

ВОЗМОЖНОСТЬ

прорыва

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

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

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

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

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

Ловат Инк. представлен в России

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



LOVAT Inc.



Учредители журнала

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

Редакционный совет

Председатель совета

В. А. Брежнев

Заместители председателя:

Д. В. Гаев, С. И. Свирский

Члены совета:

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

Редакционная коллегия:

О.Т. Арефьев, Н.С. Булычев,
Д.М. Голицынский, Е.А. Демешко,
Е.Г. Дубченко, О.В. Егоров,
С.Г. Елгаев, А.В. Ершов, В.Н. Жданов,
В.Н. Жуков, А.М. Жуков,
Н.Н. Кулагин, А.М. Летуновский,
В.В. Котов, В.Е. Меркин,
Ю.А. Кошелев, В.В. Неретин,
К.П. Никифоров, А.Ю. Педчик,
П.В. Пуголовок, 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

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандул

Компьютерный дизайн и верстка:

С. В. Пархоменко, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован

Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства

© ЗАО «ТА Инжиниринг»

№ 1 2003

Новости

2-4

На строительстве Московского метро

Первый тоннель в Москве,

пройденный ТПМК с грунтовым пригрузом забоя

6

С. В. Бочаров

Большая победа тоннельщиков России

8

Интервью

Интервью с В. Л. Шварцманом

10

Интервью с В. П. Грачевым

14

Экономика строительства

Как, когда и сколько?

16

А. А. Шилин

Метрополитены

Новая станция Самарского метрополитена

22

Ю. И. Софронов

Новая станция Екатеринбургского метрополитена

24

В. Н. Веселовский, С. У. Зиганшин,

С. В. Ляхов, А. А. Красноборов

Первая наземная станция Нижегородского метрополитена 27

А. Г. Бегун, А. А. Ерофеев

Зарубежный опыт

Обоснование исходных данных для проектирования

и расчета обделок тоннелей в Иране

30

Н. С. Булычев, И. Сиавоши

Поздравления

33

Транспорт мегаполисов

Взгляд из Шанхая

34

Ю. В. Абрамов

Метроtramвай можно строить в кредит

37

В. А. Мнацаканов

Объявления

40

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Коллектив
ООО «Трансстройтоннель»
после завершения проходки
Лефортовского тоннеля

РИЧАРД ЛОВАТ ПОЛУЧАЕТ GOLDEN BEAVERS AWARDEES ПРЕСТИЖНУЮ ПРЕМИЮ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ



The Beavers (Бобры) - это почетная общественная организация, основанная и управляемая строительными компаниями и отдельными физическими лицами, занятыми в тяжелом машиностроении и строительстве. The Beavers были основаны в 1955 г.

Цель организации состоит в содействии политике доброжелательности и уважения между предприятиями тяжелого машиностроения и строительного комплекса, в выражении признательности лицам, продемонстрировавшим свою высокую квалификацию, ответственность и честность, а так же поощрении и поддержке подающих надежды специалистов, начинающих работу в этой отрасли.

ре компанию по производству тоннелепроходческой техники. Премия г-ну Ловату была вручена за поставку оборудования и обслуживание объекта по строительству канализационного коллектора в Лос-Анджелесе (см. «Метро и тоннели» № 3 за 2001 г. и № 6 за 2002 г.).

Г-н Ловат происходит из итальянской династии горняков. Еще в возрасте 16 лет Ричард Ловат работал на строительстве тоннелей, где инструментом служили отбойные молотки и лопаты.

Окончив технический колледж в г. Белуно (Италия), Ричард Ловат с 1944 по 1955 год набирался опыта в подземном строительстве в



Европе. В 1951 году, перебравшись в Канаду уже квалифицированным специалистом, он приступил к выполнению различных подрядов в Торонто. В 1963 г. была создана фирма Richard's Machinery and Repair Ltd. В этом году появился на свет и первый ТПМК для прокладки коллектора в г. Вилланд, Канада.

Для удовлетворения возрастающих нужд подземного строительства в 1972 г. зарегистрирована фирма LOVAT, которая по настоящее время успешно осуществляет поставку оборудования для тоннелестроения.

На сегодняшний день изготовлено и продано более двухсот тоннелепроходческих комплексов. Принято участие в 380-ти тоннельных проектах на шести континентах. Пройдено более миллиона метров тоннелей в 25-ти странах. Более 95% продукции LOVAT экспортирует.



17 января 2003 г. в отеле "Century Plaza" в Лос-Анджелесе, Калифорния, состоялась 48-я ежегодная церемония награждения премией Golden Beaver Awardees (премия "Золотой Бобер"). Члены фонда, лауреаты и гости были приглашены для знакомства с пятью специалистами, представляющих различные отрасли строительной индустрии.

Среди награжденных в этот вечер был Ричард Ловат, возглавляющий крупнейшую в ми-

Всероссийский конкурс «Инженер года»

Союз научных и инженерных общественных объединений, Академия инженерных наук Российской Федерации, Российский Союз научных и инженерных общественных организаций, Межрегиональный общественный фонд содействия научно-техническому прогрессу с 15 ноября 2002 г. по 15 февраля 2003 г. провели Всероссийский конкурс «Инженер года» по результатам деятельности в 2002 г. инженеров, занятых на предприятиях и в организациях различных форм собственности.

Победителями конкурса «Инженер года – 2002» признаны по номинациям:

* «Организация управления строительством»
Грачев Владимир Петрович

* «Транспортное и дорожное строительство»
Барский Ефим Семенович

Победителям конкурса были вручены дипломы, сертификаты и памятные медали «Лауреат конкурса». Их имена занесены в реестр Профессиональных инженеров России.



Грачев Владимир Петрович, генеральный директор ООО «Трансстройтоннель». Окончил Ташкентский политехнический институт (1974 г.). Награжден орденом «Почета» - 1996 г. Специалист в области строительства тоннелей гражданского назначения. Под его руководством в Москве осуществлена проходка Лефортовского тоннеля глубокого заложения. В процессе ведения работ им был разработан и применен ряд циклических производственных операций: от разработки грунта до готового тоннеля.

Применение новых технологий дало возможность увеличить темпы проходки тоннеля в месяц и обеспечить сохранность наземных зданий и сооружений, расположенных на трассе тоннеля, в том числе Алексеевского военного училища и комплекса жилой застройки на Красноказарменной улице.



Барский Ефим Семенович, главный конструктор ОАО «Метрогипротранс». Окончил Московский институт инженеров железнодорожного транспорта (1957 г.).

Лауреат премии Совета Министров СССР – 1997 г.

Заслуженный строитель РФ – 1996 г.

Специалист в области проектирования подземных сооружений. Принял активное участие в проектировании и ведении авторского надзора за строительством городских транспортных тоннелей, 33-х станций Московского метро-

политена. Руководил проектированием первого пускового участка Люблинско-Дмитровской ветки и линии мини-метро от ст. «Киевская» до «Москва-Сити». Автор 17 изобретений, многие из которых применены при строительстве станций метрополитена в городах Москве, Киеве, Харькове и Праге. Имеет 2 серебряные и 2 бронзовые медали ВДНХ.

«Золотая медаль Ассоциации содействия промышленности» у российского предприятия «Метротоннельгеодезия»

В. А. Мазалецкий,
ОАО «Метротоннельгеодезия»

В декабре 2002 года в Париже состоялся международный конкурс, проводимый французской государственной Ассоциацией содействия промышленности (SPI). Основанная декретом Наполеона Бонапарта в 1801 году, Ассоциация в течение последующих двух веков способствовала модернизации множества предприятий и практическому использованию ярких, вошедших в мировую историю, научных открытий. Она получает постоянную и эффективную поддержку правительственных структур Франции, участвует в различных проектах, распространяет новейшую информацию о промышленных, экономических и социальных достижениях.



Почетный нагрудный знак SPI

Имеющая двухвековую историю Ассоциация внесла весомый вклад в развитие мировой науки, техники и промышленного производства. Лауреаты международных конкурсов SPI - это предприятия и организации, добившиеся в промышленности и экономике значительных результатов и международного признания.

Впервые на конкурс Оргкомитетом была представлена производственная организация ОАО «Метротоннельгеодезия», специализирующаяся в области геодезическо-маркшейдерского обеспечения транспортного строительства и являющаяся по этим

работам головной организацией Корпорации «Трансстрой». Предприятие «Метротоннельгеодезия» было выбрано на основе анализа ряда показателей, включающих в себя финансовую и производственную деятельность, научно-технический уровень и высокое качество выполняемых работ в строительной отрасли, участие в профессиональных выставках и конференциях, отзывы партнеров в странах СНГ.

По результатам международного конкурса организация ОАО «Метротоннельгеодезия» была удостоена высшей награды - «Золотой медали Ассоциации содействия промышленности» и диплома. Генеральному директору предприятия И. Н. Соколову был вручен почетный нагрудный знак SPI, удостоверяющий его большой личный вклад в динамичное развитие организации, производственные достижения и творческий подход в области стратегического менеджмента. С 2002 года победителям международного конкурса «Золотая медаль SPI» предоставляется право стать действительными членами Ассоциации содействия промышленности.

Торжественная церемония награждения лауреатов конкурса прошла 19 декабря прошлого года по традиции в Париже, в историческом зале «Люмьер» здания Ассоциации содействия промышленности на площади Сен Жермен де Прэ. В церемонии принимали участие представители дипломатических миссий, руководители ведущих француз-



Бернар Муссон и И. Н. Соколов

ских и европейских фирм и предприятий, представители прессы. Награды лауреатам вручал президент SPI, кавалер ордена «Почетного Легиона» г-н Бернар Муссон.

Эта международная награда является свидетельством эффективной экономической деятельности предприятия и высокого качества производимых геодезическо-маркшейдерских работ в метростроении и транспортном строительстве. Она убедительно подтверждает авторитет организации в области строительной индустрии как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Предприятие ОАО «Метротоннельгеодезия» имеет огромный опыт строительства метрополитенов, транспортных тоннелей, автомобильных и железных до-

рог, мостов и путепроводов, объектов промышленного и гражданского строительства. Созданное в 1932 году в структуре Мосметростроя предприятие для обеспечения геодезическо-маркшейдерскими работами строительства первой очереди Московского метрополитена со временем стало крупной организацией всесоюзного значения. Специалисты предприятия непосредственно участвовали в строительстве и вводе в эксплуатацию в общей сложности 400 км линий метрополитенов в столице и других городах страны. Генеральный директор ОАО «Метротоннельгеодезия» И. Н. Соколов до того, как возглавил предприятие в 1988 году, работал более десяти лет главным маркшейдером строительных управлений и всего Московского метростроя. В последнее время предприятие, по-прежнему, играет главную роль в геодезическо-маркшейдерском обеспечении строительства Московского метрополитена, обеспечивает строительство и ввод в эксплуатацию станций Серпуховско-Тимирязевской линии, работает над реализацией новых проектов метро в столице. Деятельность и производственные возможности коллектива широко известны в профессиональной среде на территории России и СНГ.

Золотая медаль SPI



Инъекционные технологии и материалы в подземном строительстве

28 февраля 2003 года в Московском государственном горном университете состоялся семинар на тему: «Новые инъекционные технологии в подземном строительстве». Его проводила кафедра «Строительства подземных сооружений и шахт» при участии Тоннельной ассоциации России, фирмы Carbo Tech (Германия), ЗАО «Триада-Холдинг» (Москва) и правительства Москвы. Докладчиками являлись: Dr. Wolfgang Cornely, Al. Gerzen, Witold Stachon, A. A. Шилин. На семинаре присутствовало более 120 человек, среди которых представители Метростроя, ГУП «Метрополитен», Метрогипротранса, Промстроя, Мостотреста, Гидроспецстроя, Мосинжстроя и др. На семинаре были обсуждены следующие вопросы:

- новые инъекционные материалы: типы составов, свойства, назначения;
- примеры использования инъекционных материалов;
- химическое закрепление и гидроизоляция грунтов (сплошное закрепление, инъекционные сваи);
- водоподавление и ликвидация аварий при прорывах воды;
- гидроизоляция подземных сооружений и заглубленных частей зданий;
- заполнение полостей за обделкой подземных сооружений;
- анкерное крепление;
- усиление фундаментов;
- ремонт деформационных трещин в зданиях.

В первой части семинара речь шла о новых материалах и их основных свойствах.

Пенополиуретановые смеси - это высокомолекулярные соединения. Их условно можно подразделить на две категории: одно- и двухкомпонентные, которые, в свою очередь, делятся на жесткие и эластичные системы. Материалы, которые относятся к жестким системам, можно классифицировать как материалы для тампонажа и упрочнения пород. Последние обладают низкой вязкостью (менее 250 МПа·сек), регулируемым временем гелеобразования, высокой прочностью закрепленного грунта (до 15 МПа). Также немаловажную роль играет закрытая пористость полученного композита, которая обеспечивает полную водонепроницаемость закрепленного грунта. Материал, применяемый для тампонажных работ, должен обладать невысокой вязкостью, которая позволяет ему проникать даже в волосные трещины. Помимо хорошей проницаемости немаловажным фактором является способность материала увеличиваться в объеме. При этом данный для разных материалов коэффициент различен. Например, материал CarboStop U имеет коэффициент объемного расширения в свободном состоянии равный 50. Увеличение составов в объеме происходит за счет выделения углекислого газа в результате реакции поликонденсации и постепенного отверждения. Этот процесс сопровождается повышением давления до 10 бар. Одновременно происходит вторичное проникновение материала как в несвязные грунты, так и в трещиноватые породы.

Эластичные системы, увеличиваясь в объеме, заполняют мелкие трещины, но в отличие от жестких систем они способны воспринимать динамические воздействия. Так, материал Carbo Crack Seal обладает относительным удлинением, равным 150%.

Основной новизной укрепляющих составов на основе пенополиуретанов является их гидроактивность. Это свойство присуще в большей степени однокомпонентным системам и заключается в способности материала реагировать только при контакте с водой. Иными словами, реакция поликонденсации начинается только после попадания материала в грунт или конструкцию и взаимодействия его с влагой. После контакта с водой пенополиуретан начинает вспениваться, увеличиваясь в объеме, и затвердевать.

Отличительной чертой двухкомпонентных составов является способность реагировать без контакта с водой. Их твердение начинается после взаимодействия компонентов между собой. Но, как правило, без контакта с водой не происходит их вспенивания и увеличения в объеме. Материал твердеет и остается в изначальном объеме.

Еще одним важным фактором является высокая скорость твердения состава. Это позволяет применять его в условиях высоких скоростей фильтрации при минимальных потерях материала.

Процесс гелеобразования пенополиуретана зависит от таких факторов, как температура окружающей среды, пористость массива, влажность, давление нагнетания и т. д. Эти факторы могут влиять на время гелеобразования состава, его проникающую способность, прочность укрепленного массива, его водонепроницаемость и т. д.

Достоинством этих составов является технологичность их применения, регулируемое время отверждения, гидроактивность, высокая проникающая способность.

Во второй части семинара были приведены примеры, где применялись данные материалы и технологии их использования за рубежом. Среди них: водоподавление и герметизация трещин в тоннелях Китая, Италии, Чехии, Германии; ремонт опор мостов с применением анкеров и двухкомпонентных пенополиуретанов, выполняемый в Чехии, Польше, Германии; усиление фундаментов зданий, химическое закрепление грунтовых откосов дорог в Германии, Италии и Чехии, а также при ремонте зданий и заделке трещин, образовавшихся после землетрясения в Италии.

В России эти материалы используются для водоподавления и дальнейшей герметизации швов и трещин в строительных конструкциях тоннелей различного назначения общей протяженностью более 10 км. С их помощью решались задачи по аварийной ликвидации водопритоков на многих строительных объектах, например, при проходке открытым способом типа «стена в грунте», выносе грунта между элементами шпунтового ограждения или буросекущимися сваями, усилении грунтового основания и фундаментов



зданий, находящихся в аварийном состоянии или вблизи строящихся объектов.

В докладах также были отражены вопросы применения инъекционного оборудования. Представлены одно- и двухкомпонентные составы с механическим, электрическим или пневматическим приводом. Насосы имеют регулируемый расход от 0,1 до 45 л/мин., давление до 450 бар. Они компактные, массой до 40 кг.

Также на семинаре был представлен комплекс диагностического оборудования, которое позволяет определять прочность бетона, его водонепроницаемость, раскладку арматуры, толщину защитного слоя, степень коррозии не разрушающим способом.



Триада-Холдинг

Диагностика подземных строительных конструкций и сооружений

- Высокопрофессиональные специалисты располагают самыми современными приборами и оборудованием, которые позволяют проводить комплексную оценку состояния строительных материалов и конструкций
- Все обследования проводятся в основном методами неразрушающего контроля в строгом соответствии с нормативными требованиями
- Впервые в отечественной практике разработана и внедрена система мониторинга подземных строительных конструкций

Разработаны специальные методики, которые позволяют:

- рассчитать долговечность и скорость износа строительных конструкций
- обосновать сроки проведения профилактического и капитального ремонта
- оценить величину инвестиций и амортизационных отчислений для поддержания заданной эксплуатационной надежности сооружений
- определить необходимость реконструкции или списания сооружений



Предлагаем приборы фирмы Proceq для неразрушающего контроля бетона и железобетона:



Система молотков Шмидта

Контроль прочности любого вида конструкций в диапазоне 0,2-70 Н/мм²

TORRENT

Контроль проницаемости бетона и железобетона

CANIN

Обнаружение коррозии арматуры

PROFOMETER-4

Поиск арматуры, измерение её диаметра и определение толщины защитного слоя бетона

DYNA

Измерение адгезии к бетону покрытий любого типа, а также определение усилия на выдергивание/смещение анкеров

TICO

Ультразвуковой контроль сборных и монолитных железобетонных конструкций

RESI

Измерение электрического сопротивления железобетона для определения и оценки коррозии арматуры

DYNA-ESTRICH

Испытание стяжки перед устройством наливных полов и других покрытий

Сертификат качества ISO 9001. Соответствие нормативным документам Швейцарии, России, Германии, Великобритании, США и других стран.

"Триада-Холдинг" - эксклюзивный представитель фирмы **PROCEQ** в России и СНГ - обеспечивает:

- Поставки
- Обучение
- Научное сопровождение
- Консультации
- Сервис
- Комплектацию лабораторий

Контролируя качество, Вы контролируете свои деньги

Россия, 123308, Москва, пр-т Маршала Жукова, дом 6, стр. 2
Тел.: (095) 956-1852, 956-1504, 946-3276 Факс: (095) 234-3884
www.triada-holding.ru E-mail: trhold@dol.ru



ТОННЕЛЬ В БУТОВЕ

Первый тоннель в Москве, пройденный ТПМК с грунтовым пригрузом забоя

С. В. Бочаров,
главный инженер ТО № 6
Мосметростроя

Около семи месяцев затрачено строителями Тоннельного отряда № 6 Московского метростроя на сооружение первого из двух километровых тоннелей метро Бутовской линии, соединившего Московские жилые районы Северного и Южного Бутово. Учитывая, что порядка двух месяцев ушло на завершение монтажа 90-метрового проходческого комплекса по мере его врезки из 40-метровой монтажной камеры в тоннель, обустройство горного комплекса и откатки в последующие месяцы работы ТПМК «LOVAT» были достигнуты стабильные результаты. Ежемесячно сооружалось порядка 180-200 м тоннеля при двухсменной работе без выходных дней и с соблюдением обязательного 4-часового ежедневного профилактического ремонтного регламента. Средние показатели работы составили 6-8 м в сутки, максимальные – 10 м. Намеченный в феврале срок завершения проходки первого тоннеля выполнен, и остается достаточно времени для перемонтажа тоннелепроходческого комплекса и сооружения второго тоннеля



и обеспечения своевременного ввода Бутовской линии.

Учитывая, что построенный тоннель является первым, сооруженным в Московских геологических условиях с использованием технологии грунтопригруза, хотелось высказать несколько наблюдений из приобретенного нами опыта.

Одной из первых задач, стоявших перед нашей организацией, было обеспечение безопасной проходки под находящимся в непосредственной близости от тоннеля общим коллектором, а затем и под двумя линиями маги-

стральных газопроводов диаметром 1200 мм высокого давления. При проходке под последними были выполнены жесткие меры по обеспечению безопасности. По специальному проекту действующие газопроводы были вскрыты, взяты в футляр, после чего за 50 м до подхода щита специалистами НИЦ ТМ, по заказу Дирекции строящегося метрополитена, был установлен постоянный мониторинг с помощью специально оборудованных на трубах газопроводов датчиков за малейшими изменениями в напряженном состоянии труб. Ввиду близости газопроводов к контуру про-

ходческого щита в процессе проходки пришлось искать «золотую середину». Нельзя было допустить перебора или осадки породы под газопроводами и одновременно необходимо было не превысить расчетное давление от гидроцилиндров, передаваемое через разрабатывающий породу ротор на расположенный впереди грунтовый массив, чтобы свести к минимуму возможность передачи составляющей этих усилий на трубы газопровода снизу. Превышение критических параметров напряжений не допускалось.

На протяжении двух недель специалисты лаборатории горного давления НИЦ ТМ проводили замеры, в результате которых было отмечено незначительное, во много раз меньше допустимого, воздействие «снизу» давления подходящего щита на трубы газопроводов. Положительным итогом проделанной работы является возможность безопасного использования ТПМК с грунтопригрузом при сооружении тоннелей в непосредственной близости от ответственных инженерных коммуникаций.

При сооружении тоннеля на кривых участках трассы радиусом до 500 м в условиях пластичных глин мы столкнулись с определенными сложностями в управляемости щита. При соотношении длины щита 8,5 м к диаметру 6,2 м возможность его «резкого» поворота затруднена. Поэтому в грунтах, не позволяющих развивать значительные усилия продвига, а соответственно реактивного отпора породы на ротор щита, при пластичных свойствах окружающего грунта, кроме «штатных» принимаемых решений (артикуляция ротора, перекокс давлений гидроцилиндров продвига и др.) пришлось максимально использовать профессионализм действий машинистов щита и искусство маркшейдерского персонала.

Значительную роль в организации стабильной работы комплекса оказала используемая в щитах с грунтопригрузом система пеногенерации. Нагнетаемая по пяти каналам в роторную часть специальная пена путем опытного подбора ее подаваемых объемов и концентрации, точек подачи в ту или иную часть забоя позволила решить нам в процессе проходки целый комплекс задач. Так, с ее помощью создавалась такая необходимая консистенция разработанной породы, которая, придавая ей подвижные свойства, позволяла создавать наилучшие условия для реализации технологии грунтопригруза. Кроме того, даже в вязких глинах не возникало столь неприятного для механизированных щитов с закрытой грудью эффекта заштыбовывания за счет налипания глины на ротор и забивания режущего инструмента. Также за счет модификации свойств разработанной породы, удалось добиться значительного снижения ее абразивных свойств. Тем самым за километр пройденного тоннеля «скреперные» резы практически не получили износа. Значительно работали свой ресурс только «рипперные» резы на периферийных линиях резания ротора и подлежат замене на следующем тоннеле.

Существенную роль в обеспечении качества собранной обделки тоннеля сыграла четко организованная система приготовления и нагнетания тампонажного раствора. Нагнета-



ТПМК Ловат «Клавдия» перед отправкой в Москву



Бригада проходчиков ТО № 6

ние производилось в процессе продвига щита в отверстия в блоках первого сходящего с оболочки кольца обделки в объеме строительного зазора между внешней стороной обделки и контуром выработки, нарезаемой ротором щита. Стабильные объемы закачиваемого тампонажного раствора позволили обеспечить надежную фиксацию геометрии собранных колец, их дополнительную надежную гидроизоляцию и исключение деформации дневной поверхности.

Хотелось бы отметить также высокое качество изготовленной Очаковским заводом ЖБИ высокоточной обделки. Несмотря на десяти-

летний перерыв в производстве подобной продукции, смену кадров, завод быстро вышел на максимальную производительность и позволил сооружать тоннель не снижая темпов.

Подытоживая вышесказанное можно отметить, что в целом применение ТПМК с грунтопригрузом забоя в сложных московских гидрогеологических условиях при наличии высокопрофессионального персонала, соблюдении технологических регламентов производства работ, выполнении обязательных контрольно-профилактических работ имеет неплохие перспективы сооружения тоннелей метро в Москве.



БОЛЬШАЯ ПОБЕДА ТО



Мэр Москвы Ю. М. Лужков, Президент Корпорации «Трансстрой» В. А. Брежнев, ген. директор «Трансстройтоннель» В. П. Грачев и М. Херренкнехт



Г. И. Муравин (ООО «Организатор») и П. Н. Аксенов – заместитель мэра в правительстве Москвы



Г. Рихтер (Херренкнехт АГ) и В. А. Бессолов (начальник Управления строительства Лефортовского тоннеля)



Сотрудники фирмы «ВИНСИ» (Франция)



Ю. А. Кошелев (в центре) – заслуженный тоннелестроитель, Герой Соцтруда, бывший начальник Главтоннельметростроя и Мосметростроя



Коллектив ООО «Трансстройтоннель» принимает поздравления от мэра Москвы Ю. М. Лужкова

Завершена проходка крупнейшего в России и Европе Московского городского автомобильного тоннеля в районе Лефортово.

Это совершенно новый этап в отечественном тоннелестроении. Фактически за один год построен огромный тоннель длиной 2222 м и диаметром 14,2 м, полностью готовый для работ по устройству проезжей части и монтажу постоянных устройств.

История знает немало примеров возведения подземных объектов, прославивших отечественное тоннелестроение, – советских и российских специалистов. Это, прежде всего, очередь Московского метрополитена. За очень короткий срок – 2,5 года – впервые в стране было построено подземное транспортное сооружение, представляющее собой сложный комплекс целого ряда объектов, обеспечивающих скоростной пропуск пассажирских поездов. Это почти 28 км тоннелей и подземных выработок в однопутном исчислении.

Строительство I очереди Московского метрополитена открыло новый этап в технике отечественного тоннелестроения, оказало большое влияние на развитие строительства тоннелей и различных подземных сооружений в разных отраслях народного хозяйства нашей страны.

Это «Красноярск-26» – уникальный подземный комплекс для атомной промышленности и энергетики.

Это метрополитен Санкт-Петербурга со своими новыми, изящными тоннельными конструкциями на большой глубине, разработанными отечественными конструкторами и новые технологии проходок тоннелей со скоростями почти 1250 м в месяц.

ИНЕЛЬЩИКОВ РОССИИ!



Г. Н. Горбунов гл. инженер ООО «Трансстройтоннель»



В. И. Шайденко (в центре) гл. механик ООО «Трансстройтоннель»



Бригада проходчиков ООО «Трансстройтоннель»



Маркшейдерская служба ООО «Трансстройтоннель»



Ю. М. Лужков после осмотра готового тоннеля

Возведенные залы подземных электростанций, например, Колымской ГЭС, навсегда вошли в историю как сооружения очень высокого уровня и классности, оптимально решающие вопросы электроснабжения своих регионов и страны в целом.

Тоннели Байкало-Амурской магистрали, общей протяженностью подземных выработок свыше 70 км и рассредоточенные по трассе БАМа на длине более 1000 км, оптимально решили транспортные проблемы того региона.

Наконец, построенный в Москве в начале 90-х годов рекреационный подземный торговый центр Манеж – ярчайший пример того, как должна быть организована городская инфраструктура.

И вот новое подземное сооружение, так нужное городу Москве – Лефортовский автодорожный тоннель. Это не просто очередной новый этап тоннельного строительства. Это – принципиально новая технология безосабочной скоростной проходки тоннеля, где полностью исключен ручной труд и нет традиционных проходчиков, откатчиков. Здесь «работали» компьютеры и люди, управляющие техникой. Это настоящий завод по строительству тоннеля. Примененная технология в сочетании с высокоточной водонепроницаемой сборной железобетонной обделкой с эластомерными уплотнениями в стыках, исключает любые негативные воздействия на дневную поверхность заповедной зоны Лефортово в период строительства и эксплуатации. Так должны строиться большинство тоннелей в нашей стране в будущем.



Открытое акционерное общество Корпорация «Трансстрой» в настоящее время одна из крупнейших в стране строительных компаний, обеспечивающая реализацию самых сложных комплексных проектов.

Она является правопреемником бывшего в Советском Союзе Министерства транспортного строительства и объединяет большое число акционеров: строительных, проектных и научно-конструкторских организаций, работающих в области строительства железных и автомобильных дорог, мостов, тоннелей, аэропортов, морских и речных портов.

Корпорация, ее акционеры, дочерние структуры и постоянные партнеры оснащены самой совершенной техникой, владеют современными технологиями, имеют хорошо подготовленные кадры проектировщиков и строителей. Объекты любой сложности в последние годы сооружаются темпами, существенно превышающими нормативные, с высоким качеством.

В сложных экономических условиях настоящего времени, чтобы сохранить организации, проводится активная работа по изысканию

объектов и участию через финансово-экономические структуры рыночной экономики в строительстве транспортных объектов, в том числе тоннелей метрополитенов и различных подземных сооружений.

Происходящие процессы, в ряде случаев, привели к распаду организаций, занимающихся ранее тоннельным строительством. В то же время образовались новые организации, которые, несмотря на экономические трудности, выжили в этот переходный период и активно работают в разных направлениях транспортного строительства.

К их числу относится вновь созданная в Москве организация ЗАО «Трансмонолит», которая активно ведет работы по созданию транспортной инфраструктуры в Московском регионе - г. Москве и области - прокладывает дороги, возводит эстакады, мосты и тоннели. Возглавляет ее первый вице-президент Корпорации «Трансстрой», заслуженный строитель России Владимир Львович Шварцман, действительный член Академии транспорта Российской Федерации.

«С ЗАВЕРШЕНИЕМ ПРОХОДКИ ЛЕФОРТОВСКОГО ТОННЕЛЯ, МОГУ СКАЗАТЬ, ЧТО ТЕПЕРЬ ЛЮБАЯ ЗАДАЧА В ОБЛАСТИ ТОННЕЛЕСТРОЕНИЯ НАМ ПО ПЛЕЧУ»

- Владимир Львович! Прежде всего, разрешите от имени журнала «Метро и тоннели» поздравить Вас и возглавляемые Вами коллективы с большой производственной победой - завершением проходки крупнейшего в Москве автодорожного тоннеля в Лефортове.

- Да, несомненно, это большой успех российских тоннельщиков. Правительством Москвы перед строителями были поставлены определенные условия: построить тоннель качественно и быстро, сохранить исторические ценности, не нарушить городскую среду обитания и экологию района.

Мы успешно справились с этими задачами. Фактически за один год - с января 2002 по февраль 2003 года - на глубоком заложении в районе Лефортово высокими темпами проходки построен тоннель длиной 2222 м и наружным диаметром в разработке 14,2 м.

Осадки зданий, сооружений и коммуникаций во всей зоне строительства составили, в основном, 6-12 мм, что существенно ниже допускаемых проектом.

Сохранены все исторические здания, памятники и водоемы района Лефортово.

Применена сборная обделка из высокоточных водонепроницаемых железобетонных блоков с двумя рядами резиновых уплотнителей в стыках. Это надежно обеспечивает водонепроницаемость обделки на весь период эксплуатации тоннеля.

- Действительно, это высокие темпы на уровне мировых показателей: за один год - 2 км тоннеля такого большого диаметра. В свое время противники глубокого способа заложения утверждали, что он дороже и дальше чуть ли не на 5 лет. За счет чего удалось добиться таких высоких темпов?

- Прежде всего, за счет применения новых технологий и строгого выполнения целого комплекса организационных мероприятий, направленных на выполнение этой цели. Когда закупался тоннелепроходческий комплекс фирмы «Херренкнехт», все расчеты были произведены на скорости проходки по использованию этого щита в Гамбурге под р. Эльбой.

Но по Лефортовскому тоннелю поставили задачу сократить сроки проходки, и для этого был разработан целый комплекс организационно-технических мероприятий, включающих в себя кадровые вопросы, вопросы материально-технического обеспечения, технической экспертизы, профилактических ремонтов и т. д.

Были приняты меры по повышению надежности и безаварийности в работе оборудования и качественному эксплуатационному обслуживанию тоннелепроходческого комплекса фирмы «Херренкнехт» (Германия) и сепарационной установки фирмы «MS» (Франция).

И все, кто там работал (начиная от Корпорации «Трансстрой» до исполнителей на местах, включая НИИ, сотрудничающие с нами, проектные организации, Тоннельную ассоциацию, оказавшую технико-экспертную помощь), строго соблюдали выработанную стратегическую линию по всем направлениям работы, что и позволило нам получить такие результаты в течение года. Мы справились с поставленной задачей.



- В договоре амортизация щита указана 10%?

- Мы платим 50 млн руб. в квартал за щит.

- Где будет использоваться этот щит в дальнейшем?

- Уже есть распоряжение правительства Москвы о выполнении подготовительных мероприятий для начала строительства Краснопресненского радиуса и в его составе тоннеля в Серебряном Бору.

- А сколько планируется там тоннелей?

- Техническое обоснование проекта находится еще в стадии разработки, но, предварительно, пока - два.

- Кто является заказчиком в Серебряном Бору?

- Могу сказать только про этап подготовительных работ: заказчик - ОАО «Москапстрой», генподрядчик - Корпорация «Трансстрой».

- Владимир Львович, а каковы итоги работы ЗАО «Трансмонолит» в целом за 2002 год?

- «Трансмонолит» - еще молодая организация, ей не более 3-х лет. Основной задачей, поставленной перед ней Корпорацией «Трансстрой», являлось развитие собственных производственных мощностей. Прошедший 2002 год подчеркивает правильность выбранной линии, организация загружена серьезными объемами работ.

Основные из них выполнялись на 3-м транспортном кольце, где главным было обеспечение ввода участков и пуска дви-

жения транспорта. И мы успешно справились с поставленными задачами. «Трансмонолит» работал на участке от Волгоградского проспекта до Нижегородской улицы, и, как известно, в ноябре 2002 г. там состоялся пуск движения, была построена часть эстакады в полном объеме со всеми предъявляемыми требованиями качества, выполнены все условия заказчика и эксплуатационных служб.

Помимо этого «Трансмонолит» является головным исполнителем на участке 3-го транспортного кольца от шоссе Энтузиастов до половины Спартаковской площади. Мы выполняли комплекс работ как по открытой, так и по закрытой части Лефортовского тоннеля.

Далее следуют объекты гражданского строительства. В частности, в ноябре завершено строительство собственного многоэтажного офисного здания на Кольской улице для размещения организаций Корпорации «Трансстрой».

- Правительство Москвы постановило завершить строительство Лефортовского тоннеля к концу 2003 года, какие остаются задачи, требующие немедленного решения?

- Все задачи неотложные и все очень сложные и серьезные. Развернуты работы по строительству плиты проезжей части, по системе жизнеобеспечения тоннеля, устройству систем вентиляции. В сжатые сроки необходимо демонтировать щит и увезти его, для того, чтобы иметь второй фронт работ по устройству внутренних

конструкций тоннеля. Это нам здорово поможет.

- Чем вызвано и насколько оправдано привлечение иностранных специалистов при строительстве Лефортовского тоннеля?

- На сегодняшний день нигде в мире нет такой стройки, как Лефортовский тоннель. И я абсолютно убежден, что невозможно было все это сделать (тем более в такие сжатые сроки!) без использования мирового опыта. Да, мы привлекаем иностранных специалистов, но они работают здесь только на правах консультантов. Это вторая ступень проверки принятых нами решений. И работа у них идет по определенному регламенту. Та схема сотрудничества, которая еще в свое время была внедрена Корпорацией «Трансстрой» на строительстве МКАД - всестороннее научно-техническое и инженерное сопровождение и проектирование строительства - себя оправдала на МКАДе, на 3-м транспортном кольце, оправдывает она себя и на строительстве Лефортовского тоннеля. Сосредоточение всего мирового опыта позволит нам обеспечить успешное завершение этой уникальной стройки.

- На строительстве тоннеля применено много новых уникальных технологий. Какие из них предложены иностранными специалистами?

- Французская фирма «Солетанш Баши» - единственная в мире, владеющая ноу-хау: компенсационным нагнетанием. Мы применили этот метод при про-

хождении участка под Алексеевским военным училищем. Французы также помогли консультациями при ведении ТПМК по трассе с учетом гидрогеологических условий. Без этого сотрудничества нам вряд ли бы удалось решить внешне так просто эту задачу, причем очень грамотно и в сжатые сроки.

- А в дальнейшем вы собираетесь привлекать к работе французских специалистов?

- Мы работаем сейчас над новым проектом, посмотрим, какие задачи будут стоять перед нами. Ведь за время этого уникального строительства нами накоплен богатейший опыт, бесценный кадровый потенциал, все специалисты высочайшего уровня: от машинистов щита до инженерно-технического состава, маркшейдерской службы, производителей работ. Это целая школа передового опыта.

- Правительство Москвы отказалось от прокладки второго тоннеля и строит обходную тоннельно-эстакадную дорогу. Оправдано ли это экономически?

- Могу сказать только, что это позволит одновременно в 2003 г. пустить движение в двух направлениях.

- Ваши накоплен огромный и во многом бесценный опыт строительства не только подземных сооружений. Считаете вы себя конкурентно-способными, чтобы принимать участие в тендерах за рубежом, и есть ли такие планы?

- Планы есть, и если удастся, то, безусловно, мы будем участвовать в таких тендерах. В октябре прошлого года в Москву на Международную научно-практическую тоннельную конференцию съехались лучшие специалисты мира. И по всеобщему признанию, благодаря Лефортовскому проекту, Москва вышла на I место в мире в области тоннелестроения. Я без ложной скромности могу сказать, что мы получили очень высокую оценку нашей деятельности от Президента, членов Совета Международной тоннельной ассоциации и от всех приехавших специалистов. То, что мы делаем, соответствует современным мировым стандартам, и весь мир уже знает об этом.

- Владимир Львович, будет ли ваша организация участвовать в проекте сооружения транспортного коридора через Керченский пролив?

- Мы стояли у истоков разработки вариантов этого проекта. Нами осуществлены предпроектные подготовки как тоннельного варианта, так и мостового. Все это передано Российско-Украинской комиссии, которая рассмотрит наши предложения и вынесет окончательное

решение. При наличии финансирования реализация данного проекта вполне осуществима.

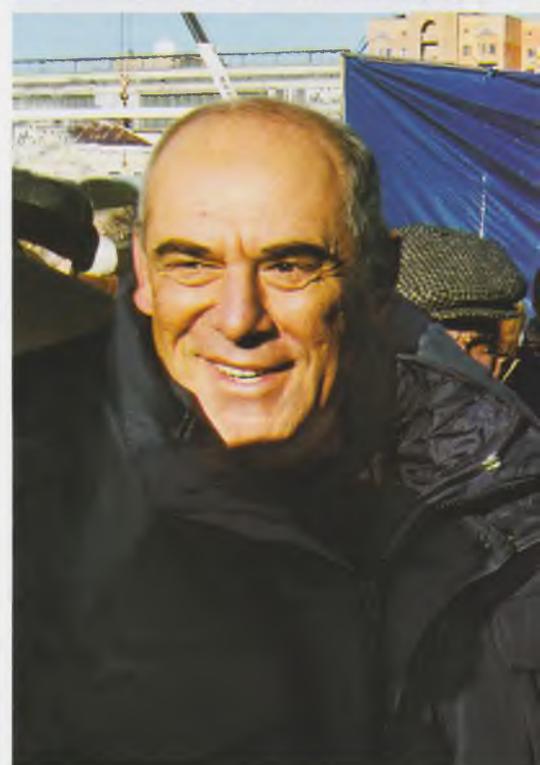
- Какие главные проблемы стоят сегодня перед строительным комплексом России: финансовые (отсутствие финансирования и трудности с кредитом), отсутствие информации о проводимых тендерах, вопросы грамотного менеджмента или кадровые?

- Дело совсем не в трудностях получения кредитов. Недавнее решение Госдумы и Правительства об исключении дорожного налога здорово подкосит транспортное строительство. Ведь где-то на протяжении 9-10 лет в стране был целевой налог, целевой фонд, который позволял выполнять нам многие задачи. Это и сооружение МКАД, и начало строительства Внуковского шоссе, шоссе на Шереметьевской улице, строительство 3-го транспортного кольца, Рижского путепровода, эстакады на проспекте Мира, Волоколамской развязки и многое другое. Эти деньги позволяли мегаполисам страны решать свои задачи. Я не говорю уже о магистральных направлениях. Исключение этого источника поставило перед всеми проблему поиска средств. В Москве, например, накоплены большие строительные мощности, и при наличии средств возможно в самые сжатые сроки решать те задачи, свидетелями которых мы являемся: проблемы движения автотранспорта, ликвидация пробок, строительство 4-го транспортного кольца, реконструкция Ярославского шоссе и т. д. Задач много, но вопрос с финансами сложен. И я считаю это решение преждевременным и неоправданным. Сейчас, в условиях сокращения строительства, безусловно, появится много проблем. Прежде всего, это сокращение рабочих мест. Не надо забывать, что у нас в пиковые моменты трудилось до 10 тыс. человек, не считая работников промышленности, стройматериалов, транспортных предприятий, сервиса и пр.

- Ощущаете ли вы потребность в новых молодых кадрах?

- Наш коллектив, в основном, молодой. Многие сотрудники буквально 3-4 года назад окончили институт. Кадровому составу мы уделяем огромное внимание. В коллективе, занимающимся проходкой и строительством тоннеля, текучести кадров нет. Как коллектив был сформирован, так он и работает, и будет работать дальше.

- Владимир Львович, благодарим Вас за интервью и желаем дальнейших успехов в строительстве транспортных объектов.



В связи с успешным завершением проходки Лефортовского тоннеля на глубоком заложении журнал «Метро и тоннели» обратился к генеральному директору ООО «Трансстройтоннель» В. П. Грачеву со следующими вопросами

Владимир Петрович, Лефортовский тоннель сейчас у всех на слуху. Фактически за один год пройден огромный городской автодорожный тоннель, главным проходчиком которого был «Трансстройтоннель». Расскажите, пожалуйста, как формировался ваш коллектив для выполнения столь сложной задачи?

- Вы правы, размеры этого сооружения впечатляют. Поперечное сечение Лефортовского тоннеля на глубоком заложении в проходке составляет 160 м² при длине 2222 м. Правительством Москвы была поставлена задача построить быстро, качественно, не причинив вреда историческим памятникам. И это было сделано. При формировании коллектива исходили из главного: для сооружения такого тоннеля будет использована современная производительная техника. Следовательно, ведущими специалистами должны быть механики-тоннельщики, а не подземные строители. Предпочтение отдавалось молодым специалистам с опытом работы на строительстве тоннелей, а также выпускникам профильных вузов.

Известно, что на основании конкурсного отбора решили применить тоннелепроходческий комплекс фирмы «Херренкнехт». Интересно, как проходила подготовка и обучение специалистов к работе на такой сложной машине?

- Во всем мире работают в настоящее время более 100 щитовых тоннелепроходческих комплексов больших диаметров, созданных фирмой «Херренкнехт». Наши специалисты-тоннельщики прошли обучение на фирме. В программу входили как теоретические (проводимые в компьютерных аудиториях), так и практические занятия. Большая роль отводилась видеофильмам. На мониторах тренажеров моделировались как штатные ситуации, так и аварийные. Все действия обучаемого фиксировались и автоматически анализировались, при этом особое внимание уделялось анализу причин ошибок. Далее практические знания обучаемые получали в процессе демонтажа комплекса в Германии и стажировки под управлением зарубежных специалистов при сборке его на строительной площадке в Лефортове.

Успех каждого дела решает хорошая подготовительная работа. В связи с этим, что Вы видели главным в подготовке, чтобы успешно начать проходку?

- Главным в подготовке мы не только видели, но и делали все, чтобы исключить «временное».



ООО «Трансстройтоннель», пожалуй, самое молодое в России тоннелестроительное предприятие, которое было организовано в 2000 г. для строительства на глубоком заложении автодорожного тоннеля в Лефортове.

Учредили эту организацию Корпорация «Трансстрой», ОАО «Мосметрострой», ЗАО «Трансмонолит».

Известно, что Лефортовский тоннель – это крупнейшее городское автодорожное сооружение, которое по требованию Московского правительства должно возводиться с применением самых совершенных и нестандартных технологий по строительству тоннелей в настоящее время высокими темпами и качеством. Такие технологии рассматривались на проводимых тендерах-конкурсах по проектам тоннеля и применяемому тоннелепроходческому оборудованию.

В результате проведенных конкурсов специалисты остановились на технологии применения ТПМК с бентонитовым пригрузом забоя, транспортированием разработанного грунта по трубопроводам и его сепарацию, и, наконец, непрерывное нагнетание тампонажного раствора за обделку.

В организационном плане также был сделан нестандартный подход: создана организация, не обремененная грузом прежних традиций по механизированной проходке тоннелей, строго соблюдающая установленный регламент работ без новаций и рационализаций. Формировался коллектив ООО «Трансстройтоннель», в основном, из опытных специалистов СМУ-15 Мосметростроя, имевших большой опыт по строительству перегонных тоннелей в Москве и станций «Домодедовская», «Волжская». Одновременно были приглашены молодые специалисты, однако, уже имевшие опыт по строительству тоннелей в сложных гидрогеологических условиях. Так, на должность главного инженера был назначен Б. Н. Горбунов, немало проработавший начальником в сложных городских условиях строительства метрополитена и Кутузовского автодорожного тоннеля. Возглавил эту новую организацию опытный метростроитель Владимир Петрович Грачев, имевший большой стаж работы по сооружению Ташкентского метрополитена в условиях высокой сейсмичности и сложных геологических условиях, а также по строительству метрополитена и автодорожных тоннелей в Москве. Он удостоен звания «Почетный транспортный строитель» и «Инженер 2002 года».

Старались и делали все капитально, так как все временное надо потом переделывать. А что такое переделывать, это значит: разобрать, что сделали «на скорую руку», все убрать, а затем сделать, что требовалось изначально. По временной схеме у нас было лишь оборудование руддвора. Но это предусматривалось проектом.

Как Вы оцениваете работу тоннелепроходческого комплекса немецкой фирмы «Херренкнехт», были ли недостатки или все было на высоте?

- В начальный период работы всякой маши-

ны в процессе ее обкатки в реальных условиях применения проявляются различные отказы и выявляются скрытые дефекты. Фирма «Херренкнехт» поставила нам ТПМК диаметром 14,2 м, который только что прошел обкатку во время проходки тоннеля протяженностью 2,4 км под Эльбой. Все крупные и ответственные узлы комплекса были подвержены ревизии на заводе. В результате мы получили уже обкатанные машины, что позволило в первые 3 месяца сразу работать на проектной скорости. Однако недостатки были. Они обусловлены новизной приме-

нения. Тоннель соорудили не только в обводненных песках, но главным образом, в перемежающихся напластованиях вязких глин с пластинами крепких известняков. В результате чистого реверсирования направления вращения ротора и увеличенной более чем в 2 раза скорости проходки возникли сложности с болтовым креплением породоразрушающего инструмента.

Какие наиболее сложные моменты в работе запомнились и как вы выходили из таких ситуаций?

Наиболее сложные условия проходки складывались при выходе комплекса из монтажной камеры в плавунные пески на участках разнородных грунтов. Так на участке 53-74 колец при проходке в перемежающихся грунтах: водоносных песках, суглинках, смешанных с техногенными отложениями, имел место повышенный расход бентонитовой суспензии, утечки сжатого воздуха, объем нагнетания увеличился в 1,5 раза. А причина оказалась простой. Встретили не указанные на геоподоснове и не затампированные скважины.

При проходке в известняках с большими прослоями глинистых грунтов происходило быстрое насыщение глинистыми частицами бентонитовой суспензии. Возникла необходимость прекращать проходку, т. к. пресс-фильтры не успевали перерабатывать увеличенное количество глинистого шлама.

С вами работали специалисты двух крупнейших фирм – машиностроители из Германии и технологи из Франции. Как была организована с ними работа для получения наилучших результатов?

Нас с ними связывают взаимные партнерские обязательства, регламентированные контрактами, и общая цель – достижение наилучших результатов.

Немецкие специалисты выполняли контроль за техническим обслуживанием всех механизмов ТПМК, осуществляемым нашими специалистами. Французы проводили техническое сопровождение строительства тоннеля: разрабатывали рекомендательные проекты, по которым наши институты выполняли окончательные проектные разработки. Продолжили практические занятия по обучению наших специалистов. Осуществляли постоянный мониторинг

времени осуществлять проходку тоннеля высокими темпами с окончанием в феврале 2003 г., а не как планировалось – в мае.

Как Вы оцениваете работу своих служб и, прежде всего, инженерной службы во главе с главным инженером?

С целью повышения надежности функционирования сложной системы «проходческий комплекс – строительная организация» «Трансстройтоннель», прежде всего, произвел структурную реорганизацию:

- четко определил назначение каждого элемента, пределы его функционирования и объем ответственности;

- организовал функциональную связь между структурными элементами и оснастил их необходимыми средствами связи;

- налажил оперативное управление всеми структурными элементами.

Инженерная служба, возглавляемая Геннадием Николаевичем Горбуновым, работала грамотно



С самого начала в своей работе мы постарались исключить все «временное»

и четко. Об этом говорят сами результаты. Уже в самые трудные первые три месяца мы устойчиво вышли на проектные темпы проходки. Но они нас не устраивали. В соответствии с графиком строительства в апреле-мае 2002 г. выполнили большой объем ремонтно-профилактических работ на ТПМК и сепарационной установке. В результате удалось повысить средние темпы проходки до 200 м/мес. и более. В этом безусловная заслуга службы главного механика, возглавляемой В. И. Шайденко и службы главного энергетика Р. Г. Полищука, а также их помощников В. Торгашева и Б. И. Заостровского. Они систематически проводили большую работу по всему комплексу механизмов и оборудования и обеспечили их безаварийную работу.

Большое значение имело строгое ведение ТПМК по запроектированной трассе и соблюдении геометрических размеров монтируемой обделки из сборных элементов.

Эту работу проводила служба главного маркшейдера во главе с Г. М. Стафеевым. Их работа оценивалась по отклонениям при вводе ТПМК в



Досрочное окончание проходки – это не только заслуженная победа коллектива, но и повышенные требования к нему

Строительство такого большого сооружения – это целый комплекс вопросов, зависящий не только от вашей организации, но и от проектировщиков, снабженца, генерального подрядчика. Как было организовано управление строительством этого тоннеля? Кто вам оказывал помощь?

Управление всем строительством – большой системой – осуществляли: ООО «Организатор», ОАО «Корпорация «Трансстрой», ЗАО «Трансмолит» и УС «Лефортовские тоннели». Они осуществляли взаимодействие всех участвующих организаций (малых систем), постоянно выполняли оперативное решение технических и финансовых вопросов, а также своевременное материально-техническое снабжение. Управление строительным комплексом сделало возможным «Трансстройтоннелю» в течение длительного

демонтакжную камеру. Результат оказался превосходным. Отклонения составили по высоте – 5 мм, в плане – 36 мм.

Ваши пожелания себе и коллективу на будущее.

Не привык давать себе пожелания на будущее. Обычно это делают другие.

Досрочное окончание проходки Лефортовского тоннеля – это не только заслуженная победа коллектива, но и повышенные требования к нему. Я верю в силу и работоспособность коллектива и надеюсь, что все работы по обустройству тоннеля будут выполнены качественно и своевременно. Одновременно, к исходу года нам необходимо завершить ремонтно-профилактические работы и монтаж тоннелепроходческого комплекса с сепарационной установкой для проходки нового тоннеля.



КАК, КОГДА И СКОЛЬКО?

РЕМОНТ, ЗАЩИТА И ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А. А. Шилин,
генеральный директор
ЗАО «Триада-Холдинг»,
докт. техн. наук, профессор МГГУ

Размеры инвестиций в поддержание сооружений в процессе их эксплуатации в развитых странах доходят до 50% от общей величины вложений в строительство.

В период кризисных ситуаций эта доля уменьшается до 20-30%, и основные затраты приходится на эксплуатацию сооружений. Если в период кризиса эти затраты не покрывают объем средств, необходимых для ликвидации аварийного фонда, то он увеличивается, и выход из сложившейся ситуации становится затруднительным.

Затраты только на ремонт железобетона, из которого выполнено большинство промышленных сооружений, составляют 4-5% от валового продукта развитых стран мира. Особая сфера деятельности, связанная именно с ремонтом сооружений, обеспечена специальной нормативной литературой, научной и проектной базами и средствами, укомплектована соответствующими кадрами, механизацией, материалами. В настоящее время в этих странах наблюдается тенденция к сокращению эксплуатационных расходов до 40-45% за счет повышения качества строительства, применения новых ма-

териалов, гибких технологий, мониторинга. При этом инвесторы с большой осторожностью и расчетом вкладывают средства в ремонт и реконструкцию сооружений различного назначения, учитывая в каждом конкретном случае их состояние.

К сожалению, в отечественной практике продолжает действовать изжившая себя стратегия эксплуатации сооружений, основанная на выполнении планово-предупредительного ремонта, не зависящая ни от состояния строительного объекта, ни от перспектив его дальнейшего использования.

Это в равной степени относится к практике эксплуатации конструкций подземных сооружений различного назначения. При сложившейся на сегодняшний день экономической ситуации в стране невозможен реальный пересчет стоимости основных фондов и фактической величины амортизационных отчислений. Инфляция и нехватка средств сводят к минимуму расходы на их поддержание и делают процесс планирования проведения ремонтных работ в рамках действующего подхода неуправляемым. Отсутствие нормативной и технологической базы ремонта, материалов, механизации, планирования инвестиций, кадров в еще большей степени усугубляет ситуацию. Научных исследований в области ремонта под-

земных сооружений крайне недостаточно.

Такое положение вещей приводит к накоплению аварийного фонда в различных областях промышленности, который по некоторым видам сооружений достигает критической величины. Это относится и к подземным и заглубленным сооружениям инженерной инфраструктуры городов: очистным сооружениям, тоннелям различного назначения, резервуарам питьевого водоснабжения, теплотрассам и пр.

Например, к середине девяностых годов уровень аварийных фондов тоннелей инженерных коммуникаций в Москве составлял 18%, очистных сооружений - 15%. В других городах России эта цифра еще больше и доходит до 30% и более. Недовложение средств и неправомерное их расходование на объектах, которые не нуждаются сегодня в ремонтных работах, приводят к росту аварийного фонда примерно до 1% в год.

По данным проведенных обследований, свыше 90% всех городских подземных сооружений выходят из строя ранее проектных сроков, то есть не соответствуют проектному уровню долговечности. Преждевременный износ приводит к их отказу и необходимости выполнения ремонтных работ. Однако конструкции подземных сооружений отличаются плохой ремонтпригодностью. Их трудно и

дорого ремонтировать, чаще всего невозможно вскрыть.

Анализ обширного круга научных данных и большой практический опыт со всей очевидностью доказывают, что в основе стратегии ремонта сооружений должны учитываться состояние железобетонных конструкций, их сохранность и надежность, которые и определяют время, необходимость, затраты, объемы и технологию их ремонта. Такая стратегия, как правило, базируется на обследовании и оценке состояния конструкций, прогнозировании надежности и долговечности, учете требований дальнейшей эксплуатации, выборе технологии производства работ и материалов для ремонта, совместимых со старыми конструкциями, оценке качества работ.

Поскольку конструкции подземных сооружений по-разному воспринимают воздействие агрессивных факторов, они по-разному теряют свою надежность, что объясняется различными сочетаниями нагрузок и воздействий, а также конструктивными недостатками и особенностями самих сооружений.

Это означает, что в любом сооружении или комплексе сооружений отдельные элементы выходят из строя в разное время и соответственно требуют применения различных технологий ремонта и материалов. Естественно, и стоимость работ может оказаться различной. Поэтому совершенно очевидно, что основные вопросы, которые возникают у владельца: **«когда и как ремонтировать, и сколько это будет стоить?»**.

Если говорить о том, когда выполнять ремонтные работы, то в каждом конкретном случае это следует определять на основании обследования и оценки эксплуатационной пригодности конструкций сооружения.

Именно оценка и прогнозирование эксплуатационной надежности конструкций подземных сооружений для обоснования сроков их ремонта является одной из важнейших задач, которую мы успешно решаем, в частности, для тоннелей инженерных коммуникаций. При этом приоритетное внимание уделяется исследованию процессов изменения эксплуатационной надежности несущих конструкций тоннелей под влиянием коррозионных повреждений. Нашими специалистами была разработана прогнозная модель стратегии технического обслуживания и управления их состоянием в зависимости от накопленных повреждений. Эти исследования в области эксплуатационной надежности подземных железобетонных конструкций неоднократно нами опубликованы и бы-

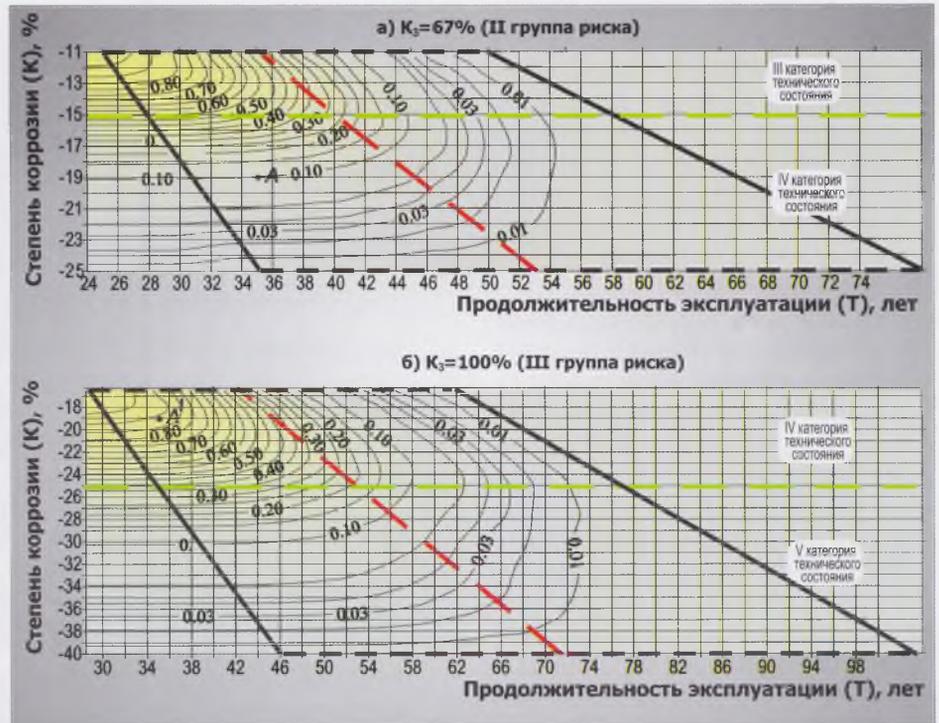


Рис. 1. Поля показателей безотказности конструкции тоннеля в процессе эксплуатации для различных уровней надежности

ли отмечены Американским институтом бетона [ACI 365.IR-00] (Прогнозирование срока службы конструкций) в качестве примера для профессиональных организаций всего мира. Достоверность выполненных исследований базируется на результатах обследований (более 70 км) и опыте выполнения ремонтно-восстановительных работ (более чем 50 км) тоннелей инженерных коммуникаций. Кроме того, было обследовано и отремонтировано более 500 других крупных инженерных сооружений различного назначения.

Не вдаваясь в подробные детали этой разработки, отметим основное: данная модель позволяет установить вероятность времени перехода наиболее «слабых» элементов конструкции в определенную категорию технического состояния, оцениваемую по величине коррозионных повреждений (K), влияющих на изменение несущей способности элемента. Модель также позволяет установить вероятность потери запаса по несущей способности (K₃), т. е. вероятность определенной степени риска при различных коррозионных повреждениях. Полученные количественные характеристики показывают, что элементы конструкции, имеющие на данный момент времени одинаковую степень коррозионных повреждений, обладают различной несущей способностью (находятся в различных группах риска) и, соответственно, потребуют различных видов ремонта, приспособленных к сложившейся ситуации. Таким образом, можно дать квалифицированный и обос-

нованный ответ, **когда нужно ремонтировать сооружения.**

Это можно проиллюстрировать на основе результатов прогнозного моделирования (рис. 1). Так, например, срок эксплуатации конструкции тоннеля около 35 лет, величина коррозии арматуры 19-20%. При таких условиях только 10% конструкций в тоннеле (изолиния вероятности 0,1 точка А, рис. 1а) не превысят потерю коэффициента запаса K₃ = 67%, остальные 90% будут иметь более серьезные повреждения, а 10% из них будут находиться в аварийном состоянии - превышение потери коэффициента запаса K₃ = 100% (изолиния вероятности 0,9, точка А', рис. 1б). Достоверность такого прогнозирования состояния составляет > 80% и подтверждена результатами натурных обследований на 9 тоннелях инженерных коммуникаций со сроками эксплуатации от 19 до 42 лет, в каждом из которых специально для этих целей было обследовано более 500 конструкций.

Зная ответ на вопрос «когда нужно ремонтировать?» можно говорить о том, «как нужно ремонтировать».

Вид и количество выполняемых технологических операций по устранению и локализации накопленных коррозионных повреждений, их трудоемкость и техническая сложность возрастают от одной группы риска поврежденных конструкций к последующим. При этом конструктивные особенности сооружений также требуют приспособленности технологий ремонта к конкретным условиям.

В такой ситуации разработка конформативных (приспособленных) техноло-

гий под конкретную ситуацию, включая подбор материалов и технологических операций, должна строиться на основе совместимости комплекса показателей, характеризующих состояние элемента объекта при производстве ремонтных работ. То есть ответ на вопрос: «как отремонтировать?» будет в каждом конкретном случае звучать по-разному.

Исходя из этого, нашей фирмой ведется серьезная научно-практическая работа по разработке новейших технологий обследования, ремонта и защиты железобетона, начиная с использования современных методов неразрушающего контроля за состоянием конструкции и заканчивая усилением конструкций с применением композиционных материалов.

Защита железобетона от коррозии является важной мерой, которая обеспечивает его сохранность во времени. Но при строительстве она обычно сводится к первичной защите, которая обеспечивается за счет качества бетона.

Неоднородность, приобретенная бетоном конструкций и сооружений под воздействием окружающей среды за время эксплуатации, не позволяет в полной мере защищать арматурный каркас.

При проектировании и выполнении ремонтных работ нормативными документами подавляющего большинства стран, в том числе и России (СНиП 2.03.11-85) предусматривается вторичная защита железобетонных конструкций. Она необходима не только из-за приобретенной неоднородности бетона, но и в связи с различной по степени коррозией арматурного каркаса, наличием трещин и других дефектов в бетоне, различием по свойствам ремонтных составов и «старого» бетона и пр.

Вторичная защита конструкций должна предусматривать нанесение на отремонтированную или поврежденную, но соответствующую требованиям нормативов по ремонту поверхность железобетона ремонтных составов и покрытий, которые обеспечат дальнейшую эксплуатацию сооружения на заданном уровне надежности (соответствие требований нормативов к сооружениям данного типа).

К сожалению, у нас в стране отсутствует нормативная база по ремонту железобетона, поэтому приходится пользоваться нормативной базой стран, где эти работы ведутся целенаправленно уже более 40 лет.

Покрытия, которые могут обеспечить защиту и гидроизоляцию отремонтированного бетона, по данным международного стандарта в условиях работы поврежденных, влажных, фильтрующих воду и ее пары подземных конструкций, долж-

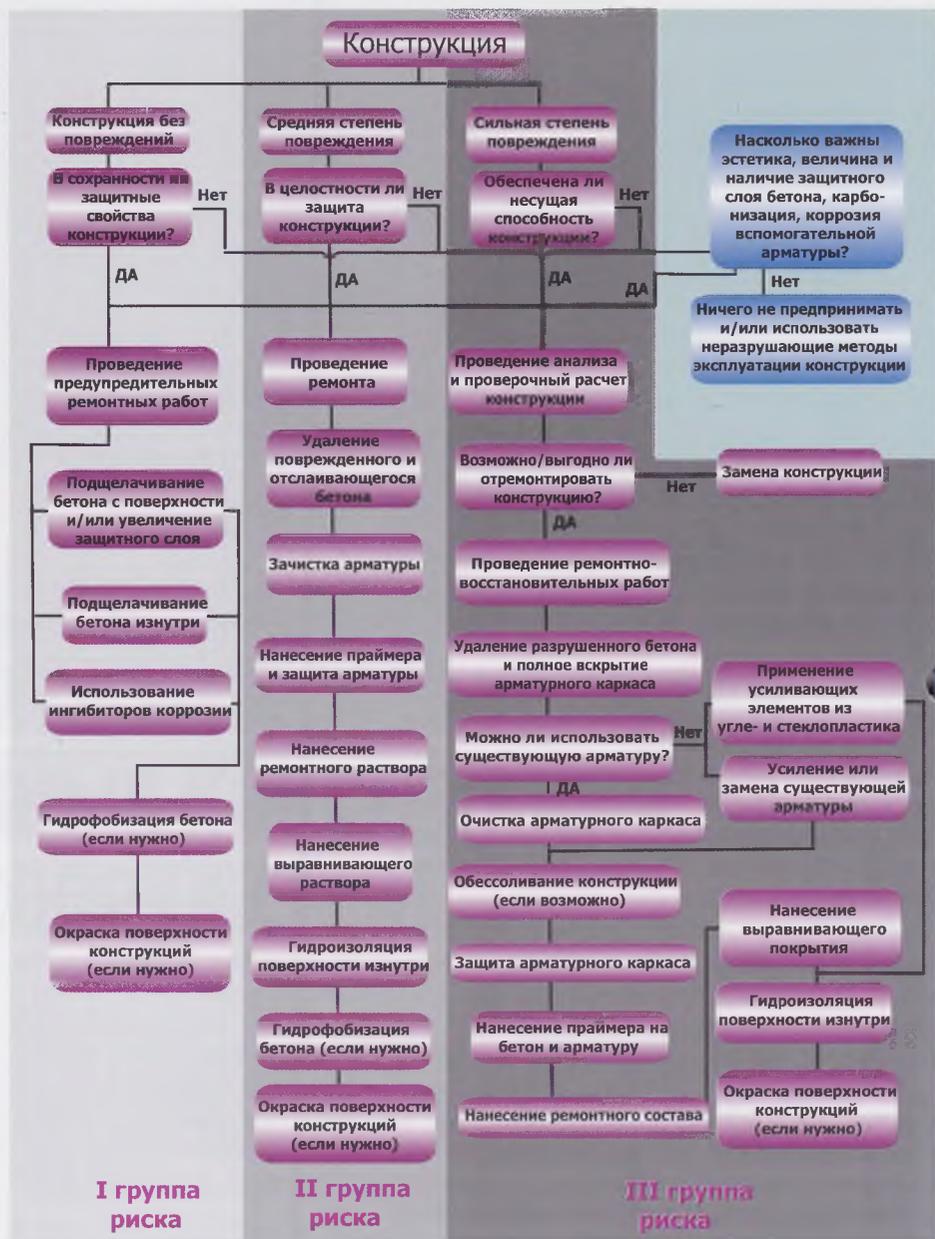


Рис. 2. Технологические маршруты конформативных процессов выполнения ремонтных работ

ны соответствовать типу SP-5 (табл. 4.1 ENV 1504) и обладать свойствами, соответствующими DIN 53231, DIN 53384, DIN 53209, ISO 4628, EN 1542, EN 1766, EN 1770, EN 1062-2, CEN/TC104/SC8 и т. д.

В качестве материалов для ремонта и защиты железобетонных конструкций в условиях воздействия агрессивных сред, воды и ее паров необходимо использовать материалы, полностью соответствующие требованиям международных стандартов и нормативов (ACI, DIN, ISO и др.). При выборе материалов для ремонта мы руководствуемся европейскими нормами: ENV 1504-9, 1998 (Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций); техническими рекомендациями RILEM 124-SRC (Стратегия ремонта бетонных конструкций, разрушенных коррозией арматуры); рекомендациями FIP, комиссия 9 (Обследования, уход, ремонт и защита бетонных конструкций) и

другими источниками. Следует отметить, что мы уже много лет сотрудничаем с европейскими и американскими организациями, разрабатывающими нормативную документацию по ремонту железобетона. Кроме этого, нами учитывается специфика отечественных условий строительства, эксплуатации и ремонта подземных и заглубленных сооружений, основанная на многолетнем опыте исследования и ремонта различных объектов в Москве и других городах России.

За последние 12 лет нами были опробованы для ремонта и защиты строительных конструкций сотни материалов как отечественных, так и зарубежных фирм-производителей. При проведении опытных работ и лабораторных исследований установлено, что большинство из них не отвечают требованиям международных стандартов, условиям эксплуатации и ремонта. Для дальнейшего произ-

водства работ отобрано около 60 материалов, которые могут применяться для ремонта, гидроизоляции и защиты различных элементов подземных и заглубленных сооружений.

Следует добавить, что материалы одного производителя не могут обеспечить заданных требований для ремонта всех элементов сооружения или конструкций с различным износом, и для обеспечения надежной защиты приходится подбирать, выбирать и использовать материалы разных фирм. Сегодня нами для ремонта железобетонных конструкций используются материалы 8-10 производителей, в том числе 3-4 отечественных. Особенностью применяемых нами материалов является то, что они, с одной стороны, - узкоспециализированные, т. е. отвечают совершенно конкретной задаче и совместимы с материалом ремонтируемой конструкции, а с другой стороны - системные, т. е. совместимы друг с другом. Из сказанного следует, что в каждом конкретном случае можно дать положительный ответ на вопрос «**как ремонтировать?**». Например, для трех уровней надежности или трех групп риска нужно использовать три технологические маршрута ремонтных работ (рис. 2).

Хотя правильнее было бы сказать «**ремонтировать с положительным эффектом**». Последнего добиться легко при ремонте «простых» конструкций и сооружений, но при значительных объемах работ и ремонте «сложных» объектов, где трудно проконтролировать все технологические операции и условия, не всегда можно получить то, что хотелось. Нам приятно констатировать, что благодаря нашему подходу и разработанным нами методикам и технологиям, аварийный фонд тоннелей инженерных коммуникаций Москвы сокращен вдвое!

При правильном решении о выборе времени и технологии ремонта многое зависит от контроля качества и стоимости работ. «**Сколько стоит ремонт?**». Если эта фраза имеет только прямой смысл, то это неверно. Правильнее сказать: «**сколько стоит ремонт при требуемом уровне надежности и контроле качества?**».

Стоимость работ, конечно, зависит от стоимости материалов, машин, механизмов, рабочей силы и прибыли. Но качество работ зависит от большего числа факторов.

К ним относятся: уровень проектного решения, соблюдение строительных норм и требований фирм-производителей материалов, квалификация рабочих и инженерных кадров, сроки, вре-

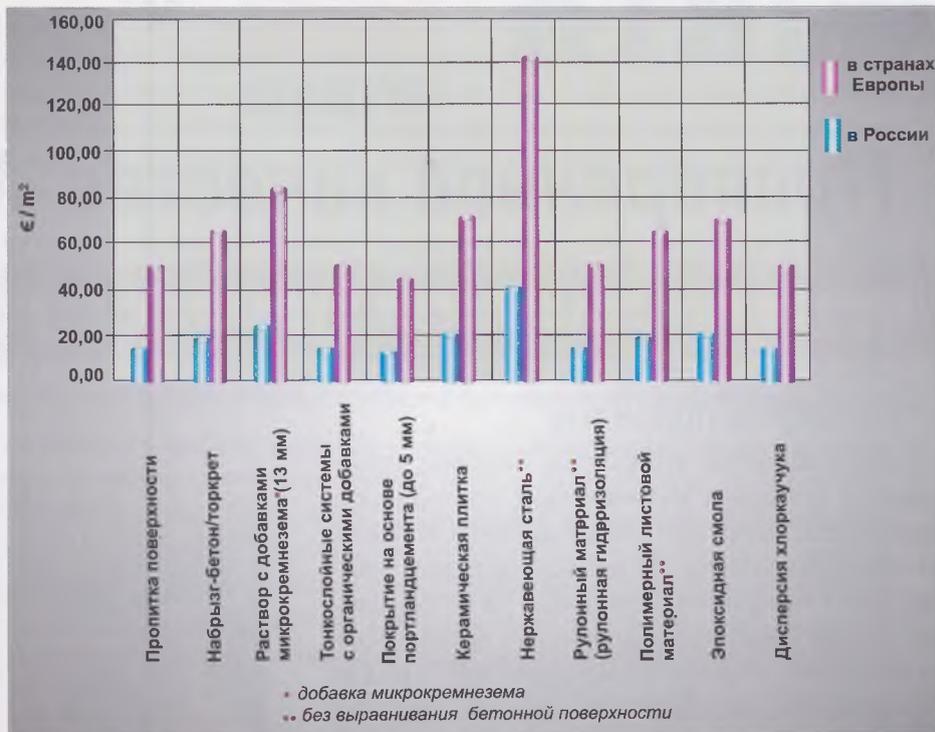


Рис. 3. Стоимость нанесения покрытий при ремонте, защите и гидроизоляции железобетонных конструкций

мя, объемы и условия ведения конкретных работ, умение принять правильное решение в определенной ситуации и т.д. и т.п.

И здесь следует отметить, что качество материалов чаще всего не определяет полностью качества ремонта и защиты сооружений.

Проще говоря, материалов много, а грамотных специалистов, умеющих их выбрать и работать с ними на требуемом уровне надежности, защиты, гидроизоляции и ремонта конструкций, мало.

Учитывая то, что ремонт строительных конструкций и сооружений существует как отдельное направление и развивается в мире быстрыми темпами, нам также нужно активно действовать в этой области.

Что мы имеем сейчас? Рынок профессиональных материалов формируется и по своей номенклатуре в основном соответствует мировому (как и где их применять - другой вопрос). Машин и механизмы, с которыми мы работаем, также в основном соответствуют международному уровню.

Цены на материалы и оборудование не ниже, а часто даже выше мировых. Остается прибыль и стоимость рабочей силы, включая и стоимость контроля качества работ на всех уровнях. Уточнить их величины можно, сравнив стоимость выполнения аналогичных работ в развитых странах Европы и у нас.

Стоимость выполнения работ по созданию вторичной защиты, включая стоимость материалов, в странах Европы представлена на рис. 3. Получается, что

у нас стоимость основных видов работ в 3-5 раз ниже, чем в развитых странах Европы.

За счет чего же образуется такая разница стоимостных показателей при использовании одинаковых материалов и оборудования?

Очевидно, за счет низкого уровня заработной платы и нормы прибыли. Но прибыль есть прибыль, и ни один нормальный хозяин, который хоть немного думает о перспективе и хочет жить хорошо сегодня, ее не упустит, а уровень заработной платы по приведенным на рис. 3 работам колеблется от 7 до 20% и имеет среднее значение около 10%.

Следует отметить, что строителям у нас редко платят вовремя. Задержки платежей доходят до года. Как остаться с прибылью в таких условиях, ясно всем! Но как при этом получить высокое качество работ, обеспечивающее планируемые показатели по стоимости эксплуатации сооружений? Куда мы придем при таком качестве работ и росте затрат на эксплуатацию основных фондов, которые и сегодня находятся в тяжелом состоянии? К стране чрезвычайных ситуаций придем точно! Особенно при лозунге, что за деньги построит и дурак!

Перед нами вечный российский вопрос: «что делать?». Продолжать возводить надстройку из множества контролирующих органов или платить за квалифицированный труд нормальные деньги и развивать базис? Мы можем только высказать свое мнение.

Да, чтобы не забыть. В стоимость работ входят и налоги, а их надо платить!

WIRTH

SOLTAU
MICROTUNNELLING
WIRTH

PAURAT

NFM
TECHNOLOGIES
WIRTH GROUP

Проверенное качество. Мощь. Опыт.

Передовые технологии бурения с переменным диаметром

Технология подрезки

Хорошо известно, что участки тоннелей, строящиеся с помощью механических проходческих комплексов, имеют постоянный диаметр. Этот факт не всегда желателен. На помощь приходит прогрессивная технология, основанная на использовании нового бурового расширяющего проходческого комплекса, впервые примененная ВИРТ ГмБХ на строительстве Ветлибергского тоннеля. Для этого объекта, расположенного недалеко от Цюриха, проходка в твердых скальных породах ведется комплексом WIRTH TBE 500/1440 H-HST, сочетающим в себе три технологических компонента, хорошо зарекомендовавших себя на предыдущих объектах: расширение, подрезка и бурение с переменным диаметром и, соответственно, с различной формой свода. Такое сочетание дает тоннелестроителям массу преимуществ.

Тоннелепроходческие буровые комплексы ВИРТ, использующие технику расширения, особенно эффективны для строительства тоннелей большого диаметра. Характерной особенностью технологии является то, что расширяющая система вводится в тоннель меньшего диаметра, который расширяется до нужного размера. Кратность изменения диаметра – около 30 см.

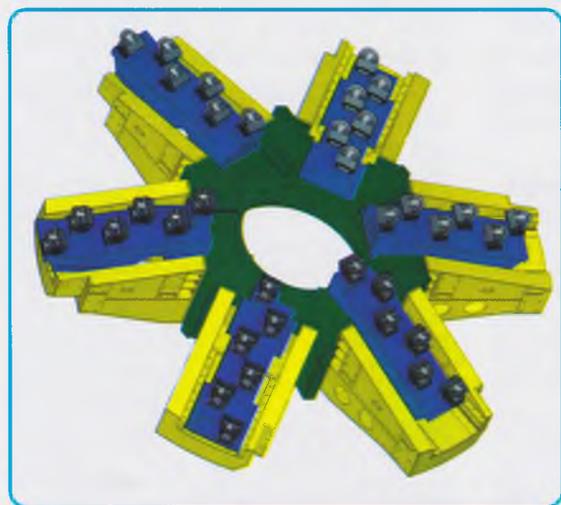
Буровые расширяющие тоннельные комплексы вводятся в пилотную галерею, а не в основной тоннель, как это

происходит при использовании полнозабойных буровых комплексов обычного типа. Расширяющие комплексы легко адаптируются к различным диаметрам, поскольку изменению подвергается только планшайба, а не корпус щита. Это делается путем замены траверс планшайбы. Первоначальная конструкция описываемого здесь бурового расширяющего тоннелепроходческого комплекса допускала изменение диаметра от 8 до 12 м. После модернизации для Ветлибергского тоннеля комплекс без труда справится с диаметром 14,4 м.

Непосредственно перед гидравлически управляемой планшайбой установлен расширитель с козырьком, предохраняющим щит от неконтролируемого обрушения свода пилотного тоннеля на участках пород недостаточной прочности. За планшайбой образуется пространство с поперечным сечением требуемой формы, в котором производится укрепление скального массива или бетонирование.

Технология подрезки считается очень эффективным элементом проходки. Дело в том, что здесь приходится преодолевать прочность породы не столько на сжатие, сколько на разрыв, что существенно меньше. В результате этого при проходке значительно увеличивается эффективность каждого резца. Подобная технология уже применялась компанией ВИРТ на объекте Континиус Майнер (Continuous Miner) совместно с Канадским научно-исследовательским институтом HDRK в начале 1990-х годов; данный объект – это первый случай ее сочетания с принципом расширения.

WIRTH TBE 500/1440 H-HST представляет собой буровой расширяющий тоннелепроходческий комплекс, дающий возможность осуществлять выработки диаметром до 14,4 м. Для тоннеля, строящегося методом щитового бурения с расши-

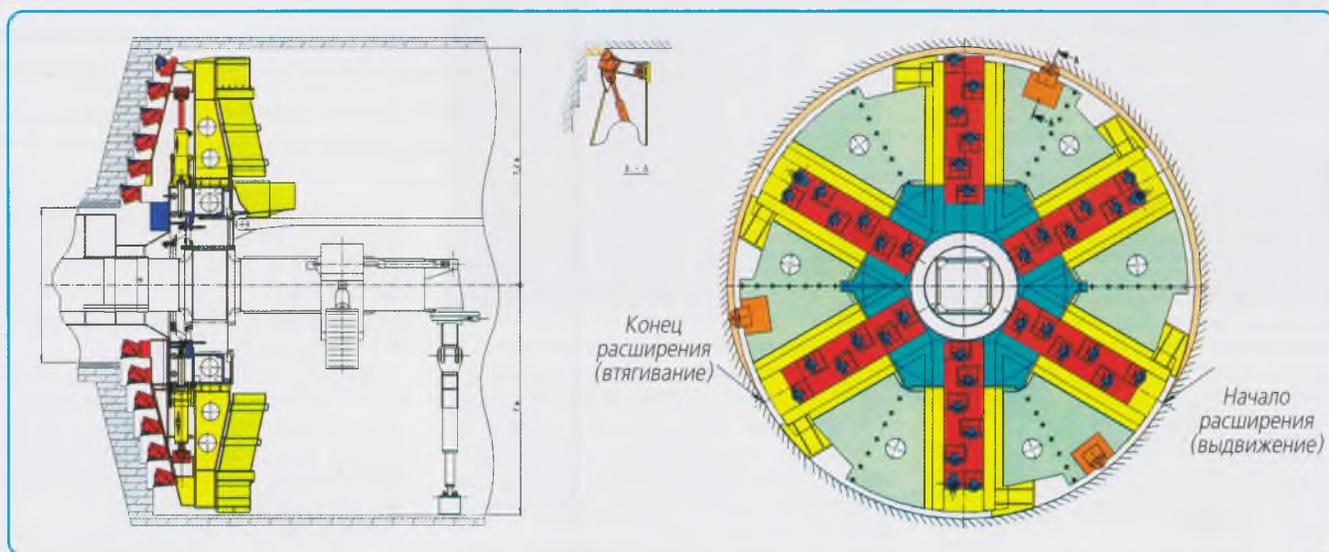


рением, вначале выполняется на всю длину и временно укрепляется пилотная галерея малого диаметра (в случае Ветлибергского тоннеля – 5 м). После этого в галерею вставляется расширяющая установка, которая с помощью своих шести траверсов расширяет выработку до требуемого диаметра. Новыми элементами этой технологии являются шарошки, прикрепленные к радиально перемещающимся траверсам. При вращении планшайбы они совершают центробежное движение по спирали. Изменяя степень радиального смещения шарошек, можно в какой-то степени уменьшить кривизну поверхности тоннеля; способ позволяет уменьшать площадь поперечного сечения тоннеля и избегать лишнего расхода материала при устройстве обратного свода.

Существенным достоинством метода является экономия энергии, поскольку скала разрушается по свободной поверхности с образованием отдельностей более крупного размера по сравнению с бурением обычными щитами. Планшайба имеет небольшую толщину, поэтому работы по устройству тоннеля могут вестись сразу за забоем.

Еще одним достоинством метода по сравнению с обычными технологиями является точность соблюдения контура и возможность быстрой корректировки длины выдвигаемых элементов в зависимости от геологических условий.

Осуществление своего грандиозного проекта – Западного обхода с двумя параллельными тоннелями длиной 4,4 км через массивы Ветлиберг и Эттенберг – город Цюрих планировал в течение 20 лет. Вначале, основываясь на прогнозе инженерно-геологических условий (рыхлые грунты, перемежающиеся со скальными породами), предполагалось осуществить проходку щитом с грунтовым пригрузом забоя, но уже на стадии экспертной оценки рисков от этой идеи отказались. Если проходку рыхлых грунтов было решено производить с устройством обделки, на участке Айххольц было решено применить буровзрывной способ. Для устройства галереи в пределах скального участка массива Ветлиберг длиной 2800 м оптимальным решением оказалось использование бурового расширяющего тоннелепроходческого комплекса WIRTH TBE 500/1440 H-HST, модифицированного для возможности сочетания со способом подрезки.



Оба тоннеля были вначале пройдены с помощью щита WIRTH TB III 450 E. Проходка первого тоннеля началась в мае 2002 г., проходка второго – намечена на последний квартал года.

С мая по сентябрь 2001 г. на Ветлибергском объекте работал еще один буровой проходческий комплекс WIRTH: щит II 300 E, который компания поставила швейцарскому подрядчику Мюрер АГ (Murer AG) – хотите верить, хотите нет – 33 года назад и который работал на прокладке 460-метрового тоннеля с транспортировкой породы ленточным конвейером. Этот щит уже участвует в прокладке нового Готардского тоннеля, бурит и бурит...

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



Ю. И. Софронов,
директор
ООО «Самараметроспецстрой»

27 декабря 2002 г. в Самаре была введена в эксплуатацию очередная, долгожданная станция метрополитена «Московская». Этому событию город ждал 9 лет, ждал с того дня, когда в далеком 1993 г. была сдана станция «Гагаринская».

В соответствии с утверждённым вице-губернатором Самарской области В. А. Казаковым в 2001 г. «I пусковым комплексом от ст. «Гагаринская» до ст. «Самарская» I очереди метрополитена в г. Самаре был определён промежуточный участок метрополитена от «Гагаринской» до «Московской». Ввод его в эксплуатацию намечался в 2001 г. Однако, в связи с недостаточным выделением средств на строительство метрополитена, такой пуск стал возможен лишь на рубеже 2002 и 2003 гг.

В состав пускового комплекса III участка I очереди метрополитена в г. Самаре входят:

- правый перегонный тоннель от «Московской» до «Гагаринской»;
- ходок от перегонных тоннелей до инженерного корпуса;
- станция «Московская»;
- притоннельные сооружения перегона «Московская» – «Гагаринская»;
- дополнительные устройства.

Строительная длина участка 1,133 км, эксплуатационная – 1,313 км.

Сооружение участка производилось в грунтах, представленных глиной твёрдой и полутвёрдой консистенции, допускающих нагрузку 3 кг/см². Гидрогеологические условия характеризуются наличием технического водоносного горизонта, подверженного сезонным колебаниям, грунтовые воды залегают на глубине 1,2-9,0 м. Локальные проявления воды отмечены в пермских трещиноватых глинах до глубины 19 м. Грунтовые воды агрессивностью к бетону не обладают.

На всём протяжении строительства участка институтом «Самараметропроект» велись инженерно-геологические наблюдения.

В плане трасса введенного участка тоннелей представляет собой сложную кривую, вызванную выходом линии метрополитена с ул. Гага-

рина на ул. Луначарского. Профиль трассы в связи с изменением рельефа местности имеет значительный уклон в сторону ст. «Московская».

Проходка перегонных тоннелей велась закрытым способом с применением проходческих щитов ШНЭ-2 с комплексом КМ-42 и щита ШН-1С с КМ-34. При этом была использована обделка кругового очертания наружным диаметром 5,5 м из железобетонных блоков сплошного сечения. На примыкании тоннелей к станционным сооружениям, а также к притоннельным сооружениям была применена обделка из чугунных тубингов наружным диаметром 5,49 м.

Станция «Московская» расположена на пересечении с основной транспортно-артерией города – Московским шоссе, что, безусловно, создаст удобство горожанам, пользующимся общественным транспортом. Она является пересадочной на вторую линию и имеет для этого все обустройства. В отличие от других станций Самарского метрополитена, «Московская» оборудована автономными агрегатами для отопления и горячего водоснабжения, питающимися от электроэнергии. Это позволяет создать более комфортные условия для работников метрополитена, а также получить экономию в эксплуатационных затратах. В тоннелях использованы люминесцентные светильники, в рельсовых цепях применены изолирующие стыки с накладками производства НПП «АПАТЭК» и «АОКС» (С.-Петербург).

Возводилась станция «Московская» открытым способом из сборного железобетона с помощью козловых кранов ККТС-20. Крепление котлована производилось сваями из двутавровых балок с устройством деревянной заборки между ними. На участке, где вблизи котлована расположен канализационный коллектор, вмес-

то стальных свай применены армированные буронабивные бетонные сваи, из которых образована сплошная стена, препятствующая выносу грунта и воды от утечек из коллектора. Котлован раскреплялся тремя рядами распорной крепи из трубчатых расстрелов.

Обделка выполнена из сборных железобетонных конструкций, а также монолитных железобетонных в местах, где использование сборных конструкций невозможно; оклеечная гидроизоляция – двух- и трёхслойная из материалов на основе гидростеклоизола.

Платформенная часть – колонного типа с пересадочным узлом на станции II очереди метрополитена. В целях сокращения земляных работ и крепления котлована совмещённая тягово-понижительная подстанция размещена над платформенной частью, а вентиляционная камера конструктивно совмещена с вентиляционной сбойкой.

Вестибюли оборудованы эскалаторами ЭТ-5М высотой подъёма 7,4 и 10,4 м.

В отделке применены долговечные материалы: гранит, мрамор, керамическая плитка. Потолки пассажирских залов имеют высококачественную штукатурку с клеевой покраской. Служебные помещения – улучшенную штукатурку и покраску стен и потолков, а также отделку из звукоизолирующих материалов.

Центральные станционные устройства связи и электрочасов, которые размещены в инженерном корпусе, обеспечивают метрополитен технической связью. С введением в эксплуатацию перегонных тоннелей от ст. «Гагаринская» до «Московской» и ходка (коммуникационного тоннеля) к инженерному корпусу от тоннелей этого перегона, кабели связи управления всеми системами метрополитена из городской теле-

фонной канализации переносятся в данный тоннель, что повышает надёжность работы всех видов связи.

Связь в метрополитене обеспечивает также контроль и управление работой как поездного, так и энергодиспетчера, диспетчеров сантехустройств, эскалаторов, поездной радиосвязи, тоннельной связи. Станция оборудуется также системой видеонаблюдения за работой эскалаторов.

Пусковой участок снабжен бесстыковыми рельсовыми цепями тональной частоты и резервируемой системой интервального регулирования движения поездов АЛС – АРС «Днепр». При организации временного варианта двустороннего движения по 2 пути перегона «Московская» – «Гагаринская» выдача сигналов на поездные устройства АЛС – АРС о предельно допустимой скорости осуществляется при движении поездов в обоих направлениях. Максимально допустимая скорость на участке 40 км/ч.

На станции «Московская» в перегонных тоннелях и тупиках запроектирована тоннельная вентиляция для поддержания температуры, влажности воздуха, а также содержания в нём CO_2 в пределах нормы.

Все вентиляционные установки оборудуются осевыми двухступенчатыми реверсивными вентиляторами типа ВОМД – 24А. Телеуправление ими предусмотрено из помещения ЦДП и местное – из вентиляционных камер. Схема тоннельной вентиляции запроектирована реверсивной для работы в двух режимах. В тёплый период года станционные вентиляционные установки работают на приток, перегонные – на вытяжку. В холодный период года система реверсируется, и наружный воздух подаётся в тоннели перегонными вентиляционными установками, где нагревается теплом, выделяемым при движении поездов, работающим оборудованием, осветительными приборами, и поступает на станцию нагретым до температуры $+5-12\text{ }^\circ\text{C}$, после чего удаляется на поверхность станционными вентиляционными установками.

Расчёт воздухообмена выполнен на ЭВМ институтом «Метрогипротранс».

Для снижения шума, создаваемого вентиляторами, предусматривается устройство в вентиляционных камерах шумопоглощающих перегородок из специальных звукопоглощающих пористых бетонных блоков.

В качестве противопожарных мероприятий пускового участка в тоннеле проложен противопожарный водопровод, имеющий посты для подключения рукавов для подачи воды в очаг возгорания. На станции имеются противопожарные посты, оборудованные пенными огнетушителями. Служебные помещения оборудуются системой противопожарной сигнализации и автоматического пожаротушения по проекту, разработанному специализированной организацией «РАСТ-Т».

Эвакуация пассажиров с платформы станции предусматривается как через вестибюль № 1, так и через служебную лестничную клетку вестибюля № 2 и далее через лестничный сход № 5, который должен находиться в постоянной готовности для эвакуации пассажиров.

В целях тушения возгораний в метрополитене с поверхности в районе входов в станцию по специальному проекту выполнен противопожарный водопровод с устройством пожарных гидрантов для подключения рукавов.

Все строительные конструкции приняты из долговечных огнестойких несгораемых материалов, не имеющих токсичных выделений в про-



Станция «Московская»

цессе длительной эксплуатации и не создающих вредных производственных факторов для обслуживающего персонала.

На третьем пусковом участке I очереди метрополитена в г. Самаре реализованы мероприятия по охране окружающей среды, включая охрану водоёмов, воздушного бассейна, подземных вод, зелёных насаждений, меры по снижению шума и вибрации от движущихся поездов, а также от работы постоянных устройств метрополитена и строительных механизмов (вращательное бурение лидирующих скважин взамен ударно-канатного, использование кранов с электроприводом взамен дизельных, использование центральной компрессорной станции, расположенной вдали от жилья и т. д.).

Положение трассы на участках открытого способа работ и строительных площадках выбрано, исходя из условий максимального сохранения зелёных насаждений. Там, где это невозможно, предусмотрена их пересадка или, в зависимости от состояния, вырубка.

Снижение шума и вибрации достигается за счёт увеличения массы конструкций обделок. На протяжении всей линии применяется усовершенствованная конструкция верхнего строения пути, включая бесстыковые рельсовые плети из рельсов типа Р-50 на деревянных шпалах, утолщенных в путевой бетон, изолирующие стыки рельсов – клеболтовой конструкции.

Для снижения уровней звукового давления до нормативных величин от работающих вентиляторов в вентиляционных камерах тоннельной вентиляции с напорной и всасывающей сторон вентиляторов выполняются щелевые глушители из пористых шумопоглощающих бетонных блоков.

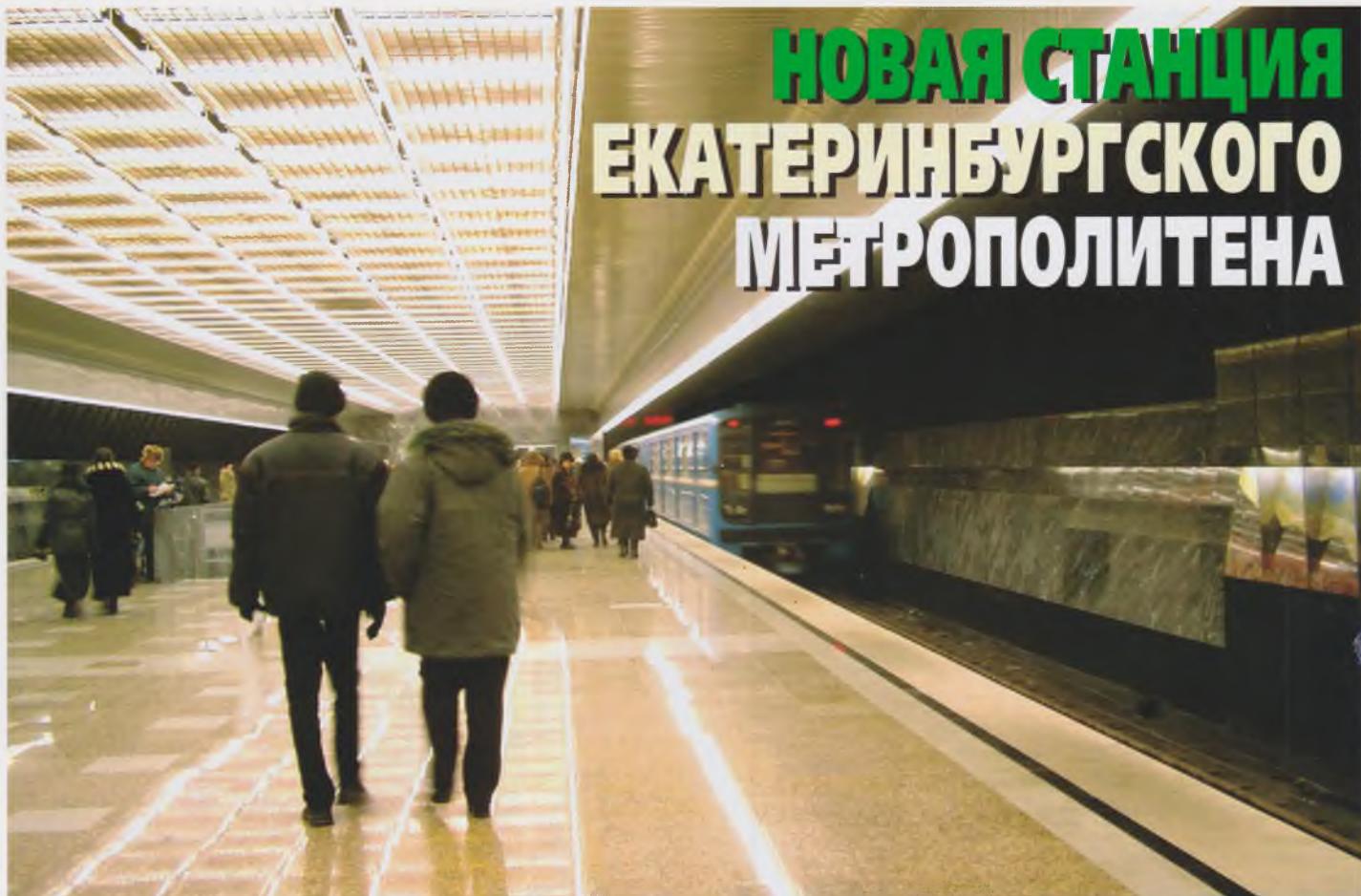
В системе местной вентиляции агрегаты устанавливаются на виброизолирующих фундаментах, а соединение вентиляторов с воздуховодами осуществляется при помощи мягких вставок из прорезиненной ткани.

На сооружении участка трудились коллективы организаций:

- институт «Самараметропроект» (директор А. И. Чернышев, гл. инженер проекта В. Ф. Нохрин) при большом вкладе в создании архитектурного облика станции Заслуженного архитектора России А. Г. Моргуна;
- ОАО «Самараметрострой» (генеральный директор И. В. Шавернев);
- ЗАО «Волгатрансстрой» (генеральный директор В. В. Сонин);
- ООО «Самараметроспецстрой» (директор Ю. И. Софронов) и другие субподрядные организации под непосредственным руководством строительным процессом Заказчика – Дирекции строящегося метрополитена (начальник В. И. Силиванов).

На митинге по случаю ввода участка метрополитена присутствовал губернатор Самарской области К. А. Титов.

НОВАЯ СТАНЦИЯ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



В. Н. Веселовский, С. У. Зиганшин,
главные инженеры проекта
ОАО «Уралгипротранс»

С. В. Ляхов,
главный инженер ЕМУП
«Управление заказчика по
строительству метрополитена и
подземных сооружений»

А. А. Красноборов,
зам. главного инженера
ОАО «Свердловскметрострой»

30 декабря 2002 г. сдан в эксплуатацию очередной участок Екатеринбургского метрополитена от ст. «Площадь 1905 года» до ст. «Геологическая» строительной длиной 1054 м.

на перспективную третью линию метрополитена.

Строительство пускового участка глубокого заложения осуществлялось закрытым способом в скальных грунтах.

«Геологическая» характеризуется рядом особенностей, по совокупности которых её можно отнести к разряду уникальных станций отечественного метростроения:

- эффективное объёмно-планировочное решение односводчатой станции глубокого заложения, обеспечившее сокращение длины всего комплекса в 1,5 раза по сравнению с традиционной планировкой;

- применение вантовой системы крепления к своду перекрытия второго этажа над платформенной частью;

- реализация системы дымоудаления;
- использование новоавстрийской технологии строительства с временным креплением стержневыми арками с набрызг-бетоном при пролете выработки 23 м;

- применение высокопроизводительных проходческих комбайнов для разработки породы вместо буровзрывного способа.

По аналогии со станциями мелкого заложения Минского метрополитена служебные помещения БТП расположены на втором этаже над пассажирской платформой и частично в ее уровне в беспроемной части и под платформой. Трехэтажное помещение совмещенной тягово-понижительной под-

станции длиной 30 м размещено в торце под сводчатой частью. Взаимосвязь между тремя уровнями осуществляется с помощью изолированных лестничных клеток с подпором воздуха. Общая протяженность станционного комплекса составила 143 м против 214 м, предусмотренных первоначальным техническим проектом.

Конструкция постоянной обделки станции выполнена из монолитного железобетона с внутренней металлоизоляцией, внутренние конструкции - из монолитного железобетона. Перекрытие над пассажирской платформой - из металлических прокатных балок, омоноличенных в уровне верхнего пояса железобетонной плитой, подвешено к верхнему своду постоянной обделки на металлических вантах. Необходимая огнестойкость металлических конструкций обеспечена огнезащитным вспучивающимся покрытием «Файфлекс».

Крайние отсеки верхнего этажа используются как вентиляционные каналы основной системы в эксплуатационном режиме с подачей воздуха на платформу через 14 вентиляционных отверстий, расположенных с шагом 6 м над каждым путем. Отверстия перекрыты нормально открытыми клапанами. Удаление дыма осуществляется через открытые отверстия по вентиляционным каналам, камеру основной вентиляции, вентствол с помощью реверсивных агрегатов ВОР-18.

В состав пускового участка вошли:

- перегонные тоннели с притоннельными сооружениями на участке от оборотных тупиков ст. «Площадь 1905 года» до ст. «Геологическая»;

- станционный комплекс «Геологической»;
- участок перегонных тоннелей с камерами съездов за ст. «Геологическая», используемый для оборота поездов.

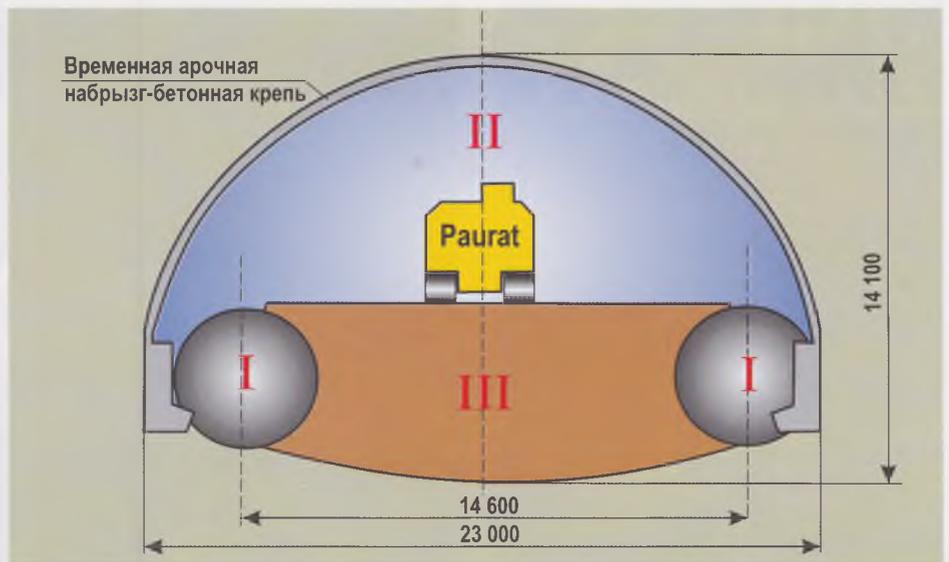
Станция «Геологическая» возведена в центральной части города на пересечении магистралей городского значения: ул. 8-го Марта и ул. Куйбышева. В зоне пешеходной доступности от станции метрополитена расположены крупные учебные, общественно-культурные, спортивные, торговые и промышленные учреждения, в том числе: Уральский государственный экономический университет, Уральская горная академия, цирк, геологический музей, стадион «Юность», супермаркет, завод «Уральские самоцветы», институт «Мехнообр» и др. Станция является пересадочной с первой

Дополнительный подпор воздуха на платформу предусмотрен через наклонный ход навстречу эвакуируемым пассажирам. В январе текущего года на ст. «Геологическая» были проведены пожарные учения, подтвердившие работоспособность системы дымоудаления.

Архитектурно-художественное решение интерьера обусловлено, в первую очередь, характерными объемно-планировочными особенностями, а также самым наименованием станции. Недра Урала – богатейшая кладовая минералов. Раскрытие этой темы и предлагается в качестве основополагающей в образном решении интерьера пассажирского зала.

Функциональное назначение, а также то, что данная станция является пересадочной, определили подход к формированию пространства платформенного участка. Зал станции условно поделен на три зоны. Главная – это центральная часть платформы, выполняющая функциональную задачу – формирование и организацию пассажиропотоков. Обилие верхнего света в этой зоне предопределено назначением данной части станционного зала. Боковые транспортные пролеты условно отделены от платформы строгими линиями бокового освещения над зонами посадки пассажиров. Раскрытию темы наименования станции – «Геологическая» посвящены декоративные вставки, размещенные на путевых стенах и выполненные в технике флорентийской мозаики художниками и мастерами-камнерезами производственного объединения «Русские самоцветы». В мозаичных вставках использовано большое разнообразие подделочных камней: лазурит, лиственник, змевик, яшма, лабрадорит и различные виды мрамора. Доминантой композиции служит полоса из лабрадорита с вкраплениями агатов, сердоликов, флюоритов, чароита и др., которая символизирует богатство недр Урала. Ритмичное и цветное сочетание полос создает картину разлома земной коры. Цветовая растяжка полос по вертикали, а также эффектная подсветка усиливают динамику композиции. Путевые стены облицованы нейтральным, темно-серым рисунчатым мрамором, подчеркивающим богатую цветовую палитру мозаик. Пол облицован полированными и шлифованными гранитными плитами Уральских месторождений. Подвесной потолок над платформой станции выполнен из алюминиевых реечных элементов «Албес» и растровых алюминиевых решеток «Грильятто-растр».

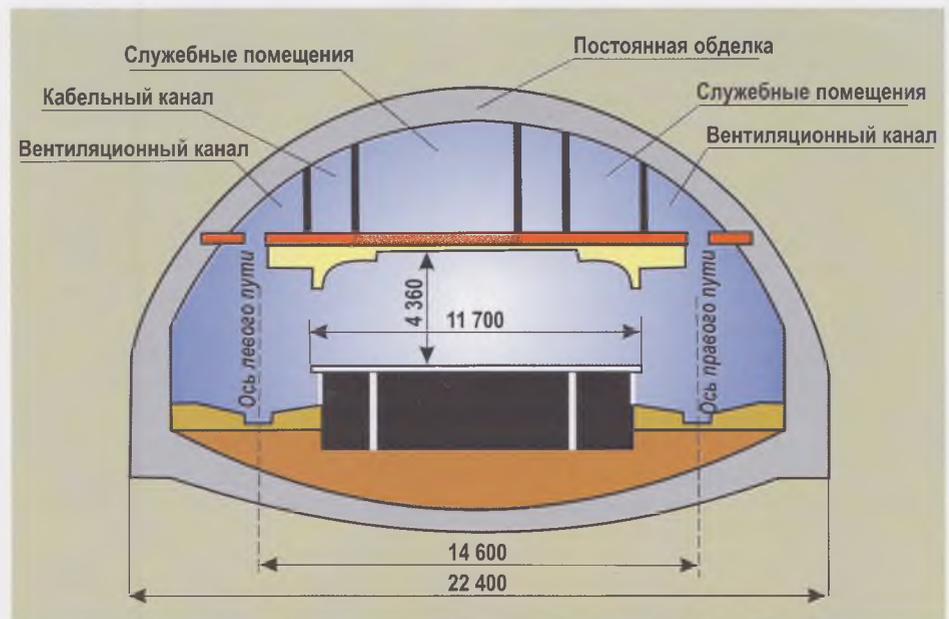
Строительство «Геологической» было начато в 1995 г. после пуска в эксплуатацию первых шести станций первой линии Екатеринбургского метрополитена. Возвести станцию с пунктом оборота составов и перегонными тоннелями планировалось за 4 года. Предусмотренный проектом организации работ буровзрывной способ проходки и опыт сооружения в течение 10 лет аналогичной станции «Динамо» в Екатеринбурге при достигнутых средних скоростях проходки тоннелей



Очередность сооружения станции:
I - проходка тоннелей и возведение опорных стен; II - разработка породы свода по технологии NATM;
III - разработка ядра грунта и обратного свода



Передвижной комплекс «Алива-Штеттер» для набрызг-бетона временной крепи свода станции



Поперечный разрез станции

лей 30–40 м/мес. и свода станции 4–6 м/мес. не позволяли осуществить пуск в намеченные сроки без внедрения высокопроизводительных машин, механизмов и современных технологий.

С целью сокращения сроков строительства было принято решение об использовании по лизинговому контракту тоннелепроходческого комплекса (ТПМК) «Вирт» и внедрении новоавстрийской технологии (НАТМ).

В 1996 г. при монтаже ТПМК «Вирт» на сооружаемом участке левого перегонного тоннеля нестандартно была решена задача по транспортировке на специальной платформе негабаритных узлов щита весом до 36 т в ночные «окна» через действующий метрополитен в монтажную камеру. Кроме того, немецкими конструкторами щита не предусматривался перемонтаж с разрезкой его на части для транспортировки по железной дороге и дальнейшего использования. Однако комплекс был смонтирован и пущен в эксплуатацию. Скорость проходки в среднем составила 100 м/мес.

Внедрение высокопроизводительной проходческой машины в скальных грунтах при прокладке метрополитена показало неоспоримое преимущество механизированной разработки породы перед буровзрывным способом в условиях плотной городской застройки и требуемых минимальных осадках поверхности.

Следующей важной задачей явилось возведение станции, которое началось по традиционной схеме с опорных тоннелей и устройства пятых железобетонных опор свода станции. При этом правый опорный тоннель был пройден буровзрывным способом, левый – ТПМК «Вирт».

До начала сооружения свода станции были выполнены организационно-технические мероприятия по внедрению новоавстрийской технологии.

Для научного сопровождения строительства был привлечен «Научно-исследовательский центр тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа». НИЦ ТМ АО ЦНИИС производил расчет временной крепи, подбор составов для набрызг-бетонирования, обработку результатов наблюдений за напряженно-деформационным состоянием крепи и грунтового массива.

Разработка породы центральной части станции (ядра) осуществлялась проходческим комбайном «Паурат Е-242» массой 120 т. Для набрызг-бетонирования использовалось оборудование «Алива-Штеттер», взятое в аренду у АО «Протон-тоннельстрой». Их эксплуатацию обеспечивали опытные специалисты этой организации.

В ОАО «Свердловскметрострой» были оборудованы передвижная стройлаборатория и компьютеризированный маркшейдерский пост по наблюдениям за напряженно-деформационным состоянием крепи. Специалисты прошли теоретическое обучение.



Барельеф на стене станции

Высокие темпы сооружения свода станции сечением 120 м² в проходке, составлявшие 21 м/мес., были достигнуты благодаря соблюдению принципов НАТМ.

Комбайн «Паурат» при разработке забоя обеспечивал «ровный» контур свода, что позволяло избегать концентрации напряжения в грунте. Транспортировка породы после комбайна осуществлялась погрузочно-доставочной машиной ЛК-1 в вагонетки, либо в скип эскалаторного тоннеля, оборудованного скиповым наклонным подъемом.

Возведение временной арочно-набрызг-бетонной крепи производилось с рабочего органа комбайна. Перед сборкой трехстержневой арматурной арки из 12 элементов по своду наносился выравнивающий 3–5-сантиметровый слой набрызг-бетона. Затем, после монтажа арки, при помощи смонтированного в правом опорном станционном тоннеле комплекса «Алива-Штеттер», наносился одновременно 20-сантиметровый слой набрызг-бетона с минимальным набором прочности В-20 по истечении 3–х суток.

Контроль напряженно-деформационного состояния временной крепи в процессе строительства осуществлялся путем нивелирования измерительного сечения по 10 точкам в своде с шагом 4–5 м по мере проходки. Измерение деформаций сжатия свода контролировалось струнными датчиками типа ПЛДС-400. Предельно допустимые проектные величины осадки свода от 50 до 100 мм и анализ графиков деформаций сжатия по датчикам ПЛДС определяли надежность крепи и возможное отставание постоянной обделки от забоя, которое составляло 25–35 м.

Стройлаборатория осуществляла оперативный контроль за составом набрызг-бетонной смеси и дозировкой добавок «Альфа Ж.С».

Для монтажа постоянной обделки применялись две передвижные арки-фермы собственной конструкции. Одна осуществляла монтаж армоблоков с теплоизоляцией и производство полуавтоматической и автоматической сварки швов изоляции, другая служила для восприятия нагрузки от укладки бетона до набора прочности. Бетон подавался через скважины на два стационарно установленных бетононасоса «Швинг» и затем укладывался в трехметровую заходку постоянной обделки свода объемом 120 м³.

После возведения свода комбайн «Паурат» одновременно разработал грунт ядра и обратного свода станции.

Следует отметить, что для монтажа и демонтажа комбайна не потребовалось сооружения специальных камер. Комбайн своим ходом был опущен на станцию через эскалаторный тоннель, а «выехал» по перегонному тоннелю и подходной выработке ствола, где был разобран и выдан на поверхность.

Первый российский опыт использования новоавстрийской технологии при возведении станции метрополитена в Екатеринбурге показал возможность эффективного применения современной высокопроизводительной техники и оборудования в строительном пространстве, которое обеспечивается новым принципом управления горным давлением как единая система «порода-креп».

Следует отметить, что на продолжительность сооружения станции (8 лет) в значительной мере негативно влияло постоянное недофинансирование. А то, что пуск «Геологической» стал возможен в 2002 г., – большая заслуга всех участников строительства, применявших современные технологии, машины и механизмы на уровне мировых стандартов.

ПЕРВАЯ НАЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ НИЖЕГОРОДСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А. Г. Бегун,

гл. инженер МУП «Нижметрострой»

А. А. Ерофеев,

гл. инженер

ОАО «Нижегородметропроект»

9 сентября 2002 г. принят в эксплуатацию второй участок продления II очереди Нижегородского метрополитена от ст. «Бурнаковская» до ст. «Буревестник» протяженностью 1,25 км.

На введенном участке организовано левостороннее движение поездов с целью установления сквозного беспересадочного сообщения между станциями Автозаводской линии и станцией, принятой в эксплуатацию, что позволило отчасти решить транспортную проблему на Автозаводско-Сормовском направлении.

Пусковой участок расположен в Московском районе Заречной части Нижнего Новгорода и проходит вдоль Сормовского шоссе от действующей станции «Бурнаковская» до «Буревестника».

Строительство пускового участка осуществлялось под защитой водопонижения. Сооружение части перегона от ПК 37, ст. «Буревестник» и тупиков велось в открытом котловане на отметках выше уровня грунтовых вод без водопонижения с применением поверхностного водоотлива.

В зоне ст. «Буревестник» и прилегающей к ней части перегона грунты загрязнены отходами нефтепереработки фирмы «Варя». Чтобы избежать их вредного влияния при строительстве и в процессе эксплуатации метрополитена, перегонные тоннели и станция выполнены на отметках, исключающих соприкосновение конструкций метрополитена с загрязненными грунтами. Для избежания проникновения газовывделений от загрязненных грунтов внутрь сооружений метрополитена на станции предусмотрена металлоизоляция.

В состав пускового участка вошли:

- перегон «Бурнаковская» - «Буревестник», пройденный 566 м закрытым способом и открытым - на участке длиной 368 м (в двухпутном исчислении);

- оборотные тупики из двух путей за ст. «Буревестник» длиной 264 м без смотровых канав и линейного пункта;

- ст. «Буревестник» - 13-я на Нижегородском метрополитене.

В плане трасса имеет 14,5 кривых радиусом 1000 м.

Станция выполнена с двумя платформами, разделенными главными путями, расстояние между которыми 4,2 м. Выход из вестибюля расположен напротив про-



Станция «Буревестник»

ходных Машиностроительного завода. Пока организован обычный переход по поверхности, но в дальнейшем, при возращении интенсивности автомобильного и пешеходного движения, через Сормовское шоссе решено возвести пешеходный мост.

Путевое развитие станции представляет собой одиночный съезд за платформой, противощерстный, из двух стрелочных переводов марки Р50 1/9 и двух путей для оборота составов.

В соответствии с расчетными пассажиропотоками и концепцией сквозного сообщения по Автозаводскому и Сормовскому направлениям на пусковом участке установлено левостороннее

движение со следующей схемой его организации:

- на первый период эксплуатации (до ввода в строй ст. «Ярмарка») по участку от ст. «Московская» до «Буревестника» будет осуществляться левостороннее движение со сквозным сообщением до конечной станции «Парк Культуры» Автозаводского направления, на котором сохраняется правостороннее движение. В часы пик достаточно 15 пар 4-вагонных поездов в час.

Станция «Буревестник» с оборотными тупиками, перегонные тоннели на участке от ПК 35+54,508 до ПК 39+93,5 с вентиляционным узлом возводились открытым способом в котлованах с креплением, сваями из

Вестибюль станции



двухавровых металлических балок с устройством деревянной забирки. Ст. «Буревестник» с оборотными тупиками сооружалась в котловане с креплением «стеной в грунте». Перегонные тоннели от ПК 29+96.00 до ПК 35+54,508 проходились закрытым способом щитовыми проходческими комплексами КТ-5,6Б. Камера перегонной водоотливной установки на ПК 32+70 сооружалась закрытым способом методом продавливания (рис. 1).

Ст. «Буревестник» и оборотные тупики выполнялись по специальному проекту. Конструкция заглубленной части станции и тупиков выполнена из сборных железобетонных элементов методом «стена в грунте» с устройством внутренней теплоизоляции. Платформенная часть станции – двухпролетная, с центральным расположением колонн с шагом 6 м и боковыми платформами. Наружные стены станционного комплекса и его надземной части возведены из керамзитобетонных панелей толщиной 55 см. Станция имеет один вестибюль с кассовым залом для обслуживания пассажиров с входом выше уровня земли на отм. 2,98. Прием и выход пассажиров обеспечивается через двухсторонний лестничный вход.

Оборотные тупики имеют односводчатое керамзитобетонное монолитное перекрытие, выполненное на передвижной металлической опалубке (рис. 2).

Перегонные тоннели открытого способа работ на участке выхода на поверхность сооружались в сборном варианте с наружными керамзитобетонными стенами и перекрытием плитами пустотного настила, на заглубленном участке – сборные железобетонные конструкции по типовому проекту ТС-122; перегонные тоннели закрытого способа работ – из тубинговых чугунных колец наружным диаметром 5,49 м.

Станция «Буревестник» представляет собой наземное 3-этажное здание с комплексом служебных и технологических помещений, СТП и станционной венткамеры, расположенных на 2-м и 3-м этажах над платформой длиной 130, шириной 17 и высотой 10,5 м (рис. 3).

В помещениях СТП, кладовых и венткамерах использована керамическая плитка. Вестибюль отделан долговечными высокодекоративными материалами. Подвесной потолок вестибюля облицован элементами «LUXSALON» белого и золотистого цветов с применением светильников дневного света.

Главный и боковые фасады облицованы декоративным кирпичом «Besser» красного и бежевого цветов в виде обрамляющих рам. Стеновые панели внутри обрамления окрашены в светло-бежевый цвет. Окна на уровне 3-го этажа сгруппированы по три и оформлены горизонтальными витражами из тонированного стекла. На боковых фасадах размещены пожарные лестницы, вертикали которых облицованы панелями белого цвета.

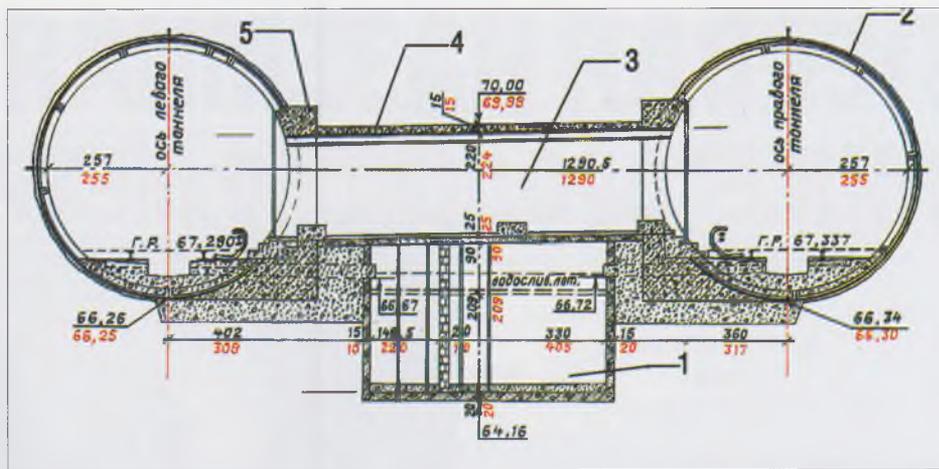


Рис. 1. Схема водоотливной установки.

1 – монолитный железобетонный зумпф; 2 – чугунная обделка тоннелей; 3 – ходок ВДУ; 4 – железобетонная обделка ходка ВДУ; 5 – монолитная железобетонная рама

Главный вход вынесен на консолях за линию фасада, имеет один лестничный спуск, и отделан фасадными панелями белого цвета в сочетании с витражами из тонированного стекла. Выступающий объем запасного выхода из служебных помещений облицован на всю высоту декоративным кирпичом «Besser». Проемы заполнены декоративными решетками.

Вертикаль эвакуационного выхода из СТП с третьего этажа закрыта фасадными панелями белого цвета.

Воздухозаборные проемы станционной венткамеры также заполнены декоративными решетками. Витражи и решетки окрашены в красный цвет. Примыкающие к зданию станции открытые части тоннелей облицованы декоративным кирпичом «Besser» красного цвета.

Платформа ст. «Буревестник» двухпролетная, берегового типа, с расположением колонн в межпутье. Потолок выполнен из панелей «LUXSALON» бежевого и черного цветов, что визуально выделяет зоны подвижного состава и пассажиров.

Основное освещение станции – типовые люминесцентные встроенные светильники. В горизонтальной нише между наклонными панелями потолка и мрамором стены расположена дополнительная подсветка.

Колонны и стены облицованы белым мрамором месторождения «Коелгинское», вертикальные выступы на стенах (коммуникационные каналы) – зеленым гранитом «Балтик Грин». Вставки на колоннах из темно-зеленого мрамора.

Пол платформы выложен светло-серым гранитом «Мансуровское» и черным габродиабазом «Роп-Ручейского» месторождения.

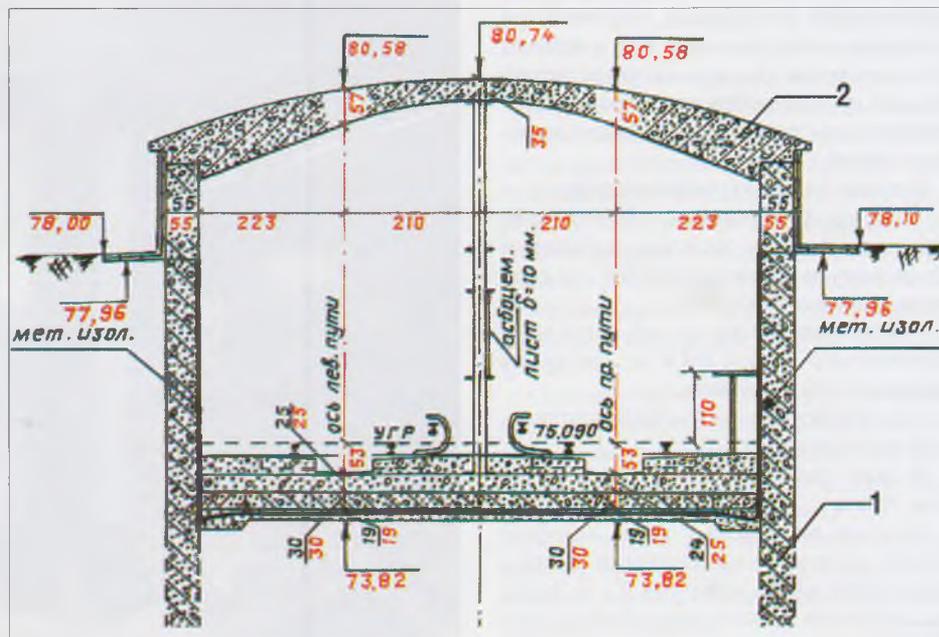
Стены из белого мрамора в сочетании с темно-зеленым образуют горизонтальную панель, перетекающую на лестничные спуски платформ.

Исходя из вышесказанного, видно, что отличительными особенностями архитектуры ст. «Буревестник» являются:

- применение в облицовке потолков вестибюля, платформы и входа малокоррозийного материала «LUXSALON»;

Рис. 2. Схема поперечного сечения тупиков.

1 – «стена в грунте» из сборного железобетона; 2 – керамзитобетонное арочное перекрытие



ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ В ИРАНЕ

Н. С. Булычев,

зав. кафедрой ТулГУ, член Президиума
Тоннельной ассоциации России

И. Сиавоши,

ГИП «AZADRA TEHRAN – SHOMAL»

Расширение сети автомобильных дорог в Иране в условиях нарастающего дефицита земель и роста их стоимости, а также стремление сократить до минимума отрицательное воздействие транспорта на окружающую среду, вызывают необходимость сооружения горных тоннелей. Проект автомобильной дороги Тегеран – Шомал длиной 121 км является одним из крупнейших в Иране. Она соединит города Тегеран и Чалус на севере (южное побережье Каспийского моря). Вдоль трассы будет построено 60 км тоннелей. Протяженность двух - Алборз и Талун - будет около 6,5 и 5 км соответственно.

Обделки тоннелей испытывают два вида нагрузок и воздействий: нагрузки, обусловленные начальным полем напряжений в массиве пород, вызванным собственным их весом и тектоническими силами, и возможные сейсмические воздействия землетрясений. Расчет конструкций выполняется аналитическими методами механики подземных сооружений с использованием схем контактного взаимодействия обделок с окружающим массивом пород, которые хорошо зарекомендовали себя при проектировании и строительстве тоннелей БАМа, ГЭС и других подземных объектов в сложных инженерно-геологических условиях.

Расчетная схема обделки тоннеля в массиве, имеющем тектоническое начальное поле напряжений с произвольным направлением осей главных напряжений, показана на рис. 1.

Характеристики начального поля напряжений

Сведений о величине и направлении главных начальных напряжений в массиве горных пород в районе строительства тоннелей в Иране не имеется, поэтому расчетные характеристики приняты на основании литературных данных.

Группой ученых из разных стран в рамках международной программы исследований литосферы составлена мировая карта полей напряжений в верхней части земной коры. Анализ ее свидетельствует о том, что проявления тектонических напряжений приурочены главным образом к границам взаимодействующих литосферных плит, зонам субдукции (поддвига), и прямым образом связаны с их движением. Схема литосферных плит Земли, включающая Иранскую, показана на рис. 2.

Тектонические напряжения в Иранской плите обусловлены ее взаимодействием с Турецкой, Аравийской и Евразийской плитами. Север Ирана, где проектируются тоннели, является частью тектонического пояса, включающего Кавказ и Среднюю Азию. Тектонические горизонтальные напряжения в массиве пород в районе строительства тоннелей ориентированы под некоторым углом к меридиану, так что появления повышенных горизонтальных напряжений следует ожидать как вдоль трассы (преимущественно), так и в плоскостях поперечных сечений тоннелей.

Наличие повышенных горизонтальных сжимающих напряжений в районе строительства тоннелей подтверждается результатами измерений конвергенции породных стенок дренажно-разведочной вентиляционной штольни тоннеля Талун. На рис. 3 показаны конвергенции точек поперечного сечения NP-19 штольни на глубине около 125 м. На этом участке штольня пересекает геологическое нарушение на контакте черных туфов (базальтов) с андезитами и серовато-зелеными туфами. Измерения нача-

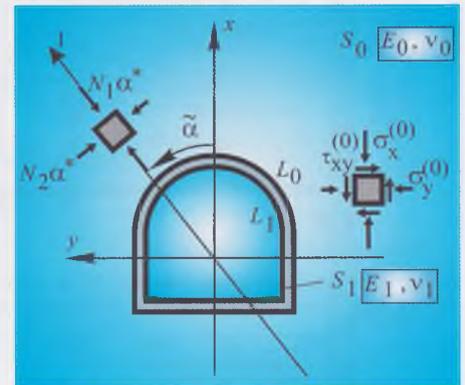
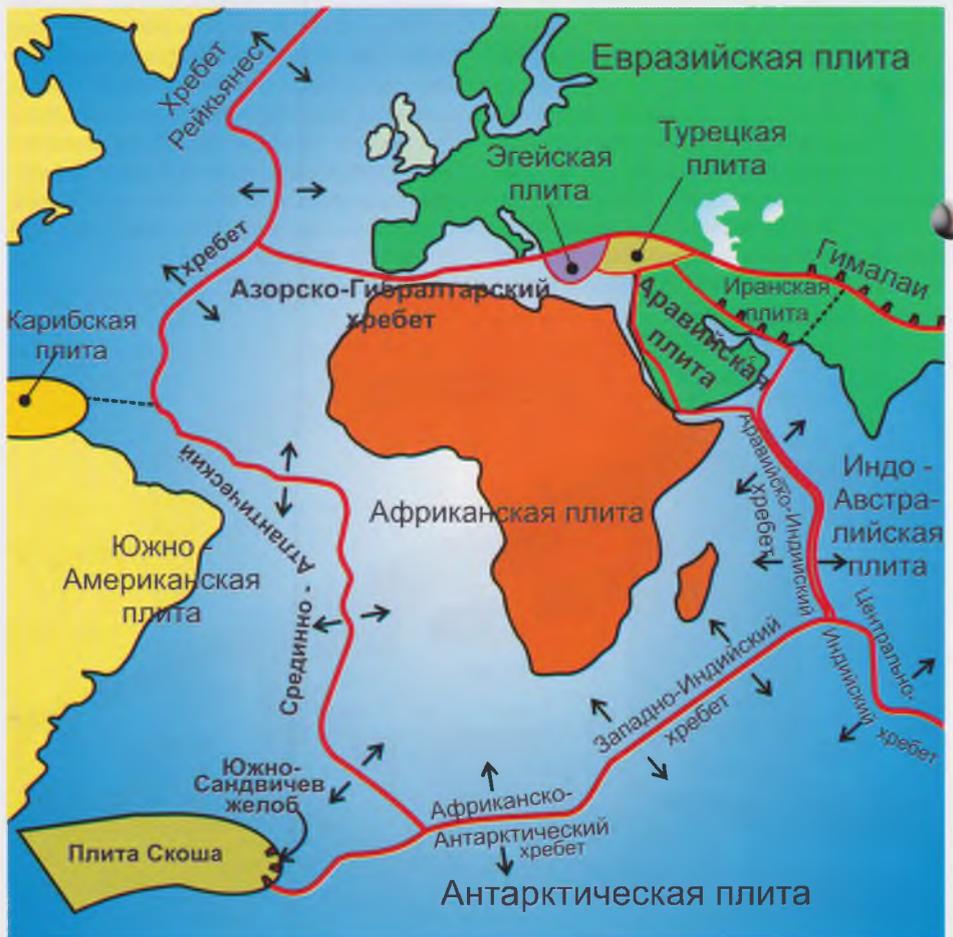


Рис. 1. Расчетная схема тоннельной обделки произвольного сечения в массиве пород, подверженном начальным тектоническим напряжениям

ты на значительном расстоянии от забоя (43 м), тем не менее, график показывает преобладание горизонтальных смещений (конвергенции) стенок штольни. Отмечено также существенное различие конвергенции по направлениям С-Л и С-Р. Измерения позволяют признать наличие повышенных начальных напряжений при глубине заложения штольни от поверхности до

Рис. 2. Схема литосферных плит Земли: стрелками показаны направления их движения, зубцами - зоны субдукции у границ плит



200 м. Причем главные максимальные напряжения имеют горизонтальное или несколько наклонное к горизонту направление.

О наличии преобладающих субгоризонтальных тектонических начальных напряжений в массиве пород, которые имеют некоторый наклон к горизонту, свидетельствуют также результаты обследования фактических сечений и замеров переборов пород при проходке дренажно-вентиляционной штольни тоннеля Талун. Переборы (разрушение) пород сосредоточены преимущественно в районе свода штольни и несколько смещены влево (на запад) от вертикальной оси. Это подтверждается также наблюдениями за поведением пород при проходке тоннеля: обнаружено стреляние (с треском) кусков породы со свода, были слышны «глухие звуки в своде и забое».

Начальные сжимающие напряжения в массиве пород принято характеризовать следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} \sigma_v &= -\gamma H; \\ \sigma_h &= -\lambda \gamma H, \end{aligned} \quad (1)$$

где σ_v - вертикальные напряжения, МПа;
 σ_h - горизонтальные напряжения, МПа;
 λ - коэффициент бокового давления;
 γ - удельный вес горных пород, МН/м³;
 H - глубина, м.

Тектонические напряжения в массиве пород, вызванные движением литосферных плит, мало зависят от глубины. Поэтому коэффициент бокового давления (как отношение главных начальных напряжений) изменяется (уменьшается) с глубиной. Формулы для определения коэффициента бокового давления дают разные результаты и не применимы к условиям Ирана.

Многочисленные экспериментальные исследования напряженного состояния пород проведены на месторождениях полезных ископаемых в Средней Азии, которая является одной из наиболее сейсмоактивных областей и характеризуется сложным геологическим строением и сильно расчлененным рельефом. Скорости региональных подня-

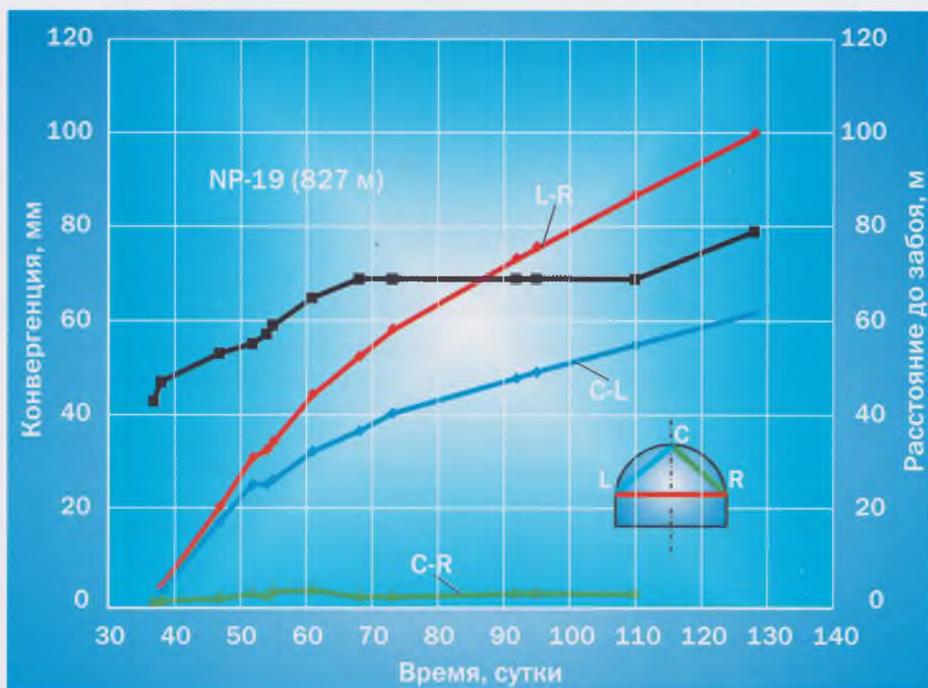


Рис. 3. Конвергенция точек поперечного сечения ПК-827 штольни тоннеля Талун и график проходки штольни

тий достигают здесь 5-10 мм/год. Для этого региона установлено преобладание горизонтальных напряжений над вертикальными, причем максимальные сжимающие напряжения ориентированы преимущественно в субмеридиональном направлении. При этом простираение основных геологических структур (антиклинальных складок, разломов, горных хребтов) имеет в этом регионе субширотное направление. Регион Средней Азии имеет определенное сходство с Северным Ираном, поэтому результаты исследований в этом регионе могут быть использованы для оценки характеристик начального поля напряжений в районе строительства тоннелей в Северном Иране.

В табл. 1 даны результаты измерений начальных напряжений в массивах пород месторождений полезных ископаемых и на участках строительства подземных гидроэлект-

ростанций на Кавказе, в Казахстане, Киргизии и Таджикистане. В таблице приведены следующие значения измеренных напряжений:

- σ_v - вертикальные напряжения;
- σ_{h1} - максимальные главные горизонтальные напряжения;
- σ_{h2} - минимальные главные горизонтальные напряжения;
- β - азимут направления максимальных горизонтальных напряжений (град.);
- λ_1 - максимальные значения коэффициента бокового давления в массиве.

Следует также отметить, что значения модуля деформации пород E_0 даны в табл. 1 по результатам испытания образцов, поэтому они на порядок больше оценочных значений E_0 в окрестности тоннеля Талун.

На основании изложенной выше информации можно сделать следующие выводы о

Таблица 1. Сводные результаты измерения компонентов начального поля напряжений

Регион, месторождение	Координаты		Породы	H, м	E ₀ *10 ⁴ МПа	Напряжения, МПа			β, град.	λ ₁
	широта	долгота				σ _v	σ _{h1}	σ _{h2}		
Кавказ:										
1. Ингури ГЭС	42	45	Известняки	25-150	6.0	2-15	9-20	4-20	20-110	2.0-3.0
Казахстан:										
2. Текелийское	45-48	65-70	Диорит, порфиры	600-800	4-12	12-19	25-38	18-28	0	2.0-2.1
3. Дзезказганское			Песчаники	220-300	4.2-6.8	6-10	12-54	3-25	14-49	2.0-5.4
Киргизия, Алтай:										
4. Хайдарканское	38-42	70-80	Брекчия, известняки	140-400	6-12	10-20	12-23	7-16	7	1.2
5. Чон-Койское			Листвиниты	160-360	6.5-9.4	5-11	10-22	9-18	175	2.0
6. Кадамджайское			Окремн. известняки	240-330	7-9	11-29	15-40	12-29	24-47	1.4-1.7
7. Терескайское			Мрамориз. известняки	80	5.2-6.0	5-10	3-12	3-8	-	0.6-1.2
Таджикистан:										
8. Туранглыное	38-40	68-70	Мрамориз. известняки	70-120	4-12	7-10	8-10	7-9	0	1.0-1.1
9. Кан-Сайское			Гранодиориты	780	5-9	26	43	32	0	1.7
10. Куру-Сайское			Мрамориз. известняки	380-660	4-11	10-21	20-35	13-26	0	1.7-2.0
11. Кандаринское			Гранит-порфиры	90-170	3.5-6.0	5-10	24-50	14-33	105	5.0
12. Рогунская ГЭС			Алевриты, песчаники	130-360	6-8	7-14	12-17	9-19	130	1.3-1.4
13. Рогунская ГЭС			Алевриты, песчаники	120-360	6-8	7-13	12-17	9-19	130	1.3-1.5
14. Байпазинская ГЭС			Известняки	70-200	3-6	3-8	3-7	1-5	100	0.6-1.0
15. Токтогульская ГЭС			Известняки		3-13	2-12	3-13	-	-	1.1-1.5

Таблица 2. Землетрясения в районе трассы тоннеля

Дата	Эпицентр, сила	Магнитуда	Глубина
1930, 22 октября	Мобарак-Абад, VI MM	-	-
1955, 24 ноября	Разлом Моша	-	-
1957, 2 июля	36° 14 с.ш.	7,2	15 км
1959, 1 мая	Север Кандевана	5,5	33 км
1971, 9 мая	Баболь-Канар	5,5	27 км
1983, 25 октября	Гармсар, V-VI MM	4,6	-
1984, 29 марта	Хараз-Ларижан	5,5	33 км
1988-1989	Тегеран	4,5	-

напряженном состоянии массива пород в районе строительства тоннелей в Иране:

- массив сложен прочными вулканогенными породами, находится в тектонически-активном регионе и подвержен действию тектонических сил;

- направление максимальных главных субгоризонтальных сжимающих напряжений является субмеридиональным;

- величина максимальных сжимающих напряжений в массиве не может быть чрезмерно велика, так как массив находится вблизи Каспийского моря, в центральной части Иранской плиты (рис. 2);

- величины тектонических напряжений в поперечных сечениях тоннеля в связи с субмеридиональным направлением максимальных главных напряжений в массиве соответствуют значениям минимальных измеренных субгоризонтальных напряжений σ_{H2} (табл. 1).

На основании изложенного берем в качестве расчетных для условий тоннеля Альборз главные начальные напряжения, определяемые по формулам (1). Принимаем следующие расчетные (вероятные) значения коэффициента бокового давления в массиве в поперечном сечении тоннеля (рис. 1):

Глубина, м	Коэффициент λ
50-150	1,0; 1,5; 2,0
200-800	1,0; 1,5

Рекомендуемые расчетные значения ко-

эффициента бокового давления λ в массиве рассматриваются как равновероятные, поэтому расчеты обделок тоннелей должны быть выполнены для каждого значения λ , и оценка прочности обделки должна производиться по наихудшему варианту.

Сейсмичность района строительства тоннеля

Большинство (95%) землетрясений происходит по краям литосферных плит (рис. 2). Небольшая доля землетрясений возникает внутри них. Район строительства тоннелей расположен внутри Иранской плиты. Иран входит в Альпийский пояс землетрясений (Средиземноморье, Турция, Иран, Северная Индия), на который приходится 5-6% всех землетрясений. Сейсмичность района устанавливается по силе периодически возникающих в этом районе землетрясений (рис. 4).

Наиболее сильные землетрясения происходили по краям Иранской плиты: на северо-западе, востоке и юге Ирана. Землетрясения, происшедшие в районе строительства тоннелей (табл. 2), нельзя отнести к категории разрушительных, за исключением двух, имевших магнитуды 7,2 (1957) и 7,5 (1962).

Как известно, сила (интенсивность) проявления землетрясений зависит от магнитуды и глубины очага (гипоцентра). Силу землетрясения по шкале MSK-64 можно определить, пользуясь номограммой (рис. 5). Согласно этой номограмме, землетрясение



Рис. 5. Номограмма для определения силы землетрясения по шкале MSK-64

1957 г. с магнитудой 7,2 и глубиной очага 15 км (табл. 2) может быть оценено как разрушительное силой IX баллов по шкале MSK-64. Однако это единственное землетрясение, силу которого можно установить достоверно. Эпицентры этих землетрясений расположены на расстоянии не менее 100 км от тоннелей.

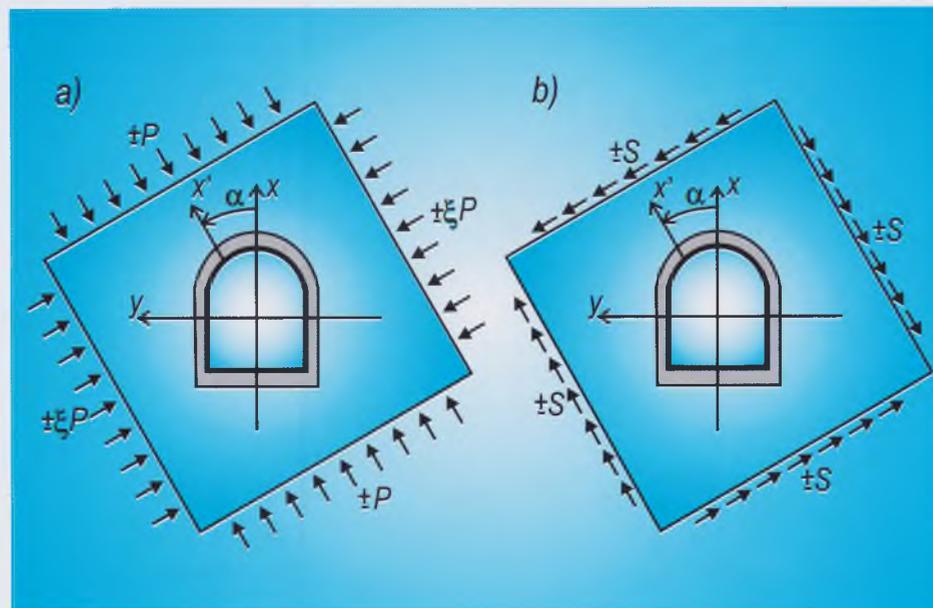
Таким образом, на основании вышеизложенного, сейсмичность района строительства тоннелей Талун и Альборз можно, с некоторым запасом, отнести к категории VIII баллов по шкале MSK-64.

Схема для расчета обделок тоннелей на действие длинных произвольно направленных сейсмических волн показана на рис. 6. Обделка тоннеля подвергается воздействию продольных (а) и поперечных (б) сейсмических волн, возникающих в очаге землетрясения.

Рис. 4. Схема сейсмического районирования района трассы автомобильной дороги Тегеран-Чалус



Рис. 6. Расчетная схема обделок тоннелей на действие длинных произвольно направленных сейсмических волн: а) - продольных; б) - поперечных



Юрий Иванович Яровой, д. т. н., профессор, зав. кафедрой «Механика деформируемого твердого тела, основания и фундаменты» УрГУПС



Родился 18 марта 1943 г. После окончания Уральского политехнического института (ныне УГТУ – УПИ) был оставлен для продолжения научной работы на кафедре «Основания и фундаменты» под руководством профессора В. Б. Швеца. С 1975 по 1981 год работал на строительном факультете УГТУ последовательно на должностях ассистента, старшего преподавателя, доцента. В этот период научные интересы молодого ученого были связаны с инженерно-геологическими изысканиями.

В 1981 г. был избран по конкурсу на должность заведующего кафедрой «Механика грунтов, основания и фундаменты» Уральского электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта (ныне УрГУПС). Наряду с учебно-методической работой занимался решением геотехнических проблем при строительстве и эксплуатации дорог, например, в условиях Севера Тюменской области, зданий и сооружений промышленного и гражданского назначений.

С 1986 г. занимается вопросами освоения подземного пространства. В 1999 г. защитил докторскую диссертацию и подготовил монографию «Прогноз деформаций земной поверхности и защита городской застройки при строительстве метрополитенов на Урале». Всего опубликовано более 90 научных и методических работ,

получено 5 авторских свидетельств на изобретения и патент. Член Российского Общества по Механике Грунтов, Геотехнике и Фундаментостроению. Председатель Уральского отделения Тоннельной ассоциации России. Награжден знаком «Почетному железнодорожнику».

Тоннельная ассоциация России и редакция журнала от всей души поздравляют юбиляра и желают дальнейших творческих успехов, здоровья и благополучия!

Профессор Юрий Андреевич Лиманов (к 100-летию со дня рождения)

А. П. Ледяев, Д. М. Голицынский, профессора Петербургского государственного университета путей сообщения

Среди отечественных ученых, внесших большой вклад в развитие тоннелестроения, достойное место занимает доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор Юрий Андреевич Лиманов. Его деятельность была тесно связана со старейшим транспортным вузом нашей страны – Петербургским государственным университетом путей сообщения.

Ю. А. Лиманов продолжал развивать идеи отечественной школы тоннелестроения, основоположниками которой по праву можно считать М. М. Протоdjяконова, А. В. Ливеровского, А. Н. Пассека. Являясь учеником профессора А. Н. Пассека, Ю. А. Лиманов занимался изысканиями, проектированием, строительством и эксплуатацией тоннелей, рассматривая эти вопросы в комплексе, как единый процесс, гармонично сочетая теорию и практику. Он был не только большим ученым, но и талантливым педагогом. Его имя также известно за пределами нашей страны.

Родился Юрий Андреевич Лиманов 8 марта (23 февраля) 1903 г. в селе Урусово Мишуковской волости Алатырского уезда Симбирской губернии.

В 1929 г. он окончил строительное отделение Ленинградского института инженеров путей сообщения (ЛИИПС), защитив диплом на тему: «Проект реконструкции Лагар-Аульского тоннеля Уссурийской железной дороги».

После окончания института Юрий Андреевич работал инженером на возведении моста через р. Или Туркестано-Сибирской ж. д. По окончании строительства с 1930 г. стал инженером-проектировщиком в Ленинградском отделении Энергостроя, затем его перевели в институт «Лентрансмостпроект», где за 9 лет работы он выполнил ряд проектов больших тоннелей и мостов, являясь их автором.

В 1933 г. Ю. А. Лиманов был приглашен ассистентом на кафедру «Тоннели» в ЛИИЖТ, где в 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Методы реконструкции тоннелей без перерыва движения».

С начала строительства Ленинградского метрополитена в 1941 г. Ю. А. Лиманов был командирован в Ленметрострой, где до 1948 г. возглавлял отдел по проектированию подземных сооружений и работал в качестве главного инженера по возведению отдельных объектов.

В годы Великой Отечественной войны вместе с метростроителями Юрий Андреевич находился в воинских частях УВВР-2 Ленинградского фронта и участвовал в восстановлении Ленинградского ж.-д. узла и строительстве оборонных объектов.

С 1945 г. Ю. А. Лиманов возобновил педагогическую деятельность, и в 1947 г. был утвержден в должности доцента кафедры «Тоннели» ЛИИЖТа, постоянно поддерживая связь с производством. С 1946 по 1948 год он возглавлял отдел организации и механизации работ в Ленметрострое.

В 1959 г. профессор Ю. А. Лиманов создал научно-исследовательскую лабораторию моделирования тоннелей, которая занималась решением практических задач, связанных с прокладкой метрополитена в Ленинграде, а также со строительством, эксплуатацией и реконструкцией ж.-д. тоннелей.

Наряду с научной и педагогической Ю. А. Лиманов вел большую общественную работу, являясь членом научно-технического совета Министерства транспортного строительства, Ленметростроя, Ленметростроевского и других организаций, а также членом государственной комиссии по приемке и эксплуатации транспортных сооружений.

В 1980 г. Юрий Андреевич уходит с должности заведующего кафедрой на пенсию, оставаясь при этом профессором-консультантом и членом ученого совета института.

Умер Юрий Андреевич Лиманов 31 августа 1996 г. в возрасте 93 лет.

Ю. А. Лиманов был одним из признанных и авторитетных руководителей отечественной школы тоннелестроения и сделал очень много для ее дальнейшего развития и совершенствования. Ученый большой эрудиции, он все свои усилия направлял на решение как теоретических, так и практических вопросов в области проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей и метрополитенов. В его научных трудах нашли отражение многие проблемы по совершенствованию и разработке новых конструкций подземных сооружений и способов их возведения.



ВЗГЛЯД ИЗ ШАНХАЯ

По материалам 3-го Азиатско-Тихоокеанского конгресса Международного союза общественного транспорта (МСОТ)



Ю. В. Абрамов,

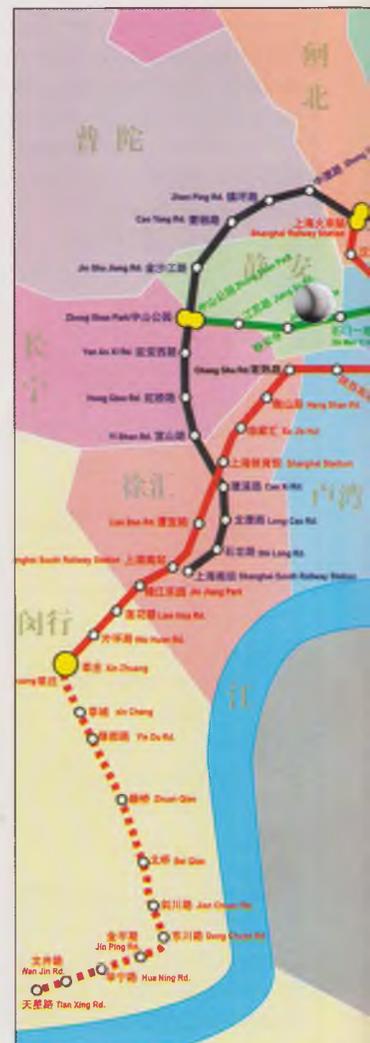
главный специалист Управления внешнеэкономической деятельности ОАО «Корпорации «Трансстрой»

Ноябрь 2002 г. стал знаменательной и в международном масштабе значимой вехой в развитии транспортной отрасли. В китайском городе Шанхае почти одновременно состоялись два крупных события: 3-й Азиатско-Тихоокеанский конгресс Международного союза общественного транспорта (МСОТ) и 1-я Международная конференция МСОТ по городскому рельсовому транспорту. К этим событиям была приурочена 3-я Выставка МСОТ, названная «Подвижность населения и городской транспорт в Азиатско-Тихоокеанском регионе». Ввиду масштабности этих мероприятий, общий анализ их результатов потребует времени. Данная статья представляет собой обзор транспортной ситуации в городе-хозяйине Шанхае с анализом основных элементов отдельных видов транспорта. Особое внимание уделено решению проблем городского рельсового транспорта: метро и скоростного трамвая. Повышение внимания к этому сектору транспортной отрасли в Шанхае находится в полном соответствии с международной тенденцией, подтверждаемой развитием мегаполисов ведущих в этой области стран, в частности, Токио, Парижа и Лондона. Это - единственный путь решения экологических, а с ними - многих социальных и экономических проблем больших городов.

Выбор Шанхая в качестве места проведения указанных мероприятий не случаен. Шанхай - самый крупный промышленный центр Китая и один из крупнейших городов мира и бурно развивающегося Азиатско-Тихоокеанского региона, занимающий площадь свыше 6 тыс. км² и имеющий свыше 16 млн постоянных жителей и около 4 млн приезжих. Однако выбор Шанхая определился не столько его размерами, сколько серьезными достижениями в развитии транспорта и общими экономическими показателями.

За 2001 г. рост валового внутреннего продукта (ВВП) города составил 10,2% по сравнению с предыдущим годом (в пересчете на душу населения эта величина эквивалентна и несколько превышает 4500 дол. США). За последние десять лет этот показатель неизменно выражался двузначной цифрой.

Развитие общественного транспорта Шанхая характеризуется следующими данными. Инвестиции в строительство объектов транспорта составляют в настоящее время около 5% ВВП. Общий объем пассажирских перевозок общественным транспортом в 2001 г. достиг 4 млрд поездок, что на 16% больше, чем в 1996, последнем году восьмого пятилетнего периода. В этом объеме перевозки автобусами и троллейбусами, рельсовым транспортом, такси и речным транспортом составляют соответственно 68, 9, 18 и 5%. За 1990-е годы протяженность городских дорог и улиц увеличилась на 40% и достигла 6830 км, из которых 91 км приходится на скоростные автомагистрали. В течение девяти-





той пятилетки протяженность автобусных маршрутов возросла на 25% и составила 23260 км. Ведется эксплуатация трех линий метро общей протяженностью 65 км при среднем объеме перевозок свыше 900 тыс. пассажиров в день. Однако, несмотря на рост, объем перевозок общественным транспортом (включая такси) составляет в настоящее время лишь около 21% всех пассажирских перевозок в городе. Сохраняя уровень инвестиций в транспортную инфраструктуру в последующие годы на уровне 3-4% ВВП, проводя мероприятия по улучшению организации дорожного движения (например, выделяя специальные полосы для автобусов) и интенсивно развивая сеть рельсового транспорта, планируется увеличить эту долю до 26% в 2005 г. и до 35% в 2020 г. (в центральных частях города – до 50%).

В части развития автотранспортной инфраструктуры предусматривается расширение сети городских артериальных магистралей (на 20 км к 2005 г.), строительство эстакад и многоуровневых развязок, реконструкция второстепенных дорог общим протяжением 60 км, прокладка одного мостового и трех тоннельных переходов через р. Лу Пу. В пригородной зоне общая длина автомагистралей увеличится с 1118 км в 2000 г. до 2304 км в 2005 г. Будет начато строительство автодорожного тоннеля под р. Янцзы в северной части пригородной зоны.

Протяженность линий городского рельсового транспорта возрастет к 2007 г. на 200 км. К 2020 г. эту цифру планируется увеличить до 540 км.

Основные объемы строительства придутся на метро.

Решение транспортных проблем Шанхая предполагается облегчить путем устройства к 2007 г. на подходах к городу трех крупных и четырех средних центров стоянки легкового транзитного транспорта с подведением к ним маршрутов рельсового, автобусного и троллейбусного транспорта. Предусматривается также строительство нескольких подобных центров стоянки грузового транспорта с соответствующим обустройством.

Для повышения роли общественного транспорта реализуется и предусматривается комплекс мер по улучшению качества обслуживания пассажиров, совершенствованию структуры и управления транспортной отраслью города, в особенности, с целью оптимизации функционирования как отдельных составляющих, так и всей транспортной системы, по совершенствованию законодательной базы, ужесточению требований к охране среды обитания, прежде всего, путем снижения уровня физического и шумового загрязнения, производимого каждым источником.

Как уже отмечалось выше, в развитии общественного транспорта города приоритет отдается рельсовому транспорту, и, прежде всего, метро. Метрополитен Шанхая по состоянию на ноябрь 2002 г. был представлен тремя линиями: № 1, 2 и Жемчужной линией (Pearl Line). Первая линия, идущая от железнодорожного вокзала, расположенного в центральной части города, в южном направлении, сдавалась двумя очередями в 1995



Диспетчерский пульт управления линии 1



Станция «Jing An Temple»



Станция «Zhang Jiang Gao ke»

и 1997 гт, ее длина – 21 км, число станций – 16, объем перевозок – около 460 тыс. пассажиров в сутки. Вторая линия, идущая также, в основном, в меридиональном направлении, была введена в эксплуатацию в 2000 г, ее длина – 19 км, число станций – 13, объем перевозок в настоящее время – около 270 тыс. пассажиров в сутки. Жемчужная – протяженностью 25 км проходит, в основном, в широтном направлении. Она начинается от линии № 2 и пересекает № 1 и р. Лу Пу. Линия была введена в действие в декабре 2000 г, включает 19 станций и обеспечивает пассажиропоток в объеме около 190 тыс. пассажиров в сутки. В 2003 г. должна быть введена в эксплуатацию линия скоростного трамвая как продолжение на юг линии № 1 (длина продолжения – 17 км, число станций – 11). В течение десятой пятилетки (2002-2006 гт.) предполагается продление существующих и прокладка новых линий общей протяженностью 188,5 км с 94 станциями, из которых одна, ведущая в аэропорт, полностью транзитная, имеющая длину 35 км. Кроме того, в течение этого же периода времени будет осуществлено сооружение линии скоростного трамвая длиной 28,8 км с 28 станциями.

Метро Шанхая обслуживает корпорация SMOС (Shanghai Metro Operation Corporation), имеющая в своем штате 4 тыс. работников. В настоящее время поезда состоят из 6 вагонов, в ближайшей перспективе их число увеличится до 8. Расчетная скорость – 80 км/ч, средняя эксплуатационная – 35 км/ч. Техническое оснащение метрополитена осуществлялось на основе оборудования, производимого в Германии и Франции. В управлении, ремонте и содержании используются самые передовые технологии: системы автоматического ведения, защиты и контроля технического состояния подвижного состава, контроля и ремонта пути, подвижного состава, контактной сети и т. д. Имеется единый компьютеризированный центр управления и такие же линейные центры. Корпорация имеет центр обучения, оборудованный современными техническими средствами – видеотренажерами операторов поездов, компьютерными классами и т. д.

При создании и развитии метро в Шанхае строго следуют нескольким принципам:

- увязка с городской планировкой и другими видами транспорта,

- удобство пользования с обеспечением пассажирам разумного комфорта и безопасности,

- использование сооружений в целях рекламы.

Удобство пользования реализуется по нескольким направлениям: устанавливаются современные турникеты для магнитных карт, автоматы по размену монет и продаже билетов, развивается система проездных билетов; станции и переходы оборудуются яркими электронными указателями, справочными автоматами, схемами, аудиосистемами и т. п.; предусматриваются специальные сооружения для инвалидов; создана и действует система связи с пассажирами – горячие телефонные линии, консультационные пункты, специальные сотрудники, помогающие пассажирам и выявляющие их мнение по различным аспектам работы метро. Комфорт обеспечивается также дизайном сооружений, декорированием помещений (панно, фрески и т. п.), повсеместной чистотой, удобством подвижного состава. В последние годы нашло широкое распространение использование помещений метро для рекламы, к которой предъявляются самые высокие эстетические требования.

МЕТРОТРАМВАЙ МОЖНО СТРОИТЬ В КРЕДИТ

Технико-экономическое обоснование возможности строительства в крупном городе России мощного скоростного транспорта без привлечения бюджетных средств

В журнале «Метро и тоннели» № 6 за 2001 г. была опубликована статья «Качественные характеристики и сравнительные показатели метро, трамвая и метротрамвая». В ней три вида городского рельсового транспорта сравнивались по скорости поездки пассажира по городу, безопасности, комфортабельности и пр. Данная статья является продолжением темы о новом скоростном внеуличном транспорте.

В. А. Мнацканов,
канд. техн. наук



При существующем уровне развития техники массовые пассажирские перевозки в крупных городах наиболее эффективно выполняет рельсовый скоростной внеуличный транспорт (СВТ). Поэтому и за рубежом, и в нашей стране этот вид транспорта активно разрабатывается и внедряется. За рубежом его называют легкорельсовый транспорт (ЛРТ). В нашей стране – это наземное метро (НМ), монорельсовая дорога (МД) и метротрамвай (МТ). Основные требования, предъявляемые сегодня к СВТ, – это безопасность и комфортабельность поездки, удобство посадки и высадки из вагонов, высокая технико-экономическая эффективность и самоокупаемость при относительно невысокой плате за проезд.

Чем реальнее получить устойчивый доход от эксплуатации скоростного городского транспорта, чем быстрее он позволит окупить затраты на его сооружение, тем с большей уверенностью его можно строить в кредит.

Прошли те времена, когда считалось аксиомой, что городской транспорт должен непременно быть убыточным. Убыточное предприятие не может предоставить качественные услуги. Если желать полностью «развалить» общественный транспорт в городе, то первое, что следует сделать, – это ввести бесплатный проезд. Дальше все случится само собой.

Нарастающие транспортные проблемы крупных городов России вызваны сегодня очевидным несовершенством организации передвижения по городу значительной части населения. Наиболее подвиж-

ная его часть предпочитает пользоваться частными автомобилями. В результате резко сокращаются безопасность передвижения и скорость поездки. Это заставляет по-новому взглянуть на перспективы развития скоростного общественного транспорта.

Абсолютно ясно, что экологически чистый и экономичный городской общественный транспорт, который сможет обеспечить пассажиру большие удобство и безопасность поездки, а также более высокие скорости передвижения по городу не может быть убыточным. Он способен составить реальную конкуренцию частному автомобилю и даже с большим успехом может быть куплен (построен) крупным городом в кредит. Эта современная тенденция становится все более распространенной. Так, например, в конгрессе США ожидают рассмотрения два закона Ride-21 и Rail-21, принятие которых сделает доступными для транспортных компаний низкопроцентные кредиты. Чем ниже процент, тем легче построить в городе за счет кредита скоростной общественный транспорт. Главное условие такого предприятия – чтобы оно было самоокупаемым и давало устойчивый и эффективный доход.

Метрополитен с его огромными подземными сооружениями и мощным эскалаторным хозяйством, как правило, убыточен и поэтому не может быть построен в кредит. Действительно, из общей стоимости поездки только около 20% приходится непосредственно на оплату проезда пассажира в вагоне. Имеется в виду опла-

та амортизационных отчислений от стоимости вагонов, на все виды их ремонта, оплата электроэнергии, расходуемой на тягу, заработная плата машинистов и накладные расходы. Около 80% стоимости билета «съедают» прочие затраты, в числе которых немалую долю составляют затраты на содержание подземных станций-дворцов и эскалаторного хозяйства, оплату электроэнергии на движение эскалаторных лент, освещение вестибюлей и пр. Если эти «непроизводительные», с точки зрения поездки, затраты существенно сократить или вообще «вывести за скобки», то метрополитен станет доходным.

Мощный скоростной внеуличный транспорт, который «выводит за скобки» большую часть непроизводительных затрат, называется «метротрамвай». Его технические характеристики по провозной способности, скорости поездов, расходу электроэнергии на тягу и пр. вдвое превосходят метрополитен. Ему не нужны дорогостоящие подземные станции и огромное, тратящее около 30% всей электроэнергии, эскалаторное хозяйство. Он не оставляет человека под землей, на полпути до городского тротуара, а доставляет его прямо на поверхность земли, в город, где пассажир выходит из вагона непосредственно на пешеходный тротуар. Он не делает пересадок с эскалатора в вагон и обратно и получает более качественную, с точки зрения безопасности, транспортную услугу, сокращая время своей поездки и транспортную усталость от нее.

Следует особо подчеркнуть, что вагоны метротрамвая после подъема из под-

Таблица 1

земного тоннеля на поверхность земли позиционируются по отношению к пассажиру не так, как это делают на своих остановках электропоезда или трамваи, где для входа и выхода в вагоны надо использовать либо ступеньки, либо высокие платформы. Вагоны метротрамвая позиционируются в зоне станции таким образом, что уровень их пола совмещается с уровнем пешеходного тротуара, примыкающего к станции. Пассажир выходит из вагона так, как он выходит на улицу из современного магазина, не используя ни ступенек, ни эскалаторов.

Кроме большого удобства и безопасности, такая комфортабельная поездка еще и весьма экономична, поскольку затраты электроэнергии при поездке на метротрамвае вдвое меньше, чем в вагоне метрополитена.

Для определения технико-экономической эффективности строительства и эксплуатации СВТ «метротрамвай» в крупных городах России сравним суммарные затраты на него с затратами на сооружение и эксплуатацию традиционного метрополитена и наземного метро.

Стоимость строительства 1 км линии (в ценах 2001 г.): метрополитен мелкого заложения (М) - 429 млн руб./км легкий наземный метрополитен (ЛНМ) (М + 22%) - 525 млн руб./км метротрамвай (МТ) - 300 млн руб./км

Затраты на 1 км линии для метро мелкого заложения и наземного метро взяты из реальных московских проектов, в которых выяснилось, что наземное метро с его эстакадными участками стоит дороже подземного мелкого заложения на 22%. Главгосэкспертизой РФ была проведена экспертиза ТЭО строительства легкого метрополитена в жилой район Новокосино (район Москвы, расположенный за кольцевой автодорогой) и сделан вывод, что в данных конкретных условиях линия легкого метрополитена является неконкурентоспособной метрополитену.

Для метротрамвая не требуется строить подземные станции (их сооружение «весит» до 40% в общей стоимости строительных работ) и эскалаторное хозяйство (около 10% стоимости). В крупных городах, менее протяженных, чем Москва, оптимальным, с точки зрения удобства для пассажиров, является расстояние между станциями 800-1400 м (на Московском метрополитене среднее расстояние между станциями - 1700 м). Более частое размещение станций повышает долю их стоимости в общих строительных затратах до 50-60%. Поэтому реальные затраты на сооружение линий СВТ метротрамвай будут, как минимум, вдвое меньше, чем метрополитена. Да и строить только тоннели гораздо проще, т. к. сокращаются строи-

Перечень затрат на 8-км линию	Метрополитен мелкого заложения	Наземный метрополитен	Метротрамвай (70% от метро)
Строительство линии, млн руб.	3432	4200	2400
Подвижной состав, * ваг./млн руб.	44/396	30/435	44/440
Суммарные затраты, млн руб./%	4026/87	4635/100	2840/61
Уд. расход эл. энергии, Втч/ткм**	50	70	35
Суммарные эксплуатац. затраты, %	100	90	75
Суммарные приведен. затраты, %	93,5	95	68
Стоимость проезда, руб.	7	7	5
Самоокупаемость	несамоокупаем	несамоокупаем	самоокупаем
Возможность кредита	невозможен	невозможен	возможен

* (в ценах 2001 г.) 30 вагонов ММ каждый длиной 28 м имеют суммарно такую же длину, как и 44 вагона метро (или метротрамвая) длиной 19 м каждый и практически такую же вместимость; разница суммарной стоимости вагонов объясняется особенностями их конструкции и разным уровнем энергооборуженности тягового электропривода (экспертная оценка)

** данные эксплуатации, испытаний и расчетов (журнал "Метро" № 5, 6, 2000 г. и др. источники)

тельные объемы, цены и сроки проведения работ.

Чтобы в расчетах получился большой «запас прочности», стоимость строительства 1 км линии метротрамвая принята нами не в размере 50% (как это будет в действительности), а в размере 70% от стоимости строительства линии метрополитена мелкого заложения.

В табл. 1 представлены суммарные приведенные затраты на прокладку 8-км линий разного типа.

Расчет экономического эффекта от ускорения доставки пассажиров, сокращения их транспортной усталости от поездки и уменьшения расхода электроэнергии на передвижение по городу

Исходные данные для расчета (в ценах 2001 г.):

средняя за сутки провозная способность линии	10 тыс. пасс./ч
длина линии	8 км
скорость сообщения подвижного состава метро	42 км/ч
расход электроэнергии на тягу на метро	50 Втч/ткм
расход эл. энергии на эскалаторах	30% от расхода на тягу
скорость сообщения подвижного состава метротрамвая	50 км/ч
расход электроэнергии на тягу метротрамвая	35 Втч/ткм
время на подход к вагонам метро	4,5 мин
время на подход к вагонам метротрамвая	1 мин
стоимость пассажирочаса *	12 руб.
на линии работают 8 пятивагонных поездов.	

* в перспективе она возрастет в 2-3 раза; если не учитывать экономию от ускорения доставки пассажиров, любое пассажирское сообщение окажется бессмысленным и убыточным

Спуск в подземный тоннель



Время поездки пассажира в вагонах метро:

$$8 \text{ км} : 42 \text{ км/ч} \times 60 = 11,43 \text{ мин} = 686 \text{ сек}$$

Суммарное время поездки пассажира на метро:

$$\Sigma t_{\text{м}} = 11,43 \text{ мин} + 9 \text{ мин} = 20,43 \text{ мин}$$

Время поездки пассажира в вагонах метротрамвая:

$$8 \text{ км} : 50 \text{ км/ч} \times 60 = 9,6 \text{ мин}$$

Суммарное время поездки на метротрамвае:

$$\Sigma t_{\text{мт}} = 9,6 \text{ мин} + 2 \text{ мин} = 11,6 \text{ мин}$$

Экономия времени при поездке на метротрамвае по сравнению с метро:

$$\Delta t_{\text{мт}} = 20,43 \text{ мин} - 11,6 \text{ мин} = 9 \text{ мин.}$$

В рублях эта экономия составит:

$$9 \text{ мин} : 60 \text{ мин} \times 12 \text{ руб.} =$$

$$= 1,8 \text{ руб./на 1 поездку.}$$

Иначе говоря, стоимость проезда на скоростном метротрамвае вполне обоснованно можно устанавливать на 1,8 руб. выше, чем на «медленном» метрополитене. А с учетом удобства посадки-высадки, большей безопасности и комфортабельности самой поездки ее можно принимать, как минимум, на 2 руб. больше, чем стоимость проезда на метро.

Общее число пассажиров, перевозимых по линии метротрамвая за сутки в двух направлениях, составляет:

$$10 \text{ тыс. пасс./ч} \times 19 \text{ ч} \times 2 = 380 \text{ тыс. пасс.}$$

Суммарная экономия времени пассажиров, перевезенных за сутки:

$$380 \text{ тыс. пасс.} \times (9 \text{ мин} : 60 \text{ мин}) =$$

$$= 57 \text{ тыс. пасс. ч}$$

Сегодня стоимость рабочего часа в крупных городах составляет около 50 руб. При принятой в расчетах стоимости пассажирочаса 12 руб. (в перспективе – 30 руб.) экономия в денежном выражении составит за день:

$$57 \text{ тыс. пасс. ч} \times 12 \text{ руб.} = 684 \text{ тыс. руб.}$$

Экономия за год:

$$684 \text{ тыс. руб.} \times 365 \text{ дней} = 250 \text{ млн руб.}$$

Экономия от сокращения расхода электроэнергии на тягу поездов и отсутствия расхода энергии на эскалаторы



Выезд метротрамвая из подземного тоннеля на наземную станцию

(на метротрамвае их нет) составит:

$$(8 \text{ поездов}) \times (5 \text{ вагонов}) \times (40 \text{ т}) \times$$

$$\times (30 \text{ Втч/ткм}) \times (600 \text{ км}) = 28800 \text{ кВтч.}$$

В денежном выражении при стоимости 1 кВтч = 0,6 руб. экономия за год составит: $28800 \text{ кВтч} \times 0,6 \text{ руб./кВтч} \times 365 = 6,3 \text{ млн руб.}$

Экономия от сокращения транспортной усталости пассажиров от поездки можно оценить в виде 3% повышения производительности труда в результате поездки пассажиров на работу и с работы на более скоростном, удобном, комфортабельном и безопасном внеуличном транспорте. Эта экономия примерно равна экономии от ускорения доставки пассажиров (3% от заработка 400 руб./смену. = 12 руб.).

Общая экономия от сокращения времени поездки, транспортной усталости от нее и расхода электроэнергии составит за год:

$$\Sigma \Delta = 250 \text{ млн руб.} + 250 \text{ млн руб.} +$$

$$+ 6,3 \text{ млн руб.} = 506 \text{ млн руб.} (16 \text{ млн у.е.})$$

Срок окупаемости линии метротрамвая составит (условно):

$$2840 \text{ млн. руб.} : 506 \text{ млн руб.} = 5,5 \text{ лет}$$

Ввиду быстрой и надежной окупаемости ее вполне можно строить в кредит. На сегодня – это единственный вид удобного скоростного городского транспорта, обладающего высокой провозной способностью.

Доходы от перевозки пассажиров на метротрамвае при стоимости билета 7 руб. и себестоимости проезда $7 \times 0,75 = 5 \text{ руб.}$ (табл. 2) достигнут за год: $380 \text{ тыс. пасс./сутки} \times 365 \times 2 \text{ руб.} = 277,4 \text{ млн руб.}$

Срок возврата кредита и процентов по нему (при размере кредита 1 млрд руб. и стоимости кредита около 10% годовых):

$$\frac{1 \text{ млрд руб.} + (\text{проценты}) 0,5 \text{ млрд руб.}}{277,4 \text{ млн руб.}} = 5,4 \text{ года}$$

Вместе со сроком строительства срок возврата кредита не превысит 8 лет.

Выводы.

1. Метротрамвай можно прокладывать в крупных городах России с помощью кредита. При доступных сегодня низкoproцентных кредитах (6-8% годовых) эта задача финансово вполне разрешима. Наиболее удобно это делать, если строить и вводить 8-км линию в два этапа по 4 км и применять при этом некоторые другие приемы, сокращающие первоначальные затраты, уменьшающие объемы выплат по кредиту и облегчающие его возврат.

2. После возврата кредита СВТ метротрамвай будет приносить в городскую казну большой доход.



Остановка на наземной станции



ПРОДАЕТСЯ КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ГРУНТОВ

- буровая установка
- насос высокого давления
- миксерная станция

ЦЕНА ДОГОВОРНАЯ

Специализированное строительное
предприятие
РЕГИОН

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



РЕГИОН

ВНИМАНИЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

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

ECOdrill

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

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



*Мы обеспечим полное соответствие требованиям заказчика
и отраслевым стандартам*

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

Объявляется подписка

PUBLIC TRANSPORT INTERNATIONAL



- ✓ Тенденции развития транспортных систем
- ✓ Стратегия управления
- ✓ Финансово-экономическая аналитика
- ✓ Организация пассажиропотоков
- ✓ Административное регулирование
- ✓ Вопросы экологии

и многое другое на страницах

русского издания международного журнала **«ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ»**

По вопросам подписки обращаться:

103051, Москва, Цветной б-р 17, офис 217, 221

тел: (095) 929-6482, 929-6673, факс: 929-6548, e-mail: tunnels@metrostroy.ru

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*



Дорога открыта...

Самая современная техника для строительства тоннелей

20 февраля 2003 г. завершена проходка Лефортовского тоннеля. Уникальный по своим возможностям ТПМК с гидропригрузом фирмы «Херренкнехт АГ» за один год прошел расстояние 2,2 км в сложных инженерно-геологических условиях под историческим районом и рекой Яуза в г. Москве со скоростью выше проектной почти в два раза. Осадки дневной поверхности составили менее 5 мм.

Наши щиты с гидропригрузом, щиты для скальных пород и модульные проходческие комбайны помогают нашим клиентам совершать настоящий прорыв в будущее. Наша техника работает в любых геологических условиях и на всех континентах земного шара.

Но уникальными в своем роде нас делают не только наши изделия и наше «ноу-хау» в области тоннелестроения. Как ведущая фирма, располагающая современными технологиями, мы делаем все от нас зависящее, когда речь идет об экономичности, безопасности и защите окружающей среды.

Свет в будущее в конце каждого нового тоннеля !



ТПМК для Лефортовского тоннеля Ø 14,2 м



Работа эректора



Геологический разрез трассы тоннеля



Вид готового участка тоннеля

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

