компьютерную анимацию технологии работ и фильм "Лефортовский тоннель - начало пути".

Технические экскурсии были организованы УС "Лефортовские тоннели" (В. А. Бессолов, А. В. Балакин), ОАО "Трансстройтоннель" (В. П. Грачев, Г. Н. Горбунов), ОАО "Мосметрострой" (Г. М. Богомолов, С. В. Марушкевич, С. В. Бочаров), ОАО "Инжстройситимонолит" (А. И. Афанасьев).

Финансовая поддержка конференции была оказана рядом проектных и строительных организаций России и фирмой "Ловат" (Канада), перечень которых опубликован в "Программе" конференции. Организационный комитет конференции и Тоннельная ассоциация России выражают искреннюю при-

С докладом выступает руководитель «Херренкнехт АГ» Мартин Херренкнехт



знательность и благодарность всем организациям, акционерным обществам, фирмам и специалистам, материально поддержавшим конференцию.

Вся организационная и научно-техническая подготовка и проведение конференции были осуществлены Дирекцией Правления Тоннельной ассоциации (С. Н. Власов, В. Ф. Бочаров, Г. И. Будницкий, Н. С. Четыркин, Т. П. Лукина, Т. М. Козлова, Л. И. Орлова, И. Л. Писарев, Е. В. Антонова). Этому также способствовала работа отделений ТА России: Санкт-Петербургского (Д. М. Голицынский, В. А. Ногин), Тульского (Н. С. Булычев), Екатеринбургского (Ю. И. Яровой), Новосибирского (Г. Н. Полянкин).

Большая работа с иностранными участниками конференции была проделана Управлением протокольной работы Корпорации "Трансстрой" (С. А. Гладырь).

осуществлялась вице-президентом Корпорации "Трансстрой" В. И. Сбитневым и директором Исполнительной дирекции Правления ТА России С. Н. Власовым.

Информационная поддержка конференции: издание журнала "Метро и тоннели", информационных бюллетеней конференции на русском и английском языках и Трудов конференции, в которые вошли отобранные Научно-техническим советом конференции 106 докладов, 40 плакатов для выставки осуществлялась рекламно-информационным центром "ТА Инжиниринг" (О. С. Власов, С. В. Пархоменко, М. Б. Брилинг). Этот же центр создал музей по строительству Лефортовского тоннеля на территории строительства.

На конференции был обеспечен синхронный перевод с русского языка на английский и на-



Доклад делает директор НИЦ ТМ, профессор В. Е. Мер

Организация заседаний и информационное обеспечение, тематика докладов и Труды конференции, используемая оргтехника, организация выставки и участие зарубежных специалистов соответствовали международному уровню. Этому в немалой степени способствовала работа НТУ Корпорации "Трансстрой" (А. М. Гольязов, В. В. Внутских, А. А. Пешков).

Хорошо было проведено организационно-бытовое обслуживание конференции, которое осуществили ООО "Трансстрой групп" (О. И. Чиркин), ООО "Трансстройсервис" (И. Б. Терехин, И. И. Паламарчук).

По поручению председателя Правления Тоннельной ассоциации России, президента Корпорации "Трансстрой" В. А. Брежнева, общая координация работы на последнем этапе подготовки конференции для ее успешного проведе-

оборот, который, по отзывам отечественных и иностранных участников конференции, отвечал самому высокому уровню технического специализированного перевода. Оргкомитет выражает признательность переводчикам-синхронистам В. А. Барвашову и В. А. Стернику и Техническому центру радио-телевизионного обслуживания Министерства по связи и информатизации РФ (И. Н. Слесаренко).

Организационный комитет, Тоннельная ассоциация России отмечают, что конференция прошла успешно, выражают надежду, что обсуждение докладов и сообщений, обмен мнениями, встречи и общение между специалистами послужат взаимному обогащению знаниями и успешному решению проблем строительства и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений.



Темпераментный докладчик - Г. Норд, Атлас Копко (Швеция)



Участники конференции осматривают выставку



Встреча старых друзей и партнеров. Слева направо: М. Т. Укшебаев (директор Алматыметрострой), М. Хайман (фирма ХУТ, Германия) и Ю. Е. Соломатин (фирма «Херренкнехттоннельсервис»)



Секретариат конференции



Президент МТА А. Ассис вручает памятную медаль С. Н. Власову



Представители фирмы «Винси Гранпроже», Франция



Следующий доклад будет еще интереснее



Представители тоннельщиков Украины



Рик Ловат (второй справа) и руководство фирмы «Интерторг Инк», Москва

Организационный комитет и Тоннельная ассоциация России выражают большую благодарность организациям, поддержавшим конференцию

Успешному проведению конференции во многом способствовала финансовая поддержка, которая была оказана рядом организаций, акционерных обществ и фирм России и зарубежных стран, являющихся членами Тоннельной ассоциации России.

Эти организации внесли посильный вклад в финансирование мероприятий, без которых трудно было бы провести конференцию на международном уровне, и еще раз подтвердили единство специалистов и организаций, занимающихся возведением тоннелей и других подземных сооружений.

1. ОАО "Бамтоннельстрой"
2. ООО "ВЛАДЕС", Москва
3. ООО "ВИЗБАС", Москва
4. ОАО ГПР-1, Москва
5. ООО НПКЦ "Интерсигнал", Москва
6. ООО НПО "Космос", Москва
7. ОАО НИПКИ "Ленметрогипротранс", СПб
8. ОАО "Мосметрострой", Москва
9. ОАО "Метрострой Санкт-Петербург", СПб
10. ГУП "Мосинжпроект", Москва
11. ОАО "Мосинжстрой", Москва
12. ООО "Организатор", Москва
13. ОАО "СУПР", Москва
14. СКТБ "Тоннельметрострой", Москва
15. ОАО "Трансинжстрой", Москва
16. ФГУП Управление строительства № 30, г. Межгорье
17. Lovat Tunnel Equipment inc., Канада

Организационный комитет и Тоннельная ассоциация России выражают надежду, что обсуждение докладов и сообщений, обмен мнениями, встречи и общение между специалистами послужат взаимному обогащению знаниями и успешному решению проблем строительства и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений.



СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ

В. И. Кубарев,

главный инженер проекта

М. В. Белянский,

заместитель ГИПа,

ОАО "Метрогипротранс"

В то же время парадоксально, что сложившаяся ситуация не только не остановила проектирование и строительство метро, а наоборот, активизировала скрытые возможности в достижении намеченных целей. Столичные власти сумели за счет собственных денежных средств города продолжить в небольшом объеме начатое сооружение метрополитена, а также определили основные направления по максимальному снижению затрат в транспортном строительстве за счет внедрения новых видов городского транспорта.

Организациям, занятым в решении данных задач, неожиданно открылся простор для реализации творческих замыслов по созданию в столичном мегаполисе современных и комфортных средств доставки пассажиров, органично интегрированных в существующую сеть Московского метрополитена.

Мини-метро

Концепция нового вида внеуличного транспорта для развития центральных районов города под названием "система мини-метро", предложенная руководством Московского метрополитена и разработанная институтами ГУП "НИИПИ Генплана Москвы" и ОАО "Метрогипротранс" была представлена на рассмотрение правительства Москвы в октябре 1999 года.

В конце 90-х годов, когда строительство метрополитена из бюджетного финансирования России практически прекратилось, казалось, что Москве придется надолго забыть о надежном и верном решении транспортной проблемы. В крупных городах мира при сооружении такого сложного и дорогостоящего подземного объекта как метрополитен ни когда не удавалось обходиться без поддержки государства.

Принципиальные отличия мини-метро от традиционного метрополитена заключаются в следующем:

- на основе накопленного отечественного и европейского опыта создается современный подвижной состав мини-метро нового поколения, поездные и пассажирские вагоны которого имеют длину около 30 м. Однако основной особенностью является гибкое шарнирное соединение посередине нового вагона, что позволяет составу преодолевать более крутые радиусы пути, чем обычный метропоезд. В связи с этим трасса мини-метро на главных путях может иметь радиус в плане - 150-200 м (в обычном метрополитене - 300-600 м);

- сокращается длина станций мини-метро до 90 м (в обычном метрополитене длина станционных платформ составляет 160 м), что, с использованием малых радиусов в плане участков перегонных тоннелей, дает возможность проектировать линии мини-метро в сложнейших условиях сложившейся градостроительной ситуации центральных частей города, где строить традиционный метрополитен не представляется целесообразным;

- уменьшаются объемы станционных сооружений;

- применяются передовые эксплуатационные технологии:

- по устройству пути: композиционные шпалы-коротыши с упругими виброизоляторами с целью снижения уровня вибрации;

- по устройствам АТП и связи: новые системы движения поездов, сигнализации и связи - "Движение" и "Днепр".

Указанные технические параметры, а также применение передовых эксплуатационных технологий будущего метро, снижают стоимость строительства в 1,6 раза (до 45 млн долл. за 1 км линии) по отношению к затратам на сооружение привычного метрополитена (70 млн долл. и более за 1 км), следовательно практически решается актуальный экономический аспект выдвинутой задачи. Конечно пассажирская пропускная способность нового вида транспорта на 30-40% ниже, чем на существующем метрополитене. Но мини-метро задумано не как конкурент по отношению к мощным магистралям метрополитена, оно дополнителюной сетью покрывает действующую транспортную схему с целью разгрузить уличный транспорт и централь-

ные участки линий метро с пересадочными устройствами, и дать возможность пассажирам быстрее доехать до необходимого места без вынужденного заезда непосредственно в центр города. Обязательным требованием при создании сети мини-метро в Москве является связь с существующим метрополитеном. Для максимального исключения воздействия на экологию, градостроительную ситуацию и историческую среду города систему мини-метро намечено реализовывать в подземном исполнении. Несомненным условием является применение при строительстве совершенных конструктивных разработок (обделки тоннелей) и тоннелепроходческого оборудования (специальные щитовые комплексы, комбайны).

Правительство Москвы в 2000 г. провело международный тендер по выбору генеральной подрядной организации по строительству мини-метро. Победителем стал консорциум в составе ЗАО "Объединение "Ингеоком", ОАО "Мосинжстрой" и Тоннельного отряда № 44. На основе решений, предложенных генподрядчиком, окончательно установились и были утверждены в Мосгорэкспертизе принятые в проекте решения.



Вскрытие забоя перегонного тоннеля

Проект

На заседании правительства Москвы представленная концепция развития нового вида внеуличного транспорта получила одобрение мэра с принятием постановления № 970 от 19.10.1999 "О строительстве первоочередной линии мини-метро от станции Киевская до Московского Международного Делового Центра "Москва-Сити".

По градостроительному заданию ГУП "НИИПИ Генплана Москвы" трасса первоочередного участка линии мини-метро интегрируется в действующую Филевскую линию метрополитена. От станции "Киевская" проектируемые тоннели проходят под одноименной улицей и поворачивают в сторону площади Дорогомиловской заставы (слияние улицы Большая Дорогомиловская с Кузюзовским проспектом). Далее они пересекают жилую застройку, подходят к Москва-реке и, после пересечения под павильонами Выставочного комплекса на Краснопресненской набережной, выходят в подземное пространство строящегося Московского Международного Делового Центра "Москва-Сити", следуют вдоль его центральной части (ядра) до пересечения с транспортным коридором, формирующимся на западной границе ММДЦ (3-е транспортное кольцо). Трасса линии мини-метро определена из условия размещения станций в наиболее важных пассажирообразующих пунктах с учетом сложившейся планировочной структуры районов и перспективы развития городской застройки. На участке предусмотрено размещение трех станций: "Дорогомиловская" (перспективная), "Международная", "Москва-Сити". Наибольшее расстояние между ними 1314 м, наименьшее - 506 м. Планировочные решения станционных комплексов и расположение входов запроектированы в соответствии с АПЗ. Наземное пространство вестибюлей и подземные объемы перронов представляют собой единую объемно-пространственную архитектурную композицию, вписанную в окружающую градостроительную ситуацию.

Архитектура каждой станции и вестибюля решается индивидуально. В отделке применяются материалы, важнейшими свойствами которых являются высокая декоративность, гигиеничность, долговечность и прочность. Это, как традиционные - естественный камень и цветной металл, так и новые - штампованный или профилированный металл, покрытый цветными эмалями.



ТПМК Ловат «Катюша», готовый уйти в землю

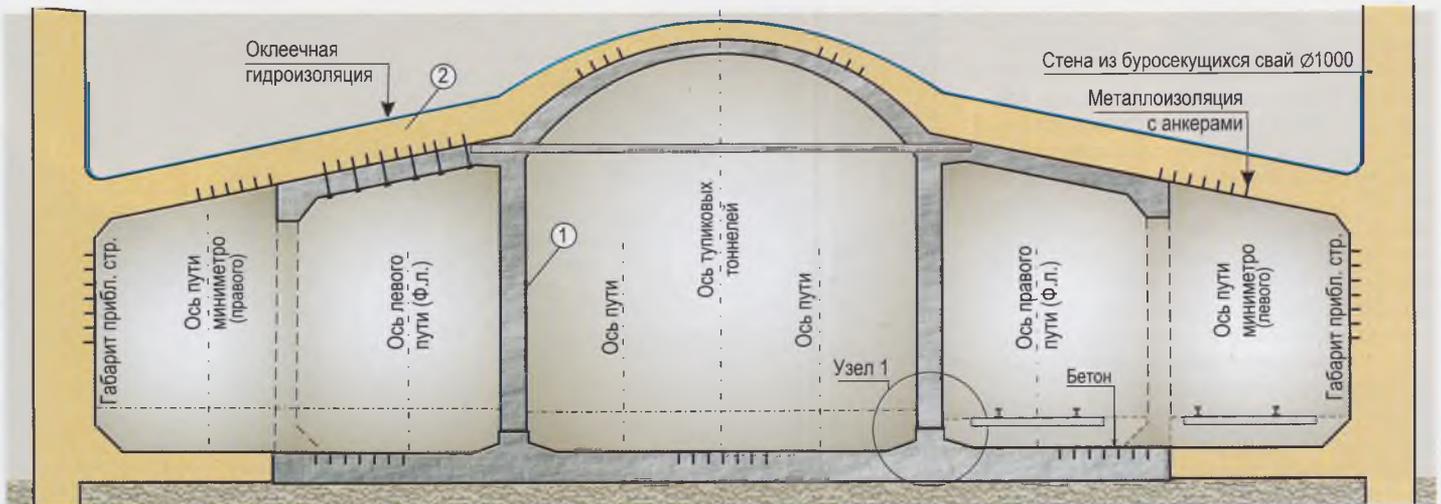


Схема примыкания мини-метро к существующей Филевской линии:

1 - конструкция тупиков и перегонных тоннелей за ст. «Киевская», 2 - возводимая конструкция мини-метро, образующая «саркофаг»

ми или анодированный, а также керамика, стекло и стеклокристалит.

Станцию "Москва-Сити" намечено соорудить с применением горнопроходческого комбайна типа "Паураг", при проходке которым создается сводообразование, наиболее приемлемое для работы станционной конструкции. Технология применения комбайна отработана при строительстве перегонных тоннелей и станции "Парк Победы" Арбатско-Покровской линии Московского метрополитена. Это будет трехсводчатая станция, без боковых платформ, с междупутем равным 14 и 14,4 м. Конструкции боковых тоннелей наружным диаметром 5,5 м будут сделаны из чугунных тубингов. Они разомкнуты и опираются на продольные стены из сварного проката. На эти же стены опирается свод среднего зала.

Технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели мини-метро по проекту следующие:

- строительная длина линии в двухпутном исчислении составляет 2,72 км, эксплуатационная - 5,95 км, в том числе 3,05 км - участок совместной эксплуатации с Филевской линией;
- в плане применены в основном кривые радиусами 200 м и более, исключение составляет кривая радиусом 150 м и более на перегоне между станциями "Международная" и "Москва-Сити", обуслов-

- ленной взаимным размещением этих станций;
- станции приняты трехсводчатыми с островными платформами длиной 90 м;
- скорость сообщения на мини-метро принята равной 37 км/ч (как на Филевской линии) с применением вагонов, рассчитанных на 230 чел.
- стоимость 1 км линии составляет около 40 млн долл.

Геология

ОАО "Метрогипротранс" на основе градостроительного задания разработано ТЭО (проект) строительства первоочередного участка линии мини-метро.

Положение трассы мини-метро в профиле определено в первую очередь инженерно-геологическими условиями, а также возможностью безопасной проходки тоннелей под Москва-рекой, размывом и высотным положением построенной станции "Международная" в составе центрального ядра ММДЦ "Москва-Сити" и возможностью примкнуть к Филевской линии.

Геоструктурной особенностью района прохождения линии мини-метро является ранне-четвертичная погребенная долина реки, врезанная в коренные отложения юрской и каменноугольной систем и заполненная четвертичными песчано-супесчаными грунтами. Тальвег долины прослежен между Платовской и Киев-

ской улицами, под площадью Киевского вокзала, набережной Тараса Шевченко и под Краснопресненским парком "Студенец".

Также в геологическом строении геологического разреза по тоннелям принимают участие отложения четвертичной, юрской и каменноугольной систем. Четвертичные отложения развиты повсеместно и залегают на весьма неровной кровле верхнекаменноугольных отложений с мощностью глинисто-мергельной толщи до 5 м.

Залегающие ниже толщи перхуровских известняков и доломитов имеют мощность от 8 до 11 м, неверовская глинисто-мергельная толща - 2-8 м, ратмировская известняковая - 3-6 м, воскресенская глинисто-мергельная - 8-10 м, суворовская толща известняков, мергелей и глин - на отметках от 83 до 88 м. Самая нижняя, мощная толща известняков среднего отдела каменноугольной системы. В карбонатных грунтах встречаются участки кремнезема. Закарстованность известняков выражается в виде повышенной трещиноватости и кавернозности. Карстовые полости отсутствуют. Последний из верхнекаменноугольных - суворовский водоносный горизонт распространен в суворовской толще известняков с частыми прослоями глин и глинистых мергелей, напорный, имеет мощность до 10 м.

В районе строительства распространены горизонт грунтовых вод и верхнекаменноугольные напорные и безнапорные горизонты подземных вод.

Вышеперечисленные сложные инженерно-геологические условия и гидрогеологические факторы определили оптимальное заложение по глубине сооружений мини-метро. Практически на всем протяжении трасса запроектирована в тоннелях глубокого заложения с проходкой закрытым способом, за исключением участка примыкания к Филевской линии метрополитена, который сооружается открытым способом. Переходной участок с глубокого заложения на мелкое запроектирован с уклоном 48 0/00 с целью прохождения трассы под погребенной долиной реки с оставлением необходимого (до 4 м) устойчивого породного целика.

Конструкции тоннелей

В зависимости от геологических условий, градостроительной ситуации и интеграции в Филевскую линию метрополитена определились общие положения по выбору конструкций тоннелей и основных сооружений, организации ведения горнопроходческих работ и применяемому оборудованию при строительстве мини-метро.

Перегонные тоннели длиной 1,9 км в двухпутном исчислении между станциями "Междуна-

Вид готового тоннеля, пройденного ТПМК «Ловат» от станции «Москва-Сити» в сторону ст. «Киевская»



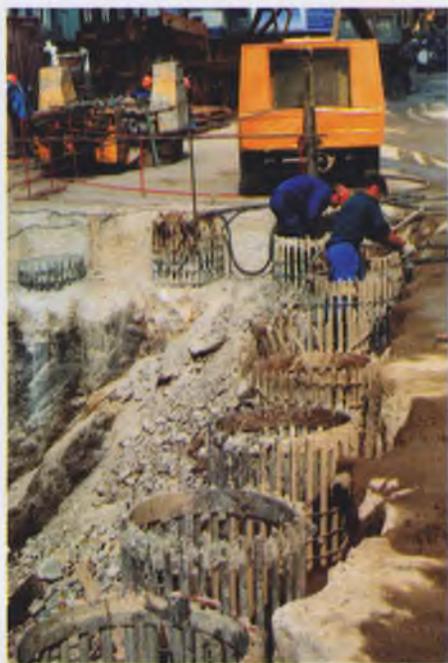
родная" и "Киевская" намечено проходить с применением специального механизированного тоннелепроходческого комплекса (ТПМК).

Участок длиной около 220 м, включающий примыкание мини-метро к Филевской линии метрополитена, перегонные тоннели мелкого заложения ТПП и демонтажные щитовые камеры сооружаются в котловане глубиной до 16 м со стенами из бурсекущихся свай (БСС), заглубленными на 1,5 м в глины неверовской толщи, с целью максимального исключения проникновения в котлован грунтовых вод. Помимо этого, для полного осушения объема котлована, намечено строительное водопонижение с применением насосов. Соответствующее размещение скважин водопонижения в пазухах между конструкцией тупикового тоннеля ФЛ и стеной котлована в начале участка примыкания с одной стороны, и вблизи демонтажных щитовых камер с другой стороны, позволяет практически исключить активизацию суффозионных процессов по контакту известняков с песками и супесями, и соответственно значительно снизить эффект уплотнения несвязных грунтов по мере снижения уровня, что не приведет к оседанию поверхности в прилегающей к котловану территории.

Проектирование конструкции камеры съездов непосредственно примыкания мини-метро (длинной более 60 м) к действующей Филевской линии метрополитена весьма осложнялось отсутствием даже отдаленно напоминающих аналогичных решений. Следует отметить, что впервые в отечественном метростроении строящаяся линия примыкает к действующим главным путям метрополитена в тоннелях мелкого заложения в неблагоприятных инженерно-геологических условиях. За основу было принято положение о минимальном нарушении существующих конструкций с целью выполнить основные строительные-монтажные работы по устройству примыкания в кратчайшие по возможности сроки и без нарушения безопасности эксплуатации метрополитена.

Предложенная объемлющая конструкция, которая накрывает существующую конструкцию тупиков с перегонными тоннелями и неофициально названная "саркофагом", в полной мере оправдывает свое название. Опираясь за-

Сооружение бурсекущихся свай в монтажной щитовой камере



Устройство бурсекущихся свай нижнего уровня монтажной камеры

делкой в несущую конструкцию БСС, "саркофаг" после бетонирования несет нагрузку от обратной засыпки грунта и под своей защитой дает возможность осуществлять работы по разломке "старых" стен и лотка и возведению новой конструкции камеры съездов после освобождения поверхности.

Начало строительства

В сжатые сроки консорциумом были проведены работы по инженерной подготовке строительства - освоены площадки на ММДЦ "Москва-Сити", на улицах Киевская и Платовская. Практически одновременно с подготовительными работами началось сооружение монтажной камеры на проезде "Сити" рядом с построенной подземной частью комплекса ММДЦ.

Котлован длиной 11 м, шириной 35 и глубиной 24 м из бурсекущихся свай и креплением "расстрелами" и подкосами сооружали большей частью в крепких глинах и известняках. При проходке в ратмировских известняках применялся бурозрывной способ с ограничениями. Специальные методы при производстве работ ввиду герметичности ограждающей конструкции не предусматривались.

В результате проведенных переговоров с фирмой "Ловат" был подписан контракт на приобретение щитового тоннелепроходческого комплекса, предназначенного для проходки тоннелей в смешанных грунтах. Рабочий орган ТПМК оборудован четырехлучевым ротором, имеющим встроенный центральный лучевой конус. Выдача грунта от забоя осуществляется гидротранспортом по шнековому конвейеру к прицепному конвейеру. Общая длина ТПМК - 70 м. Он может работать как в открытом режиме, так и в режиме грунтопригруза. Породоразрушающий исполнительный орган оснащен с расчетом на применение дисковых шарошек и резцов типа "Скрепер" фирмы "Ловат". Дисковые шарошки устанавливаются изнутри ротора, что позволяет избежать выхода рабочего персонала в незакрепленный забой для проведения регламентных работ. В ТПМК применяется современная лазерная система навигации. Гибкие электрические кабели и провода рассчитаны на эксплуатацию в тяжелых условиях. Отдельные осветительные приборы имеют резервное питание от аккумуляторов, рассчитанное на двухчасовую работу. Система элек-

троборудования соответствует действующим стандартам России. Применение для проходки перегонных тоннелей глубокого заложения ТПМК с грунтопригрузом забоя и заполнением строительного зазора, уже в зоне первого выходящего из-под оболочки щита кольца, практически исключает возможность образования мульды оседания грунтов при проходке в толще скальных грунтов верхнекаменноугольных отложений.

В середине 2002 г. при помощи кранов большой грузоподъемности (до 350 т) укрупненные секции ТПМК опустили в обустроенную монтажную щитовую камеру, и началась проходка правого перегонного тоннеля. В настоящее время пройдено около 500 м тоннеля. Ведется техническое сопровождение проходки специалистами фирмы "Ловат".

Обделка тоннелей

После передвижки щита на 1,4 м осуществляется монтаж водонепроницаемой обделки из 7 блоков наружным диаметром 5,6 м. Это все угловые кольца толщиной 25 см. Кольцевое пространство между грунтом и блоками обделки во время передвижки непрерывно заполняется тампонажным раствором, который нагнетается через 4 равномерно распределенных в хвостовой оболочке отверстия. Блоки укладывают с перевязкой швов, кольца при монтаже связываются между собой стальными болтами, которые заворачиваются в полимерные дюбели и должны впоследствии извлекаться. Имеются также участки, где предусмотрены постоянные связи со стальными дюбелями. Гидроизоляция стыков осуществляется сжатием кольцевых лент фирмы "Феникс", опоясывающих каждый блок по периметру. Передача усилий сжатия между кольцами происходит через оргалитовые прокладки, расположенные по осям щитовых домкратов. Через расположенные в центре блока углубления с конической резьбой можно выполнять дополнительное нагнетание раствора за обделку тоннеля (после разбуривания отверстий).

Параллельно ведутся работы и на участке примыкания мини-метро к Филевской линии метрополитена: переустроены подземные коммуникации и выполнена стена из БСС по контуру котлована. В настоящее время вскрыта конструкция тупиков за станцией "Киевская", сооруженная в 1937 г. в составе второй очереди метрополитена. К концу 2002 г. намечено завершить работы по устройству "саркофага".



ТПМК «МАЛАХИТ» НА СООРУЖЕНИИ ФИЛЕВСКОГО КОЛЛЕКТОРА



Готовый участок тоннеля из пресс-бетона

А. Н. Семенов,
генеральный директор
ООО "Крот инжиниринг"

Для сооружения тоннеля из монолитно-прессованного бетона на объекте "Усиление Филевского канализационного коллектора" на Карамышевской набережной в Москве ООО "Крот инжиниринг" разработан проходческий комплекс "Малахит" с экскаваторным щитом диаметром 3,6 м с герметизированной призабойной камерой. Комплекс будет вести проходку в сложных гидрогеологических условиях без применения спецспособов.

Длина тоннеля 298 м. Из них на участке в 120 м трасса проходит в устойчивых грунтах - юрских глинах, около 180 м - в обводненных грунтах (пльвунах).

В феврале 2002 г. комплекс "Малахит" был собран и испытан на промбазе ООО "Компания Крот".

Первоначально на обводненном участке предполагалось применить замораживание грунтов. На совместном техническом совещании в сентябре 2001 г. при участии специалистов Мосинжстроя, УКС ГТС, ПАУКСа, Каналстройпроекта, НИИОСПа, УМГО ПГТН, ТАР и др. было принято решение о прокладке тоннеля щитовым комплексом "Малахит". ООО "Каналстройпроект" провело корректировку проекта строительства.

Для выполнения работ в сложных гидрогеологических условиях головная часть щита имеет герметичную диафрагму, отделяющую забойную камеру, предназначенную для работы под сжатым воздухом, от зоны атмосферного давления в корпусной части щита.

В его головной части смонтированы ножевые горизонтальные площадки и вертикальная перегородка. Отклонением головной части щита с помощью гидравлических устройств осуществляется управление движением щита по проектной трассе.

Центральным экскаватором, стрелка которого поворачивается вокруг продольной оси на 360° и имеет угловое отклонение до 30°, можно обрабатывать весь забой. Но, главным образом, центральный экскаватор предназначен для разработки забоя под горизонтальной

ООО "Компания Крот" было основано в 1992 г. Сегодня - это два горнопроходческих управления, одно общестроительное, две производственно-складские базы с бетонным заводом, автотранспортное предприятие, научно-исследовательское и проектно-конструкторское бюро.

Компания осуществляет строительство и реконструкцию инженерных коммуникаций в Москве и Подмосковье, участвовала в прокладке нефтепроводов Каспийского трубопроводного консорциума и Балтийской трубопроводной системы. Компания разработала и изготовила первый в России проходческий щит с ротором (диаметр 4 м) в герметизированной призабойной камере для сооружения тоннелей из прессбетона в сложных гидрогеологических условиях, и применила его при строительстве тоннеля под ул. Б. Дмитровка. В компании разработан, изготовлен и начал проходку экспериментальный образец комплекса "Малахит".

площадкой и для нагребания разрушенной породы в загрузочный люк шлюзового роторного погрузчика.

Для сооружения тоннеля, как стартовый для щитового комплекса, был пройден шахтный ствол, а во втором, ранее пройденном, был смонтирован бетоносмесительный узел для приготовления бетонной смеси. Это позволило значительно сократить площади строительных площадок и выпускать бетонную смесь в необходимых количествах, а главное, требуемого качества.

Проходка тоннеля ведется последовательно, отдельными заходками длиной 35-40 см. Длина и толщина заходок зависит от горно-геологических условий.

Основными факторами, определяющими качество бетона стенок тоннеля, является стабильность качества бетонной смеси, режима прессования и выпрессовывания ее из пресскамеры, соблюдение режимов твердения.

В качестве материала МПБО получается неармированный бетон по прочности на сжатие марки В40.

Для стабилизации свойств бетонной смеси (подвижности, сохраняемости и раслаиваемости) в процессе транспортирования, укладки и формования в состав смеси вводятся комплексные модификаторы серии МБ, разработанные совместно с



ТПМК «Малахит» в сборочном цеху

ООО "Предприятие Мастер-Бетон". Эти добавки обеспечивают в необходимых случаях прочность бетона до 1000 кг/см² и более и водонепроницаемость до W16-18.

Бетонная смесь к месту укладки транспортируется с помощью пневмобетоноподатчика.

Время с момента приготовления смеси до ее укладки в пресскамеру обычно составляет около одного часа.

Оптимальная величина давления в гидросистеме, обеспечивающая прессование бетонной смеси и перемещение щита, достигает 130-150 атм.

В процессе проведения работ с участием сотрудников и ученых ООО "Предприятие Мастер-Бетон" осуществляется постоянный контроль над соблюдением технологии проходки и качества возведенной обделки. Проводится дефектоскопия конструкции МПБО с оценкой плотности и однородности бетона.

Главное требование к качеству сооружаемого объекта - это беспропорционность поверхности, что обеспечивается за счет герметичной проходки с сооружением тоннеля из прессбетона. Мониторинг за поведением грунтовых массивов проводится учеными из института НИИОСП. Кроме того, необходима точность ведения щита относительно проектной отметки. С этой целью щит оснащен современной навигационной системой, разработанной и изготовленной своими силами. Эта система по некоторым параметрам превосходит зарубежные образцы.

В настоящее время сооружено более 90 м тоннеля, со средней эксплуатационной скоростью три метра в сутки.



LOVAT **mts**

micro
tunnelling
systems

промежуточная
домкратная
станция

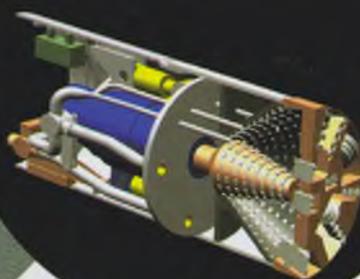
система
откатки
грунта

управляемая
буровая
головка

MTS 1000



НОВЕЙШИЕ
РАЗРАБОТКИ



MTS 2000



**Принцип микротоннелирования
существует уже несколько
миллионов лет.
Мы просто довели его
до совершенства.**

В России и других странах СНГ компанию «Lovat-mts, GmbH» представляет американская компания «Intertorg, Inc.», успешно работающая на российском рынке с 1972 г.

Полную техническую и коммерческую информацию по спектру оборудования «Lovat-mts, GmbH» Вы можете получить в компании «Intertorg, Inc.»



LOVAT mts GmbH micro tunnelling systems
Am Heisterbushch 18 D-19246 Valluhn, Germany
Tel. ++49-(0)-38851-327-0 Fax ++ 49-(0)-38851-327-10
e-mail: info@lovatmts.de, www.lovatmts.de



«Intertorg, Inc.» Московское представительство

123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63
Тел.: (095) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162, e-mail: intorg@dol.
Факс российский: (095) 253-9771, Факс международный: (7502) 221 300

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ

ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО КОММУНАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

И. В. Дерфель,

генеральный директор ООО "Крепъ"

И. Е. Ростовцев,

инженер ПТО, к. т. н.

Неоднократно в средствах массовой информации, посвященных строительной тематике, в том числе и на страницах этого журнала, рассказывалось о появлении и развитии новых методов подземной прокладки трубопроводов - бестраншейных способов. Подробно описывались конструкции и особенности работы микротоннельных проходческих комплексов, их надежность, высокие скорости проходки, отсутствие просадок земной поверхности; установки направленного бурения, в их конструктивных и технологических характеристиках подчеркивались те же черты, добавляя к ним потрясающую мобильность и полное отсутствие земляных работ. Откровенно говоря, во всех этих статьях и аналитических обзорах существовала изрядная доля рекламы, так как объектов, спроектированных с применением бестраншейных способов строительства инженерных коммуникаций, не так много. Исключение составляет, может быть, только микротоннелирование, которое усилиями нескольких строительных организаций, в том числе и ООО "Крепъ", несколько лет назад уверенно завоевало достойное место на столичном рынке строительных услуг. Еще можно вспомнить такую технологию, как направленное бурение, в настоящее время широко используемую для прокладки кабельных сетей, но все-таки этот способ применяется больше при реконструкции и модернизации существующей сети подземных коммуникаций. При возведении новых объектов, к примеру, при обеспечении коммуникациями строящихся жилых и промышленных зданий, в подавляющем большинстве случаев проектируется применение либо традиционных методов, таких как щитовая проходка и продавливание стальных футляров с ручной разработкой грунта в забое, либо использование открытых способов прокладки коммуникаций, характеризующихся значительным объемом земляных работ.

Однако в последнее время ситуация начала коренным образом меняться. Появляются проекты, полностью опирающиеся на современные технологии. Самым ярким примером такой тенденции может служить строительство инженерных коммуникаций для жилой застройки на объекте "Дорога и инженерные коммуникации с реконструкцией КНС в Бирюлево-Загорье (микрорайон 6Г)".

Строительство водопровода и канализации на этом объекте было поручено ООО "Крепъ".



Микроцилт SOLTAU 250 AS на строительной площадке

Методом микротоннелирования необходимо было проложить 397 м стального футляра диаметром 800 мм для городской канализации, кроме того, на долю дождевой канализации пришлось 228 м железобетонного футляра диаметром 800 мм, 148,5 м - диаметром 1000 мм, 131,5 м - диаметром 800 мм, 122 м стального футляра диаметром 1000 мм. Заслуживает внимания применение железобетонной трубы при прокладке дождевой канализации, так как

в этом случае достигается существенная экономия времени проведения работ и задействованных в процессе строительства ресурсов. В этом случае, прокладываемый железобетонный футляр выступает и в качестве рабочей трубы. Тогда как на участках, где на дождевой канализации прокладываются стальные футляры различного диаметра, необходимо предусмотреть устройство внутри их рабочей трубы, в данном случае - полиэтиленовой, для

Осуществляется прокладка стального футляра диаметром 820 мм



КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТОННЕЛИ

аметром 1000 мм, и забутовку межтрубного пространства.

Серьезным затруднением, с которым столкнулись специалисты ООО "Креп" на данном объекте, был тот факт, что трассы хозяйственной канализации и дождевой шли параллельно на очень близком расстоянии друг от друга. Поэтому многие рабочие котлованы были спроектированы как совмещенные. Другими словами, сначала проходил рабочий котлован для залегающий на более мелких отметках (5-7 м) хозяйственной канализации, в нем монтировался микрощитовой проходческий комплекс и проводился весь комплекс работ по устройству тоннеля. После завершения проходки на данном интервале рабочий орган микрощита демонтировался в приемном котловане, а все оборудование, находящееся в рабочем, перемонтировалось, после чего рабочий котлован разрабатывался до проектных отметок, предусмотренных для дождевой канализации (10-12 м), и цикл работ повторялся с той же периодичностью.

В принципе, при наличии определенного количества времени, совмещенные котлованы не доставляют каких-либо неприятностей. Целиком и полностью сооружается одна

коммуникация, потом углубляются котлованы и прокладываются другие сети. Однако достаточным временем, по уже сложившейся традиции, строители и фирма "Креп" в частности, не избалованы. Строительство этого объекта также не стало исключением. Поэтому, чтобы избежать больших потерь времени и хоть как-то уложиться в утвержденный заказчиком график, наши специалисты приняли решение одновременно производить работы на этих двух коммуникациях. На канализации был задействован микрощитовой проходческий комплекс SOLTAU RVS 250 AS, способный проложить стальной или железобетонный футляр диаметром 600-800 мм. На строительстве же дождевой канализации для устройства микротоннелей с наружным диаметром 1400-1600 мм фирма "Креп" взяла в аренду микрощитовой комплекс Herrenknecht AVN 600, который довольно хорошо зарекомендовал себя. А для сооружения микротоннелей диаметром 1000-1200 мм применялся немецкий проходческий комплекс SOLTAU 300 AS. Таким образом, одновременно на одном объекте у одной организации работали три микрощитовых комплекса. В Москве такое произошло впервые.

Нельзя также обойти вниманием и тот факт, что в рамках этого же объекта был запроектирован закрытый переход для 48-отверстной кабельной канализации, предназначенной для размещения кабелей связи. С этой задачей - строительства закрытого перехода - справилась установка направленного прокалывания Ditch Witch P 80. С ее помощью под автомобильной дорогой были проложены четыре стальных футляра диаметром 600 мм, в которые затем были протаснены полиэтиленовые трубы диаметром 110 мм для кабелей связи.

Итак проект, разработанный для новейших технологий подземного строительства, привлечения на производственный участок рекордного для Москвы количества микротоннельной техники, позволяет надеяться, что уже в ближайшем будущем мы с твердой уверенностью сможем сказать, что организация и качество нашей работы, отношение к применяемым современным методикам бестраншейного строительства со стороны городских заказчиков вышло на качественно более высокий уровень. Надеемся, что на этом наше развитие не закончится.



Микротоннельные проходческие комплексы от Золтау

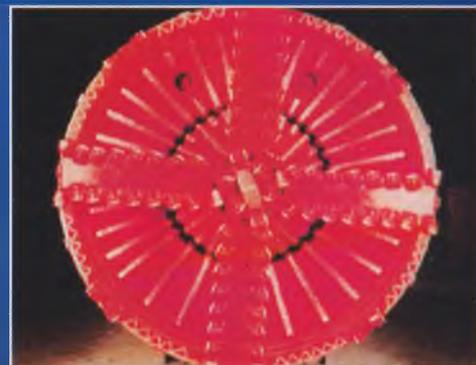
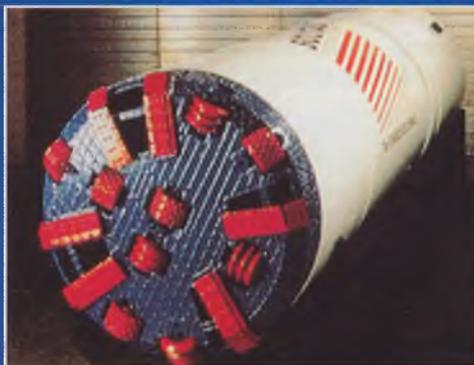
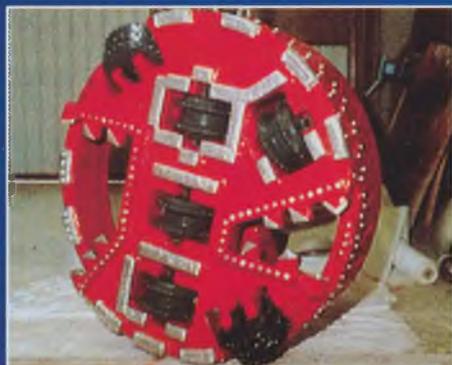
Проходческие комплексы RVS-S A-S с гидростатической каткой грунта

Технические характеристики

Комплекс	Внутренний диаметр, мм	Диаметр колодца, м	Длина секции трубы, м
RVS100A-S	250 - 400	2,0	1
RVS 250A-S	250 - 800	3,2	2
RVS 250A-S	1000	3,6	2
RVS 400A-S	1000-1200	5,0	3
RVS 600A-S	1500 - 2000	6,0	3
RVS 800A-S	1500 - 2200	6,5 (прямоуг.)	3
RVS1200A-S	2000 - 3000	9 (прямоуг.)	3

Производитель оборудования оставляет за собой право на внесение технических модификаций в конструкцию

Буровые головки для любых типов грунтов



Wirth Maschinen - und Bohrgerate-Fabrik GmbH

Генеральный менеджер по продаже оборудования в России и странах СНГ
Орданский Марк Маркович

Россия, 125057, г. Москва, Ленинградский пр-т, 57, офис 211
тел.: (095) 998-8222, тел./факс: (095) 252-1948, 157-1661, e-mail: polinordan@mtu-net.ru

СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКИ

для Московского академического музыкального театра им. К.С. Станиславского и В.И. Немировича-Данченко (МАМТ)

С инженерной точки зрения сооружение здания нового МАМТ с подземной автостоянкой в стесненных условиях центра Москвы и при параллельном производстве работ представляет значительный интерес, так как в данном случае используется комплекс различных технологий, применяемых в последнее время при возведении подземных объектов, от которых зависят качество и сроки строительства.

В. В. Неретин,

генеральный директор

ОАО «Горнопроходческих работ № 1»

В. И. Артемов,

главный технолог, к. т. н.

Подземная часть МАМТ запроектирована со стороны внутреннего фасада существующего здания театра. Она имеет три подземных этажа, два из которых высотой по 3,3 и один - 6,2 м, считая от поверхности земли.

Автостоянка ограждена по контуру "стеной в грунте". Проектная отметка верха "стены в грунте" - 154,39, низа - 132,91. Отметка дна котлована абсолютная - 140,41, относительная - 14,00 м. Защемление подошвы траншейных "стен в грунте" на 7,5 м ниже дна котлована. "Стена в грунте" имеет размеры в плане 104,69 x 33 м. Междуэтажные перекрытия гаража опираются на 119 колоннах, устанавливаемых в баретты. Котлован разрабатывается под защитой междуэтажных перекрытий.

Порядок опережающего возведения монолитных железобетонных перекрытий по схеме "сверху-вниз" по отношению к поярусной разработке грунта в котловане осуществляется беспалубочным методом непосредственно на грунтовых подготовленных основаниях.

Предварительно перед началом работ по разработке котлована и бетонированию перекрытий было выполнено сооружение ограждения котлована методом "стена в грунте" и проходка баретт с установкой железобетонных колонн в осях.

Технология возведения монолитных железобетонных перекрытий неразрывно связана с технологией разработки грунта в котловане, геологическими и гидрогеологическими условиями строительства, а также системой безопасности для сохранения близлежащих зданий.

В геологическом строении площадки до глубины 35 м принимают участие насыпные грунты, среднечетвертичные ледниковые и водно-ледниковые отложения песчано-суглинистого состава, глины и суглинки волжского и оксфордского ярусов верхней юры, доломиты измайловской свиты и мергелистые глины мещеринской свиты верхнего карбона.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием двух основных водоносных



Рис. 1. Устройство скважин станком колонкового бурения

горизонтов: надюрского во флювиогляциальных песках и верхнекаменноугольного, приуроченного к доломитам измайловской свиты. Первый горизонт залегает на глубине 3-6 м, второй - безнапорный, вскрыт на глубине 27,9-30 м.

Помимо основных водоносных горизонтов встречены линзы и прослои обводненных песков в толще волжских глин и суглинков. Грунтовые воды находятся на глубине 19,6-22 м с напором 4-6 м.

Воды по отношению к бетону неагрессивные.

Поскольку новое здание театра возводится практически вплотную к существующему старому в котловане глубиной 14 м и вышеупомянутых геологических и гидрогеологических условиях, то оно неизбежно оказывается в зоне непосредственного негативного влияния строительства.

Конструкция всех ленточных фундаментов сцены, фойе, флигеля как в подвальной, так и в других частях существующего здания одинакова. Основной частью фундаментов служит бутовая кладка из колотого известняка, часто смешанного с кирпичным боем, сложенная на известняковом растворе. Фундаменты наружных стен выполнены из красного кирпича с прокладкой из тесаного известняка.

При обследовании оказалось, что фундамент в бутовой части находился в неудовлетворительном состоянии и разработка котлована принятых размеров и глубины вблизи него недопустима.

Было принято решение до начала производства работ по устройству "стены в грунте" и баретт осуществить усиление фундаментов действующего старого здания МАМТ цементацией и буронабивными сваями.

С этой целью было предложено вначале заполнить работы по цементации фундаментов и контакта "фундамент-грунт".

Эти работы способствуют омоноличиванию кладки фундамента за счет заполнения дефектов и полостей цементным раствором, и тем самым увеличению ее прочности. При цементации контакта происходит заполнение полостей, каверн под подошвой фундамента, уплотнение грунтов основания, что предотвращает развитие осадок и деформаций фундаментов.

В зависимости от фактического положения инженерных коммуникаций была осуществлена разбивка скважин. Их устройство производилось станком колонкового бурения диаметром 93 мм с промывкой бентонитовым раствором (рис. 1). Пробуренные скважины оборудовались кондукторами из трубы наружным диаметром 89 мм и длиной 0,5 м.

Далее осуществлялась цементация затрубного пространства, после чего скважина выставлялась не менее чем сутки. Затем скважины разбуривались до проектной отметки. Всего пробурено 262 скважины глубиной 4,7-5,5 м.

Нагнетание в них производилось цементно-бентонитовым раствором до практического отказа в поглощении при максимальном дав-

ENGE
COM

 casagrande

Бюро в Москве
Казагранде С.п.А.

Яковлепостоловский Пер. 7, стр 3, Москва
тел.: 095 917-7480, факс: 095 917-8480
E-mail: casag@commail.ru,
casag@online.ru

Casagrande Spa

Via A. Malignani, 1

1-33074 Fontanafredda Italy

tel.: ++39 0434 9941, fax: ++39 0434 997009

E-mail: pilutti@casagrandegroup.com

http://www.casagrandegroup.com



лении отказа не более 0,3 МПа (3 кг/см²). Если он не получен после закачки 1 м³ раствора, цементация прекращалась. Через двое суток после выстойки скважина прочищалась и велась повторная цементация и так до отказа в поглощении.

Если при цементации наблюдались выходы раствора на поверхность, то добавлялись ускорители схватывания раствора - до 2% от массы цемента (жидкое стекло).

При обработке скважин вблизи подземных коммуникаций контролировалась возможность проникновения туда раствора, и, в случае его обнаружения, цементация прекращалась.

В дальнейшем фундаменты старого здания усиливались буроинъекционными сваями (рис. 2). Длина их 18-23 м, диаметр - 200 мм, угол наклона от вертикали - 8-8,5°. Проектная несущая способность 40-50 т.

Усиление фундаментов производилось с внешней и внутренней стороны до смыкания с началом "стены в грунте". Было пробурено 210 скважин.

Перед началом буровых работ осуществлялась разбивка расположения скважин на объекте.

Вначале разбуривалась скважина диаметром 245 мм под обсадную трубу длиной 1,2 м. Затем устанавливалась обсадная труба-кондуктор диаметром 219 мм, и скважина заполнялась цементным раствором М200 до излива из устья.

В течение двух суток осуществлялась выстойка цементного раствора. Разбуривание цементного камня в трубе-кондукторе и грунтов производилось до диаметра 200 мм.

В скважины устанавливались арматурные каркасы. Цементация скважин выполнялась цементно-песчаным раствором М200 через трубу-инжектор, опущенную до забоя скважины. Опрессовка ствола сваи производилась под давлением 0,1-1 МПа с режимом нагнетания отдельными ступенями (рис. 3).

Для предотвращения деформаций близлежащих зданий и значительного уменьшения объема земляных работ в качестве ограждающей конструкции котлована вновь строящегося здания принята "стена в грунте", которая в последнее время часто используется в разнообразных гидрогеологических условиях и заменяет такие традиционные технологии как шпунтовое ограждение, замораживание и т. д.

Применение данного способа целесообразно при возведении подземных сооружений в стесненных условиях существующей застройки и реконструкции действующих предприятий. Наибольший эффект достигается в тех случаях, когда "стена в грунте", прорезая водоносные пласты, заглубляется в водоупорный слой.

Противопоказаниями использования "стены в грунте" являются крупнообломочные грунты с незаполненными пустотами, карсты, пльвуны, текучие илы, артезианские водоносные пласты с избыточным напором, превышающим гидростатическое давление глинистой суспензии, которая применяется для удержания стенок траншеи от обрушения.



Рис. 2. Усиление фундамента старого здания театра буроинъекционными сваями

"Стена в грунте" ограждает котлован, воспринимает горизонтальное давление грунта и надземной части здания.

До начала разработки траншеи выполнялись следующие работы: выемка грунта под рабочую площадку; планировка строительной площадки; возведение монолитной бетонной плиты покрытия рабочей площадки с оставлением в плите проемов под устройство барет; сооружение форшахты по всему периметру здания.

Разработка грунта открытым способом (8178 м³) осуществлялась экскаватором на пневмоходу типа «Катерпилер» с емкостью ковша 1 м³, планировка - бульдозером на базе трактора ДТ-75.

Конструкция воротника форшахты представляла собой траншею шириной 650 мм и глубиной 1500 мм, обетонированную с двух сторон и усиленную сеткой и арматурными каркасами. Бетонирование форшахты производилось бетоном марки В15. Выемка грунта под форшахту составила 700 м³, а расход бетона - 380 м³.

В зависимости от типа рабочего органа землеройной машины осуществлена разбивка траншеи на захватки по 6 м (два прохода боковых по 2,5 м и один промежуточный 1 м). Номера их границ закреплялись несмываемой краской.

Выемка грунта стены ограждения котлована велась грейферным экскаватором типа "Касагранде" на глубину 21,5 м под защитой бентонитового раствора, обеспечивающего устойчивость выработки.

Длина захватки челюстей - 2,5 м, ширина ковша - 0,6 м.

Далее устанавливались трубы - ограничители, монтировались арматурные каркасы и бетонные трубы. Захватки бетонировались методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ) бетоном марки В15. Вытесняемая из траншеи глинистая суспензия откачивалась в накопительную емкость.

В процессе бетонирования проводился демонтаж элементов бетонных труб, по мере схватывания бетона поднимались ограничители.

Объем выемки грунта "Касаграндой" под ограждение котлована составил 3820 м³, а укладка бетона в "стену в грунте" - 3648 м³.

Параллельно осуществлялась проходка траншеи для баретты размером в плане 2200 x 750 мм

Рис. 3. Цементация буроинъекционных свай

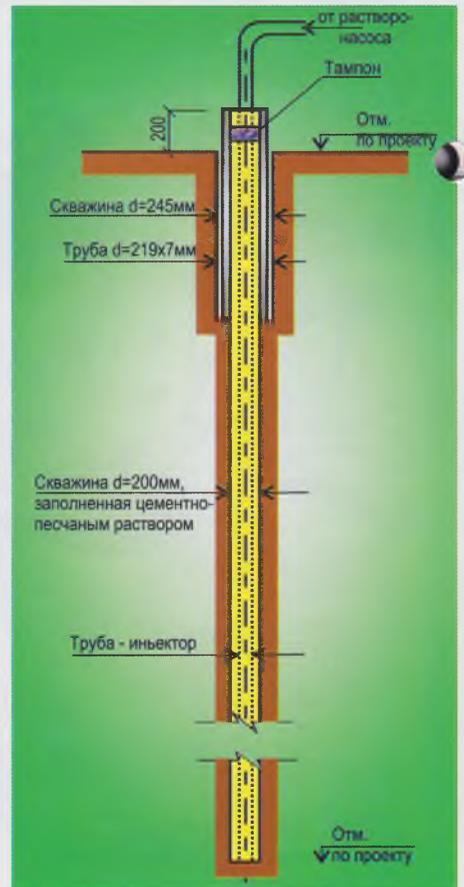




рис. 4. Омоноличивание колонн твердеющим цементным раствором

буровой фрезой фирмы "Бауэр" типа ВС-20 на глубину 30 м под защитой бентонитового раствора. Объемы вынутого грунта под бареты равны 5819 м³.

На площадке сваривали каркас будущего цельного фундамента высотой 15,8 м, краном опускали его в траншею до уровня плиты перекрытия рабочей площадки, фиксировали подвесным устройством, стыковали с двутавром к выпускам арматуры железобетонных колонн размером 17570 x 600 x 600, и затем уже эту 31,38-метровую конструкцию опускали в траншею. При этом верх каркаса барета оказывался ниже верха фундаментной плиты на 50 см, а низ колонны - на уровне низа фундаментной плиты. Узел соединения колонны с бареттом располагался ниже уровня фундаментной плиты на 1,3 м.

Затем опускалась бетонолитная труба и вся эта конструкция бетонировалась бетоном марки В25 выше уровня низа фундаментной плиты на 0,5 м, который при раскопке котлована срубался вокруг колонн. Расход бетона на баретты составил 3122 м³.

Далее до уровня форшахты колонны омоноличивались твердеющим цементно-бентонитовым раствором (рис. 4), который также срубался по мере раскопки котлована. Было израсходовано 3325 м³ раствора.

Осушение котлована осуществлялось внутри контура, ограждаемого совершенной протифильтрационной завесой - "стеной в грунте". В задачу водопонижения входила откачка "мертвого" объема воды, содержащегося в порах грунта в пределах контура ограждения. Для этого на глубину 16 м были пробурены 8 водопонижающих скважин под обсадные трубы диаметром 219 мм и 2 пьезометрические, соответственно 14 м и 65 мм, для контроля уровня воды в котловане.

При монтаже водопонижающих скважин и сбросных трубопроводов рабочие части фильтров скважин заглублялись в водоносные слои. Скважины водопонижения включались в работу сразу после замыкания "стены в грунте". Откачка грунтовых вод внутри котлована обеспечивалась с помощью погружных насосов ЭЦВ6-16-50. Контроль за водопони-

жением осуществлялся по двум наблюдательным скважинам и скважинам водопонижения.

После прекращения поступления воды в котлован насосы извлекались, сбросные трубопроводы демонтировались, скважины срезались и заделывались цементно-песчаным раствором.

При строительстве подземной автостоянки использовался технологический прием устройства монолитных железобетонных перекрытий "сверху-вниз" и поярусная разработка грунта под их защитой.

Применение этой технологии целесообразно при возведении подземных объектов в неустойчивых необводненных или хорошо дренирующих обводненных грунтах, в которых возможно выполнение опережающего водопонижения и где разработка грунта под перекрытиями не представляет особых проблем.

Поэтому от правильности производства земляных работ, подготовки грунтовых оснований, водопонижения зависит качество возведения монолитных железобетонных перекрытий.

Никаких ограничений по опережающему сооружению наземных этажей над подземны-

ми реализуемый проект не предусматривал, более того осуществлялся пригруз котлована конструкциями наземных этажей.

Следующий этап производства строительных работ включал разломку монолитной бетонной плиты перекрытия рабочей площадки, устройство монолитных железобетонных оснований для башенных кранов № 1, 2 и их монтаж. Башенные краны применялись КБ-674 с длиной стрелы 50 м.

После устройства «стены в грунте» и баретт с монтажом колонн, сооружения плиты перекрытия на отметке -1.2 параллельно производились работы по устройству подземной части и надземной 7-этажной части здания театра. При этом общий срок возведения строительных конструкций занял 8 месяцев.

После этого велась подготовка грунтового основания под перекрытие первого этажа автостоянки, которая заключалась в планировке песчаной уплотняемой подсыпки, устройстве цементно-песчаной подготовки толщиной 20-22 см и выравнивающего слоя из сухой цементно-песчаной смеси.

С целью исключения адгезии с бетоном покрытия поверхность завершенной подготовки застилалась полиэтиленовой пленкой.

Щиты опалубки укладывались из влагостойкой фанеры. Затем осуществлялось армирование и бетонирование (бетон В25) перекрытия над первым подземным этажом с учетом двух временных технологических проемов.

Через проемы производилась разработка опережающего ядра стартового котлована экскаваторами, оборудованными грейфером 0,5 м³ типа Case-1188 (рис. 5). В образовавшиеся габариты под перекрытиями первого подземного этажа опускалась малогабаритная техника: два экскаватора Bobcat-331 с емкостью ковша 0,1 м³, четыре погрузчика Bobcat-864 с емкостью ковша 0,5 м³ для разработки грунта первого яруса и транспортировки его к проемам. Колонны освобождались от цементного раствора. Через проемы грейферными экскаваторами грунт поднимался и грузился в автосамосвалы. Велось устройство грунтового основания под перекрытие второго этажа, укладывалась цементно-песчаная подготовка.

Вдоль осей армировались и бетонировались

рис. 5. Выемка грунта под баретты



балки перекрытия, опирающиеся на консоли и выпуски арматуры из колонн. После набора 75% прочности бетона балок, армировалось и бетонировалось перекрытие над вторым этажом.

На первом подземном этаже возводились пандусный съезд, лестничные марши и площадки (рис. 6).

Котлован под перекрытием проходили с помощью открытого водоотлива насосами ГНОМ 25-20 из временных зумпфов. Эксплуатация водоотлива продолжалась до окончания устройства фундаментной плиты.

Вертикальный настенный дренаж осуществлялся с помощью двухслойного материала типа SHEET DRAIN, который со стороны геотекстильного фильтра обеспечивает сбор воды со стен здания, а другой своей стороной - полистирольным листом служит дополнительной гидроизоляцией стен подземной части.

Материал наклеивался горизонтальными полосами сверху вниз по мере разработки грунта. Стыковые соединения полотен заделывали самоклеящейся гидроизоляционной лентой DELTA BAND.

Для защиты гидроизоляционного слоя настенного дренажа от повреждения при строительстве и эксплуатации здания устраивалась прижимная стенка.

Разработка грунта второго яруса и возведение следующего перекрытия над 3-м этажом производились аналогичным образом с соблюдением соответствующей подготовки грунтового основания, внутрикотлованного водоотлива и дренажа.

Работы на следующем третьем ярусе (6,2 м) включали разработку грунта уступом, планировку котлована, устройство гидроизоляции, дренажа, водоотлива и возведение фундаментной плиты (рис. 7).

Порядок земляных работ уступом принят для снижения влияния деформаций на близлежащие здания, повышения безопасности строительства в случае аварийного прорыва грунтовых вод.

На нижнем подземном этаже выполнялся вертикальный настенный дренаж, по периметру здания укладывались и засыпались щебнем дренажные перфорированные трубы, обернутые геотекстильным фильтром. Трубы выводились к дренажным колодцам.



Рис. 6. Возведение пандусного съезда

Для исключения затопления третьего подземного этажа, трубчатые дренажи под фундаментной плитой выводились в насосную, где установлены насосы с автоматизированным уровнем контроля воды, перекачивающие её в водосток.

В основании сооружения под фундаментной плитой устраивалась гидроизоляция из бентонитовых матов Voltex, имеющих высокие противодиффузионные свойства.

Из цементно-песчаного раствора укладывалась подготовка, армировалась и бетонировалась фундаментная плита толщиной 50 см. Швы примыкания плиты основания к "стене в грунте" изолировались с помощью гидропрокладки Water Stop. Поверхность барет на контакте с плитой основания покрывалась "Ксайпекс-концентратом".

Устройство монолитной железобетонной плиты с дренажом и гидроизоляцией под ней является составной частью мероприятий по сохранению гидродинамического режима застраиваемой территории.

На этом завершалось строительство подземной автостоянки МАМТ.

Средняя скорость разработки грунтов I и II категорий под перекрытиями на этом объекте

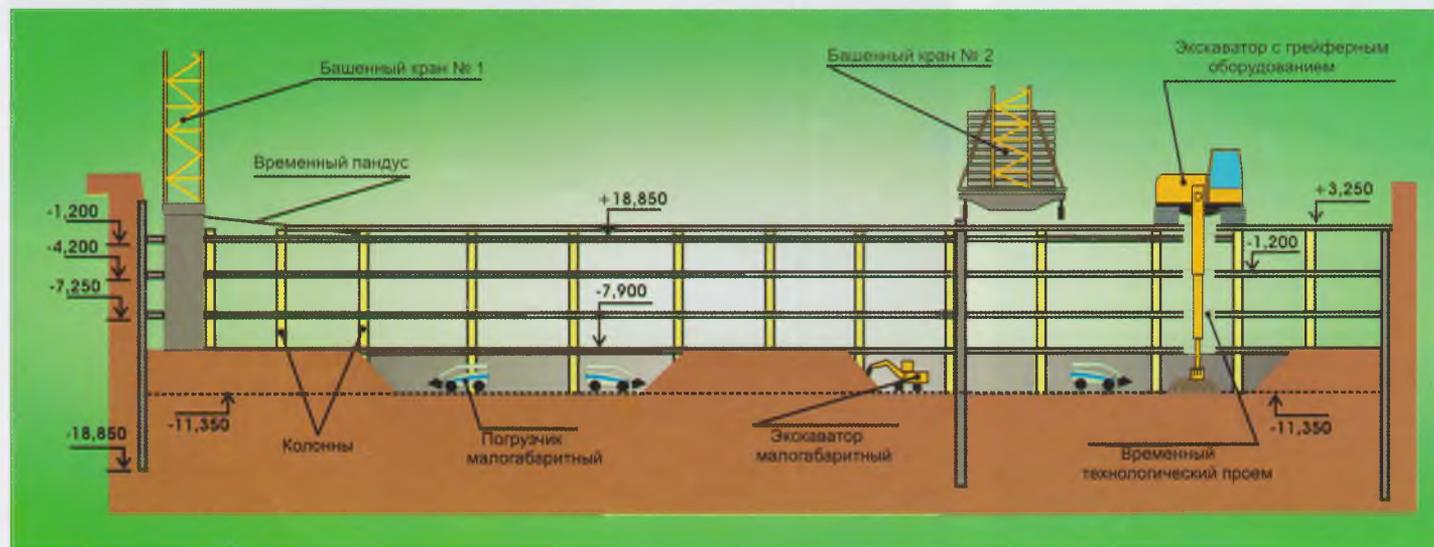
равна 400-450 м³/сут. Объемы вынутого грунта подземным способом составили 42019 м³, укладка бетона в фундаментную плиту и перекрытия - 4700 м³.

Бесспорно, применение в комплексе различных технологий при строительстве и реконструкции подземных сооружений позволяет облегчить последовательность выполнения этапов, повысить качество работ, сократить сроки возведения объектов и обеспечить им надлежащую безопасность.

Следует добавить, что проектирование подземной части МАМТ было выполнено институтом «Гидроспецпроект», а укрепление фундаментов старого здания цементацией и буронагнеточными сваями - ООО «Гео-РИТ». Строительство ограждающей конструкции котлована «стены в грунте» осуществляло Специализированное управление № 17 (СУ-17) Открытого акционерного общества «Торнопроходческих работ № 1» (ОАО ГПР-1), а работы, связанные с раскопкой котлована, возведением баретт, колонн, перекрытия, фундаментной плиты, пандуса, лестничных маршей, площадок, дренажа и гидроизоляции, - Специализированным управлением № 70 (СУ-70) ОАО ГПР-1.



Рис. 7. Организационно-технологическая схема строительства третьего яруса



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОХОДКИ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Л. В. Маковский,
профессор МАДИ (ГТУ)

Наблюдающееся в последние десятилетия расширение масштабов тоннельного строительства обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования технических средств и методов преодоления участков нарушенных и неустойчивых грунтов, встречающихся по трассе горных, подводных и городских тоннелей, сооружаемых закрытым способом.

Во многих случаях такие участки не могут быть выявлены на стадии инженерно-геологических изысканий, и строителям приходится в процессе проходки корректировать технологические решения с целью обеспечения устойчивости выработки и окружающего грунтового массива.

Прокладку тоннелей через нарушенные зоны ведут горными способами сплошного или ступенчатого забоя, а также по технологии новоавстрийского метода (НАТМ) со стабилизацией контура выработки и призабойного участка породного массива. В комплексе стабилизационных технических средств в настоящее время, наряду с традиционными видами контурной и опережающей крепи (арочная, анкерная, набрызг-бетонная, экраны из труб, бетонные своды и др.), находят применение опережающие экраны из грунтоцементных свай, армирующие фибергласовые элементы в призабойной зоне, опорные столбы из вертикальных и наклонных микросвай и др.

Экраны из грунтоцементных свай могут быть выполнены методом струйной цементации или с помощью располагаемых по контуру тоннельной выработки стальных перфорированных труб, через которые в грунт инжектируют стабилизирующий состав. С помощью струйной цементации пройдены отдельные участки тоннелей метрополитенов в Милане, Вене, Лионе, Сингапуре, железнодорожных тоннелей в Италии, Германии, Швейцарии, автодорожных - в Австрии, Югославии, Швейцарии, Японии.

Армирующие фибергласовые элементы и опорные столбы из микросвай успешно применяются при строительстве ряда тоннелей в Италии, Франции, Японии, Австрии, в том числе при проходке крупнейших базисных Альпийских тоннелей.

Ниже приведены данные современного опыта сооружения тоннелей в нарушенных и неустойчивых грунтах горными способами с использованием различных видов крепи.

В Швейцарских Альпах прокладывают железно-дорожный тоннель Зогвальд длиной 2,6 км, по которому будет осуществляться перевозка автомобилей на железнодорожных платформах. Трасса нового тоннеля проходит рядом с эксплуатируемым Киостерс и пересекает участки выветрелых и разрушенных скальных пород с включениями водоносных песков. Для безопасности проходки здесь применили опережающую крепь, устраиваемую методом струйной цементации, и вертикальные столбы под пяты свода тоннеля.

На припортовом участке тоннеля было устроено 17 секций экрана из 28 грунтоцементных столбов диаметром 0,6 м и длиной

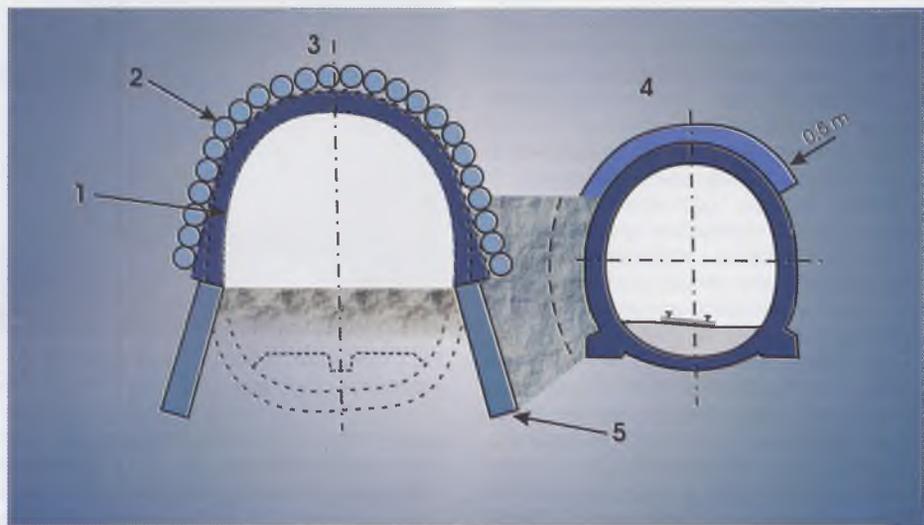


Рис. 1. Поперечные сечения строящегося и эксплуатируемого тоннелей:

1 - набрызг-бетонное покрытие толщиной 0,25 м; 2 - экран из грунтоцементных столбов; 3 - строящийся тоннель Зюгвальд; 4 - эксплуатируемый тоннель Киостерс; 5 - наклонные микросваи

по 16,8 м (рис. 1). Перекрытие соседних секций составляло 2,5 м.

При устройстве экрана в пробуренные скважины помещали мониторы и нагнетали водоцементную смесь под давлением до 50 МПа через насадки диаметром 2,2 мм. На 1 м столба расходовали 350 кг смеси. Процесс бурения одной скважины занимал от 30 до 60 мин., нагнетания - 4-5 мин.

Сооружение тоннеля под экраном вели ступенчатым забоем заходками по 1 м с помощью тоннелепроходческой машины Эйсхофф-110 с рабочим органом избирательного действия. После проходки 12,5 м возводили первичную крепь из слоя набрызг-бетона (толщиной 3-4 см, армированного стальной сеткой), и стальных арок из прокатного металла. Одновременно методом струйной цементации устраивали 12 наклонных (под углом 10° к вертикали) столбов длиной 3-4 м и диаметром 0,6 м под пяты свода.

Опережающую крепь из укрепленного струйной цементацией грунта применили также на строительстве кабельного тоннеля в г. Сан-Паулу (Бразилия) в слабых неустойчивых грунтах. Тоннель оvoidального поперечного сечения пролетом 4,26 м и высотой 1,52 м проходит под застроенной городской территорией и пересекает канал Тамандате на глубине до 25 м от поверхности воды.

По трассе залегают в основном аллювиальные грунты: пески, илистые и твердые серые глины. Уровень грунтовых вод в период затяжных дождей повышается почти до дневной поверхности. В этих условиях прокладку тоннеля было решено вести горным способом по технологии НАТМ под защитой опережающих экранов из грунта, закрепленного струйной цементацией. На тех участках, где в нижней части тоннеля залегают плотные глины, защитный экран устраивали только по своду и боковым стенам, а на участках неустойчивых грунтов - по всему периметру тоннеля.

Секции опережающей крепи на первом участке состояли из 21 столба закрепленного грунта диаметром 0,6 м и длиной 8,5 м, а на втором -

из 34 таких же столбов. При проходке подводной части в водоносных грунтах помимо опережающей крепи по контуру тоннеля по концам каждой секции методом струйной цементации устраивали торцовые диафрагмы толщиной 1,5-2 м. Для этого по всей площади забоя выработки забуривали горизонтальные скважины длиной 8,5 м, в донную часть которых нагнетали цементный раствор. В процессе бурения скважин во избежание прорыва воды в выработку использовали превенторы. В пробуренные скважины нагнетали смесь из портландцемента и воды в соотношении 1:1 в песках и 1,0:0,8 в глине. Прочность закрепленного струйной цементацией грунта составила 4 МПа.

На участке тоннеля длиной 82 м было выполнено 316 контурных столбов длиной по 7,5 м и диаметром 0,6 м и 514 горизонтальных - соответственно по 1,5-2 м и 0,8 м (для диафрагм). Проходку под защитным экраном вели горным способом с установкой арочной крепи и возведением обделки из набрызг-бетона. В процессе проведения работ контролировали размеры колонн стабилизированного грунта, их положение в плане и профиле, прочность, водонепроницаемость и др. Принятая технология позволила осуществить безаварийное строительство тоннеля под каналом в сложных инженерно-геологических условиях.

Опережающие экраны из грунтоцементных столбов в сочетании с арочной крепью и опорными элементами из микросвай используют в настоящее время на строительстве в Японии 2-ярусного автодорожного тоннеля Оуме протяженностью 2 095 м и площадью поперечного сечения от 221 до 261 м².

Центральный участок тоннеля длиной 1 093 м проходит под застроенной территорией на мелком заложении (6,9-7,8 м) в слабоустойчивых водоносных гравелистых грунтах (крупность частиц от 2 до 20 см) с включениями ила. Проходку тоннеля ведут по технологии НАТМ с поэтапным раскрытием выработки пролетом 15,75 м (рис. 2). Породу разрабатывают механизированным спо-

сособ с погрузкой ковшовым погрузчиком в транспортные средства.

В первую очередь устраивали экран из стальных труб длиной 12,5 м в сводовой части тоннеля. Перфорированные трубы диаметром 114 мм с толщиной стенок 6 мм располагали в поперечном направлении с шагом 0,6 м (на пропорциональном участке - 0,3 м) и через них в грунт инъектировали цементный раствор под давлением 0,5 МПа. Он проникает в грунт примерно на 20 см, образуя вокруг труб грунтоцементные столбы диаметром 0,50-0,55 м.

Под таким экраном вдоль стен тоннеля были пробурены две горизонтальные скважины с обсадкой из труб для обеспечения дренажа (до 100 л/мин.). Для закрепления призабойной зоны под сводом калотты устраивали наклонные (под углом 3° к оси тоннеля) столбы из грунта, закрепленного струйной цементацией диаметром 0,8 м и прочностью 7 МПа.

Тоннельную выработку раскрывали сверху вниз 4 ступенями: вначале малую и большую калотту с возведением промежуточного перекрытия, а затем штроссу и лотковую часть выработки. По мере раскрытия калоттного профиля устанавливали арочную крепь из стальных профилей Н-200 и наносили набрызг-бетонное покрытие по верхнему своду толщиной 0,25 м и по временному обратному - 0,2 м.

Давление от собственного веса свода тоннеля (100-110 т/м) временно передавали на опорные микросваи (4 шт. на участке длиной 9 м), которые устанавливали до бетонирования промежуточного перекрытия. До раскрытия нижних ступеней под промежуточное перекрытие методом струйной цементации были устроены вертикальные сваи диаметром 0,8 м и прочностью 4 МПа.

Использование комбинированной крепи в сочетании с поэтапным раскрытием выработки позволило свести к минимуму деформации грунтового массива и поверхности земли. Так, по результатам геотехнического мониторинга, максимальные осадки дневной поверхности после раскрытия калоттного профиля составили 15 мм, а штроссы - 20 мм.

Экраны из грунтоцементных свай, стальные перфорированные трубы и инъекционное закрепление грунта применили в Японии на строительстве тоннеля Сатсума Тагами протяженностью 3 297 м по трассе железнодорожной линии Синкансен. В пределах застроенной территории г. Кагошима трасса тоннеля проходит на глубине от 25 до 70 м в сложных инженерно-геологических условиях, характеризующихся чередованием участков достаточно устойчивых полускальных пород и локальных эрозионных зон, распространяющихся с поверхности земли до уровня горизонтального диаметра тоннеля. Эрозионные зоны заполнены твердыми минеральными композициями, которые под действием грунтовых вод разрушаются, превращаясь в текучую несвязную массу, не способную к консолидации.

В связи с этим проходку эрозионных зон вели под защитой опережающих экранов из стальных перфорированных труб в сочетании с инъекционным закреплением грунта. Для этого через трубы экрана производили нагнетание стабилизирующих составов. Традиционные способы искусственного замораживания грунтов и понижение уровня грунтовых вод в данных условиях оказались неприемлемыми из-за опасности осадков грунтового массива и поверхности земли.

Экран из стальных труб наружным диаметром 1,016 м был создан в сводовой части тоннеля (рис. 3). Для прокладки труб с шагом 0,3 м приме-

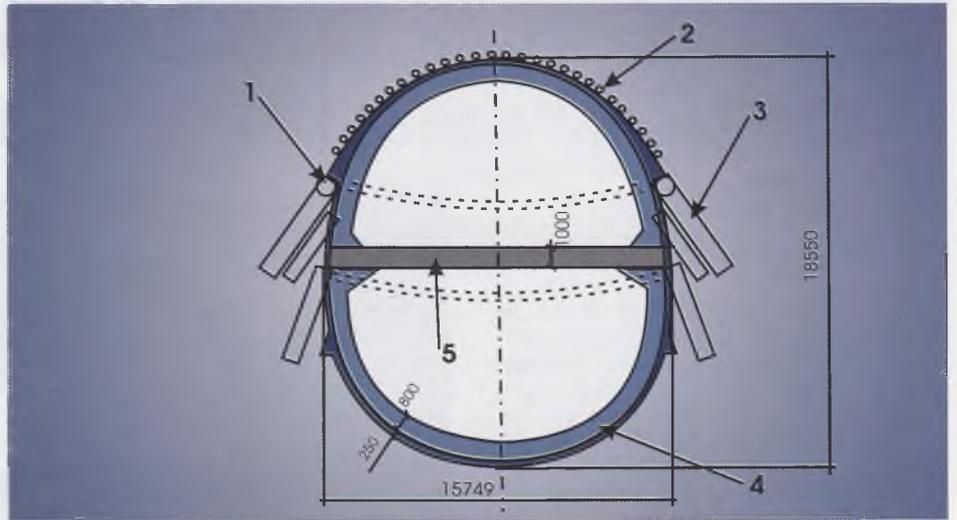


Рис. 2. Поперечное сечение 2-ярусного тоннеля Оуме: 1 - грунтцементные столбы; 2 - экран из труб; 3 - наклонные микросваи; 4 - обделка из монолитного бетона; 5 - промежуточное перекрытие

нили микротоннельную технологию, используя микрощиты диаметром 0,8 м с бентонитовым пригрузом и установку для продавливания. Такая технология считается более надежной, чем бурение скважин, с точки зрения предотвращения вывалов грунта в забое и преодоления возможных препятствий в виде валунов, стволов деревьев, старых свай.

Трубы продавливали звеньями длиной по 2 м по мере продвижения микрощитового комплекса, соединяя их между собой болтами. Для снижения усилий продавливания поверхность труб покрывали антифрикционным составом.

По мере проходки зазоры между трубами заполняли двухстадийным инъектированием стабилизирующего состава, создавая над экраном воротник из закрепленного грунта толщиной до 1,5 м и прочностью 1 МПа. Параллельное ведение работ по продавливанию и закреплению грунта существенно сократило сроки строительства. Длина экрана из труб в пределах первой нарушенной зоны достигала 96 м.

Для оценки напряженно-деформированного состояния грунтового массива и прогнозирования возможных осадков были выполнены расчеты методом конечных элементов. Исследования двухразмерных моделей показали, что характер и интенсивность развития мулды оседания

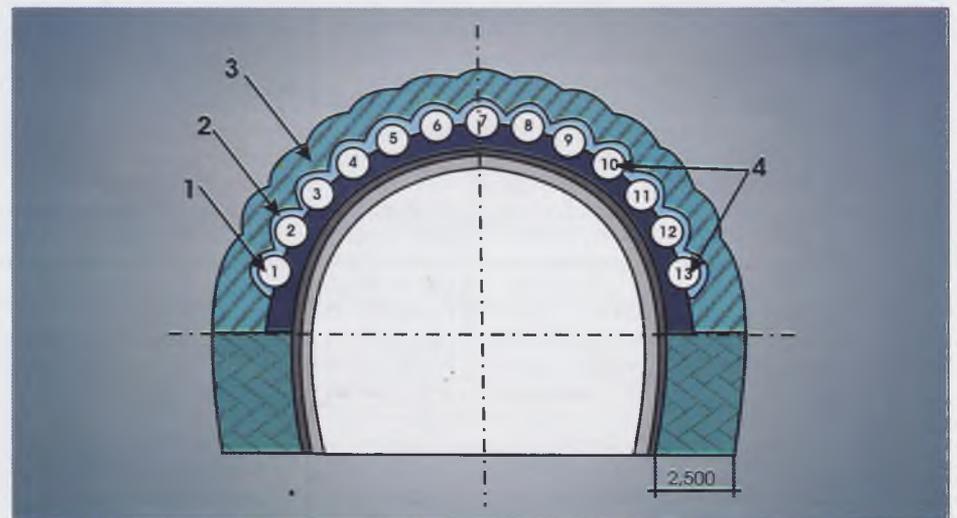
грунтов не выходят за допустимые пределы. Это было подтверждено данными мониторинга сдвижений и деформаций в натуральных условиях.

Проходку тоннеля под защитой экрана из труб вели заходками по 10,5 м (первая - 15 м) ступенчатым забоем, устанавливая в калотте арочную крепь из двуглавых балок Н-200, и нанося слой набрызг-бетона толщиной 200 мм. Во избежание нарушения устойчивости забоя его закрепляли набрызг-бетоном и возводили временный обратный свод толщиной 250 мм в калотте. Вторичную обделку сооружали из железобетона толщиной 0,4 м с обратным сводом в 0,5 м.

Новую технологию устройства защитного экрана из микросвай применили на строительстве тоннеля на кольцевой автомагистрали в г. Праге. Два параллельных тоннеля мелкого заложения длиной свыше 2 км заложены в слабоустойчивых грунтах и сооружаются по технологии NATM. На участках плотно застроенной территории во избежание нарушений поверхности были приняты дополнительные защитные меры, включающие консолидирующее и компенсационное нагнетание, а также экраны из микросвай.

Сваи длиной от 12 до 15 м, располагаемые под углом 5-6° к оси тоннеля, устраивали с использованием специального бурового оборудования BOODEX шведской фирмы Атлас Копко. В сече-

Рис. 3. Схема расположения труб экрана и зоны закрепленного грунта: 1 - стальные перфорированные трубы; 2 - первичное закрепление; 3 - вторичное закрепление; 4 - номера труб экрана



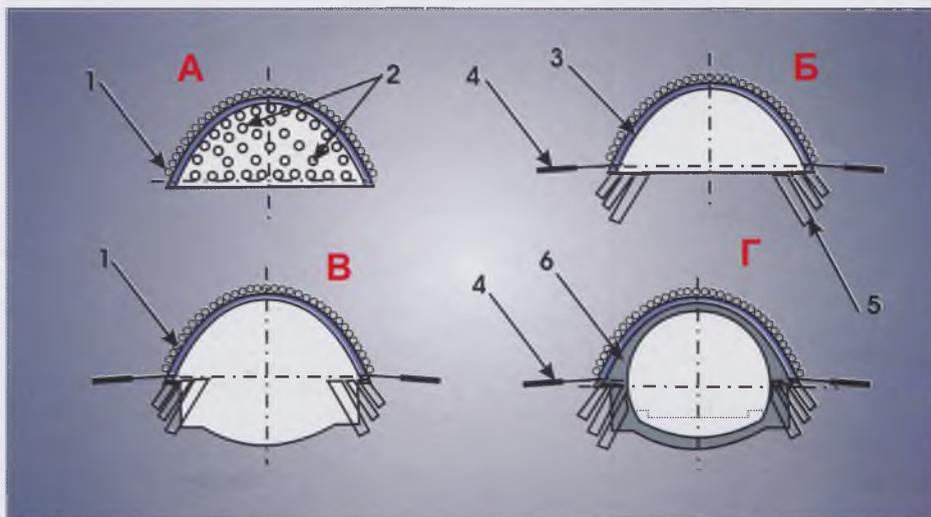


Рис. 4. Этапы проходки (А-Г) тоннеля Прапоптин: 1- экран из грунтоцементных столбов; 2 - фибергласовые нагели; 3 - арочная крепь; 4 - анкеры; 5 - наклонные микросваи; 6 - обделка тоннеля

нии тоннеля располагали от 18 до 25 микросвай с шагом 0,4-0,5 м.

Для бурения скважин диаметром 123 мм по трассе тоннеля раскрывали камеры с превышением над контуром выработки на 0,68 м и длиной 8, 9 или 12 м в соответствии с длиной микросвай и величиной перекрытия соседних секций (3-4 м). В пробуренные скважины проталкивали перфорированные стальные трубы диаметром 114 мм с толщиной стенки 6,3 мм, через которые в грунт нагнетали цементный раствор под давлением 0,2-0,5 МПа.

В 2002 г. должно быть завершено строительство железнодорожного тоннеля Вольфсгрубен протяженностью 1 743 м в Австрийских Альпах. На припортовых участках тоннеля залегают неустойчивые водоносные грунты, в связи с чем тоннель проходили под защитой опережающей крепи из двух рядов микросвай длиной до 20 м с перекрытием соседних участков на 2 м.

Работы вели по технологии NATM с раскрытием выработки сечением 120-130 м² в два этапа и двухслойной крепью из набрызг-бетона. После проходки 50 м со стороны восточного портала

в набрызг-бетонной крепи обнаружили трещины, и возникла опасность вывалов грунта. В связи с этим потребовалось устройство наклонных столбов длиной 3-4 м под пяты свода и инъекционных анкеров длиной до 10 м в радиальном направлении.

Наиболее сложные условия имели место у западного портала на 60-метровом участке. Здесь также устраивали защитный экран из двух рядов микросвай, выполненных из 76-мм перфорированных стальных труб, через которые в грунт нагнетали цементный раствор. В результате удалось стабилизировать грунтовый массив и обеспечить безопасную проходку калоттного профиля способом сплошного забоя.

В сложных инженерно-геологических условиях построен автодорожный тоннель Прапоптин длиной 4,4 км (Италия). Две параллельные выработки пересекают горный массив, сложенный разнородными грунтами. Восточный участок тоннеля длиной 700 м проходит под застроенной территорией на мелком заложении в аллювиальных грунтах с крупными валунами. Центральный - глубокого заложения пролетает под

действующим железнодорожным тоннелем в гнейсах и глинистых сланцах, а западный - длиной 200 м пересекает трассу железной дороги и заложен на небольшой глубине в слабых водоносных грунтах (пески и илы).

В соответствии с инженерно-геологическими условиями и глубиной заложения тоннеля проходку его вели различными способами. Восточный участок сооружали под экраном из грунтоцементных столбов с опиранием свода на микросваи, центральный - с применением буровзрывного способа при ограничении глубины заходок до 1,0-1,5 м в зоне пересечения с действующим железнодорожным тоннелем.

Западный участок сооружали с поэтапным раскрытием забоя под защитой опережающих экранов из 38 грунтоцементных столбов диаметром 0,6 м по контуру выработки, выполненных методом струйной цементации, и 40 фибергласовых нагелей длиной 12 м в призабойной зоне и скальных анкеров в пятах арок (рис. 4).

На первом этапе устраивали опережающую крепь, под защитой которой на втором этапе раскрывали калоттный профиль, закрепляя его стальными арками и горизонтальными анкерами, и под пяты арок подводили наклонные столбы. На втором - устанавливали фибергласовые нагели. Работы третьего этапа включали раскрытие штроссы, четвертого - возведение обделки из монолитного бетона. По мере проходки фибергласовые нагели срезали.

Представляет интерес опыт строительства тоннелей на автомагистрали Е-71 между Римом и Равенной в Апеннингах (Италия). Тоннели заложены в сланцах различной крепости, для разработки которых использовали гидравлические молоты Rummer S86 и S84, смонтированные на экскаваторе Fiat Allis.

Для крепления выработок площадью поперечного сечения 95 м² использовали 12-метровые экраны из столбов, выполненные методом струйной цементации фирмой "Родино", скальные анкеры длиной 5 и 6 м, стальные арки из двутавровых профилей с шагом 1,5 м, между которыми наносили покрытие из набрызг-бетона (рис. 5). Под пяты свода и стен были подведены микросваи длиной 6, 10 и 20 м. Обделку из монолитного бетона толщиной в замке 0,7 м и в обратном своде 0,8 м возводили в тоннельной опалубке "CIFA".

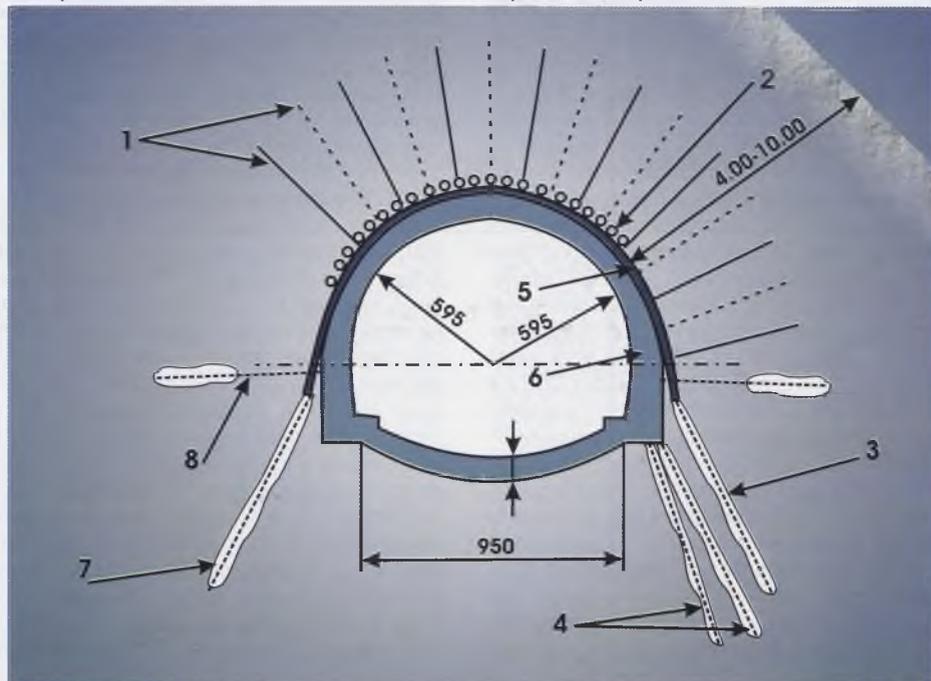
Современный опыт прокладки тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях свидетельствует об эффективности применения опережающих экранов из грунтоцементных столбов в сочетании с арочной и анкерной крепью, опорными микросваями и фибергласовыми анкерами и нагелями в призабойной зоне.

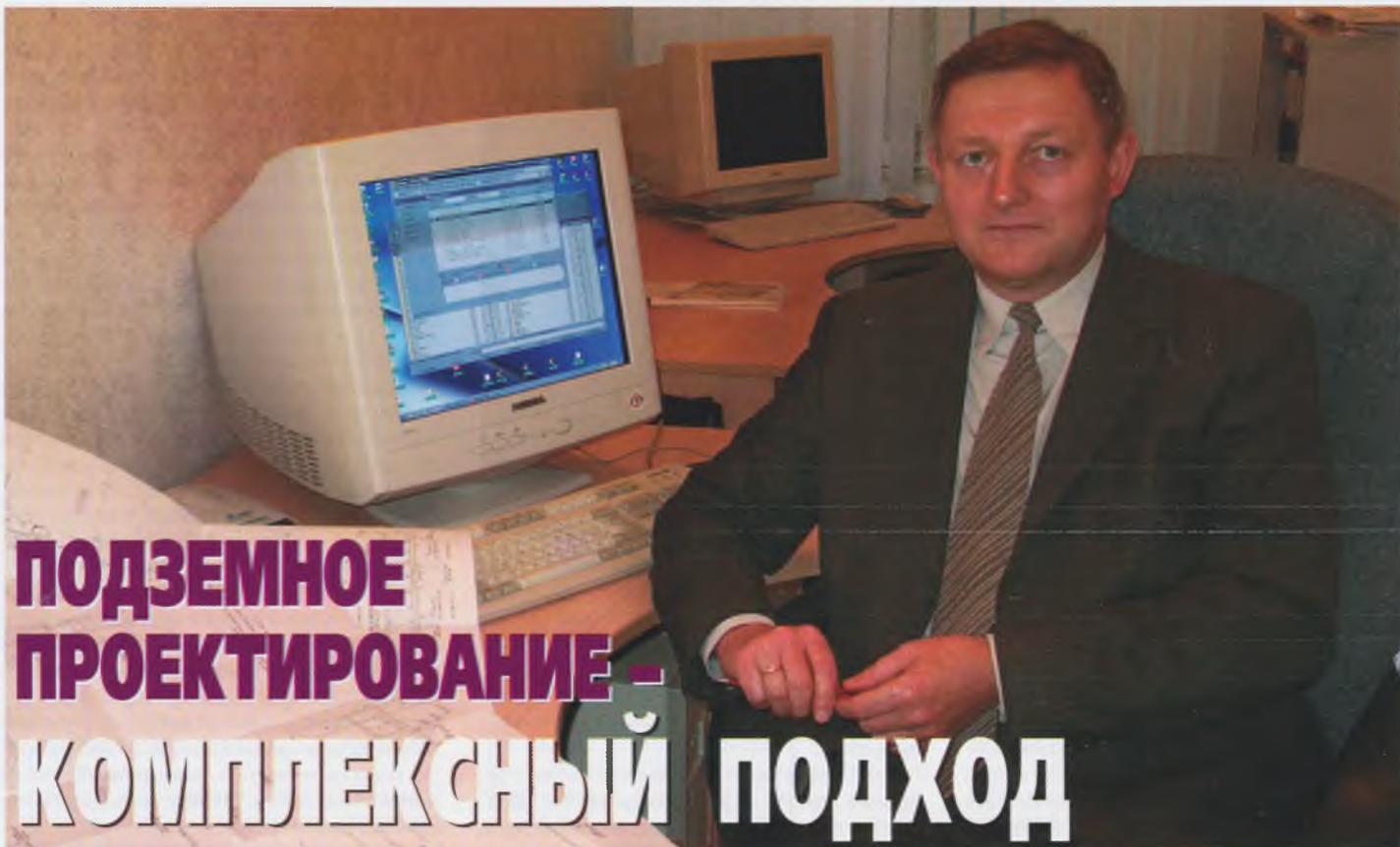
Использование комбинированной крепи позволяет вести сооружение крупно-пролетных тоннельных выработок в нарушенных и слабоустойчивых грунтах сплошным или ступенчатым забоем с разработкой породы буровзрывным или механизированным способами с минимальными нарушениями поверхности.

В водоносных грунтах целесообразны поперечные грунтоцементные диафрагмы, располагаемые по концам защитных экранов и выполняющие функции противофильтрационной завесы, обеспечивая безопасные условия проходки очередного участка тоннеля.

Применяя комбинированную крепь, необходимо осуществлять систематический мониторинг деформированного состояния грунтового массива и элементов крепи тоннеля.

Рис. 5. Схема крепления тоннельной выработки: 1 - анкеры; 2 - трубы экрана; 3 - микросваи; 4 - микросваи; 5 - набрызг-бетон; 6 - обделка из монолитного бетона; 7 - микросваи; 8 - анкеры





ПОДЗЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ – КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

Уважаемые читатели! Мы продолжаем знакомить вас с наиболее яркими специалистами нашей отрасли. В этот раз мы встретились с генеральным директором ООО "Инженерное бюро Юркевича" Павлом Борисовичем Юркевичем

– Павел Борисович, однажды Вы сказали, что «Инженерное бюро Юркевича» может составить конкуренцию ведущим отечественным проектным институтам. Что Вы имели в виду?

– Да, действительно, это так. Мы можем конкурировать с такими институтами и, прежде всего, по качеству выполняемых нами работ. Оно у нас намного выше. За долгие годы работы в «Минскметропроекте» я осознал пагубность разделения труда в проектировании: одни люди проектируют технологию строительства, другие – конструкцию. И первые не понимают вторых. Но ведь конструкция в подземном строительстве – производная технологии. Для полной реализации проекта необходимо пересечение технологии и проектирования. И я решил для себя: в моем Бюро не будет этого разделения. Одни и те же люди будут проектировать и технологию и конструкцию. Также мы вооружились отличным от наших бывших советских институтов стилем разработки и оформления проектной документации. Наши конструкторские чертежи фактически содержат инструкции по технологии выполнения, прекрасно читаются, и даже не знакомый с нашим проектом человек может спокойно в нем разобраться, а также, при необходимости, используя специально предусмотренную сводную для всего комплекта чертежей ведомость деталей, оперативно заказать все необходимые изделия на заводе. Все это мы почерпнули из зарубежного опыта проектирования. Все соответствует лучшим европейским образцам.

– Павел Борисович, мы еще вернемся к вопросу о вашей сегодняшней работе, но Вы упомянули «Минскметропроект».

Расскажите, пожалуйста, об этом периоде Вашей жизни.

– Я стал работать в «Минскметропроекте» практически через восемь месяцев после окончания МИИТа. По распределению институт предложил мне красить мосты на Горьковской железной дороге (это с красным-то дипломом – здорово звучит!), а я поступал туда с мечтой строить метро. И когда я отказался, был направлен в родную Беларусь, в самую дальнюю точку – в г. Брест, в «Мостоотряд № 58». Затем, осознав, что строительство не для меня, перешел несколько месяцев спустя на работу в минский институт «Белгипродор» в качестве инженера мостового отдела. И тут мне повезло. В 1977 г. был создан проектный институт «Минскметропроект», и ему необходимы были специалисты. А главный инженер проекта «Белгипродора», уже узнав меня в работе, видя мое желание действительно заниматься интересными делами, посоветовал мне туда обратиться. Директором «Минскметропроекта» был назначен ГИП из «Метрогипротранса» Ю. Д. Плотников. Когда-то он вел дипломное проектирование в МИИТе, поэтому не удивительно, что сразу же меня узнал и пригласил к себе на работу. С марта 1978 г. я стал работать в «Минскметропроекте» в должности инженера. Коллектив подобрался отличный: часть людей – с опытом строительства и проектирования метрополитенов в других городах, другие – из Минска, имевшие опыт промышленного и гражданского строительства. Была осуществлена очень удачная кадровая политика. Главным конструктором «Минскметропроекта» был назначен очень талантливый промышленник, имевший массу изобретений, человек с нестан-

дартным мышлением и творческой жилкой – Николай Николаевич Кондаков. Он принес новую свежую струю в проектирование, смотрел на все более широко и с разных точек зрения. Именно его я считаю своим учителем (после МИИТа, давшего мне основную базу знаний).

– Вы ведь принимали непосредственное участие в проектировании односводчатых станций.

– Да. У руководства появилась идея разработки односводчатых сборно-монолитных станций. Мне предложили принять участие в авторском коллективе по разработке станций метрополитена нового поколения. Естественно, я сразу же за это ухватился, загорелся. Держалось все это на энтузиазме, сидели за работой по вечерам и в выходные. Мне все это нравилось, было интересно. Наш творческий коллектив получил Премию Совета Министров СССР. Я занимался расчетами по программе «Лира», разработанной НИИ АСС Украины, и первая сводчатая станция Минского метрополитена «Восток» появилась такой, какая она есть, именно в результате этих расчетов. Первоначально, следуя сложившимся стереотипам, было желание жестко связать сборные железобетонные элементы свода с арматурными вулканами из траншейных стен. Было очень нелегко смоделировать столь «сложную» конструкцию, и в поисках расчетной схемы родилась такая модель, результат расчета по которой поразил всех. Оказалось, что стремление сделать жестко – это не значит сделать хорошо. Выяснилось, что есть другой подход, и эти результаты были получены. Они позволили внести очень большие изменения в саму конструкцию этих станций. Мы сразу же отказались от этой

жесткой связи и остановились на схеме конструкции, на базе которой возведено немало станций Минского метрополитена. Это, собственно, и дало мне возможность поверить в свои силы, в свою инженерную состоятельность.

– **А какие станции Минского метрополитена возведены по такой конструкции?**

– Это: «Восток», «Фрунзенская», «Купаловская», «Тракторный Завод», «Молодежная», «Автозаводская» – все они односводчатые с пологим сводом. Станции эти необычные, и до сих пор к ним не ослабевает интерес специалистов, даже за рубежом.

– **Сколько лет Вы проработали в «Минскметропроекте», и в какой должности?**

– В институте я проработал 15 лет – до 1993 года. Это явилось для меня отличной школой. После пуска первой линии Минского метрополитена Ю. Д. Плотников возвратился в Москву, началось броуновское движение и я, в свои 29 лет, был назначен главным конструктором «Минскметропроекта» – самым молодым в СССР. Первое время мне приходилось нелегко. Я даже слегка боялся собственного коллектива. Но уже через полгода страх прошел, работа так увлекала, такой спектр проблем и возможностей их решения открылся! Это были очень, очень хорошие годы...

– **Как же Вы попали в частный бизнес?**

– В 1993 г. я понял, что надо что-то менять. У меня возникли разногласия с руководством по поводу пути развития и намечаемых реформ, и я решил на уход из института. Но куда? Решил создать собственное предприятие, но что это такое – не представлял. И вот 14 апреля 1993 г. по моему адресу прописки в г. Минске было зарегистрировано частное предприятие ООО «Инженерное общество Юркевич и Ко».

– **Павел Борисович, а почему Вы были уверены, что маленькая частная организация доверят проектировать серьезные подземные объекты? Или мечту о строительстве метро Вы считали осуществленной?**

– Нет, конечно. Я и сейчас мечтаю проектировать метро. Но скорее это произойдет где-нибудь в Милане или Нью-Йорке, чем в России... Кто придавал уверенность? Да я сам! Я верил в себя. Но первые два года были тяжелейшими. Не было ни офиса, ни оборудования. Кабинетом мне служила часть спальни, где стояла чертежная доска. Заказов тоже практически не было никаких. Более того, я столкнулся с целой сте-



Станция «Восток» – первая односводчатая станция Минского метрополитена

питала – только мои единомышленники да мои знания. Это теперь я могу спокойно сказать, что мое Общество с Ограниченной Ответственностью содержит этой самой ответственности на порядок больше, чем любой институт. А тогда... Никто не верил. Но со временем ситуация менялась. Отношения с «Минскметропроектом» потеплели. Стали поступать небольшие заказы. Когда заработали первые 300 \$, как же мы радовались. Наконец-то смогли приобрести факс, потом компьютер.

– **Когда к вам поступил первый серьезный заказ?**

– Шел 1995 год. Нам поступило деловое предложение сотрудничать с южно-корейской компанией «Samsung», которая строила Деловой Центр в Большом Гнездиновском переулке в Москве. Генеральным проектировщиком выступала финская компания. Нашей задачей являлось проектирование ограждения и временного крепления котлована Делового Центра, а также усиление фундаментов соседнего здания.

На тот мой уровень меня поразила документация, которую предъявила нам фирма. Я, как специалист, сразу понял, что имею дело с дилетантами. И мы решили провести небольшую ревизию. Сделали грамотный проект, где налицо была явная экономия. Корейцы все это заметили, приняли к исполнению документацию, но глав-

альная работа, которую можно было посмотреть, рекомендации руководства корейской фирмы. Мы пришли в Пушкинский музей на качественно более высоком уровне. Имея опыт работы с иностранной компанией, мы тщательно вникали во все детали.

В начале 1996 г. на строительстве нулевого цикла Делового Центра в Большом Гнездиновском переулке я познакомился с президентом итальянской компании «ELSE», предоставившей свое оборудование, технологию и частично персонал для выполнения траншейных стен российскому подрядчику. Он был удивлен тому, что мы смогли выполнить проект траншейных стен по итальянской технологии самостоятельно, но еще больше удивлен, увидев уровень моих разработок и публикацию в Оксфорде. За этим последовало приглашение в Италию, где, спустя несколько месяцев после нашей первой встречи, мне был оказан высокий прием. Я познакомился с ведущими итальянскими специалистами и был поражен культурой этих людей. Меня пригласили на заседание тендерной комиссии по строительству одного из сложнейших участков Миланского метрополитена, где присутствовали только итальянцы, но т.к. я был единственным иностранцем, все эти люди перешли на английский язык исключительно ради меня. И тогда я начал понимать, что если ты настоящий специалист – тебя всегда будут уважать и считаться с тобой. И моим сегодняшним успехам здесь, в России, я обязан во многом западным компаниям.

После Милана я окончательно поверил в свои силы, ко мне пришло столько энергии. И уже само собой произошло, что передо мной стали раскрываться все двери. Мы проектировали фондохранилище для Пушкинского музея, потом встал вопрос об укреплении фундамента. Собирались строить конференц-зал.

Мы предложили новую для России и оригинальную технологию «jet-grouting», и «Ингеоком» загорелся. Надо сказать, что президент «Ингеокома» М. С. Рудяк – человек амбициозный в хорошем смысле слова. Он хочет всегда быть впереди, выше и сильнее, хочет чего-то нового, не боится рисковать. Но этот риск у него всегда тщательно просчитан. Он поддержал мои предложения, и условия Пушкинского музея позволяли это. Я немного боялся такой ответственности

В свои 29 лет я был назначен главным конструктором "Минскметропроекта" – самым молодым в СССР

ной неприятия. Но помогли друзья. Они посоветовали опубликовать мои разработки в одном из влиятельнейших мировых научных изданий по подземному строительству «Tunneling and Underground Space Technology». Талантливейший переводчик в области тоннелестроения М. И. Карамышев блестяще перевел мою статью. Издательство «ТИМ» отослало ее в центр подземных исследований в Миннеаполис, и через некоторое время я узнал, что статью решили напечатать. И где? В Оксфорде! Это был прорыв! До этого публикаций из Советского Союза там не было. И эта статья мне очень помогла. Ведь раньше, когда я работал в «Минскметропроекте», за мной стоял институт с огромной базой. Теперь же – я один, без имущества, без оборудования, без ка-

ный проектировщик восстал. Кому вы верите? Корейцы затребовали более детальную информацию для проверки и в итоге убедились, что опровергнуть наши расчеты невозможно: они были безупречны. Конкуренты капитулировали. Мы получили свои первые дивиденды. Отзывы были просто блестящие.

И все-таки толчком к финансовому становлению и признанию частной фирмы профессионалов стала та публикация в журнале.

Затем ко мне обратились «Ингеоком» с предложением поучаствовать в реконструкции Пушкинского музея. Им нужно было запроектировать фондохранилище. Меня это очень заинтересовало. Но возник вопрос: можно ли мне доверить, кто я? Но за спиной уже был «Samsung», ре-



Строительство и готовый вид автостоянки на площади Революции в Москве

и позвонил в Милан, где мне тут же пообещали и впоследствии реально оказали помощь. К сожалению, вскоре появились проблемы с финансированием, и работы временно заморозили. Но мы стали продолжать сотрудничество с «Ингеокомом», им понравился стиль нашей работы.

– И после таких результатов, наверно, заказов стало много?

– Совсем нет. Но я считаю, что самое страшное – это бездеятельность, которая является концом всему. Пусть даже мало денег, нет какое-то время заказов, – останавливаться нельзя, я это уж теперь знаю наверняка. Мы год исследовали самые невероятные схемы строительства односводчатых подземных сооружений. Эти труды нигде не опубликованы. Это, фактически, неза-

чеким решениям. Проект предусматривал использование полускрытого способа строительства с разработкой грунта под защитой двугавровой распорной системы, формируемой участками плоских перекрытий и поперечных стен. На завершающей стадии строительства каждый из четырех этажей представлял бы набор боксов на три автомобиля с продольным проездом к рампе. Критиковать чужую работу – дело неблагодарное, к тому же мне прямо дали понять, что ждут альтернативного решения. И я проработал те решения, которые всем сегодня известны по публикациям. Они в корне отличались от предложенных ранее – четыре уровня унифицированных пологих сводов и ни одной колонны или стены. Оформленное совместно с «Инге-

очень легкой: диаметр 16 А-III с шагом 75 мм, а между каркасами – никаких сварных швов. Это еще Н. Н. Кондаков мечтал упростить сводчатые станции в г. Минске. Там море сварки, ужас! И я реализовал мечту моего учителя: стал искать решения и нашел их. Но это не было встречено с радостью. Реализация сложнейших технических решений – всегда огромный риск. Понятно, что нам сказали: вот вы пришли на рынок, так гарантируйте успех! Мы согласились. Но, чтобы задуть все на корню, нам сказали также: разработайте проект основных технических решений, срок – 10 дней. А ведь в техническом проекте необходимо показать все. На эту задачу у огромного проектного института уходит несколько месяцев. И они думали, что нам уже все, конец. К тому же была проблема цементации разрушенных известняков, опасность деформации нижележащих тоннелей. Мы решили сотрудничать с Миланом. Я срочно отправляюсь туда, понимая, что у нас всего 10 дней и 10 ночей. Трудюсь в Италии, постоянно звоня и консультируя своих сотрудников по всем вопросам оттуда. Здесь, в России, не знали, что нами уже наработан целый диссертационный объем по односводчатым конструкциям! Огромный багаж исследований. И в Милане мне помогали. По возвращении в Москву, буквально накануне приезда в Госкомиссию по рассмотрению нашего решения, я заехал на Белорусский вокзал, куда прибыли поездом чертежи. Чертежи наши я подписал без проверки в присутствии людей из комиссии. Я был уверен в их правильности!

И когда все увидели, что за 10 дней такое возможно, то были потрясены. Они увидели блестящие, детально проработанные графику и решения. Все было безукоризненно! Это была победа.

– Чтобы проектировать на должном уровне, необходимы специальные программы. Вы сами их разрабатываете или пользуетесь уже готовыми?

– Надо сказать, что у меня всегда была мечта создать компьютерный центр, разрабатывать программы. Еще работая в «Минскметропроект», я предлагал инвестировать средства в создание определенных компьютерных программ, на основании которых можно будет и НАТМ проектировать и выполнять очень сложные задачи в других областях. Но никто не поддерживал этих предложений, т. к. результат ожидался толь-

окомом» предложение оказалось на рассмотрении у В. И. Ресина, которому оно понравилось. Мне звонят и спрашивают, уверен ли я, что все это возможно осуществить. И я ответил, что да, уверен. Но накануне наш расчетчик обнаружил такие сверхдопустимые деформации, что стало страшно. Предложенный свод был рекордно пологим – с внутренним радиусом более 42 м и очень тонким – всего 30 см в шельге. Но я знал и верил, что справлюсь с этой задачей, хотя это и выглядело безумием! Были проблемы с технологией, а из-за больших расчетных деформаций сводов получался невероятно высокий расход арматурной стали. И тогда мне пришла в голову идея: проработать систему регулирования напряженно-деформированного состояния сводов с помощью бокового обжатия грунтом и управления их осадками. Именно это и было реализовано на площади Революции. Поэтому-то и было запроектировано две геометрии унифицированного свода: первичная и вторичная. Первичная – при снятии опалубки и управлении осадками, и вторичная – после того, как свод напрягался под давлением.

Мы также проработали технологию, позволившую достичь невиданных темпов строительства – 90-100 пог. м монолитного ж.-б. свода пролетом 17,6 м в месяц. И при этом основная рабочая арматура срединных каркасов свода

щищенная диссертация. В ней масса конструктивных решений, рассмотренных с разных точек зрения: технологии, геометрии свода, глубины заложения. Мы эти исследования провели и откапали там такое! Взять, например, станцию «Молодежная» в Минске. Строители нарушили технологию обратной засыпки и превысили расчетные нагрузки – свод дал осадку 100 мм. Все заволновались, стали выяснять, почему свод так сел, а трещин не образовалось? Я позже объяснил, что свод сел по одной причине: схема конструктивно такая. Произошло перераспределение напряжений и деформаций. Свод, просто как НЛЮ в фантастических фильмах, в упругом состоянии изменил форму. Но с ним ничего не произошло, он не разрушился. Вот почему и не образовалось трещин. И, действительно, до сих пор станция эксплуатируется. Но остались проблемы с гидроизоляцией, станция течет. А проблем с прочностью не существует. Так вот, тот наш труд не пропал даром. Ничего не бывает на пустом месте. Но, к сожалению, нет времени довести это все до ума. Этот труд до сих пор лежит в моем личном архиве.

В конце 1996 г. «Ингеоком» обратился к нам по поводу строительства подземной автостоянки на площади Революции с просьбой проанализировать намеченный к реализации проект и высказать свои соображения по принятым техни-

ко через несколько лет, а всем хотелось мгновенного. Но мы это реализовали сами. После образования частной фирмы, мы очень активно стали сотрудничать с профессором С.-Петербургского архитектурно-строительного университета Александром Борисовичем Фадеевым – одним из крупнейших геомехаников России. Мы купили у него программу «Геомод», которая, к сожалению, больше была создана для студентов, а не для проектировщиков. Но сам подход и теоретическая база – отличные. Они постоянно развивают ее. Мы использовали, образно говоря, теоретическую начинку этой программы. В дальнейшем мы стали сотрудничать с учеными НИИАСС Украины, заказали им разработку индивидуального расчетного процессора в нашей совместной постановке, который, как модуль орбитальной станции, состыковался с их программой и теперь работает неотделимо. Из нашего процессора есть выход в любой процессор вычислительного программного комплекса, но, поскольку к нему не написаны инструкции, доступа к нему никому, кроме нас, нет.

Так у нас появилась возможность одновременно решать сложные задачи технологии строительства и быстро проектировать железобетонные конструкции под них. Это основное и колоссальное преимущество. Мы обсуждали вопрос с НИИАСС Украины о дальнейшем сотрудничестве и расширении конечно-элементной базы моделей поведения различных грунтов, но наше финансовое положение пока не позволяет вкладывать необходимые для этого средства, но мы все равно эти средства изыщем, и будем развивать данное направление.

– Программа, которую вы разрабатываете, может проектировать и НАТМ?

– Эта программа – электронно-вычислительный комплекс для того, чтобы можно было проектировать практически все, в том числе и НАТМ. Хочу сказать, что существует, так называемая, философия НАТМ, которая гораздо шире сегодня понимается мной и теми людьми, которые очень далеко ушли в современных технологиях. Дело в том, что при развитии компьютерных программ с большим набором конечных элементов, описывающих разные свойства грунтов, надо научиться ставить различные задачи и правильно моделировать технологические процессы. Не важно, НАТМ это или подземная 5-этажная автостоянка на Арбате – задачи могут быть близки. Просто по-разному любой инженер (насколько он продвинутый) может решать одну и ту же задачу. Один пойдет по пути упрощения, другой – по более сложному. Если вы получите возможность и грамотно научитесь моделировать технологические процессы, то сможете проектировать не конструкцию, как таковую, а замкнутый технологический цикл. Мы давно получили такую возможность, и при проектировании Многофункционального комплекса «Царев сад» на Софийской набережной, подземной автостоянки МФЦ «Арбат-Центр» и многих других объектов исходили от замкнутого технологического цикла. Мы знали все о том, какие стадии проходит строительство от планировочной срезки грунта до завершения отделки фасадов, и четко, в соответствии с общей технологией (которая опять же разрабатывалась нами), проектировалась вся последовательность производства работ и специальные технологии строительства. После детальной разработки технологии строительства проектировались конструкции, тесно увязанные с нею и рассчитанные на каждой



Строительство подземного конференц-зала Пушкинского музея после усиления фундаментов зданий по технологии «jet-grouting»

стадии строительства и эксплуатации с учетом всех тех дополнительных усилий, что возникают в процессе производства работ.

Философия НАТМ – это просто потрясающая философия, при которой конструкция рассматривается не в отрыве, а в тесной связи с грунтовым массивом. Суть в том, что нужно так спроектировать технологию строительства, чтобы все, что мог взять на себя грунт (при этом, не потеряв своих физико-механических свойств и не перейдя в пластическое состояние) – отдать ему, а что не смог – подземным конструкциям, перераспределив, таким образом, напряжения и деформации. Лишь только часть нагрузок в этом случае передается на конструкции, тогда они и будут ажурными

и, да еще и с соблюдением российских норм. А вот для этого западные программы совершенно не годятся. Например, по опыту аналогичного предыдущего строительства сделали прогноз, изучили напряжения и деформации, ну и что? Нам нужно, имея заключение НИИОСП им. Н. М. Герсеванова и наши собственные расчеты с оценкой влияния строительства на окружающей грунтовой массив и напряженно-деформированное состояние возводимых конструкций, без промедления перейти к подбору армирования железобетонных и необходимых профилей стальных конструкций, затем к рабочим чертежам.

А программа «Flac»... Да, там действительно заложена очень хорошая теоретическая база, ос-

Моим сегодняшним успехам здесь, в России, я обязан во многом Западным компаниям

и легкими. Грунт рассматривается не как нагрузка, а как элемент несущей конструкции – вот философия НАТМ. Надо по максимуму заставить работать грунтовой массив.

Да, мы понимали, конечно, что только двух типов конечных грунтовых элементов недостаточно для отражения свойств самых разных грунтов, но, тем не менее, это позволило правильно почувствовать характер работы. Нужны очень большие деньги, чтобы создать нечто, конкурирующее с западными программами.

– Павел Борисович, но ведь на рынке достаточно западных компаний, специализирующихся именно на выпуске такого рода программ. Не проще ли их купить?

– У нас есть американская программа «Flac» – одна из лучших в мире. Именно ею пользуется фирма «Бетон унд Монирбау» для проектирования тоннелей ново-австрийским способом. Работать с ней очень тяжело и не все она позволяет делать. Ведь наша задача, как инженерного бюро нового типа – быть посредником между строительством, проектированием и наукой. Никому не нужна голая теория. Заказчику требуются чертежи, конечный продукт, а не рекомендации на словах. Необходимо, чтобы со всеми прогнозами и заключениями была увязана технология строительства и конструк-

нованная на методе конечных разностей, имеются типы элементов, моделирующие бетонную крепь, все очень внешне красиво... Но, помимо «горбатого» интерфейса, там очень ограниченные возможности моделирования крепи и других разнообразных конструкций, т. е. фантазия отсутствует. Если мне захочется спроектировать более сложную конструкцию, например, для площади Революции, и посмотреть, а как же работает гидроизоляция, защемленная между пятью сводами и траншейными стенами – эта программа не решит такой задачи никогда, потому что для этого нужна еще куча других специальных элементов. Именно поэтому нас так привлек НИИАСС Украины, где за годы существования СССР был создан очень мощный программный комплекс с обширной библиотекой конечных элементов.

– Сколько человек у Вас в штате?

– До недавнего времени у меня было два бюро: Минское и Московское. В Минске – 4 человека, и в Москве – 3. Всего со мной 8 человек. Но из-за того, что два братских славянских народа не могут договориться о налогообложении, я вынужден был переименовать и продать бюро в Минске. Платить налоги дважды я не в состоянии. Сейчас мы будем развивать Московское бюро, каждый год планируем брать



Начало строительства Строя 3 «Царева сада» в Москве

двух новых специалистов, т. к. на рынке частных и иностранных инвестиций объем заказов для нас растет.

– **Ваши услуги дорогие как проектировщика?**

– Если просто взять лист с расценками на услуги, прочесть, то кому-то это может показаться и дорого. Но по объему, по глубине проработки наша документация просто не имеет сравнения с тем, что делают другие отечественные проектные организации.

Например, нас обвинили в превышении цен в два раза по сравнению с ГПИ-2, когда решался вопрос о проектировании подземной автостоянки на Арбате. Но как можно доверять проектировать сложнейшие подземные сооружения людям, которые понятия не имеют, что такое подземка? Ведь строительство, как медицина. Вы же не пойдете лечить зубы к гинекологу только потому, что у него высшее медицинское образование. Это просто смешно. Так и в строительстве: есть наземное строительство, подземное или какое-либо другое. Можно уметь, извините, проектировать сарай, но, умея делать это, разве допустимо лезть в область подземного проектирования! Да, выбрали их, они стоили дешевле. От наших же услуг отказались полтора года назад. И так было до тех пор, пока строительство не зашло в тупик, и не возникли проблемы, как возвести 5-этажный паркинг открытым способом, если рядом много других зданий, станция и два тоннеля метро, на которые все это влияет, к тому же нет площадки для строительства (не с дирижабля же строить!). Не хочу сказать ничего плохого о проектировании ГПИ-2 в области наземного строительства, – наверное, они там специалисты, но ведь везде есть свои тонкости, своя специфика. Естественно, Заказчику (ЗАО «Сиракузы») стало все ясно. ГПИ-2 за период своей деятельности успел сделать не так уж и много: там были планировки, некоторые конструктивные решения, которые, надо сказать, не выдерживали никакой критики. И Заказчик понял, что строить так невозможно, кроме того, получить положительное заключение государственной экспертизы на подобный проект не удастся (на основании наших расчетов, выполненных еще при проектировании траншейных стен по заказу французской фирмы «Soletanche Bachy» ему стало понятно, что строительство открытым спосо-

бом окажет существенное влияние на близлежащие здания). Необходимость перехода на полужакрытый способ была предпринята. И тогда ЗАО «Сиракузы» напрямую обратилось к нам. И те цены, которые когда-то показались им заоблачными, теперь таковыми не являлись. Наоборот, ими были фактически выброшены те деньги, которые пришлось платить за уже сделанную документацию, место которой нашлось на помойке. Для того чтобы Заказчик окончательно определился, мы предложили проработать досконально и открытый способ и полужакрытый. Очень быстро, за две недели, мы сделали проект основных решений. Это позволило Заказчику определиться и с финансами, и оценить все преимущества с точки зрения строительства, и было принято однозначное реше-

Грунт рассматривается не как нагрузка, а как элемент несущей конструкции – вот философия НАТМ

ние – никакого открытого, а только полужакрытый способ. И последующие события подтвердили правильность выбранного решения. Нам же полностью передали все проектирование. Строят этот объект финская фирма «SKANSKA East Europe Oy» (ген. подрядчик) и турецкая «МЕБЕ» (подрядчик).

После выпуска рабочих чертежей ни с одного объекта строительства нам никто никогда не звонит, ничего не спрашивает. Всем все понятно из наших грамотных и подробных чертежей, мы не ленимся все детализировать, для нас нет мелочей. Естественно, такой уровень проектирования не может быть дешевым. Кроме того, свою работу мы выполняем своевременно, исходя из главной потребности заказчиков – не допускать ни одного дня простоя на стройплощадке. И после нас ничего не течет, как, например, на Манежной площади, которая просто обречена на многократные ремонтные работы.

– **А вы и гидроизоляцией занимаетесь?**

– Мы проектируем, подбираем технологии, выбираем необходимые для гидроизоляции материалы. Вот, например, сейчас совместно с «Ингеокомом» мы давали свои рекомендации по гостинице «Интурист». Там, где воды много, отделаться просто битумной изоляцией нельзя, иначе потечет, невозможно будет проконтролировать стыки – необходима гидроизоля-

ция из геосинтетиков со страховочным дренажным слоем, та, которую мы разработали. Она впервые была применена на «Царевом саде». Причем там от фундаментной плиты до уровня грунтовых вод (уровня в Москва-реке) – 12 м, и сооружение стоит уже не один год, и нигде не обнаружено ни одного мокрого пятна. Там все сухо. Ведь в гидроизоляции тоже своя философия. Ни про один гидроизоляционный материал нельзя сказать однозначно, что он плохой. У каждого материала есть своя область применения, просто нельзя слепо тащить материал туда, где ему не место. Опять же надо понимать, как работает конструкция. Может быть прекрасный материал, и прекрасно выполнила подрядная фирма гидроизоляцию, но когда неправильно спроектированы узлы, и, в результате разности осадок между элементами конструкции, эту изоляцию, как бритвой, срезают, какие могут быть претензии при этом к подрядчику работ? Ошибки закладываются уже в проектной документации. Как раз в нашем журнале я читал интервью с ген. директором фирмы «Триада-Холдинг» А. А. Шилиным, где очень грамотный подход к вопросам гидроизоляции, но, к сожалению, узость специализации таких фирм тоже может привести к определенным проблемам. Необходимо еще точное знание конструкции, технологии строительства. Если они кооперируются со специализированными фирмами в конструкции и технологии строительства, то таких просчетов не допустят. Общение фирм поднимает нас, поднимает их и т. д.

Я вот что еще хочу сказать. Про тендерную систему в строительстве в России. В бюджетной сфере ее вообще нет, а рынок частных и иностранных инвестиций, где конкуренция высока, очень узок и крайне нестабилен. Я знаю, что такое тендер, я принимал в нем участие (в качестве наблюдателя) в Милане и знаю его цивилизованные правила. И на сегодняшний день, к сожа-

лению, констатирую, что на строительство Лефортовского тоннеля – нам путь заказан. Там все уже схвачено: свой Проектировщик, свой Заказчик, свой Подрядчик. И до тех пор, пока не будет настоящих цивилизованных тендеров в России – не будет настоящей и честной конкуренции, не будет современных отечественных технологий. Потому что для монополиста самое лучшее железобетонное изделие – куб бетона, желательное без арматуры!

– **Получается, что на сегодняшний день вы не можете конкурировать с «Метрогипротрансом»?**

– Нет. И только потому, что никому это не надо, нет тендеров. Ведь на чем прогрессирует Запад? Они внимательно, ревниво следят за конкурентами. Это хорошо. Вот, например, вы в чем-то преуспели, в какой-то технологии. Вас возьмут на работу. Но к вам будут присматриваться. И грамотная, продвинутая фирма очень быстро перекупит эту технологию легально, либо просто обойдет вас, создав на базе вашей технологии другую, патентоспособную, нового уровня и пойдет дальше. А в России этого нет. У нас так: там, где явно необходим «jet-grouting» или «стена в грунте» – будут навязывать буросекущиеся сваи. Потому что вы работаете с фирмой, которая ничего другого больше делать не может. То же самое будет и с гидроизоляцией, и со всем

остальным. Вы превратитесь просто в исполнителя чужой воли, и каждый раз вы будете плевать и говорить, я инженер, мне стыдно, я заранее знаю, что здесь потечет, здесь будет плохо то или это. Но вас заставят. А если вы независимы, вы просто можете сказать: «Я отказываюсь это делать». Что я и делал, и не один раз.

– Такая позиция, несомненно, достойна уважения. Но как вы осуществляете свои маркетинговые исследования, как находите заказчиков?

– Структура заказов формируется следующим образом. Во-первых, это объекты, кото-

– Выходит, что здесь, в России, у Вас не сложились партнерские отношения?

– Да, здесь не сложились. Мы развиваемся чисто сами по себе, опираясь на передовой западный опыт, и работаем в тесном контакте с западными компаниями. А если и сотрудничаем с частными российскими компаниями, то, как правило, подрядчиками оказываются все те же иностранцы. И степень своей ответственности мы очень хорошо понимаем, иначе не называлось бы так мое бюро. Я понимаю, что любая ошибка будет мне очень дорого стоить.

Степень своей ответственности мы очень хорошо понимаем, иначе не называлось бы так мое бюро

рые заведомо никто не берется делать. Просто, видя эти сложные условия, – бояться ответственности. В таких случаях заказчики сами приходят к нам.

Во-вторых, когда уже зашли в тупик, когда все загублено, как было на Арбате. Только тогда, когда уже потеряли кучу денег, обожглись, приходят и предлагают нам работу.

Ну, и конечно, наши прежние Заказчики – они всегда нас рассматривают, как дальнейших потенциальных партнеров. Финская фирма «SKANSKA East Europe Oy» посмотрела нашу работу на Арбате, и очень высоко оценила. Обычно как происходит: тот, кто проектирует, считает деньги только в своем кармане, но не в кармане Заказчика или Генерального подрядчика. А мы нет. Мы, проектируя технологию строительства и конструкцию одновременно, видим все потери, и даем заказчику квалифицированные советы по эффективному управлению стройкой, чтобы оптимально использовать ресурсы, чтобы строительство шло быстро, качественно и непрерывно. Все ведь связано с кредитами, а потери по ним грозят разорением. Если понадобится при этом внести коррективы в наш проект – мы это сделаем. Неудивительно, что фирма «SKANSKA» запросила у нас разрешения на то, чтобы везде в России представлять нас, как своего проектировщика. И мы согласились, т.к. очень довольны таким сотрудничеством.

– Кроме Москвы вы работаете еще где-нибудь?

– Кроме Москвы в настоящее время мы нигде не работаем, потому что не в состоянии даже удовлетворить спрос сегодня здесь. Работы очень много, а расширить бюро не просто, т.к. сотрудников надо готовить поэтапно, уделять им много внимания.

– Получается, в основном, ваши заказчики – все же западные компании, работающие на российском рынке?

– Да, получается так. И эти люди очень порядочные заказчики – они же генеральные или просто строительные подрядчики. У них очень правильное понимание партнерства, понятия о чести и достоинстве. И как бы мы друг друга не критиковали, мы никогда не будем говорить плохо друг о друге, хотя часто выступаем прямыми конкурентами. Грязные «подставы» не приняты в такой среде. У меня одинаково хорошие партнерские отношения и с итальянцами, и с французами, и со швейцарцами. Они приглашают к себе, делятся опытом. Также поступаю и я, консультирую партнеров, показываю объекты. Это улица с двухсторонним движением. Но, к сожалению, про российских коллег из бывших государственных фирм я такого сказать не могу.

– Павел Борисович, спасибо Вам за интересную беседу, но давайте не будем заканчивать на пессимистической ноте.

– Конечно, не будем. Почему я переехал из Белоруссии в Россию? Я почувствовал, что хоть и не семимильными шагами, но все-таки Россия идет по пути прогресса, он неизбежен и назад пути не будет. Процесс этот будет болезненным, но в будущее России я верю. А мой инженерный взлет состоялся только благодаря конкуренции. Я понимаю, что мне никто ничего просто так не принесет. Чтобы выиграть эту конкуренцию, я должен постоянно развиваться и совершенствоваться. Конкуренция заставляет шевелить мозгами, делать что-то такое, чего не могут другие, быть лучше, дорожить своей репутацией, своим словом. Пять лет назад для меня многие иностранные строительные фирмы были как иконы. А сегодня я знаю, что работает в них лишь пара талантливых специалистов. У нас в России гораздо больше талантливых инженеров. Но нужно ломать старую систему. В прошлом году я читал лекцию в Корпорации «Транстрой» и В. А. Брежнев спросил меня, почему я не сотрудничаю с ними. Ну что я мог ответить... Нам никто не дает работу. Просто заключить договор на рекомендации и что-то там нарисовать и написать, – эти времена прошли. Мы работаем всегда с конкретным Заказчиком, на конкретном объекте, выполняем конкретные задачи под конкретных Подрядчиков. Никаких совещаний, никаких штабов и изнурительных заседаний. Посмотрите наши чертежи – в них все сказано, все очень доступно. К каждому объекту мы подходим индивидуально, а не перемываем штампы, как другие. Посмотрите наши чертежи – и научитесь жить по-новому!

КРАСНОЯРСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН программа развития до 2015 года

Необходимость качественного изменения системы городского пассажирского транспорта (ГПТ) Красноярска на основе строительства метро обуславливается достигнутым уровнем и реальными перспективами развития города, которые определяются действием социально-экономических, научно-технических, геополитических, природных и демографических факторов.

И. С. Иванов,

начальник «Управления по строительству
Красноярского метрополитена»

В. Р. Ефремов,

зам. начальника «Управления по строительству
Красноярского метрополитена», к. т. н.

Город Красноярск и необходимость развития его транспортной системы

Красноярск входит в группу крупнейших городов России, обладающих наиболее мощным экономическим, производственным и научно-техническим потенциалом.

Город Красноярск - центр Красноярского края, одного из крупнейших в стране, расположен на обоих берегах Енисея. Он является крупнейшим транспортным узлом на пересечении Енисея с Транссибирской железнодорожной магистралью. Глубина застройки вдоль реки составляет 4-5 км.

Красноярск основан в 1628 г., как военное укрепление (острог) Красный, позднее Красный Яр. В 1735 г. через город прошел Московский тракт. В связи с развитием золотопромышленности и постройкой Сибирской железной дороги, город стал быстро расти.

До революции Красноярск был местом политической ссылки. За годы Советской власти он превратился в самый крупный город Восточной Сибири, стал ее главным промышленным и важным культурным центром.

Климат Красноярска резко-континентальный с суровой зимой и жарким летом. Самый холодный месяц - январь со средней температурой воздуха - 17,8 °С, а самый теплый - июль +19°С. Строительство

во Красноярской ГЭС повлияло на климат города, усилились ветры, увеличилось количество летних осадков и туманов, особенно в зимнее время, которые, взаимодействуя с большим количеством выбросов в атмосферу от промышленных предприятий, образуют инверсии как летние, так и зимние.

Город Красноярск состоит из двух частей - левобережной, расположенной на высоких террасах Енисея, и равнинной правобережной, ограниченной с севера обрывистым холмом (Караульной горой), а с запада - Гремячинской Гривой. Обе части соединены двумя коммунальными мостовыми переходами длиной более 2 км каждый.

Город, в основном, сохраняет регулярную планировочную структуру и застраивается многоэтажными жилыми зданиями.

Красноярск - крупнейший промышленный узел Сибири - сформировался в основном в послевоенное время. Основной толчок к промышленному развитию дала Великая Отечественная война, когда в Красноярск из Европейской части страны был перебазирован ряд крупных предприятий. Важнейшие отрасли промышленности - машиностроительная и деревоперерабатывающая. В значительной степени развиты энергетическая промышленность, черная и цветная металлургия.

На правом берегу города сосредоточены крупные заводы: Сибсталь, Сибтяжмаш, Красмаш, Синтетического каучука, Шинный, Медпрепаратов, Химико-металлургический, Судостроительный, Судоремонтный, Цементный, Шелковый, ДСК и другие.

На левом берегу расположены такие крупные предприятия, как КРАЗ (крупнейший в РФ завод по производству алюминия), КраМЗ, ДСК, Комбайновый, Телевизорный, Радиозавод, ЭВРЗ и другие.

В северо-восточном направлении левобережья продолжается строительство завода тяжелых экскаваторов.

В городе около 30 научно-исследовательских и проектных институтов, 8 вузов, 30 средних и специализированных учебных заведений.

Возрастает влияние на экономику процесса формирования рыночных структур, приватизации государственной и муниципальной собственности, которые в г. Красноярске и крае осуществляются высокими темпами. Реформирование экономики происходит в условиях относительной политической стабильности.

Несмотря на общую тенденцию снижения темпов роста населения крупных городов России, население Красноярска к 2015 г. достигнет одного миллиона человек, так как город является одним из центров миграции, в том числе и в результате реализации Российской программы "Север-Юг".

В связи с большим объемом выброса вредных веществ, около 30% которых приходится на автотранспорт, город крайне нуждается в развитии экологических видов транспорта. Красноярск входит в список городов России с максимальным уровнем загрязнения атмосферы. Почти на всей его территории уровень загрязнения воздушной среды вредными веществами превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в несколько раз. В отдельных районах Красноярска максимальные разовые концентрации вредных веществ в атмосфере превышают ПДК в десятки раз.

Суровые климатические условия г. Красноярска, в сочетании с высоким уровнем загрязнения окружающей среды, оказывают отрицательное влияние на здоровье населения. Так, количество заболеваний, связанных с климатическими воздействиями, в Красноярске в 1,5-2 раза выше, чем в аналогичных городах Европейской части страны.

При относительно высоком вкладе Красноярска в экономику России, капиталовложения в объекты инфраструктуры города остаются низкими. В настоящее время государственные капитальные вложения в коммунальное строительство по краю практически свернуты и строительство метрополитена является одной из немногих, принятых к финансированию бюджетом страны строек.

Для нормализации жизнедеятельности г. Красноярска крайне важно привести формирование инфраструктуры, в том числе городского пассажирского транспорта, в соответствие с потребностями города.

Институтом "Типрокоммундортранс" (Москва) была разработана "Комплексная схема развития всех видов городского пассажирского транспорта г. Красноярска". На основании всестороннего анализа транспортного обслуживания населения было признано, что система городского общественного транспорта Красноярска не отвечает современным требованиям и транспортную проблему возможно решить только на основе строительства метрополитена, обладающего большим резервом провозной способности с высоким уровнем комфорта для пассажиров.

Исходя из "Комплексной схемы развития транспорта", определено генеральное направление первой линии по наиболее напряженному пассажирскому



Погрузмашина на проходке перегонного тоннеля

потоку левобережья города Красноярска - от Западного жилого массива к железнодорожному вокзалу, затем, через исторический центр города - вдоль Проспекта Мира, а далее - через район "Зеленая Роща" на основную промышленную зону. Такое положение линии в комплексе всей системы ГПТ должно обеспечить обслуживание перспективных максимальных пассажиропотоков. Главные улицы - Ленина, Проспект Мира и К. Маркса - практически невозможно реконструировать и расширить. Таким образом, наземный общественный транспорт в ближайшие годы не сможет здесь справиться с нарастающими пассажиропотоками и до пуска линии метрополитена необходимо будет вводить мероприятия, ограничивающие доступ транспорта в Центральный район и Старый центр.

Первый участок первой линии должен обслужить наиболее массовый пассажиропоток города - Западный жилой массив с выходом на железнодорожный вокзал и по ул. К. Маркса в район Коммунального моста.

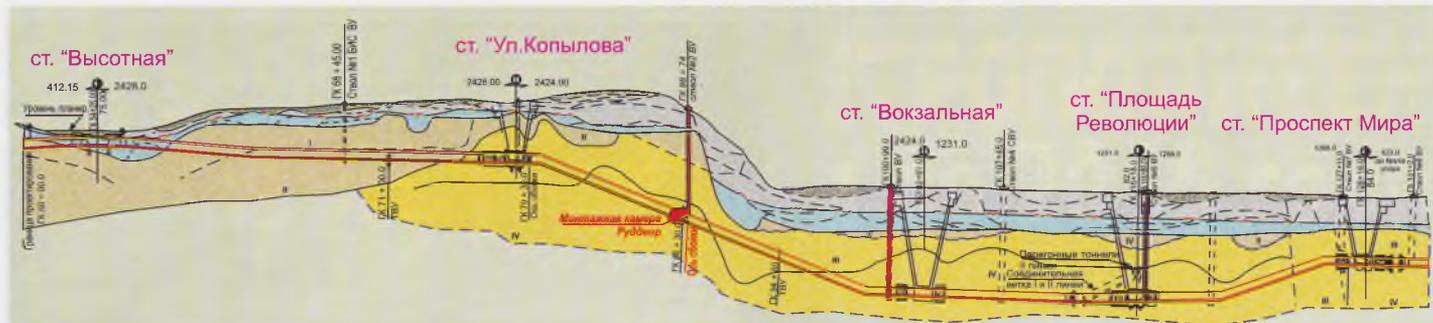
Вся первая линия свяжет основные жилые и промышленные районы левобережья.

Городской пассажирский транспорт

Городские пассажирские перевозки осуществляются, в основном, тремя видами массового пассажирско-

Руддвор, ствол № 2





Первая очередь метрополитена в г. Красноярске. Продольный профиль

го транспорта: автобусом, троллейбусом и трамваем. За 2000 г. по отчетным данным было перевезено 419 млн пассажиров.

Основная доля пассажироперевозок ложится на автобусный парк - 323 млн пассажиров, что составляет 77% от общих перевозок.

На долю электротранспорта приходится 23% пассажироперевозок и распределяется соответственно:

- троллейбус - 56,1 млн пассажиров (13%);
- трамвай - 40,2 млн (10%).

Общая протяженность маршрутных линий составляет:

- автобуса - 580 км;
- троллейбуса - 103 км;
- трамвая - 62 км.

Проходящая через город железнодорожная магистраль является участком Транссибирской магистрали.

В пределах городской черты расположены 5 железнодорожных станций: Красноярск, Енисей, Злобино, Базаиха, Бугач; 8 остановочных пунктов: Мясокомбинат, Путепровод, Студенческая, Первомайская, Октябрьская, Шинный завод, Красноярские столбы, Турбаза. Несмотря на то, что железная дорога проходит через весь город и достигает протяженности 37 км, участие ее в городских пассажироперевозках незначительно и составляет 6 млн пассажиров, или 1,4% от общего объема пассажироперевозок.

Такое незначительное участие железнодорожного транспорта в городских перевозках объясняется рядом причин.

- Направления основных пассажиропотоков: жилые районы - центр и жилые районы - промпредприятия не совпадают с трассой железной дороги. Же-

лезная дорога отдалена от жилых микрорайонов Западного района значительным (20-60 м) перепадом рельефа и проходит вне зоны переходной доступности.

- Проходные промышленных предприятий правого берега находятся на значительном расстоянии от станций железной дороги.

Как видно, основная доля пассажироперевозок выполняется автобусным парком города, в то время как в других городах страны с аналогичной численностью его доля не превышает 40%. В связи с этим в Красноярске усложнилась экологическая обстановка. Так, из 14 исследуемых ингредиентов в отдельные моменты по 12 из них наблюдалось превышение ПДК от 2 до 10 раз. Значительная доля выбросов окиси углерода приходится на автомобильный транспорт.

Главной причиной, сдерживающей развитие городского электрического пассажирского транспорта является ограниченное количество транспортных связей между планировочными районами, что явилось следствием наличия большого числа естественных преград в плане города.

Долгое время основной связью между берегами был единственный коммунальный мост в створе ул. Вейнбаума, что привело к вынужденному замкнутому развитию систем электротранспорта двух частей города. Трамвайный транспорт обслуживает, в основном, правобережье, в то время как троллейбус - левый берег.

Развитию Красноярска способствовали и способствуют выгодные транспортно-экономические условия города - положение на пересечении р. Енисей с Транссибирской железнодорожной магистралью, среднее положение города на Востоке страны и в центре мощной зоны края с его огромными природными ресурсами.

На структуру плана города оказали решающее влияние специфические природные условия Красноярска - цепь озелененных островов, широкие водные просторы Енисея, его протоки, гористые склоны надпойменных террас.

Построение плана города основано на обращении планировочной структуры к Енисею и на максимальном использовании рельефных особенностей.

При такой структуре Енисей должен стать фактором не разобщающим, а объединяющим левобережные районы с правобережными.

Вдоль берегов Енисея и на его островах формируются ансамбли общественной застройки, зона его общественного центра. Меридиональной осью общей композиции плана становится транспортный

Щит ЩН-1С на проходке перегонного тоннеля





диаметр Север-Юг, обеспечивающий связи основных новых селитебных районов (район Аэропорта, Кузнецовской и Солонцовской площадей), с прибрежными промышленными районами, а также зоной отдыха на острове Татышева.

Система общественного центра города, связав старый центр по берегу Енисея с новым районом, разовьется вдоль магистрали Север-Юг.

Ввод в строй мостового перехода через остров Татышева и закрытие городского аэропорта в апреле 1988 г. предоставило городу возможность выхода селитебной застройки на новую перспективную площадку для строительства жилых районов.

На территории этой площадки, вдоль магистрали Север-Юг, с помощью кредитов Европейского Банка реконструкции и развития начал возводиться центр крупнейшего планировочного района.

Ускоренное развитие города в направлении Север-Юг и повышение нормативов плотности застройки потребовали уточнения расчета пассажиропотоков в отношении разработанной институтом «Гипрокоммундортранс» комплексной транспортной схемы развития всех видов пассажирского транспорта г. Красноярска до 2015 г.

Увеличивающейся дальности трудового тяготения будет противостоять высокая провозная способность линии метрополитена. Поэтому, наряду с ростом средней дальности поездки, возрастут объемы пассажироперевозок, особенно на метрополитене.

Сроки и этапы реализации Программы

Пусковой участок строительства первой линии Красноярского метрополитена от ст. «Высотная» до ст. «Вокзальная» должен быть введен в эксплуатацию в 2005 г. Общая его длина - 5,04 км с тремя станциями. Две - глубокого и одна - мелкого заложения. Вводятся в эксплуатацию первая очередь электродепо и инженерный корпус.

Вторая очередь первой линии - от ст. «Вокзальная» до ст. «Проспект Мира». Ввод участка длиной 3,21 км с двумя станциями глубокого заложения планируется в 2010 г.

Третья очередь от ст. «Проспект Мира» до ст. «Октябрьская» имеет протяженность 4,32 км. На участке запроектированы один перегон глубокого заложения, три - мелкого и 4 станции мелкого заложения. Ввод - 2015 год.

Протяженность всей первой линии от ст. «Высотная» до ст. «Октябрьская» - 12,58 км.



Склад ВВ на створе № 2

Необходимое финансовое обеспечение Программы

Основным источником финансирования Программы развития метрополитена до 2015 г. должен стать региональный бюджет, т. е., в данном случае, бюджет Красноярского края. За счет него предполагается профинансировать 80% стоимости Программы. Доля Федерального бюджета составит 20%.

Расчетный объем средств, необходимых для реализации Программы весьма велик. Он на порядок и более превышает нынешние объемы финансирования для сооружения пускового участка Красноярского метрополитена. Таким образом, для избежания кризиса транспортной системы г. Красноярска, краевым властям уже сегодня необходимо пересмотреть в сторону увеличения закладываемые в бюджет объемы финансирования строительства метрополитена.



Чугунные тубинги обделки перегонного тоннеля



Таблица. Основные технико-экономические показатели развития метрополитена в г. Красноярске к 2015 г.

Показатели	Расчетные периоды	
	2005 г.	2015 г.
1. Протяженность линии, км	5,04	12,30
2. Количество станций, шт.	3	9
из них:		
- глубокого заложения	2	4
- мелкого заложения	1	5
3. Средняя длина перегона, км	2,5	1,5
4. Суммарное количество посадок по станциям, млн пасс.	39,0	159,9
5. Удельный вес метрополитена во внутригородских перевозках, %	9,8	21,6

СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОГО ВЕДЕНИЯ

ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Н. К. Михалев,

начальник отдела Автоматики, телемеханики
и связи ОАО "Ленметрогипротранс"

Е. В. Симаков,

инженер

Современный метрополитен - сложная транспортная структура, объединяющая различные технические средства, управляемые и обслуживаемые людьми. Деятельность данной человеко-машинной системы направлена на выполнение конкретной задачи - перевозки заданного числа пассажиров в пределах города при условии обеспечения оптимального расхода ресурсов, максимального комфорта и минимального времени, затрачиваемого на поездку.

Для обеспечения нормальной работы метрополитена необходима сложная организационная структура, включающая в себя различные службы, деятельность которых направлена на поддержание работоспособности определенной группы устройств (тоннельных сооружений, пути, тяги, сигнализации и связи, эскалаторов, электромеханических устройств).

Согласно ПТЭ метрополитенов РФ, основным документом, регламентирующим работу метрополитена, как транспортного конвейера, является график движения поездов. График движения - нормативный документ, разрабатываемый с учетом выполнения следующих основных требований:

- перевозки заданного количества пассажиров;
- необходимого по технологическим нормам режима работы подвижного состава;
- необходимого режима работы обслуживающего персонала;
- пропуск по линиям вспомогательных подвижных единиц (поезда, передаваемые с линии на линию или в депо, неисправные поезда, дефектоскопы, мотовозы и т. д.).

Каждое из вышеперечисленных требований является определяющим для работников одной или нескольких служб, поэтому при разработке планового графика часто возникают ситуации, в которых требования различных служб противоречат друг другу. Например, требование периодического прохождения поездами технических осмотров (ТО) приводит к необходимости дополнительных передвижений, не связанных с перевозками пассажиров.

Поэтому плановый график движения является компромиссным документом и в процессе его разработки для каждого периода времени (сезон, день недели) проводится сложная работа по увязке требований соответствующих служб. Утвержденный начальником метрополитена график движения доводится до работников всех служб, связанных с ним по роду деятельности. В настоящее время на Петербургском метрополитене разработаны и эксплуатируются автоматизированные системы построения плановых графиков движения "ГРАД" и "ТРИС", позволяющие снизить время их разработки с нескольких месяцев до нескольких дней.

Однако при разработке планового графика невозможно учесть действия случайных факторов (отказы технических средств, всплески пассажиропотоков и т. д.), приводящих к сбойным нештатным ситуациям (НС). Неоптимальные действия оперативного персонала при разрешении НС часто приводят к длительным задержкам поездов, отрицательно влияют на комфорт и безопасность пассажиров, вызывают дополнительные расходы электроэнергии на неграфиковые перемещения поездов.

С учетом высокого уровня оснащенности современных метрополитенов системами диспетчерского управления контроля, а также наличия автоматизированной системы контроля прохода пассажиров на станции, становится возможным решение задачи динамического формирования и ведения графика движения с использованием информации о действующих значениях основных параметров работы линии (отклонения от планового графика, интенсивность пассажиропотоков, текущее состояние устройств и систем технологического комплекса метрополитена).

Решение указанной задачи существенно облегчит труд поездных диспетчеров, ускорит время разрешения нештатных ситуаций, снизит эксплуатационные расходы метрополитена в целом за счет сокращения затрат, вызванных неоптимальными действиями оперативного персонала.

Основным документом, регламентирующим работу метрополитена, как транспортного конвейера, является график движения поездов

Анализ направлений развития современных систем автоматизированного управления работой линий метрополитена в России и за ее пределами, а также результаты обследования работы поездных диспетчеров Петербургского метрополитена показали актуальность создания и внедрения системы, являющейся основой новой технологии динамического ведения графика движения.

Рассмотрим подробнее задачи, которые должна решать система динамического ведения графика движения (СДВГД):

- формирование единого информационного поля ПД линии, отражающего действующие значения основных параметров работы линии;
- автоматический контроль выхода значений основных параметров за границы нормативных показателей;
- поддержка принятия решений при разрешении НС;
- формирование оптимальной стратегии восстановления нарушенного планового графика движения.

Как видно из данного списка, круг задач достаточно широк, а они сами носят в основном динамический характер, то есть для их решения СДВГД должна содержать мощное программное обеспечение, способное реализовать следующие функции:

- сбор информации о состоянии действующих устройств линии;
- визуализация ситуации на линии с привязкой номе-

ра маршрута к положению соответствующего поезда;

- ведение исполненного графика движения;
- динамическая проверка соответствия реального поезда положению плановому графику;

синтез вариантов корректировки графика движения с целью оптимизации работы линии при возникновении и разрешении нештатных ситуаций.

Общая структура СДВГД представлена на рисунке. Система имеет трехуровневую иерархию. Нижний уровень составляют действующие устройства метрополитена. В системе СДВГД для реализации функции отслеживания поезда обрабатывается следующая информация:

- состояние рельсовых цепей станций и перегонов;
- положение стрелок;
- сигнальные показания светофоров.

Источник информации - действующие системы диспетчерского управления.

Для реализации функции контроля пассажиропотоков обрабатывается следующая информация:

- количество пассажиров, прошедших через турникеты на станцию;
- матрица корреспонденций пассажиров для данной линии (определяет количественные характеристики пассажиропотоков на станциях и пересадочных узлах).

Источник информации - база данных системы АС-КОПМ, база данных матриц корреспонденций. Задача формирования матриц корреспонденций пассажиропотоков решена экспертной системой моделирования работы метрополитена (ЭС-М), разработанной ПГУ ПС для Петербургского метрополитена.

Для реализации функции вывода вспомогательной информации по требованию пользователя обрабатывается следующая информация:

- состояние устройств электроснабжения;
- состояние эскалаторов;
- состояние электромеханических устройств (вентиляторы, металлоконструкции и т. д.).

Данная информация по существующим каналам передачи данных передается на второй уровень системы - уровень обработки данных.

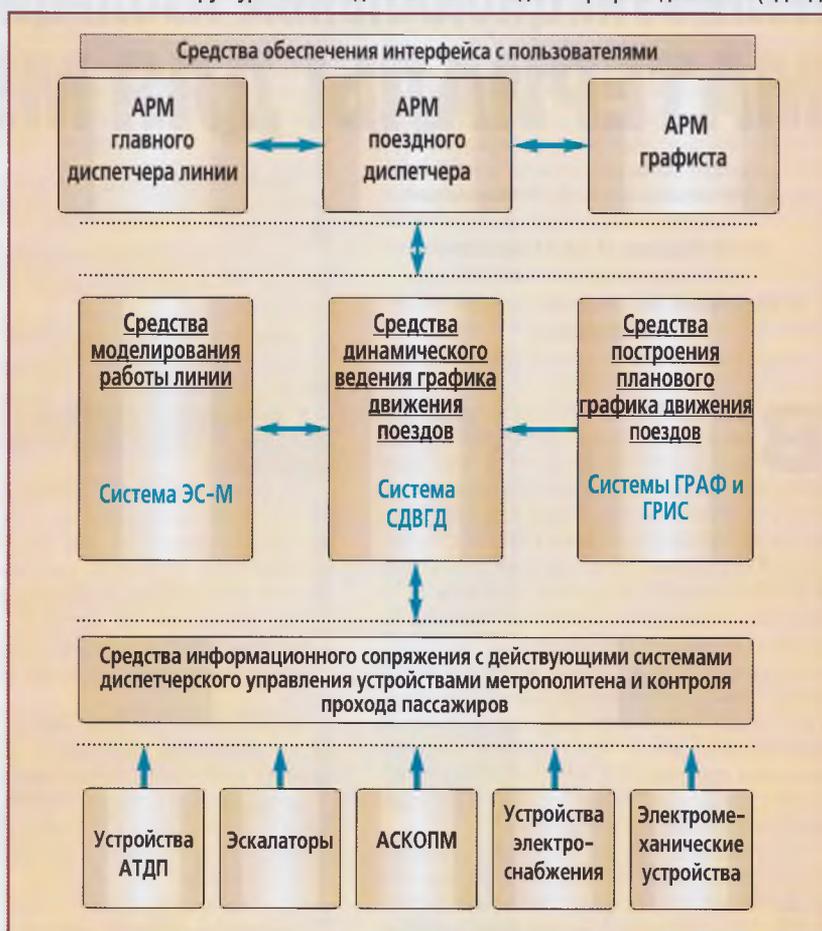
Второй уровень представляет собой информационное ядро СДВГД. Здесь осуществляется программно-алгоритмическая обработка полученной информации, функция отслеживания положения поезда и привязки номера маршрута, контролируется соответствие поезда положению плановому графику, ведется исполненный график. В случае необходимости для реализации функции поддержки принятия решений проводится моделирование работы устройств массового обслуживания линии с использованием средств системы ЭС-М.

При любом развитии событий для введения того или иного режима работы СДВГД решающим является мнение диспетчера

Третий уровень СДВГД составляют средства, обеспечивающие интерфейс с пользователями. Как говорилось выше, основным пользователем системы является поездный диспетчер линии. На его АРМ выводится информация о положении поездов и привязанных к ним номеров маршрутов. Если ситуация на линии соответствует плановой, то система работает в фоновом режиме, ведя исполненный график движения.

При возникновении отклонений от планового графика или появлении информации об отказе устройств, влияющих на движение поездов, система привлекает внимание поездного диспетчера, выделяя маршруты, находящиеся в

Структура системы динамического ведения графика движения (СДВГД)



проблемной зоне, а также по требованию пользователя выдает дополнительную информацию о состоянии контролируемых устройств и параметрах пассажиропотока. Если развитие нештатной ситуации привело к нарушению планового графика, система осуществляет функцию поддержки принятия решений, предлагая пользователю различные варианты организации движения поездов с целью оптимизации процесса разрешения ситуации по одному из следующих критериев:

- минимальный расход энергии для ввода поездов в график (актуален при небольших и средних объемах перевозок);
- минимальное время восстановления движения (актуален в часы пик при больших объемах перевозок);
- максимальное соответствие графику расстановки поездов на ночной отстой (актуален при решении НС в конце смены);
- скорейший пропуск к месту аварии вспомогательных подвижных единиц.

Следует отметить, что при любом развитии событий для введения того или иного режима работы СДВГД решающим является мнение диспетчера.

Представленная в данной статье структура СДВГД в части средств получения и передачи информации увязывается как с действующими системами автоматизации технологических процессов на метрополитене (СКЦ-67М, КАС ДУ), так и с вновь разрабатываемыми системами (АСУ "Движение").

В настоящее время специалистами Ленметрогипротранса и ПГУ ПС (ЛИИЖТ) на базе Петербургского метрополитена отработываются основные алгоритмы функционирования СДВГД в реальных условиях с последующим включением системы в проекты новых метрополитенов, в первую очередь - метрополитена г. Казани.



ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕТРОСТРОЕНИЯ

В. Д. Могилевский, Я. И. Зельманович,
НТЦ «Гидрол-Кровля»

В. М. Иванов, Н. М. Манцевич,
«Русская аудиторская компания»

В. М. Абрамсон, ОАО «Метрогипротранс»

В. И. Лебедев,
Холдинговая компания «Автодортехпрогресс»

В настоящее время в России и странах СНГ наблюдается резкое увеличение объемов подземного строительства, в том числе возведение новых и продление существующих линий метрополитенов. В последние годы построены новые участки метрополитенов в Москве, С.-Петербурге, Новосибирске, Киеве, Днепрпетровске и др. Разработка проектов метрополитенов мелкого заложения с возведением перегонных тоннелей закрытым, а станций - открытым способом предусматривается в г. Омске, Казани, Челябинске и др. В связи с этим задача повышения качества строительства, его дальнейшей индустриализации, снижения себестоимости диктует необходимость совершенствования традиционных высокотехнологичных технологий строительного производства, в т. ч. изоляции как одной из наиболее ответственных.

Неотъемлемой частью проблемы изоляции тоннелей открытого способа работ, фундаментов зданий и других подземных сооружений, рассчитанных, как правило, на практически неограниченный срок эксплуатации, является защита гидроизоляции от механических повреждений при обратной засыпке котлованов, а также дренаж фильтрационных грунтовых вод. Существующие технологии подразумевают поэтапное (пошаговое) решение многочисленных проблем изоляции строительных конструкций путем последовательного их изолирования от каждого фактора воздействия окружающей среды.

Например, в случае тоннелей метрополитенов открытого способа работ последовательно устраивают отдельные гидроизоляционные и защитный, а в необходимых случаях теплоизоляционный и дренажные слои, применяя, как правило, соответствующие специализированные материалы. Иными словами, комплексное решение указанной проблемы до недавних пор отсутствовало, что существенно удорожало строительство и сказывалось на качестве выполняемых работ.

Таким образом, в настоящее время появилась настоятельная потребность в комплексном подходе к решению всех (или, по крайней мере, большинства) проблем изоляции путем создания и использования изоляционных материалов полифункционального назначения.

В качестве одной из возможных моделей такого полифункционального материала нами предлагается семейство рулонных многослойных битуминозных (битумно-полимерных и битумных) основных гидротеплозвукоизоляционных материалов с защитными и, при необходимости, дренажными функциями. Предлагаемое семейство материалов под названием "Днепротекс" включает (рис. 1):

- лицевой слой (1) из нетканого геотекстильного иглопробивного или термоскрепленного полотна плотностью 420-750 г/м² из полиэфирных или полипропиленовых волокон;

- склеивающий битуминозный (битумный или SBS-модифицированный битумно-полимерный) слой (2);

- пропитанный вяжущим опорный слой (3) из нетканого полиэфирного полотна или стеклоткани (основа);

- гидроизоляционный битуминозный (битумный или SBS-модифицированный битумно-полимерный) слой (4);

- разделительный (антиадгезионный) слой (5) из тонкого полиэфирного полотна, стеклохолста или полимерной пленки.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации состав и свойства каждого слоя могут варьироваться.

Так, нетканое полотно (1) в зависимости от области использования материала и его состава может быть предназначено для дренажа, активной звукоизоляции и защиты гидроизоляционных слоев от механических повреждений.

При необходимости материал "Днепротекс" может приклеиваться к изолируемому основанию способом наплавления с помощью пламенных горелок.

Использование для целей наружной гидроизоляции подземных сооружений полифункциональных материалов системы «Днепротекс», геотекстильный слой которых сочетает функции защиты от повреждений, в том числе проколов, при обратной засыпке грунта и дренажа фильтрационных грунтовых вод, обеспечит эффективное, недорогое и индустриальное решение проблемы.

«Днепротекс» обладает высокой трещиностойкостью при необратимых и сезонных колебаниях массива грунта, стойкостью к прорастанию корней растений, длительным сроком эксплуатации и высокой эластичностью гидроизоляционной и защитной частей материала, быстротой и легкостью применения вследствие совмещения операций по устройству и защите гидроизоляции. Тем самым исключается необходимость в устройстве специальных защитных и дренажных слоев.

В табл. 1 приведены показатели свойств "Днепротекса" в сопоставлении с разработанными НИЦ «Тоннели и метрополитены» ОАО «ЦНИИС» нормативными требованиями к материалам для гидроизоляции тоннелей. Как следует из таблицы, "Днепротекс ПЭ" полностью отвечает предъявляемым требованиям, а по целому ряду важнейших показателей (прочности, деформативности, водо-

непроницаемости, водопоглощению, теплостойкости) - существенно их превышает.

Наряду со строительством заглубленных линий метрополитенов в Москве впервые в отечественной практике планом правительства Москвы предусмотрено сооружение открытых эстакадных ("легких") линий метрополитена на щебеночном основании. Первая очередь эстакадной линии протяженностью 6 км в Северное Бугово должна войти в строй в 2003 г. Указанная линия (как и другие последующие) возводится в условиях сложившейся городской застройки. Движение поездов вызывает колебания конструкций, которые через почву могут передаваться в прилегающие здания. Возбуждающиеся при этом в элементах зданий и находящихся в них предметах колебания могут приводить к возникновению слышимого вторичного воздушного шума. В зависимости от интенсивности и длительности воздействия этот шум может вызвать сильное отрицательное влияние на людей в зоне его действия.

Следовательно, проблема заключается в устройстве, помимо эффективной гидроизоляции железобетонных несущих конструкций (балластного "корыта"), дренажа попадающих на верхнее строение пути осадков, максимальном возможном снижении уровня излучаемого корпусного (структурного) шума, а также защите гидро- и звукоизолирующих слоев от механических повреждений.

В настоящее время в мировой практике предлагается несколько вариантов решения рассматриваемой проблемы.

Фирма "Phoenix" ("Феникс", Германия) поставляет эластомерные изоляционные маты, производимые из натурального или искусственного каучука; толщина матов, используемых в метроостроении, составляет 27-40 мм. Их укладывают свободно, без приклейки. Цена изоляционных матов фирмы "Феникс" составляет не менее 30 долл. США за 1 м².

Фирма "Getzner" ("Гетцнер", Австрия) производит подбалластные маты, которые обеспечивают высокоэффективную изоляцию от структурного шума, перераспределение нагрузок на основание, гашение вибраций несущих элементов рельсового пути и обладают долговременными упругими свойствами, устойчивостью к кратковременной

Таблица 1. Показатели физико-механических свойств «ДНЕПРОТЕКСА ПЭ» в сравнении с требованиями к материалам для гидроизоляции тоннелей

Наименование показателя	Требования НИЦ «ТМ» ОАО «ЦНИИС»	Фактические показатели «Днепротекса ПЭ»
Разрывная сила при растяжении, Н	не менее 600	1250
Относительное удлинение при разрыве	не менее	30
Температура хрупкости вяжущего, °С	не выше минус 35	минус 35
Гибкость на брусе с закруглением радиусом 10,0 мм, °С	не выше минус 20	минус 20
Теплостойкость, °С в течение 2 часов	не ниже +85	+100
Водонепроницаемость при гидростатическом давлении, МПа	не менее 0,3	0,8
Водопоглощение, % по массе, в течение:		
-24 час,		0,37
-48 час,	<1,0	0,78
-72 час		0,97

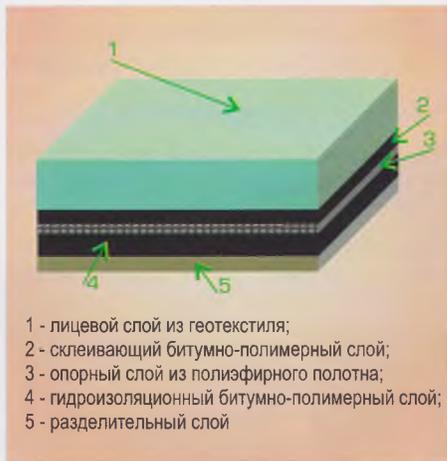


Рис. 1. Послойная структура материала «ДНЕПРОТЕКС»

экстремальной перегрузке. Цена матов "Гетцнер" - от 50 до 200 долл. США за 1 м².

Для гидро- и виброизоляции железнодорожных мостов фирма "Sip-last" ("Сипласт", Франция) выпускает гидроизоляционную систему "Braubant" ("Брабант"), представляющую собой геомембрану, состоящую из наплавляемого эластомерно-битумного SBS-модифицированного рулонного материала на полиэфирной основе (массой 200 г/м²); защита гидро-изоляции от механических повреждений обеспечивается сдублированным геотекстильным нетканым полотном плотностью более 750 г/м² из полипропиленовых волокон. Слой изоляционного покрытия соединяют между собой и в местах нахлестки способом наплавления. Цена материала "Брабант" - 30 долл. США за 1 м².

Использование в качестве подбалластного мата рулонного отечественного материала серии "Дне-

протекс" позволяет комплексно решить указанные задачи. В этом случае (рис. 1) склеивающий (2) и гидроизоляционный (4) слои материала представляют собой инвертированные высоконаполненные коллоидные растворы "SBS-битум", в которых матрицей (дисперсионной средой) является полимер, а диспергированным веществом - битум. Такие смеси обладают высокой эластичностью (свыше 1500%), водонепроницаемостью и морозостойкостью (до -450 °С), необходимыми для надежной эксплуатации открытых сооружений. Нетканое геотекстильное полотно (1) развесом не менее 700 г/м² и толщиной 4-5 мм обладает великолепными звукоизолирующими свойствами; кроме того, благодаря высокой прочности (не менее 100 кгс/5 см) полотном эффективно защищает гидроизоляцию от механических повреждений. По этому же слою осуществляется дренаж осадков.

В табл. 2 сопоставлены свойства "Днепротекса ПЭ" как подбалластного мата с требованиями, предъявляемыми "СоюзДорНИИ" к материалам для гидроизоляции мостовых и эстакадных сооружений, а также со свойствами отечественных материалов аналогичного назначения. Как следует из таблицы, Днепротекс превосходит выпускаемые в России материалы и полностью отвечает предъявляемым требованиям.

Днепротекс ПЭ при стендовых динамических испытаниях выдержал 2 млн циклов нагружения, моделирующих воздействие подвижного состава, в соответствии с методикой Департамента пути и сооружений МПС.

Таким образом, предлагаемая подбалластная система "Днепротекс" обеспечивает:

- надежную и долговечную гидроизоляцию железобетонной проезжей части благодаря многослойности изоляционного мата и его высоким физико-механическим свойствам;
- звукоизоляцию от первичного, направлен-

го вниз воздушного шума благодаря наличию геотекстильного высокопористого слоя значительной толщины, а также сочетания в покрытии материалов с различными модулями упругости;

- уменьшение отражения вторичного воздушного шума от пролетных строений;

- дополнительные потери звуковой энергии вследствие активного сопротивления эластомерно-битумных слоев, обладающих гибким деформирующимся каркасом, вынужденным колебаниями под действием падающих звуковых волн;

- дренаж попадающей на проезжую часть влаги, благодаря высоким дренирующим свойствам геотекстиля, располагающегося на водонепроницаемом основании;

- повышение стабильности положения рельсового пути и снижение давления на щебень балластного корыта;

- ограничение возникающих при движении подвижного состава статических и динамических нагрузок в балластном слое, придание им большей равномерности; амортизирующий эффект в подбалластных матах достигается за счет их многослойности и работе в условиях всестороннего сжатия, а также благодаря наличию многослойного армирования и эластичных битумно-эластомерных слоев;

- высокую технологичность и индустриальность изоляции, состоящей из взаимодополняющих друг друга совместимых рулонных материалов заводского изготовления;
- высокую заводскую готовность изоляции.

"Днепротекс" рекомендован Научно-исследовательским центром "Тоннели и метрополитены" ОАО "ЦНИИС" для гидроизоляции тоннелей метрополитенов открытого способа работ, железобетонных пролетных строений эстакадных линий метрополитена, и Департаментом пути и сооружений МПС - для гидроизоляции балластного корыта железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов.

Наряду с гидроизоляцией линий метрополитенов система "Днепротекс" может применяться для комплексной гидроизоляции эксплуатируемых кровель различного назначения (для размещения парковок, садов, газонов, оранжерей, теплиц и других объектов благоустройства), в том числе, устраиваемых на перекрытии тоннелей открытого способа работ, заглубленных подземных сооружений, стилобатах зданий и т. п., на пролетных строениях автомобильных и железнодорожных мостов, при устройстве гидрозвуко-теплоизоляции междуэтажных перекрытий жилых и промышленных зданий, в том числе "плавающих" полов.

Стоимость модификаций материала "Днепротекс" различного назначения, отличающихся составом и свойствами, составляет ориентировочно от 8 до 22 долл. США.

Таким образом, "Днепротекс" является отечественным полифункциональным изоляционным рулонным материалом, применимым во многих областях строительства взамен дорогостоящих импортных материалов аналогичного назначения.

Авторы выражают благодарность сотрудникам организаций, принявших самое непосредственное участие в выполнении данной работы: НИЦ "ТМ" ОАО "ЦНИИС", МИИТ, ВНИИЖТ, Метропротранс, Мосметрострой, ДСМ, ЗАО "Полимеркровля", Департамент пути и сооружений МПС, СоюзДорНИИ.

Доклад, отражающий содержание настоящей статьи, был представлен на Международной научно-технической конференции "Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы" (Москва, 28-31 октября 2002 г.).



Таблица 2. Показатели физико-механических свойств «ДНЕПРОТЕКСА ПЭ» и отечественных материалов в сравнении с требованиями к материалам для гидроизоляции мостов

Наименование материала, марка, ТУ	Характеристики материалов						
	Толщина материала, мм	Армирующая основа	Прочность при разрыве, Н/5 см	Деформативность, %	Температура хрупкости, °С	Теплостойкость, °С	Испытание на продавливание
Требования СоюзДорНИИ	≥ 4,5	полиэстр	≥ 600	≥ 20	≤ 25	≥ 85	+
Изопласт - ЭКП-5,5	5,5	полиэстр	600	30	-25	120	-
- ЭМП-5	5,0	полиэстр	600	30	-25	90	-
ТУ 5774-005-0576480-95							
Изопласт ТУ 5754-007-05766480-96	5,0	полиэстр	600	32	-40	90	-
Мостопласт ТУ 5774-025-01393697-99	5,3	полиэстр	735	40	-32	130	+
Рубитексмост ТУ 5774-003-00289973-95	5,0	полиэстр	735	40	-32	85	-
Бимостел - БМ - 95	5,0	полиэстр	600	20	-25	95	-
- БМ - 120			900		-32		120
ТУ 5774-047-00288739-99							
Дальмостопласт - ДМ - 2	4,5	полиэстр	600	30	-25	90	+
- ДМ - 3			900		-32		
ТУ 5774-001-00287898-98	50						
Атаклонмост - Б 25	4,5	полиэстр	600	20	-	85	-
- Б 32						85	-
ТУ 5774-002-00287906-99							
Техноэластмост - Б	4,5	полиэстр	600	20	-35	100	-
- С			1000			110	+
ТУ 5774-004-00287852-00	5,0						
Люберитмост ТУ 5774-003-18060333-00	4,5	полиэстр	600	20	-35	85	-
Днепротекс ПЭ ТУ 5774-006-00287869-2002	10,0	полиэстр	1100	50	-35	100	+
	5,0						

"... Раздвинем горы, под водой
пророем дерзостные своды..."
А. С. Пушкин

История кафедры «Тоннели и метрополитены» СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

В. С. Молчанов, Г. Н. Полянкин

Освоение подземного пространства ученые ставят в один ряд с такими глобальными проблемами, как освоение космоса и морских глубин. Еще в древности люди вели подземные работы для сооружения тайных ходов и убежищ, храмов и хранилищ, водоводов и дренажей, затем - для добычи полезных ископаемых, прокладки транспортных путей и других целей. С появлением железных дорог получило развитие строительство тоннелей на путях железнодорожного сообщения.

Первые тоннели в России были построены в 1859-1862 гг. на Санкт-Петербургско-Варшавской железной дороге. В конце XIX - начале XX вв. развернулось широкое строительство тоннелей на Кавказе, Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Строительством тоннелей - это, прежде всего, решение сложных технических задач по созданию надежных и экономичных конструкций подземных сооружений. Специалисту-тоннельщику необходимо иметь глубокие разносторонние знания в различных областях: геологии, строительной механике и механике грунтов, геодезии и маркшейдерии, горном деле и строительной технологии. Нужно знать и многие другие науки, в частности - архитектуру. Словосочетание "польза, прочность, красота" считают первой формулой любого сооружения, этому в большой степени соответствуют сооружения метрополитена - вершина подземного зодчества. Символическая буква "М", украшающая входы и выходы всех метрополитенов страны, стала со времен строительства первого - Московского - эмблемой тоннелестроения. Именно строительство метрополитена в Москве в нача-

ле 1930-х гг. породило тоннельную отрасль в нашей стране.

Профессия тоннельщика сопряжена с преодолением многих сложностей, требует хорошего здоровья и особых свойств психики (любовь к профессии, настойчивость в достижении цели, инженерной интуиции, самообладания в экстремальных ситуациях и др.). Ведь это работа в условиях ограниченного пространства, пониженных температур, повышенной влажности, искусственной вентиляции, при недостатке освещения.

Поэтесса Белла Ахмадулина, побывав в строительстве тоннелей линии "Абакан - Тайшет", посвятила тоннельщикам такие строки:

*Мне нравится эта работа,
В которой превьшие всего
Идти, удаляясь от света,
Чтоб снова увидеть его.*

Возникновение тоннельной специализации и подготовки инженеров-тоннельщиков в Новосибирском институте инженеров железнодорожного транспорта связано с именами Михаила Михайловича Архангельского и Николая Федоровича Никонова.

Доцент М. М. Архангельский, один из первых деканов факультета "Мосты и тоннели", был в 1940-1950-х гг. одновременно начальником кафедры "Строительные конструкции, мосты и тоннели". Его книга "Расчет тоннельных обделок", выпущенная издательством "Трансжелдориздат", четыре десятилетия пользуется спросом среди специалистов-тоннельщиков.

С 1956 г. руководителем цикла тоннельных дисциплин в составе кафедры "Строительные конструкции, геология и тоннели" был доцент Сергей Александрович Компаниец, умный, опытный проектировщик. Те,

кто учился у него, помнят его добрый, мягкий юмор. Он даже здоровался необычно: "Я вас категорически приветствую", "Откуда Вы, прелестное дитя?" и т. п. Все тогда, с его подачи, знали, что рентгеновские лучи изобрел в подпитии русский дьяк, изрекший супруге, что он ее "насквозь" видит. И что верхний слой земли потому и называется культурным, что состоит из опустошенных консервных банок, осколков бутылок, конфетных фантиков и прочего мусора. Его книга "Тоннели на железных дорогах", изданная Западно-Сибирским книжным издательством, среди его учеников считается бестселлером.

С. А. Компаниец привлек на преподавательскую работу инженера Абрама Евстафьевича Волчихина и выпускника Московского института инженеров транспорта Анатолия Константиновича Поправко.

А. Е. Волчихин, участник войны, офицер, был педантичным и скрупулезным человеком. Он работал в институте до выхода на пенсию (1980 г.).

Профессор А. К. Поправко работал в вузе с 1963 по 1999 гг. Он написал в соавторстве с С. А. Компаниецем и А. А. Богородецким книгу "Проектирование тоннелей", которая долгое время была основным учебным пособием студентов-тоннельщиков всех вузов железнодорожного транспорта. После ухода С. А. Компаниеца на пенсию (1977 г.) А. К. Поправко возглавил на кафедре "Мосты и тоннели" тоннельное направление, а затем, в 1982 г., стал первым заведующим самостоятельной кафедры "Тоннели и метрополитены".

В 1976-1979 гг. преподавателем тоннельных дисциплин работал Владимир Николаевич Истомин, который затем был представителем заказчика и некоторое время возглавлял производственно-технический отдел "Новосибирскметростроя".

Выделение кафедры "Тоннели и метрополитены" из состава кафедры "Мосты и тоннели" состоялось в 1982 г. и было обусловлено началом строительства в 1979 г. первого в Сибири - Новосибирского - метрополитена, а также проектирования метрополитенов в Омске, Красноярске, других городах страны. Тоннельщики требовались и на стройках Байкало-Амурской магистрали, линии Иджеван - Раздан в Армении и т. д. В перспективе планировалось строительство Транскавказской магистрали с крупными тоннельными объектами.

В конце 1960-х - начале 1970-х гг. преподавал на кафедре "Мосты и тоннели" выпускник факультета Юрий Степанович Фролов. Он, переехав в 1972 г. в Ленинград, защитил докторскую диссертацию, стал профессором кафедры "Тоннели и метрополитены" родственного нашему вузу, теперь - Петербургского государственного университета путей сообщения. В подготовке инженеров-тоннельщиков большое участие принимал в те годы и главный инженер проекта "СибГИПРОтранса", впоследствии первый начальник "Новосибметропроекта" Юрий Георгиевич Самочёрнов.

В первом составе кафедры "Тоннели и метрополитены" работали: Юрий Николаевич Третьяков, Борис Ефимович Славин, Валентин Андреевич Главатских, Виктор Сергеевич Молчанов, Юрий Николаевич Савельев. В 1985 г. к ним присоединился Геннадий Николаевич Полянкин, до этого работавший на кафедре "Геология, основания и фундаменты". Он возглавил кафедру после ухода А. К. Поправко (1999 г.). Теперь все преподаватели кафедры являются выпускниками факультета "Мосты и тоннели".

Г. Н. Полянкин, выпускник 1971 г., работает у нас с 1973 г. после службы в армии: сначала в группе "Обследования и испытания искусственных сооружений" лаборатории мостовых конструкций, затем, после окончания аспирантуры по специализации "Подземные сооружения, основания и фундаменты", - на кафедре "Геология, основания и фундаменты".

Ю. Н. Третьяков, выпускник 1960 г., пришел к нам из Сибирского филиала центрального НИИ транспортного строительства в 1973 г., в 1982-1992 гг. возглавлял факультет "Мосты и тоннели". Бывший производственник, очень коммуникабельный человек, он пользуется большой любовью среди студентов и выпускников многих лет.

Б. Е. Славин, выпускник 1952 г., возглавлявший в течение 20 лет лабораторию "Тоннели" СибЦНИИС, в 1981 г. стал доцентом. Под его руководством защитили кандидатские диссертации 8 человек. Борис Ефимович работал на кафедре до последнего дня жизни. Всех, кто с ним общался, он поражал научными познаниями, высоким творческим потенциалом, безупречной нравственностью.



В. А. Главатских, выпускник факультета 1965 г., работавший руководителем группы тоннелей в лаборатории мостовых конструкций, в 1980 г. перешел на преподавательскую работу.

В. С. Молчанов, выпускник 1973 г., после службы в армии (в тоннельном батальоне железнодорожных войск) и работы преподавателем Омского техникума транспортного строительства, в 1979 г. вернулся в родной вуз. Он получил также опыт административной, производственной и хозяйственной деятельности, работая в 1993-1999 гг. начальником отдела транспорта администрации Новосибирской области, директором завода по выпуску кормовых добавок для животноводства, заместителем генерального директора объединения "Новосиблестопром". После защиты в апреле 1999 г. кандидатской диссертации вернулся на кафедру.

Ю. Н. Савельев после окончания института (1975 г.) остался работать в вузе. В 2002 г. он закончил работу над диссертацией по теме "Облегченная стержневая крепь при строительстве тоннельных сооружений Новосибирского метрополитена".

К работе на кафедре постоянно привлекаются опытные специалисты-практики. Более 10 лет председателем Государственной экзаменационной комиссии по тоннельной специализации является выпускник факультета Валерий Владимирович Тур. С 1998 г. доцентом кафедры по совместительству работает генеральный директор "Новосибметропроекта" Александр Павлович Мельник. Руководителями дипломных проектов неоднократно становились специалисты производственных, проектных и научных организаций Виктор Николаевич Коженков, Александр Владимирович Яковлев, Игорь Федорович Аникеев, Геннадий Федорович Петров, Вячеслав Платонович Казаков и другие.

Первый выпуск группы инженеров-тоннельщиков состоялся в 1965 г. (до этого

разделение студентов по специализациям "Мосты" и "Тоннели и метрополитены" происходило на стадии выполнения дипломных проектов).

В настоящее время кафедра ведет преподавание по 12 дисциплинам тоннельного цикла для студентов трех специализаций факультета ("Мосты", "Тоннели и метрополитены", "Городские транспортные сооружения"), руководит производственной практикой, дипломным проектированием.

Разделение студентов по специализациям производится на третьем курсе.

Базовыми для студентов-тоннельщиков являются дисциплины: "Тоннели и метрополитены", "Щиты и щитовые комплексы", "Организация и технология тоннелестроительного производства" и другие. Студенты тоннельной специализации получают расширенную подготовку по ведению буровзрывных работ, производству капитального ремонта и реконструкции тоннельных сооружений, проведению научных исследований в строящихся и эксплуатируемых тоннелях.

Дипломные проекты наши студенты выполняют, как правило, на реальной основе, зачастую - по заказам производства. Так, например, в 2001 г. комплексный дипломный проект Андрея Ерошенко и Владимира Прокопова "Городской транспортный комплекс" (руководители Г. Н. Полянкин и В. С. Молчанов), выполненный по заданию Новосибирметропроект совместно с дипломниками кафедр "Мосты" и "Строительные конструкции и здания", получил диплом первой степени во Всероссийском конкурсе дипломных проектов. (Дипломники выполнили проработку варианта выносной линии Новосибирского метрополитена, связывающий городской центр с аэропортом Толмачёво).

В 2001 г. дипломники-заочники Александр Махаев и Павел Медведев разработали проект реконструкции Нанччульского железнодорожного тоннеля, в осуществлении которого им предстоит принимать участие.

Выпускники нашей кафедры успешно ра-

ботаю на стройках и в проектных организациях, а также на эксплуатации искусственных сооружений в системе Министерства путей сообщения Российской Федерации.

Преподаватели кафедры совмещают главное дело - подготовку квалифицированных инженеров - с активной научной работой.

Почти одновременно с образованием самостоятельной кафедры на базе существовавшей группы тоннелей лаборатории мостовых конструкций была образована отраслевая научно-исследовательская лаборатория "Тоннели и метрополитены", которую возглавил Валерий Алексеевич Гурский. С 1992 г. заведующим лабораторией стала Галина Федоровна Пахомова, работающая на этой должности поныне. Сотрудники кафедры и лаборатории проводят совместные исследования по технологии строительства, содержанию и реконструкции тоннелей, использованию автоматизированных средств управления технологическими процессами при содержании тоннелей, а также разрабатывают новые информационные технологии для предприятий транспорта. За 1965-2002 гг. получено 17 авторских свидетельств на изобретения, опубликовано более 500 печатных трудов, среди них - 10 нормативных документов и 42 учебных пособий и методических указаний. Работа Г. Н. Полянкина и В. С. Молчанова "Проектирование буровзрывных работ в тоннелестроении" получила гриф Учебно-методического объединения нашего министерства "Рекомендовано в качестве учебного пособия". Среди изобретений - конструкции заобделочных дренажных устройств (Б. Е. Славин, В. А. Гурский), коллектора для отвода воды из-за обделки обводненных тоннелей (Б. Е. Славин) и другие, а среди нормативных документов - наставление по контролю качества, пособие по производству и приемке работ.

Мы принимаем активное участие в решении проблем тоннеле- и метростроения в регионе. С начала строительства родного Новосибирского метрополитена велась наблюдения за осадками земной поверхности и наземных сооружений, разрабатывались и внедрялись на основе наших рекомендаций и заключений многие технические проекты. Например, разработанная Ю. Н. Савельевым в содружестве со специалистами-производственниками технология стержневого крепления откосов котлованов.

На базе нашей кафедры образовано Сибирское отделение Тоннельной Ассоциации России, членами которой являются все наши сотрудники и многие тоннельные организации региона.

За шесть десятилетий подготовлено более 1500 инженеров-тоннельщиков. Многие стали крупными специалистами, руководителями. Среди них: первый заместитель председателя Правления Тоннельной ассоциации России, лауреат Государственных



премий Сергей Николаевич Власов; заместитель генерального директора Корпорации "Трансстрой" Анатолий Акимович Лукьянчиков; генеральный директор корпорации "Дороги России" Виктор Александрович Глуценко; начальник одного из крупнейших строительных управлений Федерального государственного унитарного предприятия № 30 Владимир Павлович Абрамчук; начальники и главные инженеры Бамтоннельстроя Иван Александрович Салопекин, Сергей Викторович Сермягин, Александр Павлович Гольшев, Сергей Николаевич Королько; генеральный директор ОАО "Апатиты" Сергей Геннадьевич Федоров; генеральный директор ОАО "Южная горно-строительная компания" Павел Викторович Пуголовко; генеральный директор ОАО "Дальневосточная горностроительная компания" Алексей Михайлович Летуновский; президент концерна "Амуринвест" Сергей Николаевич Ровбель; руководители Новосибирского метропроекта Юрий Георгиевич Самочёрнов, Александр Павлович Мельник; первый начальник Новосибирскметростроя Михаил Михайлович Немилостивых; бывшие и нынешний главные инженеры Новосибирскметростроя Валерий Васильевич Шипицын, Валерий Владимирович Тур, Анатолий Николаевич Агеев; начальник Дирекции по строительству Новосибирского метрополитена Юрий Николаевич Гурков; директор СибЦНИИСа Борис Викторович Карякин; генеральный директор Минскметростроя Валерий Владимирович Чеканов; начальники Кисметростроя - Юрий Васильевич Качегаров, Днепрпетровскметростроя - Василий Иванович Савченко, Казметростроя - Марат Мулахмедович Рахимов, Горметростроя - Владимир Владимирович Зборовский, Минскметростроя - Алексей Гаврилович Серёгин, Омскметростроя - Василий Владимирович Балыкин, Красноярсктоннельметростроя - Александр Павлович Гольшев, Сергей Леонтьевич Галтер; начальник дирекции строительства Красноярского метрополитена Игорь Степанович Иванов; генераль-

ный директор и главный инженер Челябинскметростроя - Константин Владимирович Абрамчук и Александр Григорьевич Запрудин; исполнительный директор Запсибтрансстроя Павел Васильевич Халивин и многие другие.

Многие выпускники не прерывают связи с вузом. В. П. Абрамчук является членом попечительского Совета нашего университета, в 2000 г. он первым из тоннельщиков-производственников защитил диссертацию "Концепция скоростного строительства большепролетных подземных сооружений в скальных грунтах" на соискание ученой степени доктор транспорта.

Мы рады, что нередко дети идут по стопам родителей-тоннельщиков. Известны тоннельные династии Абрамчуков, Астаховых, Ворониных, Галтеров, Дзюбенко, Дубровиных, Ерошенко, Корякиных, Летуновских, Лозиных, Немилостивых, Павловичей, Поповых, Прокоповых, Рахимовых, Сермягиных, Сулимовых, Шейниковых и др. Пока еще учатся дети Додоновых, Климонтовых, Прицов, Агеевых, Гурских, Кузьминых, Денисовых, Мельников, Сосновских...

Считаем, что пока мы едины - мы непобедимы.

В нашем коллективе свято поддерживаются традиции, заложенные М. М. Архангельским, С. А. Компанийцем, А. К. Поправко. Среди них - тесные связи кафедры с производственными организациями. Мы вместе проводим производственные и преддипломные практики студентов, постоянно обмениваемся технической информацией. Нас обычно приглашают на главные праздники тоннельщиков - сбойки и пуски тоннелей в эксплуатацию, у нас часто бывают гости...

*Мост - символ единения и братства,
Тоннель - стремление к свету и удаче.
Для нас преодоление препятствий -
Работа наша просто, не иначе!*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В. А. Гурский,

К. Т. Н.

В. И. Хабаров,

д. т. н., СГУПС

Железнодорожные тоннели в России построены и эксплуатируются в широком спектре внешних условий и воздействий на тоннельные конструкции.

Ошибки, допущенные при изысканиях тоннельных переходов, проектировании и строительстве, не позволяют в достаточной мере обеспечить защиту сооружений от неблагоприятных воздействий природно-климатических, гидрогеологических, сейсмических и других факторов в период эксплуатации. При этом жесткие условия организации перевозочного процесса ставят высокие требования по безопасности пропуска поездов по тоннелям с установленными скоростями. В то же время технологические процессы поддержания искусственного сооружения в безопасном состоянии в большинстве случаев требуют ограничения перевозочного процесса за счет предоставления "окон" на выполнение ремонтных работ.

Сложившаяся практика содержания железнодорожных тоннелей грешит множеством недостатков прямо или косвенно влияющих на безопасное состояние сооружений.

1. Недостаточная квалификация и опыт персонала, занимающегося их текущим содержанием.

2. Слабая оснащенность (зачастую ее полное отсутствие) специальным инструментом и оборудованием, необходимым для оперативного и текущего ремонта конструкций.

3. Слабый и бессистемный надзор за техническим состоянием тоннельных конструкций и проявлениями внешних факторов.

4. Отсутствие строго обоснованных критериев принятия решений по проведению ремонтных мероприятий и прогнозу эксплуатационных характеристик сооружения при различных сочетаниях внутренних и внешних факторов.

5. Слабая база (зачастую ее отсутствие) знаний о природе и истории развития поврежденных конструкций. В связи с этим применяется экспертная оценка технического состояния сооружения, допускающая определенную степень ошибок.

6. Отсутствие диагностического аппарата для оперативной и достоверной оценки текущих физико-механических и геометрических характеристик эксплуатируемых тоннелей.

7. Отсутствие системного подхода в организации текущего содержания тоннельных сооружений, учитывающего:

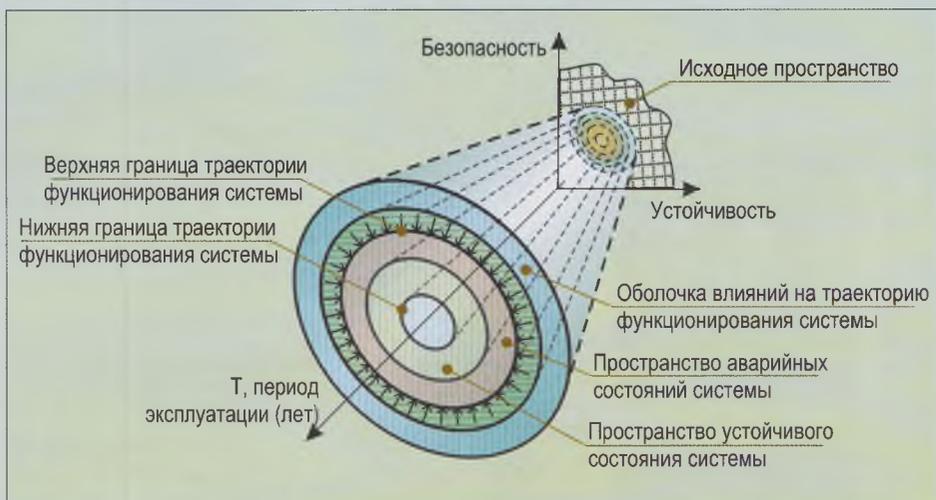
- интенсивность и природу дефектообразования в конструкциях от воздействия различных факторов;

- эффективность, качество и своевременность выполнения ремонтно-оздоровительных мероприятий;

- безопасность тоннельных сооружений в обеспечении перевозочного процесса с установленными скоростями;

- долговечность и ремонтпригодность конструкций для планирования материальных и трудовых ресурсов.

Процесс функционирования тоннелей следует рассматривать как сложную схему взаимодействия технических систем с внешней средой, включающей в себя:



Траектория функционирования системы

- горно-геологические и гидрогеологические условия;
- сейсмические;
- природно-климатические;
- обслуживающий персонал;
- организационно-техническое обеспечение содержания сооружений;
- эксплуатационные условия;
- прочие.

В качестве основного требования к системе функционирования тоннелей рассматривается устойчивость в пространстве своего существования в штатном режиме работы. Схематически это представлено на рисунке.

Из схемы видно, что траектория функционирования сооружения, заключенная в границах устойчивости, отображает штатный режим работы конструкций, установленный нормативно-технической документацией. При этом внешние воздействия стремятся вывести систему из устойчивого равновесия, а технологические процессы текущего содержания — стабилизировать равновесие. Очевидно, что разница в размерах границ устойчивого функционирования в начале эксплуатации сооружения и в более поздние сроки связана с накоплением повреждений в конструкциях и слабой стабилизирующей ролью текущего содержания. Последнее обстоятельство обуславливает вывод системы из равновесного состояния и возникновение аварийных ситуаций. В этом случае требуется капитальный ремонт или реконструкция сооружения, что практически невозможно осуществить без больших потерь в перевозочном процессе. В связи с изложенным, становится очевидным тот факт, что эффективное поддержание устойчивого равновесия должны обеспечивать текущие ремонты, сохраняя безопасность в заданных пределах. Однако в этом случае сооружение (тоннель) следует рассматривать вместе с окружением, включающим в себя и человека, как носителя интеллекта и окружающую среду, как носителя нестабильности.

Это позволяет подойти к системе с точки зрения Кибернетики II и рассматривать ее как самореферентную, имеющую собственное поведение и подчиняющуюся законам самоорганизации. Самоорганизация системы является основным фактором, который тормозит ее деградацию.

Использование этой парадигмы — Кибернетики II — заставляет создавать систему с учетом включения управляющего органа (управляющий и обслуживающий персонал). Естественный и искусственный интеллект такой системы является необходимым условием для ее самоорганизации и обладает информационной средой, в которой отражается объект.

Явления самоорганизации могут происходить в информационной среде и находить свое отражение в предметной области (тоннельные сооружения, технологические процессы текущего содержания, мониторинг технического состояния и др.). Возможен и обратный процесс.

Искусственный интеллект, представляющий собой систему поддержки принятия решений естественным интеллектом, исполняет роль системобразующего каркаса организационно-технической системы. Таким образом, приспособляемость системы к условиям окружающей среды (гомеостат) достигается взаимодействием двух различных масштабов во времени систем управления.

Они призваны обеспечивать безопасность сооружения в более широком понимании, чем категория надежности в виде вероятности безотказной работы конструкций. Безопасность должна учитывать влияние внешних факторов или возникающих повреждений на обслуживающий персонал (человека), проходящий подвижной состав, экологическую обстановку, обустройства и т. д. Таким образом, на этапе создания сложной технической системы необходимо учитывать информационную структуру, состоящую из двух замкнутых контуров. На уровне естественного интеллекта происходит самореференция системы, т. е. осознание самой себя и предсказание поведения объекта, а искусственный интеллект с одной стороны непрерывно следит за состоянием системы (мониторинг), пополняя базы данных изменениями, с другой стороны следит за отклонениями от нормы и формирует модель системы на данный момент с рекомендациями по принятию решений. Таким образом, искусственный и естественный интеллект дополняют друг друга и позволяют в полной мере обеспечивать сбор и использование всей информации о сооружении и назначать адекватные организационно-технические мероприятия по обеспечению его безопасного функционирования.



Временное административное здание строительства

ИНФОРМАЦИОННО-МУЗЕЙНЫЙ ЦЕНТР ЛЕФОРТОВСКОГО ТОННЕЛЯ



По заказу ООО "Организатор", Корпорации "Трансстрой" и ОАО "Трансстройтоннель" был создан Информационно-музейный центр, посвященный строительству Лефортовского тоннеля.

Издательский центр "ТА Инжиниринг", при поддержке Тоннельной ассоциации России, разработал дизайн-проект и осуществил комплекс работ по строительству, оборудованию и оформлению экспозиции информационного и конференц-залов. На стендах представлена информация об основных проектных решениях, ходе строительства тоннеля и его участниках, эксплуатационных службах и пожаробезопасности. Посетители смогут увидеть макет района Лефортово с нанесенной на него трассой тоннеля глубокого заложения и обходной трассой, геологический разрез глубокого участка тоннеля, макет тоннелепроходческого комплекса "Херренкнехт", а также трехмерную компьютерную анимацию по работе ТПМК и сепарационной установки.



ТПМК «Херренкнехт» и макет геологического разреза глубокого участка тоннеля



Начало осмотра экспозиции

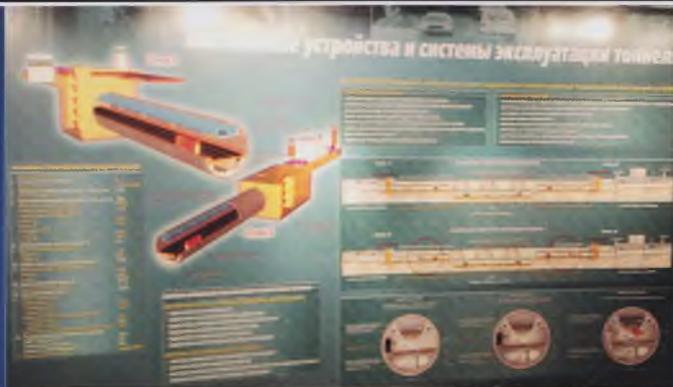


Д-р М. Херренкнехт на осмотре экспозиции



Трехмерная анимация, показывающая работу ТПМК

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР О ТОННЕЛЯ



Постоянные устройства и системы эксплуатации тоннеля



Таким будет построенный тоннель

БЛАГОДАРНОСТЬ

Тоннельная ассоциация России и «ТА Инжиниринг» выражают искреннюю признательность за оказанную помощь в создании музейной экспозиции лефортовским тоннельщикам и французским коллегам.

Особенная благодарность:



Н. Ф. Давыдкин, Интерсигнал



В. Фандин, Трансстройтоннель



С. Мазейн, Херренкнехт тоннельсервис



Ж. Пети, Винси



Ж.-Ж. Селлес, Винси



П. Леге, Винси



А. П. Деревянкин, Винси

ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Поздравляем с юбилеем!



Исполнилось 75 лет главному инженеру ОАО "Харьковметрострой" Василию Яковлевичу Гацко. Василий Яковлевич относится к старшему поколению тоннельщиков России и Украины. После окончания в 1953 г. Харьковского горного института был направлен на строительство подземного горно-химического комбината "Красноярск 26", где проработал почти 20 лет и прошел путь от начальника смены до заместителя начальника Управления строительства.

В. Я. Гацко является одним из немногих работающих в настоящее время тоннельщиков, которые создавали оборонный щит нашей страны, участвуя в создании подземных камер для ядерных реакторов по выработке оружейного плутония. В течение ряда лет он руководил работами по сооружению шахтных стволов для ракетных установок и ряда других объектов в Сибири и на Дальнем Востоке.

С 1971 г. и по настоящее время В. Я. Гацко работает главным инженером Управления "Харьковметрострой", является главным техническим руководителем строительства всего Харьковского метрополитена, построив 34 км и 26 станций.

Одновременно с сооружением Харьковского метрополитена Управление "Харьковметрострой" по заданию Минтрансстроя осуществляло строительство подземных объектов различного назначения во многих регионах Союза, в том числе: в Армении, Таджикистане, Крыму, Днепрпетровске и Волгограде.

Как технический руководитель, принимал участие в постоянном совершенствовании организации строительства, внедрении новых конструктивных решений станций, перегонных тоннелей и других объектов, разработке и внедрению новых строительных материалов, механизмов и оборудования.

С его участием разработаны и внедрены новые конструктивные решения односводчатой станции мелкого заложения в сборном железобетоне, а также станций колонного типа из укрупненных элементов весом до 20 т; разработана и внедрена кассетная опалубка для изготовления круговой железобетонной обделки перегонных и станций и другие технические усовершенствования.

За трудовые достижения награжден правительственными наградами Советского Союза и Украины, удостоен премии Совета Министров СССР, является "Заслуженным строителем Украины" и "Почетным транспортным строителем".

Правление Тоннельной ассоциации России поздравляет Юбилера и желает крепкого здоровья и активной работы на строительстве метро в Харькове.

Правление ТА России

Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы

Tunnelling in Russia and CIS Countries at the beginning of the century: experience and prospects

Более пятисот страниц трудов международной научно-практической конференции, которая состоялась в Москве в конце октября 2002 г.

Цена 30 долларов США + почтовые расходы.



Over 500 pages of proceedings of the International Conference which took place in Moscow in late October 2002.

Price 30 usd + postage

По вопросам приобретения обращаться:
тел.: +7 095 929-6482, факс: 929-6548
e-mail : tunnels@metrostroy.ru

For additional information please contact:
tel: +7 095 929-6482, fax 929-6548
e-mail : tunnels@metrostroy.ru



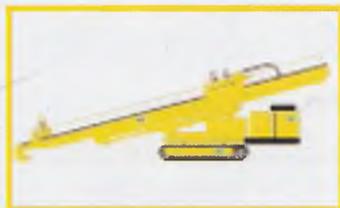
Пульт управления



Рама модульного типа



Рама на колесных транспортерах



Рама на гусеничных транспортерах

Новая техника от «Херренкнехт АГ» установка горизонтального направленного бурения (ГНБ)

Для эффективной, экономичной и экологичной реализации проектов фирма «Херренкнехт АГ» разработала новые макси и мега установки горизонтального направленного бурения (ГНБ), специально адаптированные для проектных требований и спецификаций клиента.

Херренкнехт поставляет рамы **модульного** типа, рамы на **колесных** или **гусеничных** транспортерах с высокой, от 100 до 400 т, силой тяги. Инновационные концепции обеспечивают быструю доставку по всему миру, легкую транспортировку и монтаж, предоставляя оптимальные решения для каждого проекта.

HERRENKNECHT AG
D-77963 SCHWANAU

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

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

ЗАО «ХЕРРЕНКНЕХТ ТОННельСЕРВИС»

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

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





Бестраншейное продавливание труб в любых условиях



Шламовая проходка в прочных породах с помощью шарошек и катковых резцов



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



Шламовая проходка в слабых грунтах с помощью лопатообразных резцов

700 тоннельных микропроходческих комплексов по всему миру

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

Приспособление комплексов к условиям конкретных объектов и сервисные мероприятия позволяют заказчикам достигать оптимального темпа проходки. Участник мирового рынка, фирма «Herrenknecht AG», может обеспечить весь процесс прокладки трубопроводов и проходки микротоннелей диаметром от 100 до 4000 мм.

Тоннелестроение - это окно в будущее

HERRENKNECHT AG
D-77963 SCHWANAU

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

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

ЗАО «ХЕРРЕНКНЕХТ ТОННЕЛЬСЕРВИС»
107497, Москва, Россия,
ул. Бирюсинка, д. 4
телефон (+7) 095 462 38 78
факс (+7) 095 462 57 44

