

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





Международная научно-практическая конференция
Москва, 28–31 октября 2002 г.



ТОННЕЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО РОССИИ И СТРАН СНГ В НАЧАЛЕ ВЕКА: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

САМЫЙ БОЛЬШОЙ ПРОХОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС В МИРЕ



Проект

Для продления высокоскоростной железной дороги «Талис», проходящей через Антверпен, Роттердам и Амстердам, Управление железных дорог Нидерландов выбрало трассу, пересекающую «сердце зеленой зоны» Рандштад.

Забота об охране окружающей среды этого сельскохозяйственного района, расположенного к северу от Роттердама, привела к необходимости устройства специального тоннеля диаметром почти 15 м, который обеспечивал бы движение поездов по двум путям со скоростью свыше 300 км/ч каждый. На этом объекте будет установлен мировой рекорд тоннелестроения с применением щитовых проходческих комплексов. Комплекс создан компанией NFM Technologies, филиалом корпорации Framatome, на своем предприятии в Ле Крёзо (Бургундия).

Описание проекта

Объект должен быть построен за 65 месяцев и к маю 2005 г. намечен его пуск в эксплуатацию. Сооружение представляет собой тоннель длиной 8 000 м, 7 160 из которых будут пройдены щитовым комплексом. Проходка будет осуществляться в песчаных и илистых грунтах нижней части мощного водоносного массива при очень высоком гидростатическом давлении, сопоставимом с давлением в открытых водоемах.

Ввиду опасности компрессии и осадки, при разработке концепции объекта первостепенное внимание уделялось обеспечению безопасности.

Подрядчики

Общее руководство проектом: HSL (High Speed Link) Zuid.
Консорциум по проектированию и строительству:
Bouygues TP, Koop Holding Europe (N.L.)



Сооружения линии

Характеристики

- ◆ **Грунты:** пески с прослойками глины, ила, торфа толщиной порядка 1 м
- ◆ **Глубина залегания тоннеля:** от 16 до 30 м
- ◆ **Максимальный столб воды:** 35 м
- ◆ **Длина щитового бурения:** 7 160 м
- ◆ **Минимальный радиус кривизны:** 750 м
- ◆ **Максимальный уклон:** 3 %
- ◆ **Внутренний диаметр тоннеля после устройства обделки:** 13,30 м
- ◆ **Тюбинги обделки:**
 - 7+2 смежных замковых +1 основной замковый
 - толщина: 600 мм
 - длина: 2 м
 - максимальный вес: 15 т

Проходческий комплекс

Характеристики

- ◆ Тип: проходческий щит с гидравлическим пригрузом забоя под давлением сжатого воздуха
- ◆ Ротор: монолитный с 8 диагональными балками и секторами
- ◆ Породоразрушающий инструмент: скребковые ножи, резцы, регулируемый перебор
- ◆ Привод электрический, скорость вращения переменная с векторной регулировкой
- ◆ Гидравлическая среда: подаваемый под давлением бентонитовый шлам с регулировкой объема вовлеченного воздуха
- ◆ Способ удаления породы: гидравлический с помощью восьми насосов по 630 квт, диаметр труб 500 мм
- ◆ Укладчик обделки: 6 степеней свободы, угол поворота $\pm 220^\circ$
- ◆ Технологическая часть: 2 тележки (750 т и 450 т) + промежуточная балка длиной 70 м
- ◆ Дополнительное оборудование: комплекс для инъецирования раствора
- ◆ Система электрооборудования, включающая 1500 дистанционно управляемых входящих и выходящих параметров
- ◆ Пульт управления с дисплеями и видео мониторами



1



2

Работы на стройплощадке

- ◆ **Планируемый календарный график:**
Заводские испытания: февраль 2001 г.
Доставка на стройплощадку: весна 2001 г.
- ◆ **Планируемая дата начала проходки:**
середина 2001 г.
- ◆ **Предполагаемые параметры производительности:**
Установка одного кольца: 50 мин
Укладка труб удаления породы: 45 мин
Проходка за 10-часовую смену: 4 кольца
- ◆ **Услуги на стройплощадке:**
Поставка и ведение ведомости заменыемых компонентов в течение всего периода строительства;
техническая помощь на месте.

1 Ротор

2 Технологическая часть щитового комплекса

Производительность

- ◆ Диаметр выработки: 14.87 м
- ◆ Длина щита: 12.2 м
- ◆ Полная длина комплекса: 120 м
- ◆ Вес щита: 1 900 т
- ◆ Общий вес комплекса: 3 100 т
- ◆ Установленная мощность: 8 000 ква
- ◆ Мотор ротора: 14 x 250 квт
- ◆ Мощность на роторе: 3 500 квт
- ◆ Система подачи ротора и ход: 19 пар цилиндров по 2 700 мм
- ◆ Полное усилие подачи ротора: 184 300 кН
- ◆ Скорость вращения ротора: от 0 до 1.4 об/мин
- ◆ Максимальный номинальный крутящий момент: 36 000 кНм
- при 0.7 об/мин
- ◆ Максимальный аварийный крутящий момент: 43 200 кНм
- ◆ Максимальная скорость проходки: 4 см/мин (при использовании всех щитовых цилиндров)



Wirth Maschinen - und Bohrgerate-Fabrik GmbH

Россия, 125057, г. Москва, Ленинградский пр-т, 57, офис 312,
тел. (095) 158-6788, 998-8222, факс 158-6788, 252-1948, e-mail: polinordan@mtu-net.ru

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

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ

Учебно-методическим кабинетом МПС России издан учебник для вузов железнодорожного транспорта «Метрополитены» под редакцией Ю. С. Фролова. – М.: «Желдориздат», 2001. – 528 с.

В учебнике изложены основные сведения о метрополитенах как о системе внеуличного пассажирского транспорта крупных городов, систематизированы их типы и приведены основные показатели, характеризующие работу метрополитена. Рассмотрены организационно-планировочные и конструктивные решения перегонных тоннелей и станционных комплексов, включая пересадочные узлы. Изложены особенности статической работы, конструкций подземных станций на метрополитене. Даны общие сведения о вспомогательных сооружениях на линиях метрополитена и приведены наиболее важные данные по верхнему строению пути, электроснабжению, санитарной технике метрополитенов и подвижному составу. Рассмотрены особенности способов производства работ по сооружению подземных станций. Приведены сведения о комплексном освоении подземного пространства крупных городов.

Учебник предназначен для студентов вузов железнодорожного транспорта, может быть полезен для инженерно-технических работников, занятых проектированием и строительством подземных сооружений.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНИКА «МЕТРОПОЛИТЕНЫ» ПОД РЕДАКЦИЕЙ Ю. С. ФРОЛОВА

- I. Метрополитен – внеуличный пассажирский транспорт крупных городов
- II. Сооружения на линиях метрополитена
- III. Пересадки на линиях метрополитена
- IV. Санитарно-технические устройства и энергоснабжение метрополитенов
- V. Станции метрополитена в комплексе городских подземных сооружений
- VI. Сооружение подземных станций метрополитена

Заявки на приобретение учебника (с указанием своего почтового адреса) направляйте в УМК МПС РФ: 107078, Москва, Басманный пер., 6, тел./факс: (095) 262 1247

Web-страница – www.umkmeps.da.ru, e-mail – marketing_umkmeps@mail.ru

Цена – 181 р. 50 к. (с учетом НДС)



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. Сви́рский

Члены совета:

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

Редакционная коллегия

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Издатель

ЗАО «ТА Инжиниринг»
Лицензия ИД № 04404
тел.: (095) 929-6673
(095) 929-6482
факс: (095) 929-6548
Отдел рекламы: (095) 929-6673
103051, Москва,
Цветной бульвар, 17, оф. 217, 221
e-mail: tunnels@metrostroy.ru

Тоннельная ассоциация России

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

Редактор

Г. М. Сандул

Директор

О. С. Власов

Компьютерный дизайн и верстка

С. В. Пархоменко

Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

№ 2 2002

Северомуйский тоннель – открылось рабочее
движение поездов

6

О перспективах тоннельного строительства при развитии
улично-дорожной системы Москвы

7

М. Г. Крестмейн, Ю. В. Коротков

ЮГСК: прорыв в XXI век

8

П. Г. Василевский

Берлинскому метрополитену 100 лет

12

П. Д. Пузанов

Коммуникационные тоннели

Тоннель под Невой

18

В. И. Ходосов

Сооружение дополнительного Северного канала ТПК «Ловат»

20

С. Н. Вьюшков

Строительство крупногабаритных тоннелей в мегаполисе

23

Б. И. Федунец, Е. В. Петренко

Зарубежный опыт

Тоннелестроение в Японии

26

В. Н. Жуков

Сооружение тоннеля Ветлиберг. Швейцария

28

В. А. Гарбер, Г. И. Плотников

Условия строительства автодорожного тоннеля в г. Уфе

32

В. П. Абрамчук, А. Ю. Педчик, Г. В. Додонов, В. В. Шипицын,
В. К. Симбирев, Н. В. Баранов

Метрополитены

Взаимное влияние режимов вентиляции станций линии

36

метрополитена

А. М. Красюк, И. В. Лугин, А. Н. Чигишев

Микроклимат метрополитена

39

Ю. М. Ракинцев

Проблемы проектирования и эксплуатации тоннелей
метрополитенов

42

В. Ф. Иванов

Технологии

Техническая диагностика искусственных сооружений
геофизическими методами

44

А. В. Зяблицев, Н. Н. Кувшинов, С. В. Ивкин, В. И. Иголкин

В Тоннельной ассоциации России

46

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Мацестинский тоннель
длиной 1316 м – самый
длинный на автомобиль-
ной трассе вокруг г. Сочи.
Сдан в эксплуатацию
ЗАО «ЮГСК»
в декабре 2000 г.

СЕВЕРОМУЙСКИЙ ТОННЕЛЬ – ОТКРЫЛОСЬ РАБОЧЕЕ ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДОВ



В конце декабря 2001 г. в жизни тоннельной инженерно-технической общественности России состоялось знаменательное событие: по 15-километровому железнодорожному Северомуйскому тоннелю на Байкало-Амурской магистрали был пропущен пробный поезд, и началось рабочее движение.

Это событие замечательно тем, что оно, наконец, практически приближает день, когда этот самый протяженный тоннель на сети железных дорог России будет сдан в 2002 г. в постоянную эксплуатацию, и будет завершён большой труд тоннельщиков БАМа, длившийся более 20 лет.

Северомуйский тоннель по протяженности и сложности выполненных горнопроходческих и строительных работ входит в десятку крупнейших тоннелей мира и в том числе, к сожалению, по продолжительности строительства.

Мировая история тоннелестроения знает случаи, когда тоннели, из-за сложности геологических условий и технических трудностей, прокладывались очень длительное время, случались приостановки работ, изменения трасс прокладки тоннелей, отработывались и применялись новые технологические решения. К числу таких сложных тоннелей следует отнести Танский 2-путный железнодорожный в Японии длиной 7,8 км, который строился почти 20 лет, Большой Аппенинский в Италии протяженностью 18,5 км - 16 лет и, наконец, уникальный подводный тоннель под проливом Сейкан в Японии длиной 53 км, работы по сооружению которого были начаты еще в конце 50-х гг., а завершены в середине 80-х. Продолжительностью строительства Северомуйского тоннеля была связана, прежде всего, с чрезвычайно сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями, в которых прокладывался тоннель: граниты разной степени крепости и устойчивости, рассеченные водоносными зонами тектонических разломов, в которых скальные грунты разрушены до состояния водоносной дресвы, обладающей высоким гидростатическим напором на большей протяженности. Уже в процессе строительства приходилось перестраиваться на новые технологии, использовать специальное оборудование, применять нестандартные, в ряде случаев, трудоемкие решения, как, например, на последнем этапе сбояки забоев основного тоннеля. Безусловно, на дли-

тельность сооружения тоннеля повлияли приостановки в финансировании работ и недостаточное выделение средств для завершения строительства, особенно в последнее десятилетие.

В то же время российские тоннелестроители, проектировщики и наука приобрели огромный опыт по проходке горных тоннелей в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях.

Тоннель явился своеобразным испытательным полигоном по отработке новейших методов и способов проходки подземных выработок, применения новых технологий, конструкций и планировочных решений, внедрения самой совершенной техники отечественного и иностранного производства, обогатившие отечественное тоннелестроение.

Так, впервые параллельно с основным тоннелем, по которому пойдут поезда, построили на расстоянии 15 м от него разведочную транспортно-дренажную штольню (сервис тоннель сечением 18 м²), которая в ходе строительства опережала забой основного тоннеля на 200-300 м и предназначалась для геологической разведки, дренажа и отвода воды из горного массива, открытия дополнительных забоев для проходки основного тоннеля и улучшения вентиляции при строительстве.

При постоянной эксплуатации эта штольня будет использоваться для ремонта и обслуживания основного тоннеля и вентиляции.

Конструкция обделки тоннеля и ее очертание были запроектированы разных типов в зависимости от инженерно-геологических условий участка трассы. На входных порталных участках и зонах разломов тоннель имеет круговое очертание диаметром 8,5 и 9,5 м с обделкой из чутунных тубингов на ряде участков; в разломах – усиленная железобетонная обделка подковообразного очертания с замкнутым обратным сводом с учетом возможного сейсмического воздействия. В устойчивых грунтах – подковообразная бетонная и железобетонная обделка.

Большое внимание было уделено оснащению тоннельных организаций современным специальным горнопроходческим оборудованием для строительства тоннелей. Для этого на строительство были поставлены, в необходимом количестве,

высокопроизводительные буровые порталные агрегаты, самоходные механизированные опалубки длиной 12 м, породопогрузочные и порододоставочные машины, самоходные автопоезда, вагоны большой грузоподъемности, пневмобетонагнетатели и бетононасосы.

Впервые в нашей стране на строительстве Северомуйского тоннеля были применены механизированные тоннелепроходческие комплексы диаметром 4,5 и 5,5 м фирм «Роббинс» и «Вирт» для проходки транспортно-дренажной штольни от восточного портала в сторону IV зоны разлома.

Все это не могло не сказаться на темпах работ.

В благоприятных геологических условиях были достигнуты скорости проходки: железнодорожного тоннеля – 200 м/мес., транспортно-дренажной штольни – 308 м/мес.

Для преодоления зон тектонических разломов была отработана технология инъекционного реплення грунтов на общей длине более 1 500 м.

Для выполнения мероприятий по водопонижению на Ангараканском разрыве впервые использовались станки горизонтального бурения на длину более 500 м.

Трудная стройка завершается. Осталось выполнить гидроизоляционные работы по транспортно-дренажной штольне, стволам и вентиляционным узлам, смонтировать постоянные устройства, провести пуско-наладочные работы.

Первый поезд по Северомуйскому тоннелю прошел в год 100-летия открытия движения по Великой Транссибирской магистрали.

Путь длиной в 15,3 км от Западного до Восточного порталов поезд прошел за 32 минуты. На этом торжественном мероприятии присутствовали представители МПС, руководители Республики Бурятия, Корпорации «Трансстрой» и Бамтоннельстрой.

Открытие движения поездов через Северомуйский тоннель позволит сократить эксплуатационные расходы грузоперевозок, повысит скорости и уровень безопасности движения поездов. Все тоннельщики России с нетерпением ждут, когда этот тоннель будет сдан в эксплуатацию и начнет работать на Байкало-Амурскую магистраль.

Редакция журнала с большой радостью публикует это сообщение.

О перспективах тоннельного строительства при развитии улично-дорожной системы Москвы

Ю. В. Коротков,

гл. инженер НИПИ Генплана

М. Г. Крестмейн,

заведующий НПО № 5

Новым генеральным планом намечена большая программа по развитию магистральной улично-дорожной сети. В Москве исторически сложилась радиально-кольцевая система магистралей, трудно приспособляемая к требованиям движения в условиях бурной автомобилизации. В то же время, в условиях сложного городского организма, коренное изменение сложившейся системы магистралей и преобразование её в другую件 невозможно, так как это может привести к нарушению жизни города и его дальнейшего развития, что обеспечивается созданием дополнительных полноценных кольцевых и полукольцевых магистралей, развитием системы радиусов за счет формирования новых направлений и дублеров существующих, наиболее перегруженных участков.

Предложение о строительстве тоннелей для прокладки магистральных улиц выдвигается в генеральном плане в том случае, когда по выбранной трассе невозможно построить наземную трассу из-за памятников архитектуры или природы, плотной городской застройки, а обходные направления не могут реализовать расчетные транспортные потоки.

Кроме того, устройство подземных трасс требует специальной техники, технологии, систем для безопасности и управления движением транспорта с обеспечением необходимых геометрических параметров трассы, как правило, не менее 3-х полос движения в каждом направлении.

Бесценный опыт решения таких задач для Москвы будет достигнут по окончании сооружения тоннеля глубокого заложения в Лефортово.

В настоящее время, кроме строящихся участков тоннелей в районе Лефортово, рассматриваются еще три таких направления.

В соответствии с генеральным планом развития Москвы намечено формирование нового радиального направления – Краснопресненского проспекта, которое позволит создать в западном секторе Москвы новую столичную магистраль, и создаст условия для удобного выхода на федеральную автомобильную дорогу «Балтия».

В настоящее время в этом районе существуют: ул. Красная Пресня, требующая серьезных работ по выходу на Садовое кольцо; Звенигородское шоссе, реконструируемое в составе работ по прокладке 3-го малого транспортного кольца; ул. Мневники, требующая реконструкции; проспект Маршала Жукова. На всем протяжении от МКАД до Садового Кольца необходимо построить два новых участка:

I – от Звенигородского шоссе через Смоленское направление МЖД, промзону и Малое кольцо МЖД до ул. Мневники (этот участок входит в программу работ по строительству 3-го большого транспортного кольца);

II – от проспекта Маршала Жукова с новым мостом через Москва-реку, через район Крылатское к существующей развязке дороги «Балтия» и МКАД.



Тоннельные участки:

- 1 - в районе Лефортово 2 - продление автодороги «Балтия» на Краснопресненский пр-т
3 - в районе Коломенского 4 - под Филевским парком

На этих участках магистраль проходит или на эстакаде большой протяженности, или в выемке, или как обычно. Исключение составляет участок, пересекающий Серебряноборское лесничество. Здесь нет другого способа прокладки трассы кроме, как тоннельного.

Предварительные разработки показывают, что длина тоннельного участка под Серебряноборским лесничеством может составлять 2 км.

Формирование Краснопресненского проспекта как нового, полноценного радиального направления значительно улучшит общую ситуацию с движением транспорта в этом секторе, разгрузит Ленинградский проспект и Волоколамское шоссе.

Два других участка связаны с проблемой формирования следующего, 4-го транспортного кольца, его юго-западного и южного участков.

В настоящее время 4-е кольцо в этой части города, состоящее из Минской ул., Ломоносовского и Нахимовского проспектов с учетом строящейся развязки между Варшавским и Каширским шоссе, на западе упирается в Филевский парк, а на востоке – в музейный заповедник Коломенское.

По продолжению трассы 4-го кольца генеральным планом развития Москвы, его транспортной схемой предусмотрено возведение мостовых пе-

реходов через Москва-реку в районах Нижние Мневники и Печатники.

Для выхода кольца на западе на ул. Народного Ополчения и на востоке в район Текстильщики, необходимо проложить тоннели глубокого заложения под Филевским парком и музеем Коломенское.

Ориентировочная длина тоннеля под Филевским парком составит 0,6 км. Сложность этого объекта заключается в отсутствии переходного участка между мостом и тоннелем для размещения камеры монтажа проходческого щита.

Длина тоннеля под музеем Коломенское может составить около 1,7 км.

Краткая информация о перспективе дальнейшего использования «Лефортовского» щита в Москве показывает, что перечисленные участки возможного строительства тоннелей не могут рассматриваться изолированно от других сложных инженерно-транспортных сооружений по трассам магистралей – мостов, эстакад и др.

Возведение каждого из них требует разработки соответствующего технико-экономического обоснования. В настоящее время институтом Генерального плана Москвы в качестве первоочередного участка рекомендуется тоннель по трассе Краснопресненского проспекта.

ЮГСК: ПРОРЫВ В XXI ВЕК



Руководители Министерства транспорта России, Администрации Краснодарского края и ЗАО «ЮГСК» в ходе осмотра строительства Краснополянского тоннеля

22 октября 2001 г. исполнилось 5 лет со дня образования закрытого акционерного общества «Южная горно-строительная компания». Оно сумело в кратчайшие сроки не просто оправдать свое появление на рынке тоннелестроения, но и доказать, что за считанные годы можно прочно встать на ноги, заставить уважать себя, стать объектом для подражания.

ЗАО «ЮГСК», несмотря на молодость, в полной мере соответствует этим критериям партнерства с самыми серьезными заказчиками.



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

В марте 1996 г. заказчиком – Управлением федеральных автомобильных дорог по Краснодарскому краю Федеральной дорожной службы России – был проведен тендер на право строительства Магистинского тоннеля автодороги феде-

рального значения «Обход города Сочи».

У яркого представителя школы отечественного тоннелестроения, каковым, несомненно, является ОАО «Бамтоннельстрой», появился шанс получить очень интересный во всех отношениях подрядный объект. Достаточно сказать, что речь на тот момент шла о самом протяженном в России автомобильном тоннеле длиной 1 316 м.

И этот шанс сибирские мастера подземных дел не упустили. Предложив на конкурсе наименьшие затраты и сроки строительства, они одержали уверенную победу в этом тендере. Она означала прорыв в совершенно новом для бамовцев доселе направлении, суливший новые перспективы на южно-российском, все активнее разворачивающемся, рынке транспортного строительства.

Чтобы действовать в этом направлении эффективно, требовалось проведение организационно-структурных преобразований. Для строительства на Юге России тоннелей и других подземных сооружений ОАО «Бамтоннельстрой» в октябре того же 1996 г. создало в г. Сочи дочернее предпри-

ятие – закрытое акционерное общество «Южная горно-строительная компания».

Регистрация нового предприятия, состоявшаяся в Центральном районе города, датирована 22 октября 1996 г. Эта дата и стала днем образования ЗАО «ЮГСК».

В этот же день по вновь образованному предприятию был издан первый приказ, которым заполнились первые пять вакансий.

Генеральным директором предприятия был назначен Пуголовок Павел Викторович.

На этом человеке при выборе руководителя учредитель остановился не случайно. Павел Пуголовок в свое время работал на Сахалине. За 11 лет прошел путь от мастера до главного инженера Тоннельно-мостового отряда № 30, а в должности заместителя генерального директора Управления строительства «Днепромострой» участвовал в сооружении и сдаче в эксплуатацию метрополитена в г. Днепрпетровске и вручал символический ключ Заказчику. Удостоен званий Заслуженный строитель Украины, Почетный транспортный строитель.

С того же дня были приняты на работу Владимир Петрович Антощенко – заместителем генерального директора, Валерий Ариевич Жанжаров – на тот момент начальником производственно-технического отдела, Анатолий Дмитриевич Хавренко – главным механиком и Любовь Ивановна Данилова – бухгалтером-экономистом.

Это была лишь первая ступень к решению едва ли не самой на тот момент сложной, как обычно бывает во всех новообразованных предприятиях, кадровой проблемы.

– Мы стали тщательно анализировать ситуацию, изучать кадровый потенциал горнопроходчиков, – вспоминает генеральный директор ЮГСК Павел Пуголовок, – и не только здесь, в Сочи. Мы стали изучать списки бывших работников БАМа, в разные годы пересехавших жить и работать в Краснодарский и Ставропольский края, Ростовскую область. И пришли к выводу,

без применения на строительстве Магистральского тоннеля и других подземных сооружений вахтового метода нам не обойтись. Очевидной стала также неизбежность приглашения на постоянную работу в Сочи руководителей высшего звена и главных специалистов из других регионов страны.

Теперь можно сказать о не случайности выбора самого руководителя ЮГСК. Основной костяк нового тоннелестроительного предприятия, вернее, его организационное и управленческое ядро, составили многоопытные выходцы из Бамтоннельстроя и отпочковавшихся от него иных подразделений, достойно продолжавшим «материнские» традиции в разных уголках России и СНГ. Например, у того же Владимира Антощенко, ныне исполнительного директора компании, более чем 20-летний опыт работы на строительстве подземных сооружений, он руководил одним из стро-



Скальный участок автодороги Адлер – Красная Поляна

ительных управлений «Днепромострой». Тоже, кстати, Заслуженный строитель Украины. А вот главный инженер ЮГСК Владимир Васильевич Балыкин много лет работал в г. Омске, возглавлял строительное управление «Омскмострой».

И такой подход к подбору и расстановке кадров в ЗАО «ЮГСК» практиковался не только в отношении высшего руководящего состава, но и среднего низового управленческого звена и рабочих специальностей.

Так что, несмотря на относительную малочисленность прибывших с БАМа по отношению к общему числу работников ЮГСК, бамовские традиции здесь довольно сильны. И живут они в людях, прошедших в 70-90-е гг. суровую трудовую и жизненную школу в Восточной Сибири.

К строительству Магистральского тоннеля проходчики ЮГСК приступили в августе 1997 г., когда состоялась врезка в горный

склон, и началась проходка со стороны южного портала. Первой бригадой горнопроходчиков руководил Евгений Владимирович Корнилович, за плечами которого огромный опыт работы на возведении тоннельных сооружений в Украине, Таджикистане, Бурятии. А первый участок возглавлял Виктор Васильевич Шарый, который 16 лет проработал в области тоннелестроения.

Первый в ЮГСК объект попался с «характером». Здесь проходчики столкнулись с такой проблемой, как неоднородность породы. Основные грунты представляли собой очень вязкие аргиллиты, слабые алевролиты и крепкие монолитные блоки песчаника. Это беспорядочное чередование пластов в сочетании с тектоническими водонасыщенными разломами и создавало некоторые сложности в работе.

Чтобы избежать аварий производилось опережающее забой импульсное геофизическое зондирование грунтов и разведочное бурение. Но, в конце концов, незаурядное мастерство и опыт тогдашнего начальника участка № 2 Виктора Васильевича Волосовича, бригадиров Владимира Владимировича Бриллианта, Николая Ивановича Борисова, Николая Алексеевича Корсуна и других мастеров своего дела заставили этот первенец ЮГСК неотвратно сдаться натиску тоннелестроителей.

Проходка тоннеля проводилась одновременно из трех забоев: со стороны южного, северного порталов и дренажной штольни.

Через 27 месяцев после начала горно-капитальных работ, 24 ноября 1999 г. состоялась сбойка. При этом расхождение осей встречных забоев составило 5 мм в плане и 7 мм в профиле.

В декабре 2000 г. работы по прокладке Магистральского тоннеля были полностью завершены. В августе 2001 г., как раз в день профессионального праздника строите-

Устройство гидроизоляции на Краснополяском тоннеле



лей, уникальный по своему техническому оснащению и по многим решениям, принятым в процессе ведения горно-проходческих работ в сложных геологических условиях, да и по срокам проведения работ Мацестинский тоннель вместе со всем участком первой очереди объездной автодороги «Обход Сочи» был сдан в эксплуатацию. Сегодня он по праву может считаться одной из достопримечательностей курорта.

Таковым же обещает стать, если не более величественным, и строящийся сейчас тоннель, протяженностью 2 420 м на автодороге Адлер – Красная Поляна сквозь знаменитый скальный участок.

Эта автомобильная федеральная дорога – единственная автотранспортная артерия, связывающая Черноморское побережье с перспективным в курортно-рекреационном отношении высокогорным поселком. В последние годы эта дорога активно реконструируется с тем, чтобы довести ее до уровня требований международных стандартов.

Наиболее сложный и опасный ее участок, названный «скальным», пролегает вдоль хребта Ах-Цу. Реконструируемый участок длиной 2 547 м состоит в основном из тоннеля, протяженностью 2 420 м, который спрямляет отрезок существующей автодороги. Ширина тоннеля – 8,5 м. Он будет снабжен тротуарами. Через 750 м с каждой его стороны в шахматном порядке предусмотрены уширения для аварийной остановки транспорта.

Тоннель оборудуется датчиками контроля состояния воздушной среды, противопожарной и охранной сигнализацией, будут установлены системы наблюдения и световой сигнализации с автоматическими шлагбаумами снаружи.

Подготовительные работы на Южном портале Краснополянского тоннеля, как сразу же нарекли этот объект, были начаты в 1999 г. Успешно проведя врезку, коллективы проходческих бригад Николая Алексеевича Корсуна, Николая Ивановича Борисова под руководством Евгения Владимировича Корниловича и Владимира Алексеевича Романова уверенно продвигаются вглубь скальных пород. К началу марта 2002 г. полностью пройдена первая штольня, протяженностью 196 п. м. Осталось соорудить 73 м. Здесь, как и на Мацестинском тоннеле, соблюдается высокая культура производства и качество работ.

Еще одно знаменательное событие в жизни коллектива тоннелестроителей произошло в июне 2000 г. В поселке Шаумян Туапсинского района Краснодарского края в торжественной обстановке состоялась установка первой арки тоннеля, который пролегает под печально известным своей труднопроходимостью Шаумянским перевалом и существенно сократит путь между Майкопом и Туапсе. Судьба этого



Погрузка грунта породопогрузочной машиной ПНБ-4

объекта связана, можно сказать, с международной политикой и дипломатией. В соответствии с межгосударственным соглашением о создании транспортного коридора Хельсинки – Ростов-на-Дону – Астрахань – Казахстан – Иран – Индия, каждая из этих стран должна привести в порядок свои участки дорог.

На территории России одним из таких участков является автомобильная дорога Армавир – Туапсе, соединяющая две федеральные – Кавказ и Джубга – Сочи, и сокращает на 217 км автодорожный коридор Черноморские порты – Северный Кавказ – Казахстан.

Самым неблагоприятным для движения транспорта является извилистый участок горной дороги протяженностью 8 км, не имеющий асфальтобетонного покрытия и подверженный снежным заносам, оползневым явлениям осенью и весной.

Институтом «Ленметрогипртранс» вы-

полнен проект спрямления этой трассы сооружением автодорожного тоннеля через Шаумянский перевал. Длина его составит 1 418 м, ширина проезжей части – 8,5 м. К началу марта 2002 г. с южной стороны пройдено уже 220 м тоннеля и 360 м дренажно-вентиляционной штольни.

Упрочив за считанные годы свое положение на Черноморском побережье, специалисты ЮГСК стали привлекаться и к работам на родном для многих сотрудников Севере.

Однопутный железнодорожный тоннель сквозь Северо-Муйский хребет протяженностью 15,3 км расположен на трассе БАМа, в 280 км от северной части озера Байкал. Это наиболее сложное инженерное сооружение на трассе Байкало-Амурской магистрали является самым протяженным железнодорожным тоннелем. Прокладка его продолжалась 25 лет. Работы вышли на завершающую стадию.

Строительство Краснополянского тоннеля





Дренажно-вентиляционная штольня Шаумянского автодорожного тоннеля

Генеральным подрядчиком строительства Северомуйского тоннеля является ОАО «Бамтоннельстрой». Для ускорения завершения строительства и ввода в эксплуатацию в намеченные сроки, ЗАО «ЮГСК» было предложено принять участие в проходке боковой дренажной штольни. В апреле 2001 г. первый горно-проходческий участок под руководством В. В. Шарого в составе 70 человек приступил к работе, и к концу года завершил проходку и обустройство дренажной штольни. В 2002 г. коллектив ЮГСК начал трудиться и на других железнодорожных тоннелях. Ему поручена реконструкция и капитальный ремонт Петлевых тоннелей Северо-Кавказской железной дороги в Туапсинском районе Краснодарского края.

Таким образом, из года в год в течение этого недолгого, в общем-то, времени, ЮГСК наращивала свою мощь и объемы

производимых строительно-монтажных работ. За пять лет они выросли в 18 (!) раз: если в 1997 г. было выполнено СМР на сумму 22 млн рублей, то в 2000 – на 401 млн. Такие же темпы работ сохранены в 2001 и 2002 гг.

За 5 лет предприятие укомплектовано современной высокопроизводительной техникой и оборудованием, как отечественного, так и зарубежного производства, создана мощная промышленная и социально-бытовая база тоннелестроителей.

В настоящее время ЗАО «ЮГСК» имеет 7 структурных подразделений:

- промышленная и социально-бытовая база в Адлере - Сочинская фабрика курортных товаров, в состав которой входят:
 - строительная лаборатория,
 - энергоцех,
 - ремонтно-механический цех (арматурный, токарный и кузнечный участки),

- автотранспортный цех,
- деревообрабатывающий цех,
- швейный цех,
- столовая,
- медпункт,
- гостиничное хозяйство,
- складское хозяйство;
- участок подсобного производства – промбаза на ручье Малом в Центральном районе г. Сочи (автозаправочная станция на 700 автозаправок в сутки и РБУ);
- растворо-бетонный узел;
- 4 горно-проходческих участка.

Управлением федеральных автомобильных дорог по Краснодарскому краю ЮГСК не раз выдвигалась на Всероссийские конкурсы подрядных организаций как лучшая строительная фирма в регионе. ЗАО «ЮГСК» является членом Тоннельной ассоциации России, учредителем Югстройинвеста.

Совершенно очевидно, что завоеванная репутация надежного и умелого партнера не осталась незамеченной и со стороны местных органов власти. Не меньшей в г. Сочи проблемой, нежели центральные магистрали, является состояние дорог местного значения. По заказу городской администрации в сентябре-ноябре 2001 г. выполнены работы по ликвидации оползня в микрорайоне Блиново, в марте-феврале 2002 г. – в селе Черешня Адлерского района. Квалификация и оснащение тоннелестроителей таковы, что им под силу любая общестроительная деятельность. Компания имеет лицензии на выполнение 16 видов работ, в том числе, проектно-конструкторских, по производству стройматериалов и т. д.

Сегодня в ЮГСК трудится свыше 800 высокопрофессиональных, ответственных, хорошо знающих свое дело рабочих и специалистов. Это один из самых многочисленных в Сочи трудовых коллективов и один из самых крупных налогоплательщиков города-курорта.

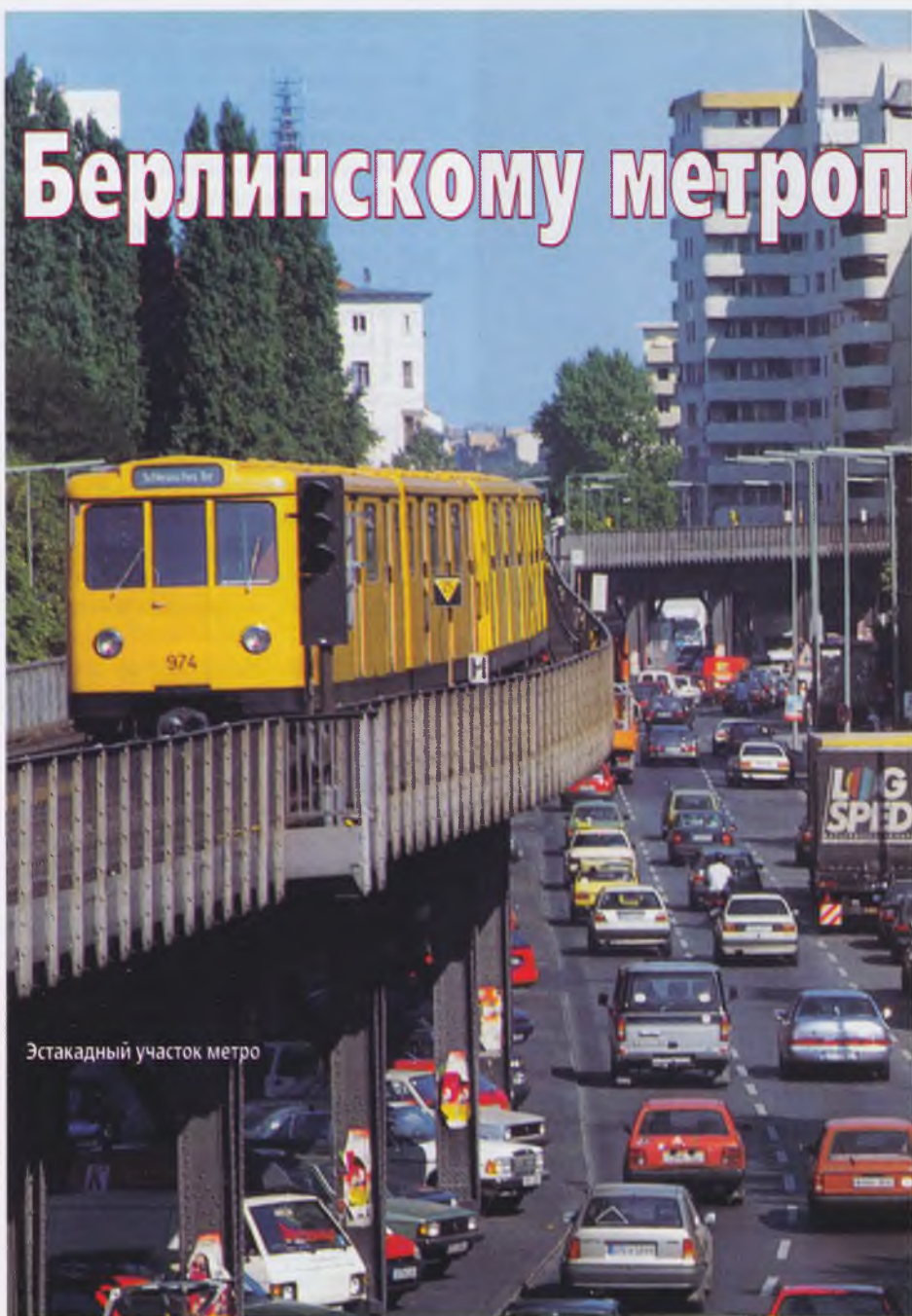
С 2002 г. ЮГСК осваивает новый вид деятельности – производит капитальный ремонт железнодорожных тоннелей на Северном Кавказе. Учитывая накопленный опыт, она успешно справится и с новыми поставленными задачами.

Это стало возможным, безусловно, благодаря поддержке местных органов управления и Бамтоннельстроя, ставшими залогом успешного становления и развития самого молодого дочернего предприятия. Но этого невозможно было бы добиться без сплоченности, слияния опыта и мастерства команды единомышленников, которым на месте довелось создавать боеспособную фирму, завоевывать авторитет на рынке строительной индустрии Черноморского побережья Кавказа.



Южный портал Мацестинского тоннеля





Берлинскому метрополитену 100 лет

Эстакадный участок метро

П. Д. Пузанов,

инженер Службы тоннельных сооружений
Московского метрополитена

Территория Берлина рассечена с юго-востока на северо-запад рекой Шпрее, имеющей ширину и глубину своего русла соответственно 100 и 2,5-3 м. Кроме того, в городе проложены несколько каналов, из которых наибольшим, по своим параметрам, является Ландвер-канал, проходящий по южной части центра. Берега всех водотоков укреплены каменными набережными.

Уже к концу XIX в. Берлин имел развитую сеть железных дорог с глубокими вводами в центр города и транзитной линией, проходящей с запада на восток, по которому осуществлялось довольно интенсивное пригородное сообщение. По внешнему обводу городской территории проходила линия Окружной железной дороги, позволяющая осуществлять перевод поездов с одной линии на другую. Однако эта сеть решала проблемы внутригородских перевозок не в полной мере.

После успешной демонстрации первого локомотива с электромотором на Берлинской промышленной выставке в 1879 г., Вернер фон Сименс предложил построить эстакадную дорогу с колеями 1 м между Фридрихштрассе и нынешней Мерингплац. После отклонения этого проекта Сименс со своим компаньоном Гальске открывает в Берлине в 1891 г., первое в мире, пробное трамвайное движение.

Учитывая сложные геологические условия города, представленные сильнообводненными песками с высоким уровнем грунтовых вод, в 1891 г. фирмой «Сименс-Гальске» разрабатывается проект эстакадного дороги /Hohbahn/ стандартной колеи от Варшавского моста до Зоопарка с ответвлением к Потсдамской площади. После долгих проволочек в 1893 г. проект был одобрен, но только до Ноллендорфплац, так как дальше эстакадный участок эстетически не вписывался в существующую городскую застройку. Проект подземного участка на этом отрезке был утвержден только через 4 года.

Как бы в подтверждение возможности строительства подземного метрополитена в водонасы-

щенных грунтах Берлина фирмой АЭГ между двумя своими фабриками, расположенными по обе стороны Аккерштрассе, в 1895 г. был сооружен тоннельный участок электрической дороги для транспортировки инструмента. В это же время начинается прокладка двух трамвайных тоннелей: однопутного под р. Шпрее в Штралау протяженностью 454 м и четырехпутного под Унтерден Линден длиной около 200 м, открытых для движения соответственно в 1899 и 1900 гг.

10 сентября 1896 г. на углу улиц Гитшинер и Александринен начались работы по сооружению эстакадного участка метрополитена. В апреле 1897 г. фирма «Сименс» образовала с Дойче Банком «Акционерное общество электрических эстакадных и подземных железных дорог в Берлине», сокращенно (HBG), а уже в декабре 1901 г. красно-коричневые поезда начали совершать свои пробные поездки.

18 февраля 1902 г. в 5.30 утра от подземной станции «Potsdamer Platz», в сторону «Stralauer Tor» отошел первый поезд с пассажирами. В этом же году линия еще трижды продлевалась: 11 марта до станции «Zoo», 17 августа - до «Warschauer Brücke» и 14 декабря - до «Knie», после чего ее общая протяженность составила 11,2 км, из которых 2,3 км находились в тоннеле. Движение между 14 станциями осуществлялось по трем маршрутам: «Knie» - «Warschauer Brücke», «Knie» - «Potsdamer Platz» и «Potsdamer Platz» - «Warschauer Brücke».

В 1902 г. парк подвижного состава состоял из вагонов типа А-1. Из них 42 являлись моторными, вмещавшими 34 сидячих и 37 стоячих пассажиров и 20 - прицепными с 39 сидячими местами и 39 для проезда стоя. Длина таких вагонов 12 м и ширина 2,26 м. Кузова их имели деревянную обшивку. Вагоны подразделялись на два класса: II и III. Интервал движения 3-вагонных поездов составлял 5 мин. Несколько позже на линиях стали обращаться 6-вагонные составы с интервалом в 1,5 мин.

В 1904 г. на перегоне между станциями «Mockern Brücke» и «Bulowstrasse» появился новый останочный пункт «Gleisdreieck».

Первоначально станции имели длину платформы 80 м, рассчитанных на прием 6-вагонных поездов. С 1906 г. все станции стали сдаваться в эксплуатацию только со 110-метровыми платформами, а на существующих «Knie», «Zoo», «Bulowstrasse» и «Nollendorfplatz» их удлиннили до 105 м для возможности приема 8-вагонных составов, оставив без изменений платформы на восточном наземном участке.

При продлении линии в центре города было решено не реконструировать старую станцию «Potsdamer Platz», а заново построить несколько севернее новую, длиной 110 м. Эта станция с названием «Leipziger Platz» приняла пассажиров в 1907 г. К концу 1913 г. Берлинский метрополитен уже имел протяженность 36 км, а общее количество станций достигло 46.

В 1926 г. после прокладки нового участка линия разделилась на две самостоятельные, получившие индексы А и В. Сооружение отрезка с двумя станциями, особенно пересадочной «Nollendorfplatz», сопровождалось большими

трудностями. Здесь, вследствие недостаточной ширины улицы, оказалось невозможным расположить пассажирские платформы в одном уровне. Потребовалось устройство их в 2 этажа, заглубленных в общей сложности на 11 м. Поезда, приходящие с востока, следуют по нижнему ярусу, а с запада - принимаются на верхнюю платформу.

В 1929-30 гг. в основном было завершено формирование сети метрополитена с габаритом малого профиля - сечением тоннеля в свету 6,24 x 3,3 м.

Сразу же после первого пуска в 1902 г. необходимо было решить вопрос о транспортной связи в меридианном направлении города. Проектирование первого участка с размерами тоннеля 6,9 x 3,6 м между Зеештрассе и Бергштрассе началось в 1905 г.

2 декабря 1912 г. в северной части началось строительство, которое осуществлялось «Акционерным обществом Северо-Южной дороги». В 1914 г. был даже построен опытный пассажирский вагон для эксплуатации на линии с широким габаритом. Примечательно, что энергоснабжение этой линии предусматривалось от контактного провода. Из-за инфляции и хозяйственного хаоса, вызванного Первой мировой войной, работы велись очень медленно, а с 1918 по 1921 гг. вообще сводились к поддержанию законченных участков. К концу 1922 г. строительство первого участка между «Steiniger Bahnhof» и «Hallesches Tor» было закончено. Однако из-за отсутствия средств для приобретения основной партии подвижного состава были вынуждены временно отдать эксплуатацию этого участка в руки «HBG». С января 1923 г. линию обслуживали 24 моторных и 24 прицепных вагона малого габарита, оборудованные специальными подножками вдоль всего кузова для компенсации разности размеров 2,65 и 2,3 м. Отсутствие собственного депо и невозможность перегонять эти вагоны в депо «HBG» по линиям малого профиля создавали трудности при эксплуатации, которые еще больше усугубились после продления в марте того же года до станции «Seestrass» и в 1924 г. до «Gneisenaustrasse».

Только с пуском в 1925 г. в северной части города самостоятельного депо и приобретением новых 13-метровых вагонов с шириной 2,65 м стало возможным дальнейшее развитие линии, проведенное в 1927-30 гг. тремя участками в южном направлении с разветвлением, от нынешней станции «Mehringdamm», возведенной с двумя платформами.

Строительство второй линии широкого габарита было связано с курьезным фактом. Третья по счету фирма - AEG предложила построить между вокзалом Гезундбруннен и Лейпцигштрассе подвесную монорельсовую дорогу, аналогичную той, что успешно эксплуатировалась с 1902 г. в городе Вупперталь. В районе нынешней Розенталер Плац начали сооружать пробный участок. Однако все работы ограничились установкой трех опор, простоявших 6 лет.

В конце 1923 г. «AEG-Bahn» приступила к прокладке линии метрополитена, вступившей в строй в 5 этапов 18 апреля 1930 г.

С 1 января 1929 г. все существовавшие в Берлине фирмы, эксплуатировавшие автобус, троллейбус, трамвай и метрополитен, переходят в одни руки - «Берлинского Транспортного Акционерного общества» (BVG). В то же время всем линиям присваивается алфавитная индексация.

21 декабря 1930 г. вступила в строй линия Е широкого профиля протяженностью 8,3 км между Александерплац и Фридрихсфельде. С её пуском на Александерплац сформировался крупный



Слева направо: директор департамента транспорта Курт Бодевиц, мэр Клаус Воверит и директор метрополитена Берлина Улрих Дайнхардт



Станция «Leipziger Platz», 1910 г.



Участок линии метро, проходящей через жилое здание



Станция «Paulsternstraße»



Станция «Haselhorst»

пересадочный узел из трех действующих линий и одной перспективной - в район Вейсензее, для чего станция новой линии сооружена с четырьмя путями и двумя платформами. В Фридрихсфельде было возведено депо, обслуживавшее новые широкогабаритные вагоны длиной 18 м.

В 1928-29 гг. была составлена пятилетняя программа развития сети метрополитена. За этот срок намечалось построить следующие новые линии: Кайзер-Фридрихплац - Сименсштадт (13,3 км), Александерплац - Штеглиц (10 км), Вейсензее - Херштрассе (18,3 км), Ландсбергallee - Херштрассе (15,5 км). Старые линии также удлинялись в шести направлениях общей протяженностью 26,9 км.

Однако из-за резкого сокращения подвижности населения после 1930 г. эти проекты так и остались нереализованными. Даже начатое строительство линии в район Сименсштадта не было закончено, несмотря на большую степень готовности отдельных участков в центре города. Кроме того, это сказалось и на эксплуатационной деятельности метрополитена. Интервалы движения в часы пик доходили до 5-6 мин. Количество вагонов в составах сократилось до двух. По длине многие станции перегораживались пополам для упрощения их содержания.

К моменту развязывания Второй мировой войны Берлинский метрополитен, состоявший из 5-ти линий, перевели на военный режим. Во время бомбежек тысячи берлинцев укрывались в тоннелях и на станциях метро и городской железной дороги. Однако в отличие от Лондонского и Московского метрополитенов, имевших значительные по протяженности участки глубокого заложения, в Берлинской подземке, общей протяженностью 80,1 км, 16,8 - были проложены на эстакадах или по поверхности земли, остальные 63,3 км - в тоннелях мелкого заложения, сооруженных открытым способом.

Тоннель для транзитного пропуска пригородных электропоездов через центр города сооружался также открытым способом, но уже имел несколько усиленное перекрытие и устройства герметизации в виде шандорных затворов. Кроме того, в этот тоннель на глубине 15 м был сделан выход из расположенного в непосредственной от него близости бункера Имперской канцелярии.

Здание Рейхстага имело выход на размещенную рядом станцию новой, еще недостроенной линии, в перегонном тоннеле которой находилось командование обороны центральным сектором Берлина.

По состоянию на 19 апреля 1945 г. движение поездов метро происходило на 75% протяженности сети. Остальные участки были сильно повреждены, в основном, в результате авианалетов.

За годы войны подземные участки метро получили повреждения в 144-х местах, наземные - в 33-х, тоннель пригородных электропоездов в 28-и местах. 19,8 км тоннелей метро, что составляло 1/3 от общего их протяжения, оказались затопленными водой. Надземные участки станций походили на скелет. От красивых павильонов остались лишь обгоревшие остовы. Часть эстакад обрушилась.

Уже на следующий день после прекращения боев в городе начались восстановительные работы в метрополитене. Первоначально их выполняли советские инженерно-саперные части. Позже к ним присоединились и немцы. Необходимо было очистить все подземные сооружения от боеприпасов, оружия, предметов снаряжения и трупов, устранить внутритоннельные заграждения.

В 1942 г. парк подвижного состава метрополитена насчитывал 496 вагонов. В ходе военных действий были полностью уничтожены 148 вагонов, а остальные требовали проведения ремонтных работ, в некоторых случаях, весьма значительных. В сентябре 1945 г. 120 вагонов типа были отправлены для эксплуатации в Москву.

Благодаря активным действиям по восстановлению, уже на 12-й день, т. е. 14 мая стало возможным начать эксплуатацию первых двух участков «Bergstrasse» - «Hermannplatz» и «Schenleinstrasse» - «Boddinstrasse». На их открытие приехал первый комендант Берлина - Н. Э. Берзарин.

В первый послевоенный период управление метрополитена было единым. Однако в 1948 г. в одностороннем порядке в Западных секторах Берлина создается самостоятельное Управление городским пассажирским транспортом. Ответной мерой стало создание в Восточном Берлине аналогичной администрации. На пограничных станциях, как с той, так и с другой стороны, стал осуществляться выборочный паспортный и таможенный контроль. Здесь же производился размен поездов: отправление в западном направлении происходило только после прибытия встречного состава.

26 октября 1953 г. продлением линии С в район Тегель начался новый послевоенный этап развития метрополитена. Этот участок вводился двумя этапами в 1956 и 1958 гг.

В 1955 г. началось строительство третьей мегриданной широкопрофильной линии G между северо-восточными и юго-западными жилыми районами. Станции оборудовались эскалаторами (до этого они были только на 4-х станциях). Одновременно, из-за сооружения нового пересадочного узла на «Schpichern Strasse», закрылась станция линии A-II «Nurnberger Platz», вновь открытая в мае 1961 г. в новом месте и с новым названием «Augsburger Strasse». На один перегон удлинилось ответвление на Уландштрассе. Головной участок линии G длиной 6,2 км с 9-ю станциями вступил в строй 28 августа 1961 г.

В это же время приобретен новый подвижной состав типа D и A-3 с максимальной скоростью 70 км/ч, обслуживаемый в одно лицо для линий обоих габаритов, что позволило заменить к середине 1970-х гг. все довоенные вагоны.

В 1955 г. был разработан новый генеральный план развития метрополитена. Он предусматривал создание сети из 10 линий общей протяженностью около 200 км.

В связи с непрекращающимися политическими и экономическими диверсиями в отношении ГДР в ночь с 12 на 13 августа 1961 г. между секто-



Станция «Franz-Neumann-Platz»



Станция «Paracelsus-Bad»

рами был установлен режим Государственной границы. По приказу министра транспорта ГДР на метрополитене и городской железной дороге устанавливался особый режим. Из общей сети метрополитена в самостоятельную эксплуатацию предприятием городского транспорта столицы ГДР выделялись 2 линии протяженностью 15,34 км с 21 станцией. Движение поездов на участках, пересекающих границу, было прервано, а рельсы демонтированы.

11 станций транзитных линий С и D для пассажиров закрывались. Поезда следовали мимо них без остановок со скоростью 25 км/ч. Исключение составила станция «Friedrichstrasse», где размещался одноименный переход в Западный Берлин.

В 1966 г. была реорганизована маршрутная сеть метрополитена Западного Берлина с частичным объединением линий и введением автономного движения на вилочных ответвлениях. Это касалось, в основном, малогабаритных линий А и В, на которых поезда следовали в I случае от «Schlesisches Tor» по трем направлениям, а во II - от «Gleisdraiek» по двум, что создавало большие трудности при эксплуатации. Одновременно всем линиям на территории Западного Берлина присваивалась цифровая индексация вместо буквенной.

В 1960-70-е гг. производилось удлинение линий 6, 8 и 9 в сторону периферийных районов города.

Для связи нового культурного центра со станцией метро «Gleisdraiek» в 1980 г. было принято решение о строительстве экспериментального участка кабинной дороги на магнитном подвесе. В 1982 г. началось проектирование, а в 1983 - сооружение линии длиной 1,6 км. На I этапе под новую систему переоборудовали, бездействующую в то время, линию метрополитена, на II - вновь построили остальные 1 000 м. Так как трасса проходила по старой насыпи и по эстакаде метрополитена, то проектировщики были вынуждены предусмотреть более равномерное распределение передаваемой нагрузки на старое металлическое пролетное строение, а также усилить тепловод за счет установки рядом дополнительных конструкций, которые крепились к уже

существующим болтами. При пересечении линии со старым тоннелем метро, чтобы не создавать нагрузки на перекрытие, над последним был возведен портал, скрытый насыпью.

На трассе были 3 станции, одна из которых располагалась в помещении неэксплуатируемой в то время ст. «Gleisdraiek» линии 2, а две другие возводились вновь. Длина платформ рассчитана на прием 2-вагонных поездов с последующей возможностью их удлинения, для чего разработали проект типового модуля здания станции.

С июня 1984 г. на линии началась пробная, а с 1989 - постоянная эксплуатация, которая была прекращена в 1991 г. в связи с необходимостью восстановления движения поездов метрополитена по старой трассе. За этот период было перевезено 2,5 млн. человек.

В отличие от Западного Берлина, где доминирующая роль в пассажироперевозках рельсовым транспортом отводилась метрополитену, в столице ГДР наблюдалась обратная картина - здесь была наиболее развита сеть городской электрички, достигавшая почти 150 км, а метрополитен, в силу своей небольшой протяженности, являлся дополнением к ней. В эксплуатации находились две линии: А - малого профиля протяжением 7,51 км, из которых 2,175 км расположены на эстакаде, и полностью подземная - Е - большого профиля длиной 8,28 км. За полувек послевоенный период сеть метрополитена столицы ГДР практически не развивалась.

Быстрый рост в 1970-80-е гг. жилищного строительства в северо-восточных районах города вызвал необходимость прокладки нового 10-километрового участка, который являлся продолжением линии Е. Новый отрезок с 9 станциями введен в эксплуатацию двумя участками в 1988 и 1989 гг. На всем протяжении, в целях экономии, он сооружен наземным. Исключение составляют места пересечения с существующими транспортными артериями и примыкание к тупикам станции «Tierpark», где предусмотрена проходка тоннелей.

В послевоенный период весь подвижной состав ГДР состоял только из узких вагонов типа А. Это объяснялось тем, что 120 широких вагонов типа С в 1945 г. были отправлены в Москву. Узкие

вагоны, обслуживавшие линию Е, имели компенсирующие разницу габаритов подножки вдоль всего кузова вагона. С 1962 г. были модернизированы для работы в подземных условиях на линии Е электропоезда серий 165, 168 и 169. Эти вагоны, получившие индекс Е-III, изготавливались небольшими партиями вплоть до 1990 г.

В 1975 г. заводом «Ганс Баймлер» в Хеннигсдорфе была выпущена пробная партия узкогабаритных вагонов получивших наименование G-I, а с 1978 г. начался их серийный выпуск.

Ремонт и обслуживание всего подвижного состава, независимо от габарита, производились в депо «Friedrichsfelde», а также в линейном пункте на станции «Luxemburgplatz» линии А.

Капитальный ремонт и модернизация вагонов осуществлялись в железнодорожном депо «Schoneweide». Метрополитен не был связан рельсовыми путями с железнодорожной сетью, поэтому транспортировка вагонов осуществлялась при помощи автотранспорта. В конце 1980-х гг. линия Е получила сразу два внешних соединения: одно с трамвайной сетью для пропуска рельсошлифовального поезда и второе с железной дорогой на новом участке продления линии.

В связи с заменой старого подвижного состава на новый, более мощный, на линии А было произведено усиление энергетической базы.

Ежедневно метрополитеном столицы ГДР перевозилось около 250 тыс. человек.

После объединения Восточной и Западной Германии и ликвидации государственной границы вокруг Западного Берлина началась длительная и сложная в техническом отношении работа по восстановлению единой транспортной сети города.

На линиях метрополитена, в первую очередь, были открыты для пассажиров станции двух транзитных участков.

С 1 января 1992 г. произошло объединение обеих администраций.

Затем необходимо было восстановить сквозное сообщение по линиям А и № 2 через «Potsdamer Platz». Для этого пришлось демонтировать линию транспортной системы M-Bahn в районе станции «Gleisdraiek» и восстанавливать движение поездов



Строительство перегона на линии 7

на перегоне «Gleisdraiek» - «Wittenberg Platz». Однако из-за того, что на восточном участке при реконструкции энергоснабжения была заменена полярность запитки контактного рельса, то в течение длительного времени поезд с востока прибывали только на один путь станции «Gleisdraiek», а поезд с запада – на другой. Для продолжения поездки необходимо было осуществить пересадку с одного поезда на другой.

В октябре 1995 г. было восстановлено движение на последнем «пограничном» участке между «Warschauer Brücke» и «Schlesisches Tor».

На сегодняшний день Берлинский метрополитен состоит из 9 линий протяженностью 145 км.

Перегонные тоннели, в основном, 2-путные прямоугольного сечения из монолитного железобетона. На первых линиях перекрытие выполнялось из металлических балок, поддерживаемых стальными колоннами в междупутье. Позже от колонн отказались, так как они были небезопасны в случае схода подвижного состава, а затем, из-за дороговизны перекрытия, стали сооружать из железобетона.

Первоначально строительство велось в открытых котлованах при деревянном ограждении. В дальнейшем перешли на систему крепления сваями из двутавровых металлических балок, забиваемых на расстоянии 1,5-2,0 м друг от друга, с деревянными забирками и одним или двумя ярусами расстрелов.

В настоящее время широко применяется технология метода «стена в грунте» с анкерным креплением и использование передвижной опалубки для возведения обделки. При пересечении водотоков используются опускные секции в отличие от поэтапного перекрытия русла с его частичным осушением. Отдельные участки небольшой длины проходили с помощью щита.

Неглубокое заложение метрополитена продиктовано тем, что Берлин расположен в низменной долине реки Шпрее, покрытой песчаными ледниковыми наносами, сильно водоносными и с высоким расположением уровня грунтовых вод. В связи с этим работы приходится выполнять с использованием искусственного водопонижения.

Минимальный радиус кривой в плане, на старых линиях составляет 74 м, на новых - 100.

Максимальный уклон 40%. Ширина колеи 1 435 мм. Рельсы массой 41 кг/пог. м на деревянных шпалах в тоннелях укладываются на щебеночное основание.

Для пассажирского сообщения открыты 192 станции, 41 из которых образует 19 пересадочных узлов, выполненных, в основном, башенного или совмещенного типа. Некоторые вновь сооружаемые станции, предусматривающие перспективное образование пересадочных узлов, возводятся 4-путными. Платформы в своем большинстве - островного типа, имеют различную длину - от 80 до 130 м. Исключение составляет «Tierpark» длиной 225 м. Их ширина колеблется от 9 до 18 м. Архитектурное оформление их разнообразное. Для отделки применяется

в широких масштабах керамическая плитка, а в последнее время - декоративный металл и пластик, изредка встречается природный камень. Потолки смонтированы из специальных материалов, обладающих шумопоглощающими свойствами. Применяются подвесные потолки, также способствующие уменьшению уровня шума. Надписи с наименованием станции на путевых стенах выполнены в виде эмалированных трафаретов небольших размеров, часто повторяющихся и видимых почти из каждого окна вагона.

В торцах платформ установлены противопожарное оборудование и огнетушители. Имеются медпункты для оказания помощи пассажирам. Ряд станций оборудован телеустановками. В центре каждой платформы находится помещение дежурного, которое оборудовано радиосвязью и трансляцией, аварийной сигнализацией, сигналом отправления поезда, здесь же размещается управление информационными указателями.

Входы на станции осуществляются в основном по лестницам прямо с тротуаров, через небольшие легкие павильоны и из близлежащих зданий. В подземных вестибюлях размещаются кассы-автоматы.

На станциях установлено 370 эскалаторов и движущихся тротуаров, почти 50 подъемников для инвалидов.

Наибольшая длина перегона составляет 1 866 м, наименьшая - 380 м.

Первые промежуточные станции «Pankstrasse» построены с учетом возможности ее превращения в подземное убежище от атомной радиации. Она вмещает 3 300 человек и имеет эвакуационный выход в центре Бадштрассе непосредственно из перегонного тоннеля. Все входы оборудованы герметическими затворами. Имеются хранилища питьевой воды, туалеты, фильтровентиляционные установки и вспомогательные генераторы.

Парк подвижного состава в настоящее время насчитывает почти 1 600 вагонов, из которых примерно 60% составляют вагоны большого профиля и 40% - малого.

С середины 60-х гг. все кузова изготавливаются из алюминиевых сплавов, что позволило сни-

зить их вес на 20-25%. Планировка салонов продольная и продольно-поперечная. Все вагоны производства западногерманских фирм моторные, оборудованы тиристорным регулированием тяговых двигателей. Максимальная скорость 70 км/ч, средняя - на линиях малого профиля 28,8, большого - 33,6, максимальное количество вагонов в поезде соответственно 8 и 6 в часы пик. Во внепиковое время применяется расцепка составов до двух-четырех вагонов.

С 1996 г. на метрополитен стали поступать вагоны нового поколения, имеющие постоянное поездное формирование типа Н большого габарита и унифицированного с ним типа НК - малого, на которых впервые применен сквозной проход по всему составу.

Обслуживание и ремонт подвижного состава осуществляется в двух основных депо, именуемых здесь главными мастерскими, где применяется конвейерный метод и четырех вспомогательных депо. В центральных мастерских вагоны подвергаются капитальному ремонту после 50 тыс. км или 8 лет эксплуатации.

Начиная с 1980-х гг. на метрополитен постепенно вводится автоматизированное управление движением поездов. Данная система состоит из путевого и вагонного оборудования и дает возможность контролировать параметры электроснабжения, тяги, динамики и тормозного режима. Кроме того, обеспечены управление работой дверей и определение местоположения поезда на линии. В случае необходимости машинист может перейти на ручное управление. Внедряется возможность визуального контроля над пассажиропотоками на остановочных пунктах с помощью телесистем из центрального пункта управления линии, применения средств телефонной связи с пассажирами поездов, использование лазерной техники для контроля положения стрелочных переводов. Эта система может обеспечить управление движением поездов с интервалом 90 сек.

Кроме того, в последние 10 лет проводились работы по замене устройств СЦБ, связи, энергоснабжения.

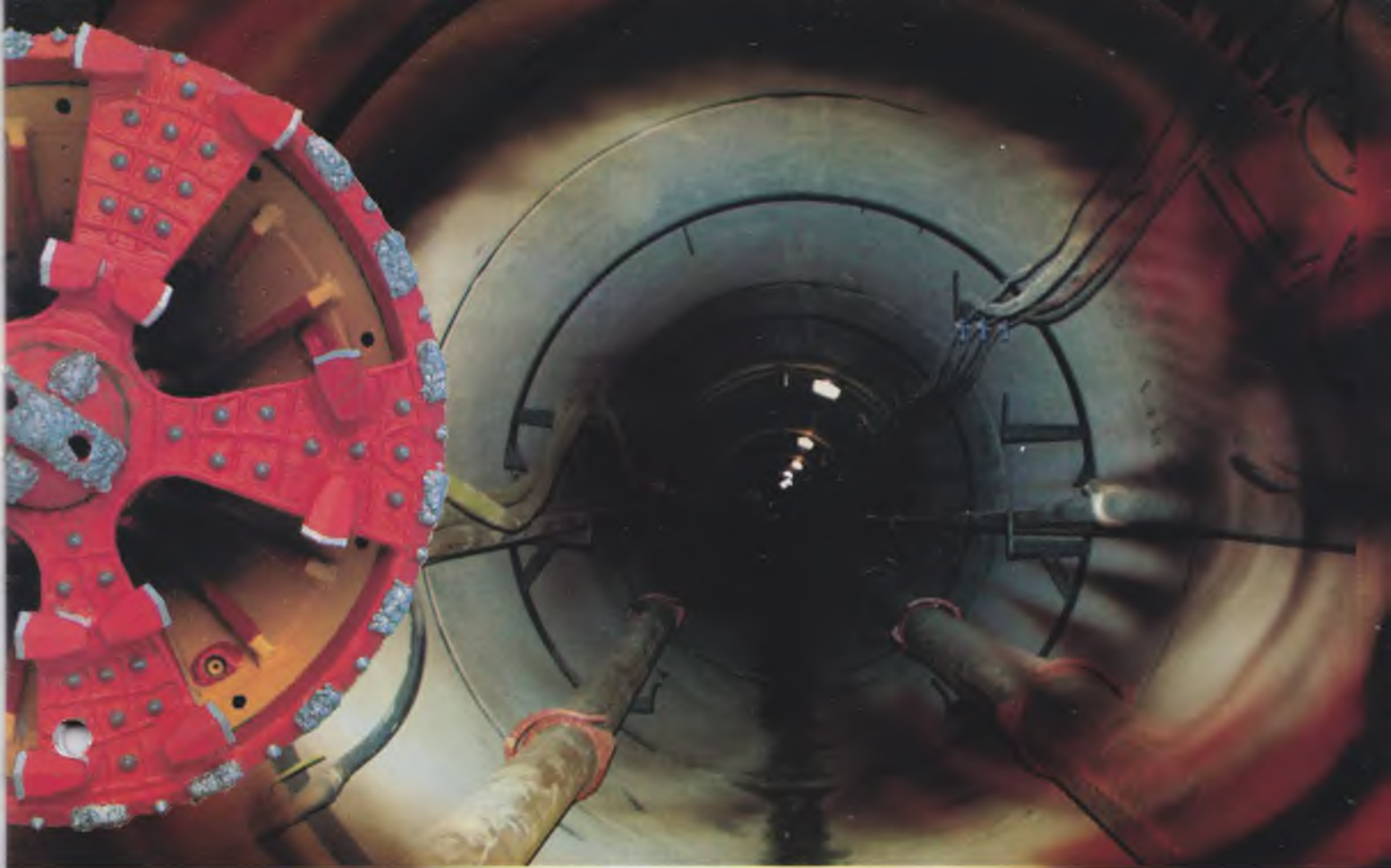
Провозная способность линий 36 тыс. пассажиров в час в каждом направлении при 30-парном графике. Интервалы движения в часы пик 2-2,5 мин., 7,5 - днем и 10 мин. в вечернее время. Метрополитен работает с 4 часов утра до 1 часа ночи. Кроме того, в выходные дни на двух специально организованных маршрутах движение поездов в ночное «окно» не прекращается.

Объем ежедневных перевозок составляет около 1,3 млн. пассажиров.

В настоящее время ведется строительство нового 3-километрового участка линии № 5 с 5 станциями от «Alexanderplatz» до Лертерского вокзала. Здесь выполнено сложное пересечение русла реки Шпрее в комплексе с железнодорожными и автодорожными тоннелями. На протяжении почти 500 м проходку на глубине 17 м осуществляли двумя щитами фирмы «Herrenknecht». Первоначальный проект линии был запланирован на 2002 г., однако из-за финансовых трудностей это событие откладывается на неопределенный срок, несмотря на значительную степень готовности.

Кроме того, в завершающей стадии находится, начатое еще в начале 1990-х гг., строительство нового депо за введенной в эксплуатацию в 2000 г. новой конечной станцией «Pankow». К 2010 г. намечено продлить линию № 7 до аэропорта Шенефельд.

На более отдаленную перспективу протяженность сети метрополитена может достигнуть 200 км.



Строительная компания "Ленимс"



Стартовый котлован комплекса AVN-2000



Режущая часть щита AVN-2000



Выход щита AVN-2000

- Аренда микротуннельных комплексов $\varnothing$ от 0,3м до 2,0м
- Услуги операторов микротуннельного комплекса
- Пуско-наладочные и монтажные работы при микротуннелировании
- Маркшейдерское сопровождение
- Проходка туннелей
- Продажа труб для микротуннелирования $\varnothing$ от 0,3м до 2,0м
- Проектирование объектов, сооружаемые методом микротуннелирования
- Инженерное сопровождение строительства высококвалифицированными и сертифицированными специалистами

*Строит -
не разрушая!*

Россия, 191002, Санкт-Петербург, ул. Рубинштейна д. 32.
т. 311-23-00, 311-15-38, 113-36-99 Факс: 315-82-86
E-mail: lenims@mailru.com, Сайт: www.lenims.mailru.com



ТОННЕЛЬ ПОД НЕВОЙ



Вид строительной площадки с бытовым городком

Подводный переход через Неву является ключевым участком нефтепровода Балтийской трубопроводной системы, принадлежащего крупнейшей компании по транспортировке нефти - Транснефть. БТС создана в качестве замены существующим в настоящее время маршрутам через бывшие советские прибалтийские республики. Эта система расположена на территории России и соединена с новыми портовыми терминалами в г. Приморске около Санкт-Петербурга.

В. И. Ходосов,

заместитель директора
строительной компании «Ленимс»

Подводный переход представляет собой тоннель длиной 774 м. Прокладка его потребовала 7-градусного уклона предельных величин радиуса кривизны на переходных вертикальных участках и осуществления прохода комплекса через сложное сочетание геологических условий.

Для выполнения перехода под Невой Генеральный подрядчик из Санкт-Петербурга Строительная компания «Ленимс» приобрела микротоннельный комплекс AVN-2000 немецкой фирмы «Herrenknecht», с которой «Ленимс» сотрудничает в течение 7 лет. Это позволило компании стать более конкурентоспособной и выиграть контракт. Директор этой частной Строительной компании Олег Шуленок рассказывает: «Первый тоннелепроходческий комплекс был приобретен в 1995 г. и сейчас мы имеем 5 полностью укомплектованных систем: 2 - для прокладки труб с наружным диаметром 1 200 мм, по одному комплексу - 300 и 700 мм и примененную при строительстве данного перехода машину диаметром 2 м. С момента выполнения первой работы нами накоплен значительный опыт прокладки трубопроводов этим методом. На настоящий момент мы являемся самой оснащенной в России компанией в этой области».

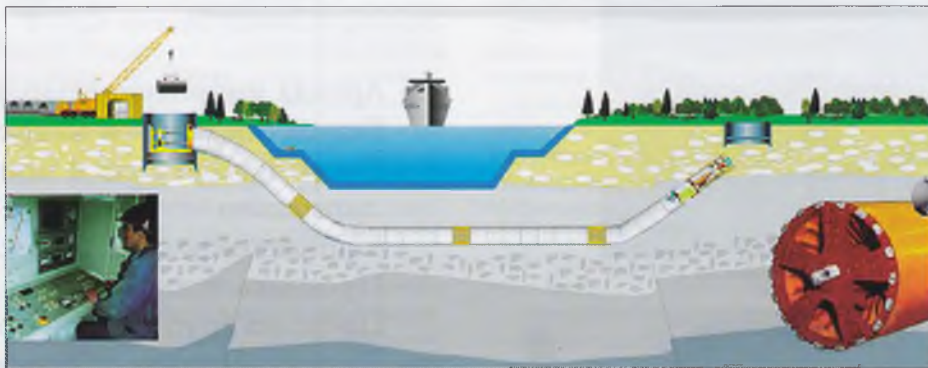


Схема прокладки трубопровода

Проект перехода под Невой методом микротоннелирования был разработан впервые в России специально для Транснефти, так как прокладка по дну реки дюкера полностью исключалась. Нева является основным источником подачи питьевой воды для Санкт-Петербурга, и любой прорыв нефтепровода на дне реки вызвал бы экологическую катастрофу. Основной заботой была безопасность рабочего трубопровода. Другие основные доводы для выбора тоннельного варианта: возможность ремонта рабочей трубы в будущем, безопасность процесса строительства для людей и окружающей среды. Кроме прокладки тоннеля осуществлен монтаж системы защиты рабочей трубы, которая состоит:

- из полиэтиленовой трубы Двн 1 400 мм, следующей сразу за железобетонной трубой,

Двн 2 000 мм;

- стальной трубы, покрытой полиэтиленом,

Двн 1 220 мм;

- полиэтиленовой, Двн 900 мм;

- изолированной стальной трубы, несущей нефть, Двн 720 мм.

Зазор между трубами Двн 1 220 мм и 720 мм заполнен инертным газом для защиты от коррозии и контроля межтрубного пространства.

Строительство началось в марте 2001 г. и продолжалось в течение 9 месяцев.

Получив контракт, «Ленимс» проработал и заказал совершенно новую систему для проходки тоннелей диаметром 2,5 м. Комплекс включал в себя: проходческий щит, машинную секцию, кессонную камеру, телескопическую домкратную станцию, основную, 7 промежуточных домкратных, автоматическую систему бентонито-

вой смазки с 45-ю пунктами, контейнер управления, 2 дизель-генератора 800 кВт и 350 кВт, систему ведения проходческой машины с соединительными линиями на 800 м, 1 питающий и 2 транспортные насоса в тоннеле, 2 сепарационные установки.

Это оборудование было доставлено к месту работ на Неве в июне 2001 г.

Сооружение началось 9 июля 2001 г.

Расстояние от стартового до приёмного котлована составило 774 м, причём 500 м проходили при максимальной глубине 20 м от уровня воды до свода тоннеля при средней величине 10 м ниже дна реки с минимальной величиной толщины перекрытий 7 м.

Геология места проведения работ представляла собой суглинки, ленточные текучеplastичные с прослоями песка, супесь твердую сугру с гравием и галькой до 20-25%, пески мелкие средней плотности, водонасыщенные с гравием и галькой до 5%, с гнездами и линзами супеси твердой и пластичной, с линзами песков пылеватых и гравелистых.

Такие сложные геологические условия создавали проблемы уже в начальном периоде проходки. Тонкие пески, смешанные с глиной, забивали экраны сепаратора, создавая трудности при сепарации.

После 400 м проходки в бентонитовую смазку были добавлены специальные полимеры, что позволило значительно снизить усилия проталкивания става труб.

Несмотря на все трудности, 19 сентября 2001 г. сооружение перехода под р. Невой было закончено. Работы при прокладке тоннеля велись круглосуточно без выходных дней, остановка происходила только на технологические перемены, которые требовались для проверки правильности хода сложного пути тоннеля, монтажа труб продавливания, наращивания коммуникаций и соединительных линий, а также очистки контейнеров для осаджения пустой породы. Наибольшая скорость проходки была 30 м в сутки.

Основная домкратная рама могла создавать около 1 200 т проталкивающей вперёд силы, а каждая промежуточная станция была настроена на предельное усилие нажатия равное 800 т. Трубы с наружным диаметром 2,5 м и внутренним 2 м с длиной 3 м, поставленные немецкой фирмой "Zublin" для данного проекта, имеют более высокий номинал, но был установлен предел на величину усилия нажатия, чтобы избежать перенапряжения в них. «Мы действительно иногда использовали 1 200-тонный предел по максимуму, чтобы привести в движение став труб после запланированных остановок, - сообщил заместитель директора по производству А. П. Насонов, - но, как только став приходил в движение, усилие снижалось до 400 т, и мы использовали только основную домкратную станцию, не пользуясь промежуточными. После 400 м проходки применялись промежуточные домкратные станции».

Главной проблемой управления щитом при сооружении тоннеля методом продавливания труб являлось то, что строящийся объект находился в постоянном движении, вследствие чего невозможно было выбрать в тоннеле опорные точки, что сильно затрудняло применение классических методов измерений.

Использование системы автоматического управления (SLS) дает возможность точного определения положения машины в любой момент времени, даже в период проходки.



Процесс подачи труб в стартовый котлован

Основной задачей Маркшейдерской службы являлось обеспечение работоспособности системы SLS, а именно:

- монтаж ее компонентов в начале каждой фазы проходки и первоначальное определение координат элементов системы: точек привязки, опорных точек, теодолита и щита;

- периодические контрольные измерения элементов системы и оси тоннеля для обеспечения минимальных отклонений фактических координат его оси от проектных;

- данные измерения позволили произвести сбойку тоннеля длиной 774,337 м с двумя вертикальными кривыми радиусом 1 500 м с отклонениями: в плане - 24 мм, по высоте - 18 мм.

На заключительном этапе производилась съемка точек оси тоннеля через каждые 10 м и составлялся каталог координат для определения фактического положения в пространстве конструкции тоннеля.

Внимание ко всем вышеперечисленным аспектам позволило обеспечить выход щита в

приемный котлован с точностью до нескольких миллиметров по вертикали и горизонтали.

При проходке были использованы 7 промежуточных домкратных станций (6 - в ставе труб и телескопические домкраты в щите).

Это первый в России опыт, когда пересечение реки выполнили дистанционным способом с использованием технологии микротоннелирования, что явилось значительным достижением не только для компании "Ленинс", но и для непрерывного внедрения современных способов проходки тоннелей в России.

Опыт, накопленный компанией «Ленинс», и капитальные вложения в современные технологии дают определенные преимущества для реализации таких проектов, а также для производства большого объема работ по модернизации, восстановлению и прокладке новых магистралей коммунального обслуживания с использованием технологии микротоннелирования в Санкт-Петербурге.



Вид готового тоннеля с системой наведения AVN 2000



Сооружение дополнительного Северного кан с помощью тоннелепроходческого комплекса фирмы «Ловат»



С. Н. Вьюшков,
генеральный директор ЗАО «Геотон»

Строительная компания «Геотон» создана в 1993 г. на базе крупных горнопроходческих трестов ПСО Мосинжстроя, специализирующихся в области подземного строительства инженерных коммуникаций различными способами и методами.

Одним из основных направлений деятельности ЗАО «Геотон» является прокладка тоннелей и коллекторов, которая осуществляется щитовыми горнопроходческими комплексами, микротоннелированием и методом проталкивания стальных труб различного диаметра.

За сравнительно небольшой отрезок времени ЗАО «Геотон» достигло высоких темпов и отличного качества выполняемых строительных заказов.

Привлечение высококлассных специалистов, применение современных технологий и оборудования позволили компании занять достойное место среди строительных организаций Москвы.

В связи с огромным ростом строительства в столице, в т. ч. жилищного, строительством МКАД, Третьего транспортного кольца и др., а также с уже существующей плотной застройкой, насыщенностью верхних слоев земли подземными коммуникациями, густой сетью дорог и пр., возникла острая необходимость сооружения в больших объемах тоннелей

глубокого заложения щитовым способом.

До настоящего времени, за редким исключением, да и сейчас, московские проектные институты выпускают проекты на тоннели, которые строятся при помощи щитовых комплексов отечественного производства.

В связи с тем, что в Москве очень сложные гидрогеологические условия, большая насыщенность подземными коммуникациями, очень плотная застройка площадей зданиями, сооружениями, дорогами и т. д., обеспечить их сохранность и безопасность проведения работ без применения дорогостоящих специальных методов (способов) – водопонижения грунтовых вод, замораживания грунтов, химического

анала



Бригада проходчиков ЗАО «Геотон» в демонтированном котловане

закрепления грунтов при помощи существующих отечественных щитовых горнопроходческих комплексов – невозможно.

Выполнение специальных работ требует занятия площадей вдоль трассы тоннелей, ведет к нарушению поверхностей и гидрогеологического состояния грунтов, ухудшает, затрудняет жизнедеятельность предприятий и населения в районах строительства.

После проведения этих работ всегда приходится затрачивать большие силы и средства для ликвидации последствий и благоустройства занимаемой территории.

Максимально сократить объемы трудоёмких и дорогостоящих специальных методов можно, применив тоннелепроходческие комплексы, обеспечивающие полное

предотвращение бесконтрольного выпуска грунта как через рабочий орган машины, так и через хвостовую часть - «юбку» - при высокой безопасности и безосадочности горнопроходческих работ.

Таким требованиям отвечают тоннелепроходческие комплексы канадской фирмы «Ловат».

В конце 2001 г. ЗАО «Геотон», впервые в Москве, применило тоннелепроходческий комплекс фирмы «Ловат» диаметром 4 м при строительстве объекта «Усиление Северного канализационного канала для застройки м/р 1, 2 Бескудниково», по заказу УКС ИКСИД, проект разработан институтом «Мосинжпроект» мастерской № 5. Канализационный канал должен был сооружаться отечественным щитовым комплек-

сом диаметром 3,6 м на длине 500 м от Сафеловской железной дороги до Дмитровского шоссе.

Трасса тоннеля запроектирована в очень сложных гидрогеологических условиях на глубине 10 м, в плотно застроенном районе. Проектом предусмотрено водопонижение грунтовых вод эжекторными фильтрами глубиной до 15 м с шагом 1,2 м на всем протяжении тоннеля с обеих сторон щита. В связи с проведением этих работ предусматривалось: снос гаражей, ангаров, закрытие местных проездов, обеспечивающих жизнедеятельность предприятий в районе строительства и др.

Применение тоннелепроходческого комплекса фирмы «Ловат» на объекте «Усиление Северного канализационного канала» позволило отказаться от работ по водопонижению, сохранить гаражи, ангары, территории предприятий и дороги, тем самым, обеспечив бесперебойное их функционирование.

Но, прежде всего, строительной компании «Геотон» пришлось решить ряд проблем: подготовить специалистов для работы на тоннелепроходческом комплексе «Ловат», наладить выпуск железобетонных блоков для крепления тоннеля, а также изготовление пластмассовых закладных деталей для ж/б обделки, болтов и шпилек для сборки блоков и колец, резиновых уплотнений для ж/б блоков обделки.

Следует отметить, что всё это ЗАО «Геотон» пришлось выполнять впервые.

Так, по заказу ЗАО «Геотон», Мосинжпроект произвел корректировку проекта, обеспечив щитовую проходку без промежуточных шахт, запроектировав трассу тоннеля с двумя кривыми (левая и правая) радиусом 300 м.

Тульским АО «Тоннельпроект» были разработаны чертежи на железобетонные блоки обделки, Первомайским заводом ЖБИ (Тульская область) освоен выпуск высокопрочной ж/б обделки, соединительных болтов и шпилек, пластмассовых закладных деталей и резиновых уплотнений.

Блоки шириной 75 см, длиной 2 м и толщиной 25 см в полном комплекте с резиновыми уплотнениями, промаркированными, поставлялись прямо на объект заводом-изготовителем. При монтаже блоки в кольцо соединяются болтами, а кольца между собой – шпильками. Тем самым достигается прочность конструкции и точные геометрические параметры тоннеля.

Следует обратить внимание на преимущество конструктивных особенностей тоннелепроходческого комплекса фирмы «Ловат» по сравнению с горнопроходческими щитовыми комплексами, работающими в Москве.

Роторный орган снабжен резцами, скалывателями, шарошками на всей его поверхности. В роторе имеются окна, которые при помощи гидравлических створок



Горный мастер В. Б. Озиранский у операторского пульта ТПК «Ловат»

могут регулировать объем породы и размер частиц (камни, строительный мусор, отходы и т. д.), попадающих в призабойную (приемную) камеру, в которой разрабатанная ротором порода спрессовывается до определенного давления, что позволяет предотвратить вывал грунта через забой.

Следует также обратить внимание на трехрядное щеточное хвостовое уплотнение в «юбке» щита, где монтируется ж/б конструкция тоннеля. Щеточные уплотнения облегают по всему периметру кольца блочной обделки, а для того, чтобы сзади щита (со стороны тоннеля) не поступала вода или раствор от заблочного нагнетания, в щетки под давлением через специальные каналы поступает литол. Это позволяет производить нагнетание раствора за первое кольцо тоннеля.

Управление продвижением тоннелепроходческого комплекса обеспечивается активной шарнирной системой (системой артикуляции), соединяющей переднюю и неподвижную оболочки. Возможность отклонения породоразрушающего исполнительного органа на угол до 2° в любом направлении позволяет тоннелепроходческому комплексу проходить криволинейные участки трассы как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

Это обеспечивает максимальную точность направления проходки тоннеля как в плане, так и в профиле.

Все органы управления, контрольно-измерительные приборы сосредоточены на операторском пульте, смонтированном в неподвижной оболочке. Пульт оператора расположен в положении, позволяющем визуально контролировать как выход породы из породоразрушающего исполнительного органа, так и процесс монтажа обделки тоннеля.

В целях безопасности тоннелепроходческий комплекс оснащен взрывозащищенными двигателями, кожухами, осветительной арматурой и трехфазным питанием. Для оповещения о наличии метана имеется газообнаружитель, который отключает электропитание при заданном значении концентрации газа.

Для предотвращения бокового опрокидывания тоннелепроходческого комплекса служит устройство, которое при помощи электрических датчиков автоматически выключает комплекс при превышении заданных пределов.

В ходе строительства Северного канализационного канала специалистами ЗАО «Геотон» были пройдены два участка кривых радиусом 300 м. Для этого пришлось дополнительно решать вопросы изготовления поворотных блоков с резиновыми уплотнениями.

Использование технологии сооружения тоннелей тоннелепроходческими ком-

плексами фирмы «Ловат» в сложных гидро-геологических условиях позволяет сделать следующие выводы:

1. Разработка породы полностью механизирована.
2. Управление головной частью щита при помощи артикуляционных домкратов обеспечивает высокую точность проходки тоннелей.
3. Щеточные уплотнения в хвостовой части щита позволяют производить нагнетание раствора за первое кольцо, а также предотвратить поступление воды и раствора в «юбку» щита.
4. Применение высокоточных блоков с резиновыми уплотнениями предотвращает проникновение воды в тоннель.
5. Сборка блоков в кольцо болтами, а колец между собой шпильками, позволяет добиться прочности конструкции тоннеля и точности его геометрических параметров.
6. Обеспечивается безопасное строительство тоннелей.
7. Достигается высокая безопасность производства работ в щите и тоннеле.

Конструкция высокопоточных ж/б блоков и технология монтажа ж/б обделки при строительстве тоннелей ТПК фирмы «Ловат» позволяет использовать тоннели данной конструкции для различного назначения без устройства вторичной монолитной ж/б обделки («рубашки»). Это подтверждается расчетами, выполненными по заказу ЗАО «Геотон» Научно-исследовательским центром «Тоннели и метрополитены» ЦНИИСа.



Вид готового тоннеля



Строительство крупногабаритных тоннелей в мегаполисе



Б. И. Федунец,

д. т. н., проф., МГТУ

Е. В. Петренко,

д. т. н., проф., ЦНИЭИуголь

30 января 2002 г. в Московском государственном горном университете прошёл Круглый стол «Тоннель в мегаполисе», посвященный достижениям, перспективам и возможностям применения различных способов строительства тоннелей и подземных сооружений в Москве.

В заседании Круглого стола приняли участие более 50 специалистов Мосметростроя, Мосинжстроя, Трансинжстроя, МГТУ, ИПКОН, ТАР, РАЕН, АГН, НТЦТМ ОАО ЦНИИСа, Мосинжпроекта, Метрогипротранса, СКТБ Мосинжстроя, ЦНИИподземмаша, Академии строительства Украины, Академии горных наук Украины, ГУРШ, ИГД КоФАН РАН, ООО НПКС «Интерсигнала», филиала Новочеркасского политехнического университета (г. Шахты).

На открытии Круглого стола руководитель заседания - проф., д. т. н. **Б. А. Картозия** в своём выступлении обратил внимание на стремительный рост освоения подземного пространства и возникающие в связи с этим проблемы.

Анализ развития такой глобальной научно-технической проблемы, каковой является «освоение подземного пространства крупных городов», в частности, для Москвы, позволяет сделать достаточно уверенный вывод о некоторых сформировавшихся тенденциях, которые будут в значительной степени определять дальнейшие пути развития науки, образования, практики проектирования, техники и технологии в данной области человеческой деятельности. К числу таковых тенденций можно отнести следующие.

Радикальные изменения менталитета руководителей города в понимании значимости практического решения проблемы использования подземного пространства. Ещё 25-30 лет назад, когда редкие энтузиасты многофункционального использования городского подземного пространства ставили во властных структурах вопрос о том, что кроме метро и инженерных коммуникаций под городом целесообразно размещать и другие объекты, ответ был предельно лаконичен: «Хорошо, но дорого!». Теперь, когда у городской территории есть своя цена, у руководителей появилась искренняя убежденность в перспективности этого направления и желание активно участвовать в его развитии. Это важно, так как придает уверенность в нашей работе над решением сформулированной проблемы.

Глобализация производства в сфере подземного строительства, понимаемая как интеграция, сближение взглядов и подходов, выработка общего понимания основных принципов решения проблем, выход за рамки складывавшихся десятилетиями отраслевых и ведомственных интересов. Этот процесс сопровождается переходом от достаточно узко специализированных организаций к многопрофильным. Период, когда интересы строителей ограничивались либо сооружением метро, либо коллекторных тоннелей, либо оснований и фундаментов уходит в прошлое.

Сейчас строительные организации значительно расширили свой профиль и в состоянии возводить подземные объекты различного функционального назначения. Об этом наглядно свидетельствуют составы участников различных тендеров, проводимых московским правительством.

Подземные городские объекты становятся все более масштабными и разнообразными по своему функциональному назначению. Начав с подземных гаражей, а это, по существу, был мощный прорыв в решении обозначенной проблемы, пройдя затем через ТРК на Манежной площади и успешно решая проблему Сити, мы подошли к строительству объекта мирового уровня - Лефортовскому тоннелю. Оценивая в целом уровень научной, технической и технологической оснащённости подземного строительства, можно смело говорить о том, что сегодня в Москве сформировались научно-технические силы, которым по плечу реализация проектов любой сложности.

Если бы в известное время мы не упустили из виду проблему развития собственной машиностроительной базы в области подземного строительства (а она всегда была у нас на передовых позициях), да с большим вниманием относились к техническому перевооружению научно-исследовательских организаций, то проблема нашей конкурентоспособности на международном рынке, в принципе, уже была бы решена.

Содержательная часть самого подземного строительства существенно расширилась. Изменились акценты. И, прежде всего, в вопросах архитектурно-планировочных решений и безопасности в широком смысле этого слова, т. е. безопасности технологической, экологической, пожарной, а теперь добавится и некий особый вид безопасности. Нечто сродни живучести объекта в экстремальных ситуациях.

В частности, думается, что сентябрьские события в США внесут свои коррективы в вопросы проектирования и строительства. Это, увы, горькая объективная реальность нынешней геополитической обстановки усиливает важ-

ность вопросов архитектурно-планировочных решений и, особенно, вопросов безопасности, в том числе, и в подземном строительстве. Принцип минимизации ущерба от экстремальных чрезвычайных ситуаций должен стать одним из важнейших при проектировании объектов любого функционального назначения.

Как представитель высшей школы, Б. А. Картозия подчеркнул, что перечисленные тенденции во многом определяют и содержание подготовки специалистов для подземного строительства в третьем тысячелетии. Для иллюстрации он сообщил, что в последних изданиях учебной, научной и производственной литературы по подземному строительству впервые уделено очень большое внимание вопросам технологической и экологической безопасности, аварийным ситуациям, а также вопросам мониторинга технических процессов.

Цель заседания - прежде всего, обмен точками зрения на вопросы современного проектирования и строительства городских подземных объектов. Это необходимо, как минимум, по двум причинам:

- во-первых, для сближения точек зрения специалистов постоянно находящихся в гуще событий, по основным принципиальным вопросам, разумеется, без какого-либо ограничения их творческой деятельности. Б. А. Картозия подчеркнул, что сближение должно быть в части научного обоснования путей, способов и методов проектирования и строительства. Принятие же технических решений - это творческий процесс, результаты которого определяются уровнем знаний, опытом и, вообще, творческим потенциалом специалиста и коллектива специалистов;

- во-вторых, что особенно актуально для работников высшей школы, это выработка новой образовательной идеологии в подготовке кадров для подземного строительства.

Для достижения поставленной цели заслушаны и обсуждены доклады специалистов о проектировании и прокладке транспортных тоннелей и развязок в условиях Москвы, а так же доклады о безопасном сооружении автотранспортных тоннелей и их системах противопожарной защиты.

Развитие городской инфраструктуры неразрывно связано с активным использованием подземного пространства Москвы для размещения транспортных и инженерных систем, объектов торговли и бытового обслуживания, решения различных вопросов городского хозяйства.

В последние годы в Москве осуществлен ряд грандиозных проектов освоения подземного пространства. Построен торгово-рекреационный комплекс «Охотный ряд» на Манежной площади с примыкающим к нему четырехуровневым односводчатым подземным гаражом на площади Революции, транспортные развязки под площадью Гагарина и под Кутузовским проспектом, строятся уникальные многофункциональные и многоуровневые комплексы «Царев Сад» на Софийской набережной и «Москва-Сити», сооружается тоннель под Лефортово. По оценке специалистов Международной тоннельной ассоциации, ТРК «Охотный ряд» с Московским метрополитеном внесен в список крупнейших подземных сооружений мира на пороге XXI века.

При строительстве тоннелей и сооружений,



Участники круглого стола «Тоннель в мегаполисе»

метрополитенов, автодорожных и коммуникационных тоннелей особое внимание обращается на обеспечение сохранности зданий, сооружений, расположенных на поверхности подземных коммуникаций, а так же на использование безопасных технологий подземного строительства. Всё большее значение и применение имеет бестраншейный способ строительства подземных городских коммуникаций, что обеспечивает сохранение окружающей среды обитания, сохранность зданий и сооружений, расположенных вблизи прокладываемого трубопровода.

Среди участников Круглого стола заслуживает внимания выступление директора Мосинжпроекта **С. Ф. Панкиной**. Она рассказала о разработанных институтом эффективных инженерных решениях, обеспечивающих новый уровень технологий сооружения таких уникальных подземных объектов, как торгово-рекреационный комплекс «Охотный ряд» с подземной автостоянкой на Театральной площади и транспортная развязка под площадью Гагарина, надёжность которых обеспечена посредством внедрения специальных мер и сочетаний различных технологий подземного строительства.

Зам. председателя Тоннельной ассоциации России **С. Н. Власов** в своём выступлении отметил крупные достижения в строительстве тоннелей Москвы. Так, на сооружении транспортной развязки под железной дорогой Рижского направления, был пройден тоннель под защитой экрана из металлических труб, сооружённых с помощью микроштитов фирмы «Херренкнехт» и затем обетонированных изнутри по предварительно установленной в этих трубах металлической арматуре.

Оригинальным является строительство автодорожного тоннеля под ж.-д. путями Рижского направления МИСД на пересечении Волоколамского шоссе с улицей Свободы. Тоннель представляет собой двухпролётную рамную конструкцию с пролётами 14,35 и 13,6 м по осям колонн размером 500х500 мм с мощным лотком. Шаг колонн (поперечных рам) принят 2 м. Перекрытием тоннеля служит субгоризонтальный защитный экран из стальных труб диаметром 820 мм с толщиной стенок 10 мм, армированных каркасами и заполненных бетоном. Трубы опираются на поперечные сталь-

ные сварные балки двутаврового сечения высотой 1 250 мм. Лоток и стены выполнены из монолитного железобетона, колонны – стальные.

Общая длина тоннеля – 54 м, в т. ч. рамповые участки – 24 м. Предусмотрены 5 полос для движения автотранспорта и тротуар шириной 3 м. В продольном профиле тоннель размещён на уклоне 40%.

Далее **С. Н. Власов** остановился на сооружении тоннеля нового поколения диаметром 14,2 м под Лефортово. Автотранспортный поток пойдёт через один Лефортовский тоннель глубокого заложения от точки «В» в сторону точки «А» и устройства обходного пути для движения автотранспорта в противоположном направлении от Бакуниной улицы, вдоль реки Яуза, с последующим выходом на шоссе Энтузиастов.

По оценкам российских и иностранных специалистов, многократно посещавших этот объект, именно сочетание передовых зарубежных и принципиально новых отечественных технологий служит основой успешной реализации всего грандиозного проекта.

Первый заместитель генерального директора ОАО «Мосинжстрой» **В. Г. Лернер** в своём выступлении отметил, что применение современных технологий подземного строительства в Москве позволяет осуществить прокладку тоннелей и подземных сооружений в стеснённых условиях мегаполиса с минимальными объёмами разрытий, не препятствуя движению автотранспорта.

Так, при реконструкции Ленинского проспекта и строительстве транспортной развязки Кутузовского проспекта с 3-им кольцом Москвы, была использована организационно-технологическая схема. В ней для строительства двух тоннелей под проезжей частью предусмотрено устройство стен способом буросекущихся свай диаметром 1 м с последующей разработкой грунта до отметки свода тоннеля и бетонированием перекрытий с применением бетона класса В30, W12. Последующая разработка грунта ведётся под защитой готового перекрытия с восстановлением движения подземного транспорта.

Современные технологии проведения подземных горных выработок с использованием щитов и микроштитов, новой тоннельной техники, монолитно-прессованной обделки с различными техническими и технологическими

решениями позволяют активизировать комплексное освоение подземного пространства столицы.

Приобретенный опыт использования высоких технологий подземного строительства позволил Мосинжстрою приступить к реализации такого грандиозного многоотраслевого проекта, каким является Центральное Ядро ММДЦ «Москва-Сити».

Важнейшими факторами, повышающими надёжность сооружения и безопасность строительства подземных объектов в сложных гидрогеологических условиях Москвы, являются точность и достоверность исходных данных по гидрогеологии при проведении изыскательских работ.

В этой связи Мосинжстроем, впервые в отечественной практике, на строительстве коллектора в районе Котельнической набережной внедрён тоннельный георадар с применением проходческого щита диаметром 4 м для сканирования вмещающих коллектор пород и прогнозирования зон аномальных, разуплотнённых пород.

В выступлении вице-президента ОАО «Мегаполис» **С.Н. Туренского** отмечено, что в последнее время при прокладке автодорожных и пешеходных тоннелей под магистральными улицами с интенсивным движением транспорта под железнодорожными путями и другими естественными и искусственными препятствиями на застроенных городских территориях широко применяются защитные экраны из труб. Эта технология основана на принципе опережающего крепления, когда до начала проходки по контуру будущего тоннеля создают защитную крепь - экран, под прикрытием которой осуществляется раскрытие тоннельной выработки, ведется разработка грунта и возводится обделка тоннеля.

Одним из первых разработчиков таких проектов был ОАО «Метрогипротранс».

Генеральный директор НПКЦ «Интерсигнал» (Москва) **Н. Ф. Давыдкин** в своём выступлении обобщил системы противопожарной защиты автодорожных тоннелей.

Крупные пожары и чрезвычайные ситуации (ЧС) в автодорожных тоннелях носят характер техногенных катастроф с выходом из строя инженерных систем, сооружений и полным прекращением эксплуатации объекта.

Пожары или ЧС можно определить как внешне неожиданную, внезапно возникшую обстановку, характеризующуюся неопределённостью и сложностью принятия решений, остроконфликтностью и стрессовым состоянием населения, значительным социально-экологическим и экономическим ущербом, прежде всего, человеческими жертвами и, вследствие этого, необходимостью значительных людских, материальных и временных затрат на проведение эвакуационно-спасательных работ и ликвидацию негативных последствий.

Специалисты пожарной охраны, а также различных организаций, выполняющих проектирование и строительство объектов инфраструктуры, считают автодорожные тоннели «зонами повышенного риска» для людей, находящихся под землей в узком замкнутом пространстве и зачастую неподготовленных к действиям по своему спасению.

Для проектирования таких объектов нормативными документами установлено требова-

ние обязательной разработки специальных технических условий (СТУ). Однако единых требований к разработке СТУ не существует, и часто СТУ ошибочно приравнивают к исходным данным для разработки проектно-сметной документации.

На основе анализа научного и практического опыта, накопленного в ходе проектирования и строительства уникальных и особо сложных зданий и сооружений НПКЦ «Интерсигнал» при участии специалистов Академии ГПС МВД РФ и ФГУ ВНИИПО МВД РФ и других научно-исследовательских организаций разработана система противопожарной защиты автодорожных тоннелей (СССПЗТА).

Директор НИЦ ТМОАО «ЦНИИС» **В. Е. Меркин** и ведущий научный сотрудник **Б. Н. Виноградов** сделали сообщение о безопасности строительства тоннелей.

Безопасность движения в транспортных тоннелях обеспечивается как с позиций принимаемых строительных решений, так и за счет организации движения и оснащения тоннелей соответствующим оборудованием.

Все основные параметры транспортных тоннелей (эксплуатационные характеристики) назначаются при проектировании, исходя из условий обеспечения безопасности движения.

Преимущественное расположение тоннелей - на прямых участках трассы.

Места въезда должны располагаться с учетом хорошей их видимости на подходах к тоннелю.

Тоннели - весьма дорогостоящие сооружения, однако, в целях обеспечения безопасности движения в них предписывается сохранить принятые для трассы число и ширину полос движения, что с учетом необходимой ширины полос безопасности и служебных проходов, а также дополнительного пространства для размещения эксплуатационных устройств определяет размеры поперечного сечения тоннеля.

Для условий многополосного движения в тоннелях, сооружаемых закрытым способом, считается необходимым строительство двух тоннелей с односторонними потоками.

Между проезжими частями тоннелей с двухсторонним движением должна предусматриваться разделительная полоса шириной не менее 2 м. В тоннелях длиной более 1 км необходимо запроектировать остановочные полосы шириной 3 м, включая полосу безопасности, равную 0,75 м.

В заключительном выступлении **Е. В. Петренко** и **И. Е. Петренко** были изложены уроки аварий в тоннелях и обеспечение безопасности их строительства.

Протяженные транспортные тоннели являются чрезвычайно опасными в пожарном отношении сооружениями. Только за последние 2,5 года в альпийских тоннелях четыре раза возникали пожары, повлекшие человеческие жертвы и причинившие ущерб от каждой аварии от 3 до 5 млн. долларов США.

Поэтому обеспечение промышленной безопасности строительства тоннелей и подземных сооружений является актуальной проблемой и может быть решена за счёт правильных выводов из уроков указанных аварий, совершенствования объёмно-планировочных и конструктивных решений, внедрения эффективных организационно-технологических схем строительства, оснащения тоннелей и подземных сооружений надёжными системами вентиля-

ции, своевременной эвакуации людей из подземных выработок и противопожарными системами, а также за счёт реализации комплекса мероприятий, обеспечивающих безопасность строительства, охрану труда и предотвращение чрезвычайных ситуаций.

Уроки пожара в тоннелях Сен-Ютард и Монблан говорят о необходимости предотвращения катастроф в длинных автодорожных тоннелях, прежде всего, путём устройства двухочковых тоннелей со сбойками для проветривания и эвакуации людей из зоны аварий.

Обсудив перспективы решения проблемы освоения подземного пространства Москвы и, в частности, возможности применения различных способов строительства крупногабаритных тоннелей, участники заседания считают необходимым рекомендовать:

1. Освоение подземного пространства в крупных городах должно стать приоритетной программой для решения вопросов размещения и совершенствования городской инфраструктуры.

2. В целях повышения безопасности строительства Лефортовского тоннеля «Метрогипротранс» необходимо предусмотреть в рабочем проекте дополнительные объёмно-планировочные и конструктивные решения по устройству в тоннеле специально проветриваемого отделения для эвакуации людей при авариях и чрезвычайных ситуациях. Также предусмотреть проходку дополнительных вертикальных стволов бурением для проветривания и эвакуации людей из тоннеля при строительстве одноочкового Лефортовского тоннеля.

3. Разработать и утвердить специальный проект мониторинга за строительством Лефортовского тоннеля в соответствии с рекомендациями экспертного заключения Госгортехнадзора России по промышленной безопасности строительства этого тоннеля.

4. Щитовая проходка тоннелей и технология сооружения «стены в грунте» в сочетании с различными способами укрепления пород инъектированием и предотвращения осадков поверхности обеспечивают повышение промышленной безопасности строительства транспортных тоннелей и подземных сооружений в сложных горно-геологических условиях.

5. В каждом проекте строительства тоннелей и подземных сооружений необходимо разработать специальный параграф «Промышленная безопасность», в котором подробно освещать комплекс мероприятий, обеспечивающих противопожарную безопасность строительства, охрану труда.

6. Уделять большее внимание развитию отечественной машиностроительной базы, имея в виду, что отсутствие собственной горнопроходческой техники ограничивает конкурентоспособность строительных организаций на международном рынке.

7. Рекомендовать Научно-экспертному совету Тоннельной ассоциации России подготовить «Методические указания по разработке решений промышленной безопасности в проектах организации строительства» для проектной документации на прокладку тоннелей и подземных сооружений взамен «Временных методических указаний по разработке раздела «Техническая безопасность», утверждённых заместителем начальника Госгортехнадзора России 30.07.1999.

Тоннелестроение в Японии

По материалам Международной конференции, проведенной Тоннельной ассоциацией Японии в г. Киото с 30 октября по 1 ноября 2001 г.

В.Н. Жуков,

главный инженер института
«Гидроспецпроект», к.т.н.

Япония – признанный лидер в области тоннелестроения. За последние 30 лет здесь построено свыше 11 тыс. км тоннелей различного назначения. Это больше, чем в любой другой стране мира.

Сооружение тоннелей в Японии, где 70% площади занимают горы, – естественная необходимость. Первый железнодорожный тоннель был проложен в 1871 г. с помощью английских инженеров, и с тех пор началось их массовое строительство. До начала Второй мировой войны в Японии эксплуатировалось 465 км железнодорожных тоннелей, среди которых такие протяженные, как Шимицу (9 702 м) и Танна (7 804 м).

Пик строительства пришелся на 70–80-е гг. XX века, когда ежегодно сдавалось в эксплуатацию более 50 км тоннелей. Общая длина железнодорожных тоннелей в Японии к 2001 г. составила 2 150 км. Среди них можно выделить тоннели Охшимицу (22 235 м), Рокко (16 250 м), Хокурику (13 870 м), Шиншимицу (13 500 м).

Первоначально обделка выполнялась из каменной или кирпичной кладки. В 20-е гг. прошлого столетия впервые использовали монолитный бетон. В послевоенные годы практически все железнодорожные тоннели имеют конструкцию из монолитного железобетона.

Самым известным железнодорожным тоннелем в Японии является Сейкан, длиной 53,8 км, соединяющий острова Хонсю и Хоккайдо. Его протяженность приблизительно равна длине Евротоннеля под проливом Ла-Манш, связывающего Великобританию и Францию. Строительство тоннеля Сейкан было начато в 1964 г. и завершено в 1988. Его схема приведена на рис. 2, а поперечное сечение – на рис. 3

Прокладка автодорожных тоннелей в Японии началась перед Второй мировой войной. В 1944 г. в г. Осака был построен тоннель под рекой с использованием погружаемых секций. К настоящему времени, с учетом тоннелей местного значения, в Японии уже около 2 200 км автодорожных тоннелей. Из них примерно 450 км расположены на трассах современных скоростных автострад.

Наиболее известным и, наверное, самым интересным для российских специалистов является тоннель под Токийским заливом, строительство которого завершено в 1997 г.

Сооружение этого автодорожного тоннеля длиной 9,2 км велось с помощью проходческих щитов с бентонитовым пригрузом забоя диаметром 14,14 м. Аналогичные агрегаты фирмы «Херренкнехт» используются в настоящее время в Москве при проходке Лефортовского тоннеля.

В такой урбанизированной стране как Япония



Рис. 1. Машинный зал ГАЭС Казуногава в период строительства

существует большая потребность в тоннелях коммунального назначения. Общая длина канализационных тоннелей, с учетом проложенных с помощью микротоннельных щитов, превышает 10 тыс. км. Наибольшее количество канализационных тоннелей построено в 1970–80-е гг., когда началось использование проходческих щитов с активным пригрузом забоя. Тогда ежегодно сооружалось в среднем более 300 км.

Несмотря на относительно небольшие размеры страны и отсутствие крупных рек, Япония входит в число двадцати ведущих стран мира по выработке электроэнергии на гидроэлектростанциях, а по степени освоенности гидроэнергоресурсов занимает одно из первых мест в мире. Большинство гидроэлектростанций –

с подземными комплексами. В общей сложности в Японии более 4 700 км гидроэнергетических тоннелей. Максимальные объемы строительства выполнены в довоенные, а также в 1950–60-е гг. Около 50 гидроэлектростанций имеют подземные машинные залы.

В последние годы объем подземного гидроэнергетического строительства снизился и не превышает 15–20 км тоннелей в год, но выполняются они, в основном, при возведении крупных гидроаккумулирующих электростанций с установленной мощностью более 1 000 МВт. Машинные залы таких ГАЭС располагаются в больших подземных камерах. Большинство из них, построенные в последние годы, имеют овальную форму поперечного сечения, при которой с мак-

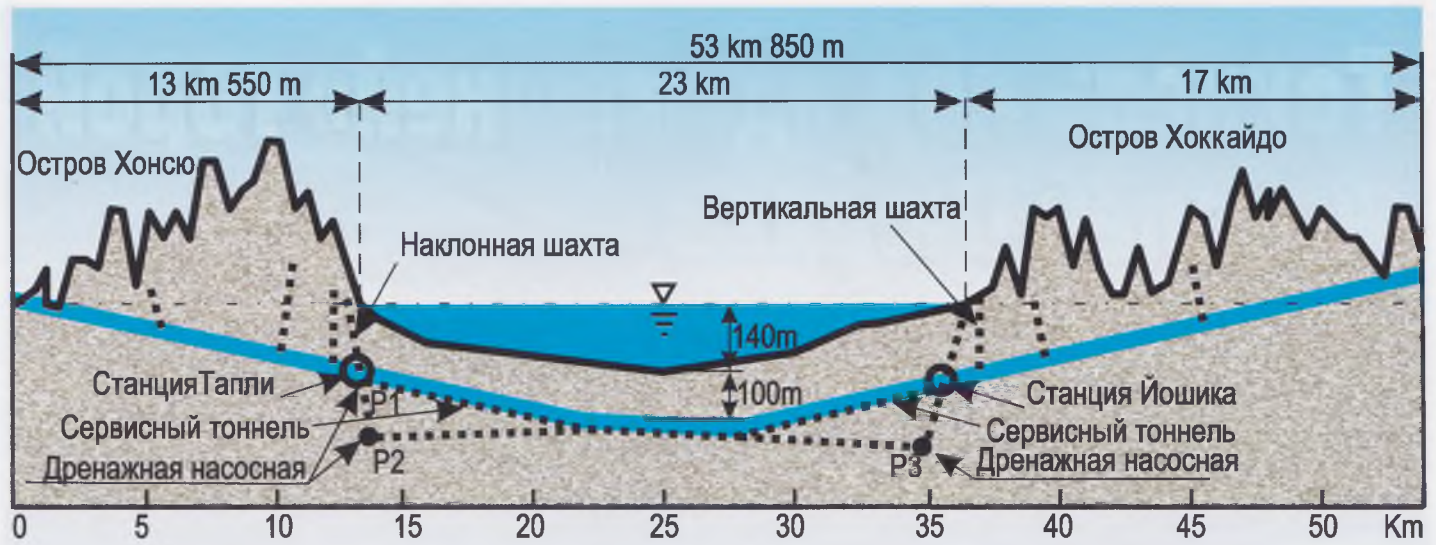


Рис. 2. Схема тоннеля Сейкан

симальную степень используются возможности массива горных пород для обеспечения устойчивости выработки. Одной из особенностей камер такой формы является отсутствие железобетонного свода; устойчивость стен, и свода в них обеспечивается анкерами (в том числе предварительно-напряженными) длиной до 15-20 м и набрызг-бетоном толщиной 25-40 мм.

На рис. 1 показан машинный зал ГАЭС Казуногава в период строительства, объем подземной выработки которого при разработке — 250 тыс. м³ (установленная мощность ГАЭС 1 600 МВт). Его подземная камера сооружена в массиве песчаников и аргиллитов с пределом прочности на сжатие от 35 до 245 МПа. Максимальная величина смещения контура была зафиксирована по одной из стен камеры на участке аргиллитов и составила 67 мм. Большой объем натурных наблюдений (использовались многоточечные экстензометры и датчики нагрузки в анкерах) и своевременные меры в случае отклонения показаний КИА от расчетных величин позволили избежать аварийных ситуаций в период проведения работ.

Строительство ГАЭС Казуногава было начато в 1993 г., а первый агрегат был сдан в эксплуатацию в 1999 г.

В настоящее время в Японии возводятся еще две крупные подземные ГАЭС — Канагава (2 700 МВт) и Омаругава (1 200 МВт).

В отличие от США и стран Западной Европы строительство подземных хранилищ для нефти в Японии началось только во второй половине 80-х. Здесь длительное время опасались негативных последствий экологического плана от землетрясений. К настоящему времени находятся в эксплуатации 3 подземные нефтехранилища объемом 1,5–2,0 млн м³ каждое. Они, как правило, представляют собой несколько (8–12) параллельно расположенных протяженных (длиной 300–550 м) выработок с площадью поперечного сечения 350–500 м². Обычная крепь таких выработок — пассивные анкера длиной до 6 м и набрызг-бетон толщиной 10–20 см. На рис. 4 показано сечение подземной камеры нефтехранилища Куджи.

Необходимо отметить, что Япония является мировым лидером по общему количеству изго-

товленных проходческих щитов различных типов. Тем не менее, доля горных тоннелей, пройденных с использованием ТВМ, в Японии значительно ниже, чем в большинстве европейских стран. Проходческие щиты широко используются при строительстве тоннелей в городах, в то время как при сооружении их в скальных породах в горных регионах традиционно более широкое применение находит буровзрывной способ.

Первое использование ТВМ для проходки тоннеля (гидротехнического) было осуществлено еще в 1964 г. Тем не менее, до второй половины 1980-х гг. считалось, что сложные и переменчивые горно-геологические условия, характерные для горных тоннелей Японии, являются неподходящими для ТВМ. Они целесообразны лишь для проходки пилот- или сервисных тоннелей, при железнодорожных и автодорожных тоннелях, а также гидротехнических. Лишь в настоящее время завершается подготовка к строительству двухпутного автодорожного тоннеля Хидака длиной 10,7 км, где будет использована ТВМ диаметром 12,8 м.

MT

Рис. 3. Поперечное сечение тоннеля Сейкан

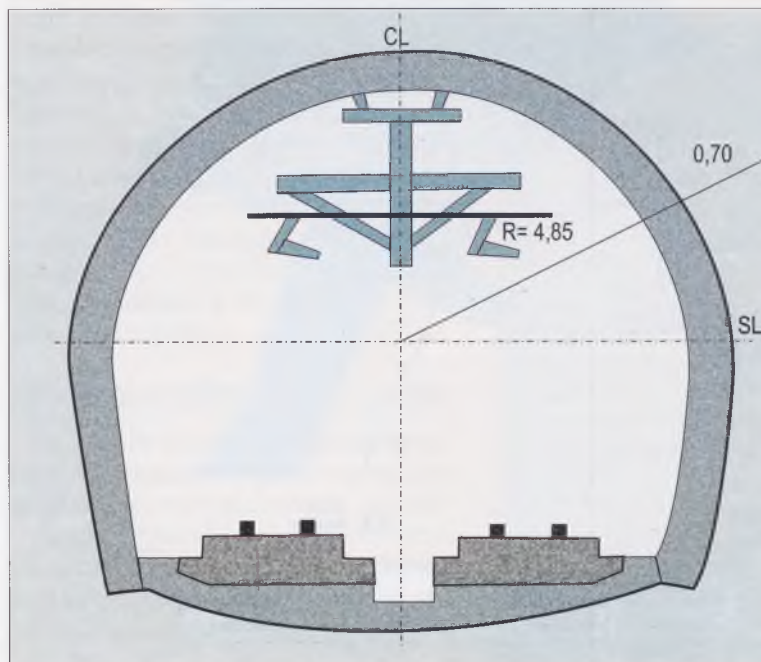
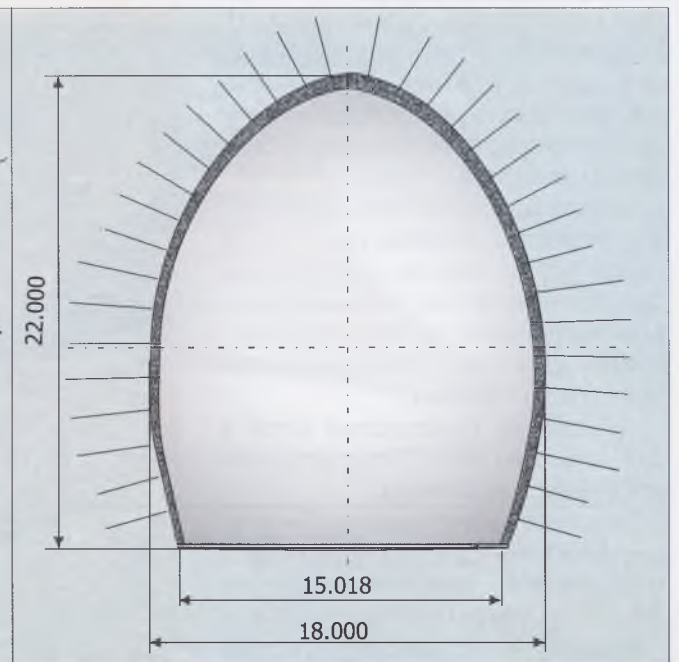


Рис. 4. Поперечное сечение камеры нефтехранилища Куджи



Тоннель под «домашней» горой жителей Цюриха

Сооружение тоннеля Ветлиберг

По результатам командировки в Швейцарию



В. А. Гарбер,

д. т. н., НИЦ ТМ ЦНИИС

Г. И. Плотников,

инженер НИЦ ТМ ЦНИИ

Общее описание проекта Краткий географический обзор

Сооружение Западного обхода Цюриха имеет огромное национальное и международное значение. Он соединит Готтардскую автомагистраль с дорогами A1 и A11.

11-километровая трасса Западного обхода Цюриха включает участки открытой автодороги и ряд тоннелей, из которых Ветлиберг длиной 4,4 км является самым протяженным.

Замысел защитников окружающей среды - скоростная и удобная транспортная связь, чтобы отвести напряженные транспортные потоки восточно-западного направления от города Цюриха - сейчас реализуется путем сооружения этого обхода (байпасса).

По прогнозу транспортный поток к 2010 г. составит около 70 тыс. автомобилей в обоих направлениях.

Тоннель Ветлиберг соединяет Бирмендорфский обход (№ 20.1.4) на западе с существующей скоростной автодорогой (№ 3) Цюрих-Чур на востоке.

Проектирование Западного обхода



Цюриха началось еще более 30 лет назад. После рассмотрения различных альтернативных маршрутов и внесения других изменений в проект в результате возражений Федерального правительства, был выбран данный вариант. Строительство началось в 1995 г. Общая длина автодороги 10,6 км, включая 8,4 км тоннелей. Подготовительные работы на тоннеле Ветлиберг развернулись в 1998 г.

Он включает 2 параллельных тоннеля, каждый по 4,4 км, которые проходят с уклоном 1,6% между пригородами Южного Цюриха (Брунау) и Западного Цюриха (Филдерен) через горы Ветлиберг и Эттенберг. Между этими двумя горами в долине Реппиш размещается Реппишская долинная вентиляционная станция в виде выработки открытого способа работ длиной около 230 м.

Здесь находятся 3 дорожных пересечения для разминировки транспорта в случае каких-либо инцидентов (несчастный случай, пожар и т. п.). Два пересечения расположены в порталах, а третье - под землей в районе Реппишской долиной вентиляционной станции.

Сами тоннели также имеют поперечные сбойки через каждые 300 м для соединения двух выработок. Каждая третья сбойка может быть использована автомобилями. Оба тоннеля имеют систему СОС и пожарные убежища через каждые 150 м.

На участке Эттенберг тоннели пересекают проходящий сверху на расстоянии только 4-7 м тоннель Лэндикон на ж.-д. линии Цюрих-Цуг.

Подземная вентиляционная станция соединена с вытяжной галереей (поперечным сечением около 50 м²) через вертикальную шахту (поперечным сечением 47 м²) с вытяжной трубой на горе Эттенберг. Тоннель полностью проветривается через подземную Реппишскую вентиляционную станцию, от которой выхлопные газы удаляются через гору Эттенберг. Станции расположены на западном и южном порталах тоннеля Ветлиберг. Здесь располагаются сервисные службы.

Вода из реки Реппиш, которая пересекает выработку, будет пропускаться через акведук (мост с решетчатыми фермами) сверху выработки в течение всего строительного периода.

Организация работ. Инфраструктура

На строительстве тоннеля Ветлиберг будет использовано около 1,7 млн м³ привозных и местных материалов. Железнодорожные грузовые склады расположены на западной и южной сторонах. Последний должен быть возведен одновременно со строительством тоннеля Ветлиберг и



Портал Ганзило

новой линии Цюрих - Зелвил.

Около 70% грунта - 1,2 млн м³ - будет разработано при вскрытии выработки в долине Реппиш и при прокладке тоннелей, которые начнутся в этом месте. Его будут транспортировать системой ленточных конвейеров к грузовому складу железной дороги в Фидерене около окраины Западного Цюриха. Обратно на том же ленточном конвейере подаются компоненты для производства бетона в долине Реппиш.

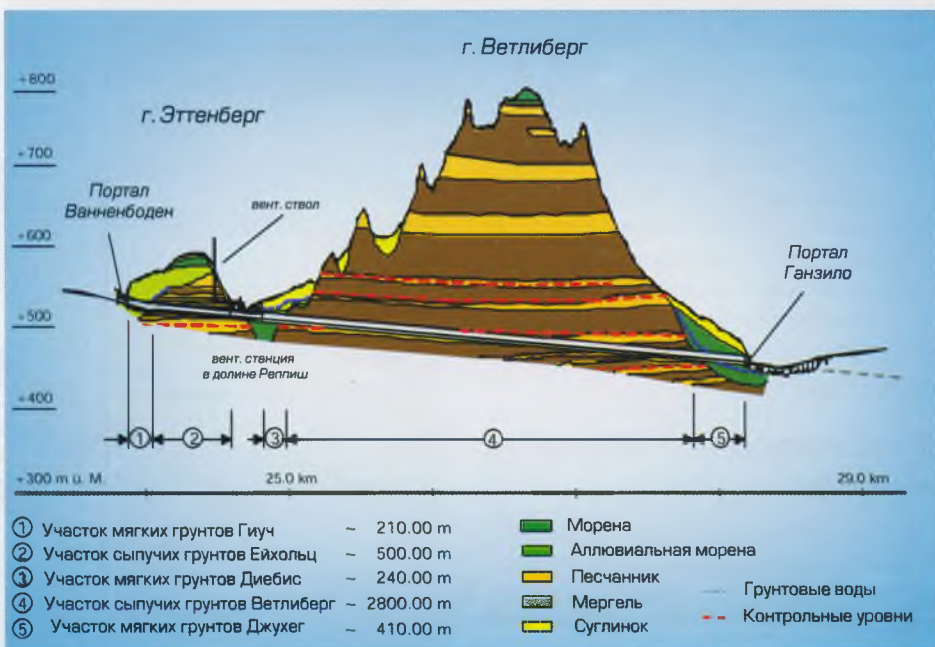
Поскольку между долиной Реппиш и складом железной дороги в Фидерене находится гора, для ленточного конвейера предполагается построить транспортный тоннель длиной около 550 м (70 м в мягких грунтах и 480 м проходкой с помощью ТБМ диаметром 3,7 м).

Краткое изложение геологической обстановки

С запада на восток тоннель Ветлиберг проходит через 2 параллельные горы: Эттенберг и Ветлиберг. Ядро обеих гор состоит из горизонтально залегающих пластов сыпучих грунтов с напорной грунтовой водой. Перемежающие пласты твердого песчаника и мягкой известковой глины типичны для этого массива. Так же имеют место вторичные, промежуточные типы глинистых песчаников, твердые аргиллиты и песчаные глины.

Максимальная глубина заложения тоннеля приблизительно 320 м. Прогнозируемый уровень грунтовых вод очень низкий.

Продольный геологический профиль



Этот участок, находящийся у западного портала в Ванненбодене, проходит через очень разнородные конечные морены, называемые Веттсвилским мореным комплексом. Он содержит пластичную глину и гравелистый песок. Уровень грунтовых вод возрастает от центра тоннельного профиля в начале до свода тоннеля в восточном направлении.

На восточной стороне выработки открытого способа работ в Реппиш, залегают коренные моренные отложения с наклонным простираем. Включения различного размера могут встретиться в основании морены, например, камни и скальные выходы. На участке мягких грунтов в Диебис все поперечное сечение тоннеля обводнено.

Поперечное сечение тоннеля

Сечение тоннеля разделено на 3 части:

- проезжая часть;
- вытяжной воздуховод, отделенный от проезжей части подвесным потолком;
- нижние сооружения со служебным коллектором.

Поперечное сечение на участке сыпучих грунтов в Ветлиберге имеет ширину 14,4 м и высоту 14,2 м. Площадь забоя около 160 м². Подковообразное поперечное сечение запроектировано размерами 14,5-14,7 м в ширину и 12,5-12,7 м в высоту. Площадь забоя 143-148 м².

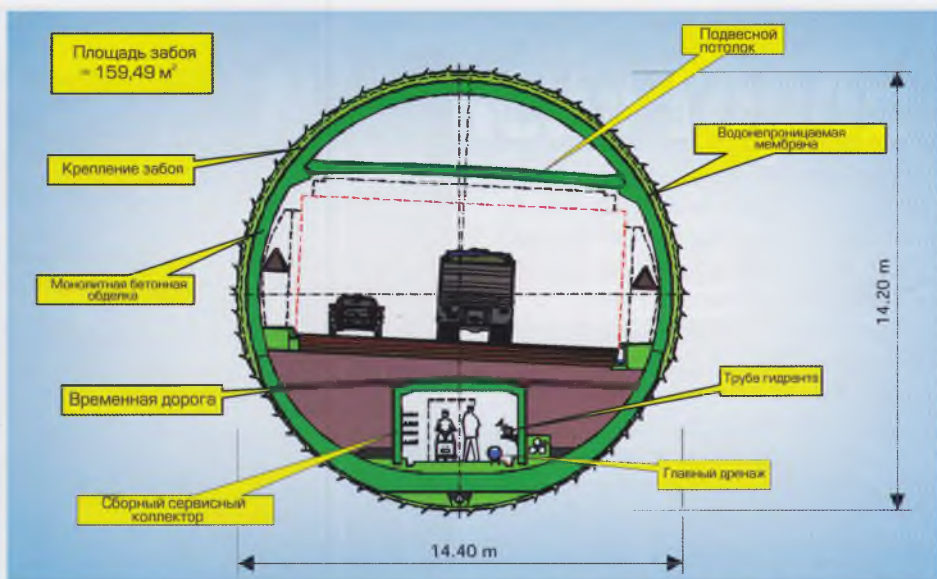
Каждый тоннель имеет 2 пешеходных прохода и основное покрытие с общей шириной проезжей части 10,5 м. Уклон равен 2,5% на прямой и до 5% на кривой. Здесь есть проходы для пешеходов шириной 1 м на обеих сторонах проезжей части и прорезные каналы для дренажа и вывоза мусора.

В служебном коллекторе проложены: труба пожарного гидранта, основная дренажная труба проезжей части и электро-механическое оборудование.

Обделка всех тоннелей - двухслойная с замкнутой гидроизоляцией. Она осуществляется путем нанесения под давлением гидроизоляционного слоя в мягких грунтах и на участке сыпучих грунтов Эйхольц и путем дренирования (безнапорного) в почти сухом сыпучем массиве участка Ветлиберг, так как он расположен выше уровня напорной грунтовой воды.

Функционирование тоннельной вентиляции

Используется система продольной вентиляции. В нормальном режиме предусмотрено однопутное движение в обоих тоннелях.



Поперечное сечение на участке сыпучих грунтов

Воздушный поток генерируется естественным поршневым действием автомобилей. Выхлопные газы из тоннеля Чур, которые поступают с востока, выдуваются свободно через портал.

При пробках или пожарах выхлопные газы удаляются через отверстия в подвесном потолке каждого тоннеля и через портал, и отводятся вентиляционной станцией в долине Реппиш к вентиляционной шахте в Эйхольце и далее к вентканалам.

На западном портале осуществляется постоянная вытяжка тоннельного воздуха от верхней части тоннеля Базель, чтобы избежать загрязнения окружающей среды.

Выхлопные газы из него таким образом собираются на вентиляционной станции в долине Реппиш и на западном портале удаляются через вытяжную вентиляцию.

Стоимость

Общая стоимость тоннеля Ветлиберг составила 1,12 млрд швейцарских франков (исключая вспомогательные сооружения на востоке и западе).

Собственно тоннельные сооружения, включая поверхностные, порталные и вентиляционную станцию, оцениваются в 710 млн швейцарских франков.

Программа строительства тоннеля Ветлиберг

Структура работ по сооружению Ветлибергского тоннеля была предъявлена для публичного тендера в конце сентября 1999 г.

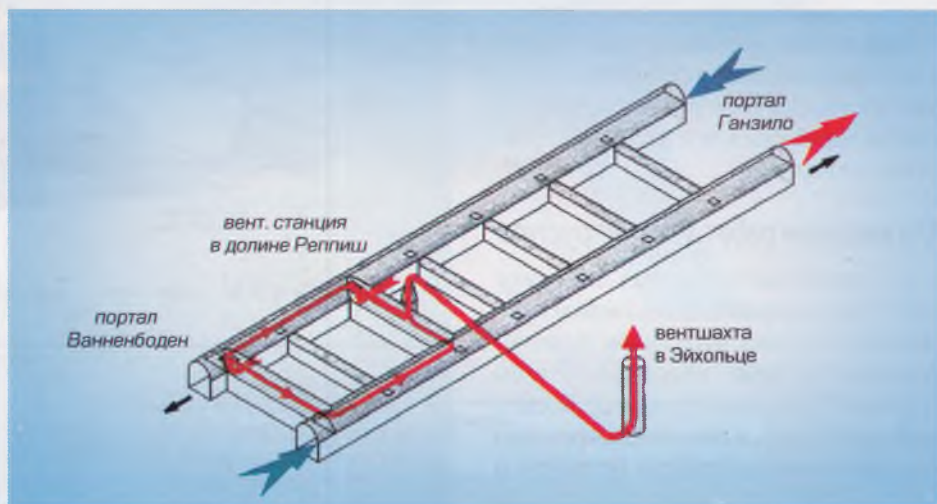
Основные тоннельные работы были поручены объединенной компании в Утели в сентябре 2000 г. с тем, чтобы дать ей возможность начать строительство по графику весной 2001 г. Начало строительства транспортного тоннеля было приурочено к 2000 г.

Техническая комиссия приема тоннеля ожидается в 2008 г., на 2 года раньше, чем планировалось ранее.

Сооружение тоннеля

Ветлибергский тоннель длиной 4,4 км будет проходить с трех различных

Нормальный режим тоннельной вентиляции



стартовых точек. Участок мягких грунтов в Гиуче (2 тоннеля по 210 м) на западе будет сооружаться под уклон от выемки Ванненбоден посредством разработки ядра и монтажа стального крепления до участка разлома в Эйхольце (зафиксированная ежедневная скорость - 1,4 м за рабочий день).

Несколько крупномасштабных закрепляющих мероприятий будут необходимы для проходки в этих грунтовых условиях, они являются геотехнически чрезвычайно трудными (инъектирование, водопонижение, предварительные дренажные скважины и т. п.).

При разработке грунта крепь включает в себя стальные сегменты-арки (балки НЕМ-180 через 1 м по осям) и 25-см слой сталефиброторкретбетона.

Участок разлома в Эйхольце (2 тоннеля по 500 м) будет разрабатываться буровзрывным методом поэтапно: свод, ядро и обратный свод. Крепление скального грунта, в общем, будет включать торкретбетон по стальной сетке и анкеры.

На критических участках, особенно под тоннелем Лэндикон, применяется специальная стальная крепь. Проходка двух автоторральных тоннелей в долине Реппиш ожидается в период с июля 2003 г. по апрель 2004 г.

Центральный участок

От выработки в долине Реппиш (общий объем грунта 270 тыс. м³, 1 тыс. анкеров, 3,1 тыс. м пробуренных скважин - с завершением к 2003 г.) тоннель пройдет под уклоном под горой Ветлиберг к южной окраине Цюриха.

Начиная с марта 2001 г., две тоннельные выработки (2 x 240 м) будут первыми пройдены на участке мягких грунтов в Диебисе методом центрального ядра. Как только северная выработка (тоннель Базель) достигнет участка скальных пород будет задействована тоннелепроходческая машина (ТБМ диаметром 5 м) для сооружения пилот-тоннеля на участке разлома Ветлиберг (2,8 тыс. м). ТБМ поднимут на поверхность и переместят на вторую выработку на участке мягких грунтов в Диебисе.

В период проходки ТБМ северной выработки диаметром 5 м, тоннельный буровой комплекс (ТБЕ) с расширительной системой резцов будет смонтирован в конце участка мягких грунтов в Диебисе (варьирование диаметра резания от 14,2 до 14,4 м). ТБЕ предназначен для расширения северной выработки до полного поперечного сечения.

Крепление выработки включает в себя торкретбетон по металлической сетке и анкера. Затем будет устроен обратный



Отведенное русло реки Реппиш в новом месте

свод и служебный коллектор (предварительно смонтированный) и произведена засыпка лотковой части подготовленным сыпучим материалом.

Участок мягких грунтов в Джучеге планируется проходить на уклон (подъем) от южной окраины Цюриха методом, аналогичным примененному на западном участке (метод центрального ядра). Обе тоннельные выработки будут закончены к середине 2003 г. Постоянная обделка на этом участке, включая подвесной потолок и порталные сооружения, будет завершена к концу 2004 или 2005 гг.

На первых 70 м забоя тоннеля должна быть смонтирована трубчатая опорная система (6-дюймовые трубы длиной по 12 м) в добавление к стальным кружалам на других участках мягких грунтов.

Экологические мероприятия

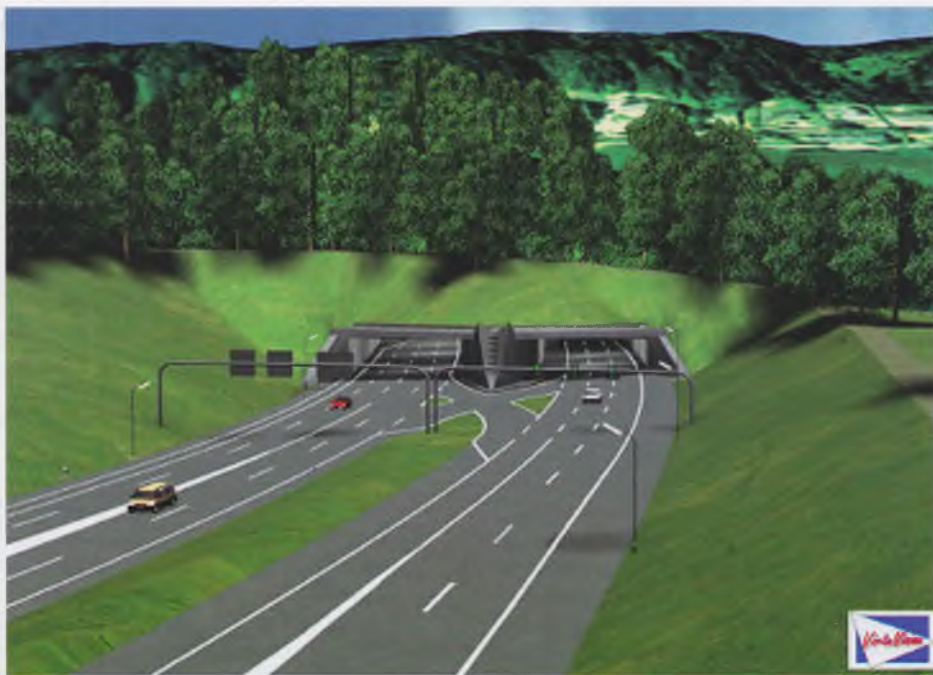
В период проведения работ особое внимание должно уделяться защите ландшафта, аспектам защиты окружающей среды и почвы от загрязнения.

В Лэндиконе, например, сохранение коридоров естественной природы вдоль реки Реппиш и ее притоков. Для этой цели предполагается устроить наблюдательные биологические вышки, с целью наблюдения за изменениями местной "дикой" жизни.

Русло реки Реппиш было отведено к акведуку. От его конца, совершенно в новом направлении, уже прорыт канал с водным потоком низкого уровня для обеспечения сохранности ландшафта. Когда строительство завершится, река будет возвращена в первоначальное русло.



Реконструкция вида готового западного портала





**В.П. Абрамчук, А.Ю. Педчик,
Г.В. Додонов, В.В. Шипицын,
В.К. Симбирев, Н.В. Баранов,
инженеры ФГУП УС-30**

Необходимость строительства тоннеля продиктована внутригородскими социальными экологическими факторами (обеспечение транзитного проезда за пределами города, перераспределение автомобильной нагрузки в черте города).

Прокладка четырехполосного двухсекционного автодорожного тоннеля протяженностью 1,25 км в створе мостового перехода через р. Уфу ведется Горно-строительным комплексом Строительно-монтажного управления – 680 (ГСК СМУ-680) Федерального Государственного Унитарного Предприятия Управления Строительства – 30 (ФГУП УС-30).

Изыскания, проведенные на стадии ТЭО строительства тоннеля, показали, что в геологическом строении грунтового массива по оси трассы до глубины 90 м принимают участие отложения четвертичного неогенового и пермского возрастов, представленные суг-

линками, глинами, известняками, мергелями, гипсами. Район прохождения трассы приурочен к антиклинальной структуре с развитыми карстово-суффозионными процессами.

Инженерно-геологические изыскания на стадии проектирования выполнялись трестом «Зап Урал ТИСИЗ» по заданию проектного бюро № 1 ФГУП УС-30.

Целью их являлись детализация инженерно-геологических условий сооружения тоннеля, выявление и прогноз развития процессов, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатации, а также выбор эффективных способов проходки, типов временного крепления и постоянной обделки.

В процессе изыскания было пробурено 1300 м разведочных скважин. Проведены лабораторные определения физико-механических свойств грунтов, гидрогеологических опробований в скважинах, геофизические работы. Результаты изысканий показали значительную неоднородность геологического строения, гидрогеологических условий, физико-механических свойств грунтового массива.

Население Уфы, столицы Башкортостана, превысило 1 млн. человек. Это крупнейший промышленный, административно-хозяйственный, научный и культурный центр республики.

Город расположен на правом высоком берегу р. Белой при впадении в нее р. Уфы. Основная его часть находится между реками, занимаемая территорию так называемого Уфимского полуострова.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

Глины, залегающие в верхней части разреза, полутвердой консистенции, зонально увлажненные, пластичные. По СНиП II-15-74 эти грунты к набухающим не относятся. В толще глин имеются маломощные прослои алевролитов, доломитов и мелкого глинистого песка. Глины в обнажении склонны к отслоению и обрушению.

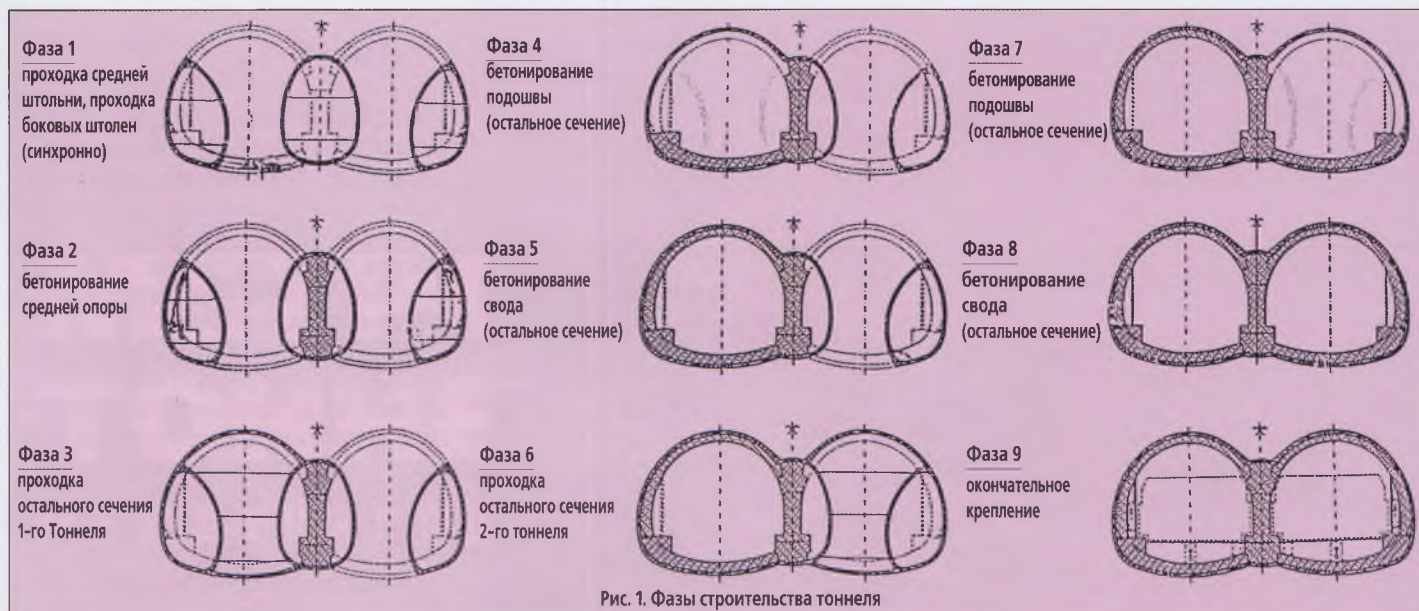
Ниже по разрезу залегают переслаивающиеся мергели, известняки, глины. Мергели, известняки трещиноватые, сильнотрещиноватые, щебенистые, выветрелые. Для толщи характерно линзовидное распространение литологических разностей.

На значительном протяжении тоннель будет проходить в этих породах ниже уровня грунтовых вод.

Гидрогеологические условия грунтового массива характеризуются наличием водоносного горизонта, имеющего сложную гидравлическую связь со всеми литологическими разностями пород. Питание подземных (грунтовых вод) носит инфильтрационный характер (за счет выпадения атмосферных осадков). Уровень грунтовых вод, прослеженный в скважинах в периоды с октября по декабрь, находился на отметках 14-36 м от дневной поверхности; что соответствует глубинам, ниже которых находится область постоянного обводнения пород. водоносными являются трещиноватые мергели, доломиты, имеющие протяженное слоистое залегание.

По значениям коэффициента фильтрации грунты относятся к слабопроницаемым. при этом водообильность отдельных слоев может быть значительной.

Согласно СНиП 2.03. II-85 воды, залегающие выше гипсовой толщи, по отношению к бетону не агрессивны.



ОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕЛЬСТВА АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В Г. УФЕ

Анализ всей имеющейся инженерно-геологической информации позволяет отнести грунтовый массив по трассе тоннеля к категории со сложными горно-геологическими условиями. Они определяются низкой структурной прочностью, высокой деформируемостью, сильной трещиноватостью, выветрелостью грунтов. В зонах распространения грунтовых вод гидростатическое и гидродинамическое давление дополнительно усложняют горно-геологические условия.

Выше перечисленные обстоятельства определили направление поиска наиболее технологически рационального, экономически целесообразного и в большей степени безопасного метода ведения горнопроходческих работ. Для решения этих задач ФГУП УС-30 по согласованию с кабинетом министров республики Башкортостан через Тоннельную ассоциацию России вышло на сотрудничество с фирмой "Бетон Унд Моньербау" из Инсбрука (Австрия), имеющей большой опыт проектирования и строительства тоннелей различного назначения, в том числе в слабых грунтах. Эта фирма предложила вести прокладку тоннеля с применением НАТМ (новоавстрийский метод проходки тоннелей). Результатом сотрудничества с фирмой "БУМ" стала разработка аванпроекта и детального проекта строительства автодорожного тоннеля в г. Уфе.

В аванпроекте были представлены основные параметры строительства:

- статические расчеты обделок и уточненное сечение тоннеля;
- концепция разработки забоев, временно-го крепления и бетонирования обделки;
- укрупненный план работ с важнейшими этапами их выполнения;

- выбор основного импортного горнопроходческого оборудования;

- предварительный план (график) производства работ.

В детальном проекте разрабатывается рабочая документация, технология и организация работ. Сущность метода заключается в этапной проходке тоннеля, которая состоит из 9-ти фаз (рис. 1).

На первом этапе ведется сооружение двух боковых и средней штолен. последняя проходится с опережением по времени и предназначена для возведения средней опоры тоннеля.

На втором – разрабатывается основное сечение тоннеля путем поглощения штолен и возведения постоянной бетонной обделки. В качестве временного крепления используется набрызгбетон по металлической сетке в сочетании с анкерами или арочными конструкциями в зависимости от инженерно-геологических условий (рис. 2). Технология проходки этим методом предусматривает принцип допуска деформаций контура штольни до определенных значений на первом этапе, согласно проекту, путем использования системы податливой крепи с последующей разработкой мероприятий по их

Рис. 2. Штольня "Северная" с НБ крепью





Рис. 3. Разработка тоннеля открытым способом

стабилизации. Весь процесс производства работ сопровождается постоянным геотехническим (маркшейдерским) контролем над деформациями.

Строительство тоннеля началось открытым способом - разработкой котлована (рис. 3). Он пройден в суглинках, неустойчивых в откосах. Для обеспечения устойчивости бортов проводилось их закрепление глубокими анкерами (14 м) с помощью подпорных бетонных плит. Далее работы ведутся двумя параллельными штольнями "северная" (боковая) и "средняя" (в настоящее время пройдены более 200 м каждая) проходческими комбайнами 1-ГКПС с использованием погрузочно-доставочных машин ПД-8.

Штольни на всем протяжении пройдены в глинах и находятся выше уровня водоносного горизонта, в области аэрации и капиллярного увлажнения грунтов. Глубина заложения выработок в призабойной части составляет 21 м. Создание выемочного пространства, которым являются штольни, привело к раскрытию во времени тонких, сомкнутых трещин в глинах твердой, полутвердой консистенции. Это обусловило возникновение на отдельных участках начального напорного градиента и фильтрации вод, находящихся в статическом состоянии, аккумулированных в окружающем штольни грунтовом массиве. Напор возникает под влиянием гидростатического давления из-за разности уровней грунтовых вод, гидравлически взаимосвязанных между собой по тонким трещинам. Однако движение воды в глинистых грунтах может происходить и под влиянием капиллярных сил, развивающихся на поверхности раздела воздух-вода. Фильтрация в штольни привела к увлажнению глин законтурного массива на отдельных участках до состояния пластичной консистенции. Процесс увлажнения сопровождался снижением структурной прочности глин.

Под воздействием гравитационной (вертикальной) нагрузки от вышележащей толщи пород развились процессы ползучести, передавшие значительную часть вертикальной нагрузки, в виде бокового давления, на крепь проходимых штолен. Деформации законтурного массива грунтов вызвали нарастающие смещения арочной крепи в стенках штолен с образованием трещин в набрызгбетонном покрытии. По трещинам наблюдался капез, слабое струение воды. По истечении двух недель после вскрытия массива штольнями максимальное смещение арочной крепи в направлении сближения стенок достигло предельно-допустимых значений, предусмотренных проектом (при средних значениях около 150 мм). Эти обстоятельства потребовали принять срочные технологические решения по снижению и стабилизации деформаций.

Рис. 4. Порталы "Северной" и "Средней" штолен



Проектом строительства автодорожного тоннеля предусмотрено сооружение ствола тоннеля вспомогательного и вентиляционного. Ствол глубиной 56 м пройден в переслаивающихся мергелях, доломитах выветрелых, трещиноватых, сильнотрещиноватых локально смятых в складки, с тонкими прослоями глин. Водопроявлений на всем протяжении ствола практически не наблюдалось. Инженерно-геологические условия по его оси были благоприятные.

Вентиляционный тоннель, глубина заложения которого от дневной поверхности составляет 46 м, проходится комбайном 1-ГКПС от ствола в два этапа. На первом сооружена подсводная часть на всю длину (100 м) до сопряжения с проектным контуром автодорожного тоннеля. Проходка велась в тех же породах, что и ствол.

На всем протяжении наблюдались участки с пликтивной (складчатой) структурой пород. Гидрогеологические условия были благоприятные. Водопроявлений не наблюдалось. Подсводная часть в процессе работ закреплялась арками. При проходке свода вблизи сопряжения с проектным контуром автодорожного тоннеля вскрылась зона выветрелых, раздробленных мергелей, с глинистым заполнителем. Здесь произошло значительное отслоение пород. Принятыми технологическими мероприятиями свод был закреплен арками и забетонирован.

Из вышеизложенного видно, что грунтовый массив, имеющий неоднородное строение, обуславливает неоднородность его свойств и состояния. При этом горно-геологические условия меняются от благоприятных до крайне сложных.

Проблемы водопонижения, водоотвода в горных выработках являются актуальными. Строительство тоннелей в слабых неоднородных породах, неравномерно обводненных, требуют проведения детальных изысканий, удовлетворяющих условиям технологии и производства работ.

МТ

При поддержке:

Управления городским электрическим транспортом и метрополитеном
Министерства Транспорта РФ, "Тоннельной ассоциации России".

Информационные спонсоры: журналы "Метро и тоннели",
"Подземное пространство мира", "РОБТ".

В программе: конференции "МЕТРОПОЛИТЕН 2002",
"ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР НА ТРАНСПОРТЕ"



МЕТРО & ТОННЕЛИ 2002

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



Оргкомитет:

(095) 248-1010

(095) 248-6752

(095) 248-3300

www.interbusinessmedia.com

10 - 13 ИЮНЯ 2002

Всероссийский Выставочный Центр

Пав. № 20

- Проектирование и строительство метрополитена
- Эксплуатация и оборудование для метрополитена
- Гидроизоляционные материалы и работы
- Прокладка тоннелей для различных целей



Метро
Тоннели



Взаимное влияние режимов вентиляции станций линии метрополитена

А. М. Красюк,

д-р техн. наук, старший научный сотрудник ИГД СО РАН

И. В. Лугин,

инженер ИГД СО РАН

А. Н. Чигишев,

гл. инженер Энергомеханической службы Новосибирского метрополитена

Тоннельная вентиляция является основным звеном системы жизнеобеспечения метрополитенов. К ней предъявляются требования, нормируемые СНиП «Метрополитены» как по созданию комфортных параметров воздушной среды, так и по обеспечению условий безопасной эвакуации пассажиров и обслуживающего персонала при чрезвычайных ситуациях. Институт горного дела Сибирского отделения РАН (ИГД СО РАН) совместно с Новосибирским метрополитеном ведут исследования по совершенствованию системы вентиляции и поиску оптимальных режимов работы вентиляторов. Для достижения этих целей, разработана математическая модель вентиляционной сети правобережной части Новосибирского метрополитена. Она включает в себя: 9 станций, 8 перегонных вентиляционных камер, 9 станционных и 1 венткамеру в тупике. Схема сети приведена на рис. 1. В ней задействованы 34 вентилятора ВОМД-24 и ВОМД-24а мощностью от 45 до 70 кВт. Вентиляционная сеть метрополитена представляет собой связанную систему с существенным влиянием работающих агрегатов на параметры воздушного потока в разных точках сети. Поэтому для обоснования оптимальных режимов работы вентиляторов поставлена задача по исследованию количественных зависимостей взаимного влияния вентиляционных режимов на станциях линии метро.

Моделирование проводится с помощью вычислительного пакета для расчета воздухораспределения в сетях горных выработок шахт и рудников. Он разработан в ИГД СО РАН и позволяет проводить численные эксперименты по исследованию штатных и аварийных режимов проветривания.

Программа численных экспериментов предусматривала установление зависи-

мости расхода воздуха на пассажирских платформах станций Ленинской линии от изменения производительности в 3-х характерных вентиляционных камерах – «источниках возмущений»:

ст. «Засельцовская» – как тупиковая;

ст. «Площадь Ленина» – на середине линии;

ст. «Речной вокзал» – как ближайшая к выходу в атмосферу (метромосту).

Результаты экспериментов приведены на рис. 2.

Исследования показали, что максимальное влияние на вентиляционный режим соседних станций оказывает изменение производительности вентилятора на тупиковой станции. Чем ближе находится источник возмущений к выходу в атмосферу (в данном случае к метромосту), тем меньше его влияние на вентиляционный режим линии. Этот факт доказывает, что топология вентиляционной сети существенно влияет на параметры проветривания станций. В вычислительных экспериментах изменение топологии правобережной части Новосибирского метрополитена моделировалось путем «закрывания» и «открывания» портала ветки в электродепо, которая также является выходом в атмосферу. Результаты исследований представлены на рис. 3б.

Для проверки адекватности полученных результатов был проведен эксперимент в натурных условиях для определения изменений расхода воздуха на стан-

циях. Он осуществлялся в ночное время, с целью исключения влияния «поршневого эффекта» от движущихся поездов, при следующих условиях:

- пешеходные переходы на станциях закрыты;
- портал в электродепо открыт;
- вентиляторы в камерах отключены, шибберные аппараты у неработающих вентиляторов закрыты;
- источник возмущения – вентиляционная камера на станции «Засельцовская»;
- точки замера расхода воздуха находились на ст. «Площадь Ленина» и «Красный проспект» в тоннелях на расстоянии 40 м от платформы.

Максимальное расхождение результатов численного и натурного экспериментов не превысило 12%. Величина отклонения достаточно мала, носит постоянный характер и объясняется погрешностями при моделировании сети и аппроксимации аэродинамических характеристик вентилятора ВОМД-24.

Следует отметить, что реальная вентиляционная сеть представлена ориентированным связным графом, к особенностям которого относится большое число открытых параллельных соединений ветвей. Так как размерность полного графа исследуемой вентиляционной системы составляет около 350 узлов и 500 ветвей, расчет воздухораспределения возможен лишь численными методами с применением ЭВМ. Результатам такого расчета органически свойственны недостат-

Рис. 1. Схема вентиляции правобережной части Новосибирского метрополитена



ки, которые затрудняют получение общих закономерностей для всех метрополитенов, подобных Новосибирскому (мелкого заложения). К этим недостаткам относится привязанность модели к конкретной реальной сети с ее специфическими, присущими только ей особенностями.

Для исследований обобщенной сети потребовалось провести упрощение модели исходной вентиляционной сети, в результате чего выделены три типа ветвей с одинаковым аэродинамическим сопротивлением:

- полуперегон;
- перегонная венткамера с неработающими вентиляторами;
- пешеходные пути на станции.

При расчете аэродинамических сопротивлений этих ветвей использованы усредненные значения для соответствующих участков вентиляционной сети станций и тоннелей Новосибирского метрополитена.

Полученная упрощенная модель была скомпонована из блоков «полуперегон - станционная венткамера - полуперегон - станция» (рис. 3а). Эта модель вентиляционной сети может представлять линию с любым количеством станций и легко поддается исследованию.

При создании такой модели были приняты следующие допущения:

- режим работы вентиляции соответствует используемому в настоящее время в Новосибирском метрополитене: станционные вентиляторы работают на вытяжку, перегонные отключены, их шиберные аппараты открыты;
- режим работы вентиляторов - не источников возмущения - не зависит от режима работы вентилятора - источника возмущения, что позволяет не учитывать их на схеме и в расчете;

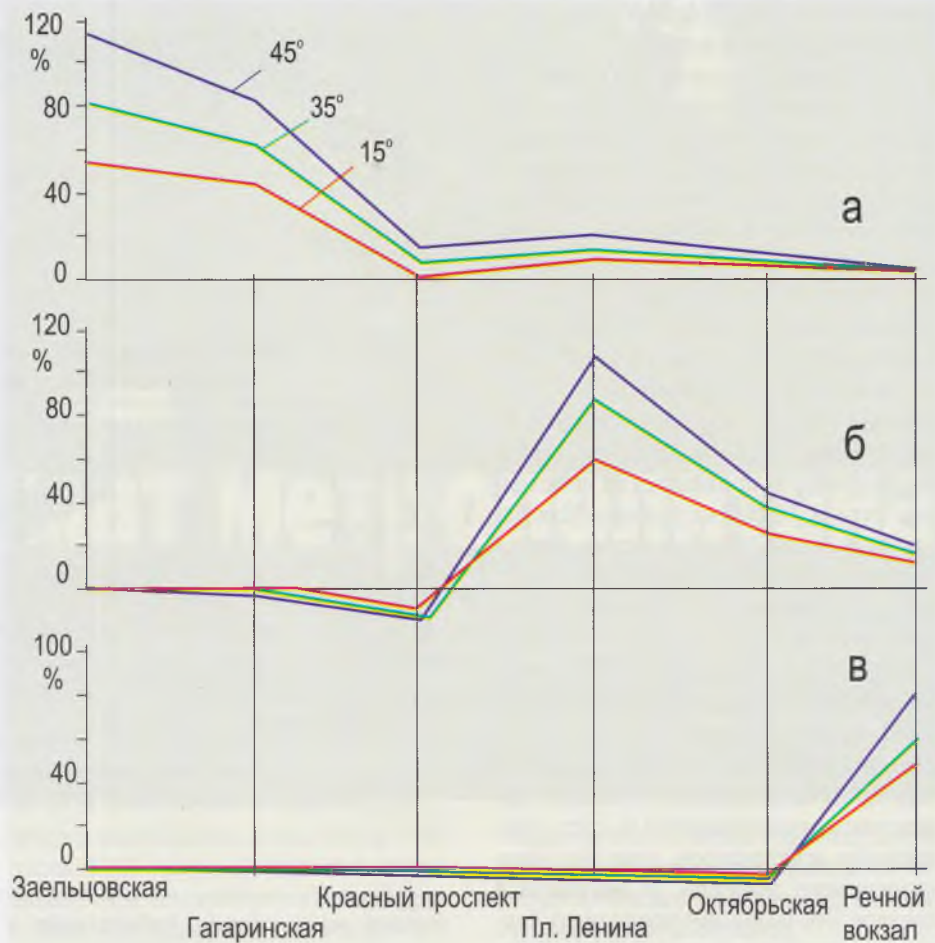
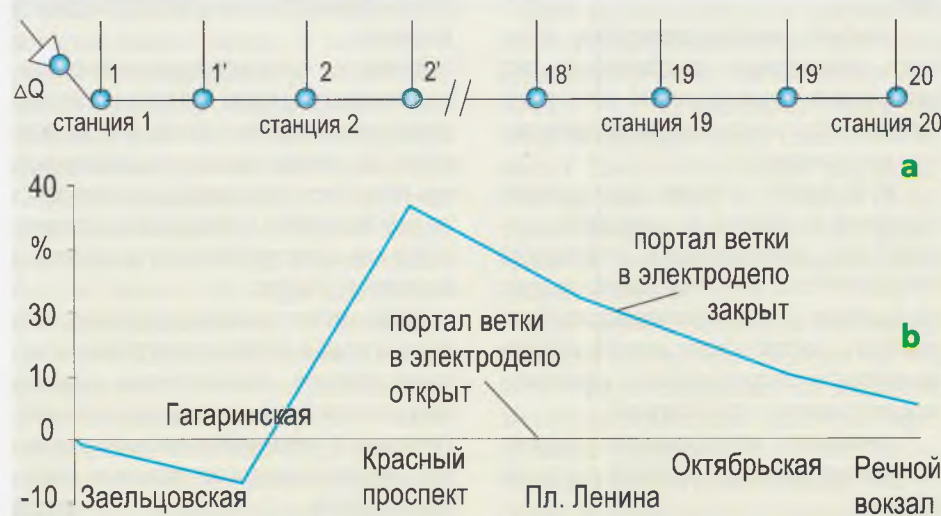


Рис. 2. Изменение расхода воздуха на пассажирских платформах станций Ленинской линии при изменении угла установки лопаток рабочего колеса вентилятора от 15 до 45° в вентиляционных камерах: а - на станции «Заельцовская»; б - на станции «Площадь Ленина»; в - на станции «Речной вокзал»

- рассматриваемая линия с обеих сторон ограничена тупиками.

Для выявления общих закономерностей воздухораспределения в протяженной сети были рассмотрены модели линий метро, состоящие из 5-20 станций. Режим работы вентилятора изменялся на станции № 1, а изменение расхода в вентиляционной камере - источнике возмущения - осуществлялось в диапазоне 0-100 м³/с.

Рис. 3. - Упрощенная расчетная схема вентиляционной системы линии метрополитена (а); - Изменение расхода воздуха на пассажирских платформах станций Ленинской линии при закрытии ворот портала ветки в электродепо (б)



Проведенные исследования позволили установить общие закономерности изменения расхода воздуха на пассажирских платформах станций одной линии метрополитена от изменения производительности агрегата в венткамере - источнике возмущений. Анализ полученных зависимостей показывает, что при расчете вентиляционной системы станций следует рассматривать участок сети, включающий 5 соседних станций. Это позволит учесть взаимное влияние режимов работы вентиляторов и обеспечить погрешность расчетов в пределах 10%. В СНиП 32-08 «Метрополитены» рекомендуется при проектировании принимать за расчетные участки вентиляционной системы либо между осями соседних станций, либо между осями вентиляционных камер на смежных перегонах.

Исследования показали, что такой упрощенный подход к выбору расчетного участка тоннельной вентиляции приводит к большим погрешностям, обусловленным существенным взаимным влиянием режимов работы вентиляторов и топологией вентиляционной сети.

Используя принципы построения данной модели, можно рассчитать взаимо-

влияние не только на одной линии, но и на пересекающихся линиях.

Исследования воздушных потоков в ветвях вентиляционной сети позволили выявить количественные соотношения между расходом воздуха в тоннелях и на пешеходных путях движения пассажиров. Вследствие практического постоянства значений сопротивления оставшейся части сети, соотношение количества воздуха, приходящего на станцию через пешеходные пути и через тоннели, также устанавливается постоянным до 5-ой станции (считая от границы линии метро), рис. 4а. При этом 25,6% от общего расхода воздуха приходится на пешеходные пути и 74,4% - на тоннели. Для Ленинской линии Новосибирского метрополитена распределение расхода воздуха, проходящего через станцию, показано на рис. 4б.

Анализ полученных результатов показал, что большая часть воздуха, проходящего через платформу станции, поступает через тоннель, а не через пешеходные пути. Следовательно, тоннели эффективно проветриваются за счет станционных вентиляторов, даже без учета «поршневого эффекта» от движущихся поездов. Это позволяет предложить технологическую схему проветривания метрополитенов, при которой перегонные вентиляторы в штатном режиме отключены, а станционные работают на вытяжку. При этом в перегонной венткамере устанавливается регулируемый клапан сечением не менее 9 м², заблокированный по управлению с вентиляторами. С его помощью создается «короткое замыкание» тоннель - атмосфера. Таким образом, в вентиляционной сети обособляется замкнутый контур «атмосфера - перегонная венткамера - полуперегон - станционная венткамера - атмосфера» с фиктивной замыкающей веткой - атмосферой. Этот контур будет иметь аэродинамическое сопротивление значительно меньше, чем в существующих сетях метрополитенов, что позволит обеспечить требуемый расход воздуха одним станционным вентилятором. Также можно будет снизить взаимное влияние режимов вентиляции соседних станций, и обоснованно ограничить расчетный участок при проектировании вентиляции метрополитенов с использованием данной схемы до отрезка между двумя соседними перегонными венткамерами. Включение перегонных вентиляторов потребуются только в аварийном режиме ЧС и ГО с одновременным закрытием регулируемого клапана. Требования, предъявляемые к аэродинамическим параметрам пере-

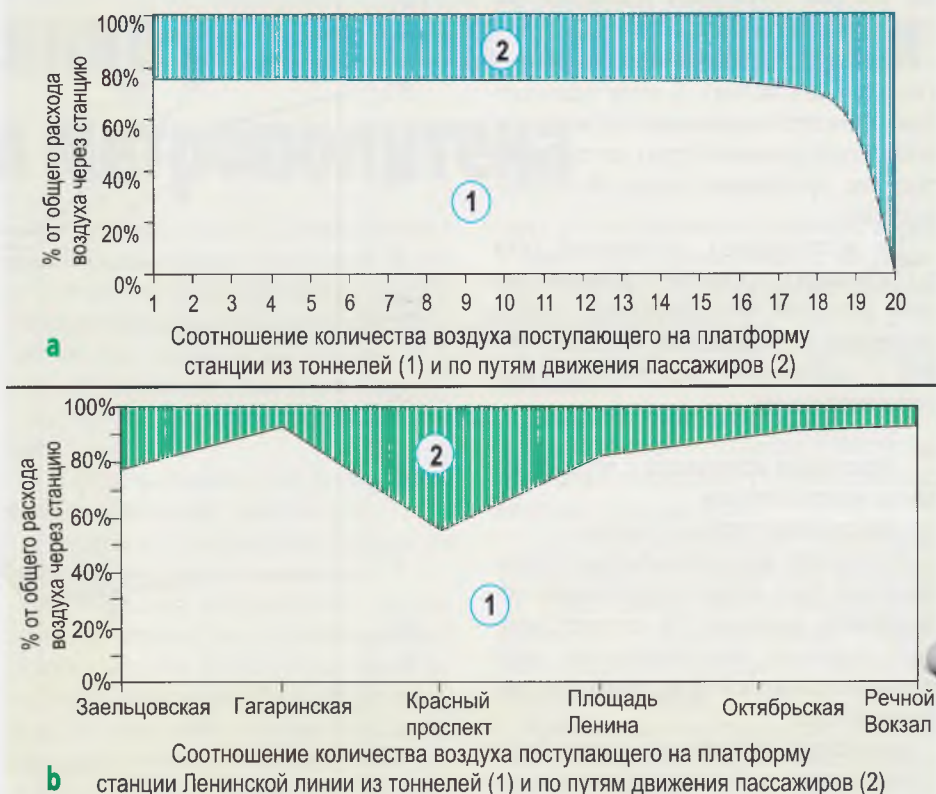


Рис. 4 а,б. Соотношение количества воздуха

гонных вентиляторов, работающих в аварийных режимах, существенно отличаются от требований к станционным агрегатам. Это объясняется различными условиями работы вентиляторов и другими значениями расхода удаляемого задымленного воздуха. Следовательно аэродинамические характеристики перегонных вентиляторов должны отличаться от характеристик станционных, чтобы соответствовать специфике их работы. В 2002 г. лабораторией «рудничной аэродинамики» ИГД СО РАН планируется завершить исследования по обоснованию аэродинамических параметров вентиляторов для перегонных вентиляционных камер.

Внедрение предлагаемой схемы позволит:

- снизить аэродинамическую мощность вентиляторов на станции за счет уменьшения сопротивления сети и сократить энергопотребление на тоннельную вентиляцию;
- в большей степени использовать «поршневой эффект» от движущихся поездов для проветривания сооружений метрополитена, при этом снизится дутье на станциях (т. к. в перегонных вентиляционных камерах более низкое аэродинамическое сопротивление, связывающее венткамеру с атмосферой);
- уменьшить взаимовлияние изменений вентиляционных режимов соседних станций;

- использовать при аварийных ситуациях на перегонах вентиляторы, наиболее полно соответствующие требованиям пожаротушения и дымоудаления.

Выводы

Установлены зависимости изменения расходов воздуха на станциях всей линии метрополитена мелкого заложения от изменения режима работы вентилятора в одной из камер. Показано, что радиус значимого взаимовлияния вентиляционного режима на станциях существенно зависит от топологии сети и значительно больше расчетного участка, рекомендуемого СНиП 32-08 «Метрополитены». Проектирование вентиляции сооружений метрополитена без учета этих факторов приводит к большой погрешности расчетов.

Выявлены количественные соотношения между объемами воздуха, поступающего к пассажирской платформе по тоннелям и путям движения пассажиров, что позволяет утверждать о достаточности работы только станционных вентиляторов для проветривания метрополитена в штатном режиме.

Предложена однонаправленная технологическая схема проветривания метрополитенов, позволяющая снизить энергопотребление на тоннельную вентиляцию и уменьшить взаимное влияние вентиляционных режимов соседних станций.

Микроклимат метрополитена

- Назрела пора совершенствования нормативной базы вентиляции метрополитена.
- Технические решения и режим вентиляции должны обеспечивать нормальные условия для работы обслуживающего персонала.
- Необходимо определить нормативные параметры воздушной среды в салоне вагонов метрополитена для создания комфортных условий поездки пассажиров.

Ю. М. Ракинцев,

ВНИИ железнодорожной гигиены МПС РФ,
к. т. н.

Метрополитен является одной из наиболее совершенных транспортных систем крупных городов. Здоровье и работоспособность обслуживающего персонала и удобство проезда пассажиров определяются многими факторами. В их число входит состояние воздушной среды и микроклимата в подземных помещениях метрополитена.

Критерии оценки окружающей среды в метро изложены во вновь разрабатываемых СНиП (32-08) и Своде правил по проектированию и строительству метрополитенов (СП 32-108). Как и в прежних нормах в качестве параметров, определяющих микроклимат метрополитена, приняты температура и относительная влажность воздуха, подвижность которого количественно не регламентируется. Предусматривается, что на станциях и в тоннелях температура воздуха, в зависимости от расчётной температуры наружного воздуха в тёплый период года, не должна превышать 28-30 °С при относительной влажности 75-65%. В холодный период температура воздуха должна быть не менее 5-10 °С при относительной влажности не более 75%. Что касается скорости движения воздуха, то по рекомендации СП 32-108 «не должно создаваться ощущения дискомфорта у пассажиров и обслуживающего персонала». На современном этапе с таким упрощённым подходом к нормированию параметров

микроклимата нельзя согласиться, и назрела пора совершенствования нормативной базы вентиляции метрополитена.

Известно, что при эксплуатации метрополитена от поршневого воздействия поездов на станциях и в тоннелях возникает воздушный нестационарный поток (сквозняк или так называемое «дутьё»).

Степень воздействия на человека изменяющихся (нестационарных) воздушных потоков будет зависеть не только от амплитуды (отклонения от среднего значения), но и от периода (продолжительности) колебаний. По мнению физиологов, при длительном нахождении в условиях воздушных нестационарных потоков, человек, исходя из опыта, стремится подобрать одежду, теплоизоляция которой при данной температуре предупреждала бы от охлаждения при максимальных значениях амплитуды скорости потока.

Если частота изменения направления воздуха (измеряемая количеством пиков в единицу времени) значительна и превышает $3 \cdot 10^{-3}$ Гц, имеет место более или менее постоянная потеря тепла телом человека. Такой поток можно рассматривать как движение с постоянной скоростью, величина которой равна максимальному значению амплитуды нестационарного потока.

Если частота колебаний амплитуды скорости потока мала (менее $3 \cdot 10^{-3}$ Гц), то в период нахождения на минимуме амплитуды происходит некоторое перегревание организма, поскольку теплоизоляция одежды избыточна для этих условий. За время, когда происходит нара-

стание величины амплитуды воздушного потока, наступает резкое охлаждение перегретого организма и, как итог, возможно простудное заболевание.

Таким образом, медленно изменяющиеся потоки опасны в смысле простуды, поскольку даже относительно небольшие значения амплитуды ($1,5 \pm 0,5$ м/с и менее) при значительном интервале времени ее появления (менее $3 \cdot 10^{-3}$ Гц) ведут к перегреву, а затем к резкому переохлаждению тела человека.

Как показывают исследования, в условиях метрополитена частота изменения скорости воздушных потоков лежит в границах $10 \cdot 10^{-3}$ - $26 \cdot 10^{-3}$ Гц, т. е. здесь часто могут наблюдаться обе описанные выше ситуации. Причем неблагоприятные условия с точки зрения теплового состояния человека: высокие скорости воздушного потока при значительном интервале времени их повторяемости (малой частоте) возникают при малой интенсивности движения поездов – 10–25 пар/ч (50–70% времени эксплуатации); температура воздуха на платформе 11–13 °С, в вестибюле +5 °С, влажность 30-70%, подвижность воздуха соответственно 4 и 1,2 м/с, а максимальная 10-12 м/с.

В подземных сооружениях метрополитена работает большое количество обслуживающего персонала: диспетчеры, дежурные, контролеры, кассиры, труд которых по тяжести квалифицируется как легкая работа. Известно, что служащие указанных категорий круглогодично носят форменное обмундирование, вклю-

Таблица

Сочетания температуры и подвижности воздуха, обеспечивающие нормальные условия работы при теплоизоляции одежды 2 кло (экспозиция 1 час)

Подвижность воздуха, м/с	Температура воздуха, °C					
	3-5,9	6-8,9	9-11,9	12-14,9	15-17,5	18
до 2	прохл.	прохл.	прохл.	норм.	норм.	
от 2 до 4	прохл.	прохл.	прохл.	прохл.	норм.	
до 5	прохл.	прохл.	прохл.	прохл.	прохл.	норм.
свыше 5	прохл.	прохл.	прохл.	прохл.	прохл.	прохл.

чая шинель. Согласно классификации физиологов теплоизоляция такой одежды составляет порядка двух кло (за одно кло принимается теплоизоляция одежды, которая обеспечивает постоянные условия комфорта для сидящего человека, находящегося в состоянии покоя, у которого теплообразование составляет 50 ккал/м²·час при 21 °C, относительной влажности воздуха 50% и скорости его движения 0,1 м/с). Для этих условий в табл. 1 приведены рекомендации по благоприятному сочетанию температуры и подвижности воздуха для нормального микроклимата.

Из таблицы следует, что при температурах воздуха в метрополитене в зимнее время 12-15 °C нормальные условия работы можно создать только при подвижности воздуха не превышающей 2 м/с.

Фактическая подвижность воздуха в метрополитене 4-5 и даже 10-12 м/с. Она не позволяет создать условия для обеспечения нормального теплового состояния человека и вызывает повышенную заболеваемость простудными болезнями указанных категорий работников. Так, по данным ВНИИЖГа, заболеваемость органов дыхания среди контролёров автоматических пропускных пунктов Московского метрополитена примерно в 4 раза превышает аналогичную заболеваемость другой профессиональной группы (телефонистки).

Очевидно, что для создания нормальных условий и ограничения подвижности воздуха на станциях - на платформе до 2 м/с и в вестибюле до 1,5 м/с - потребуются специальные мероприятия по изменению технических решений и режимов вентиляции.

Вагоны вентилируются тем же воздухом, что и тоннели, поэтому тепловой режим в вагонах напрямую связан с работой систем обеспечения микроклимата в тоннелях метрополитена. Проведённый анализ фактических данных об интенсивности движения поездов, величине пассажиропотоков и состоянии воздушной среды в метрополитенах страны показал, что, даже при частичном заполнении графика движения, температура

воздуха на станциях в тёплый период года превышает норму на 1,4-6,4 °C, а в холодный - на 9-10 °C. Например, для Москвы в холодный период года температура воздуха в платформенных залах станций и в коридорах между станциями по норме должна быть не выше 11 °C. Реально же температура достигает 20 °C и более. Легко понять, что в вагонах, которые вентилируются тем же воздухом, температура ещё выше и составляет порой 24-26 °C.

Чрезмерная температура воздуха в тоннелях, на станциях и поездах, не соответствующая гигиеническим требованиям и физиологическим условиям теплообмена, является одной из существенных причин возможного повышения заболеваемости пассажиров.

В новых правилах СП 32-108, как и прежде, к сожалению, нет норм для параметров микроклимата в вагонах поездов метрополитена.

В «холодный» период года - с октября по май - среднесуточные наружные температуры воздуха изменяются от минимально возможных отрицательных до весьма высоких положительных для данной климатической зоны. При различных наружных температурах воздуха население использует одежду, теплоизоляция которой соответствует погоде. На рис. 1 приведены оптимальные уровни температуры воздуха в салонах вагонов городского транспорта при различной наружной температуре воздуха, с учетом теплоизоляции одежды пассажиров.

Итак, для достижения здорового оптимального микроклимата на станциях и в поездах метрополитена необходим дифференцированный подход к установлению соответствующих нормативов в зависимости от наружной темпе-

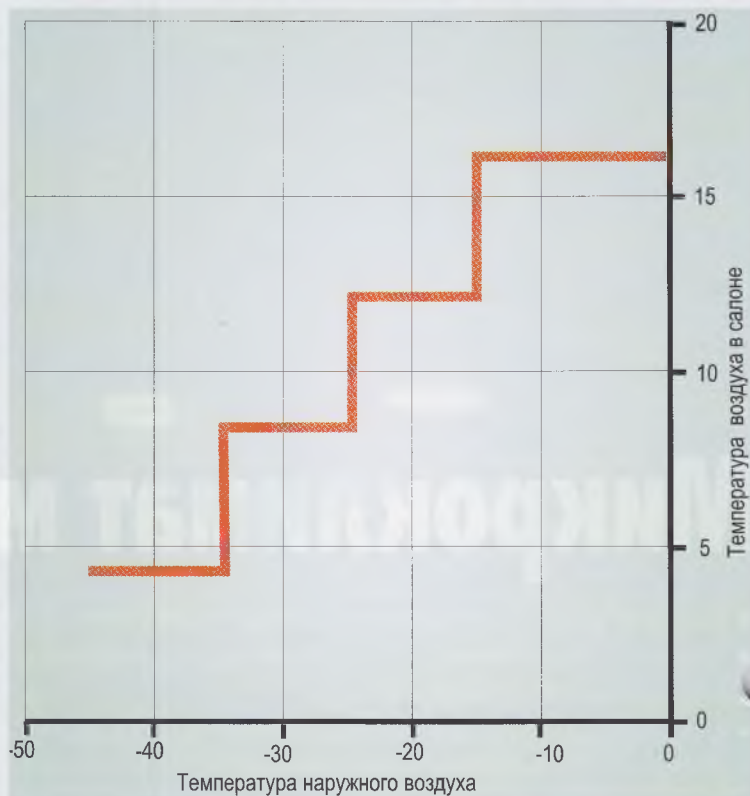


Рис. 1. Зависимость температуры воздуха в салоне от изменения температуры наружного воздуха

ратуры, чтобы система обеспечения микроклимата могла регулировать температуру тоннельного воздуха в зависимости от изменения наружной. Не исключено применение в салонах вагонов кондиционирования.

К сожалению, до сих пор не удается устойчиво создать микроклимат, регламентированный нормативами.

Обеспечить тепловые условия в тоннелях можно двумя методами: предупреждением тепловыделений в объем станции и удалением тепла из перегонных и станционных тоннелей. Автором этой статьи, в частности, в авторском свидетельстве № 1093822А в 1984 г. разработана система, в которой с учетом реального характера тепловыделений в тоннелях метрополитена предложена единая круглогодичная схема вентиляции с подачей наружного воздуха через перегонные шахты и удалением через станционные. Это позволяет в вечерние часы и ночью, при малой интенсивности движения поездов и при его снятии, использовать естественные суточные колебания температуры наружного воздуха (10-12 °C) для охлаждения обделки тоннелей и прилегающих грунтов и выносить это тепло из тоннелей на поверхность. В свою очередь, днем, в период движения поездов, обделка и грунты вновь активно нагреваются, отбирая тепло от тоннельного воздуха и, тем самым, снижая его температуру. Снижение тем-

пературы воздуха увеличивает его теплоассимилирующую способность, что позволяет уменьшить величину воздухообмена при тех же самых тепловыделениях в тоннелях. Так появляется возможность регулировать скорость воздушных потоков на станции.

Забор воздуха на ней предложено осуществлять не сосредоточенно с обоих торцов, а рассредоточенно по всей длине станции на уровне подплатформенного пространства. Это даст возможность удалить избытки тепла от поездов непосредственно от мест их образования, минуя объем станции, что также может привести к уменьшению величины воздухообмена при тех же самых тепловыделениях в тоннелях и снижению скорости воздушных потоков на станции.

В 1983-1984 гг. этот способ проверялся на Краснопресненской линии, были получены хорошие результаты (опубликованы в Вестнике ВНИИЖТа, 1990, № 4, ст. 36-39). Данная система вентиляции применена на Люблинско-Дмитровской линии Московского метрополитена на участке от ст. «Люблино» до «Марьино», а также на Серпуховско-Тимирязевской – от «Правой» в район Бутова.

Представляет интерес рассмотрение принципиально возможных методов снижения скорости воздушных потоков на станции, которые уже сегодня исследованы и дали хороший результат. Это – организация воздухообмена в помещениях станции, в частности, в вестибюле. Под действием поршневого эффекта от движения поездов, механической и естественной вентиляции в вестибюлях возникает воздухообмен. Сущность этого процесса заключается во взаимодействии движущегося потока воздуха и неподвижных преград в виде колонн, кабин и других архитектурно-конструктивных и технологических элементов, а также приточных и выпускных проемов помещения. Внутреннее архитектурное оформление воздействует на воздушный поток, формирует его направление и изменяет скорость. Закономерности формирования потоков в объеме вестибюлей необходимо учитывать при размещении служебных постов, мест отдыха обслуживающего персонала и пассажиров, формировании пути и направления пассажиропотоков. Сегодня можно выделить пять вариантов планировки вестибюлей. Их отличия – в расположении дверных проемов по отношению к наклонному ходу. Учитывая, что потоки воздуха в вестибюле носят знакопеременный характер, все дверные проемы и проемы наклонного тоннеля попеременно выступают как приточные и как выпу-

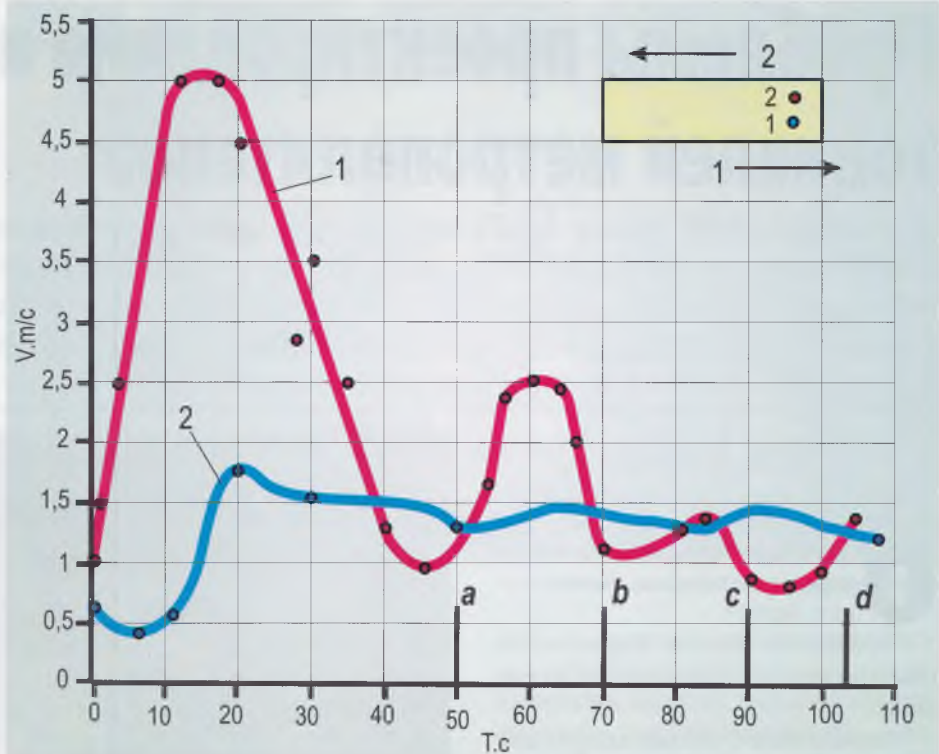


Рис. 2. Скорости потока на платформах станций (т. 2)

1 – при наличии вентсбойки (ст. «Сходненская») 2 – без вентсбойки (ст. «Водный стадион»)

a – поезд входит на станцию; b – поезд останавливается на станции; c – поезд отправляется; d – хвост поезда отходит от станции.

сские. При этом в помещении возникают «активные» и «спокойные» области. В «активной» скорость воздушного потока в 3-4 раза выше, а температура воздуха на 10-12 °C ниже, чем в «спокойной». Учитывая это, проектировщик может и должен использовать «спокойную» область помещения вестибюля для размещения кабины контролёра билетных касс, билетных автоматов и, частично, для пути пассажиров. Наиболее благоприятные условия для обслуживающего персонала и пассажиров будут при взаимном расположении дверных проёмов и проёма наклонного тоннеля. Однако до настоящего времени эти результаты не нашли применения при проектировании.

Открытым остаётся вопрос о целесообразности применения вентиляционных сбоек между параллельными тоннелями перед станцией.

В ряде исследований по этой проблеме установлено, что:

- имеет место поток воздуха, скорость которого минимальна при отсутствии поезда вблизи станции;
- при подходе его к станции на платформе возникает нестационарный воздушный поток, при этом максимальная скорость на станциях, оборудованных вентсбойками в 2-3 раза выше, а продолжительность действия в 2 раза меньше, чем на станциях не имеющих вентсбоек (на рис. 2 представлен наиболее типичный случай);

• среднечасовые скорости воздушных потоков на платформах станций, оборудованных вентсбойками, выше, чем при их отсутствии.

На основе этих исследований следует сделать вывод: устройство вентсбоек с целью снижения подвижности воздуха на станции себя не оправдывает.

Надо отметить, что до настоящего времени отсутствуют официально утверждённые методики определения теплоступлений в грунт в тёплый период года и из грунта в тоннель в холодный. Нет методики расчёта режимов тоннельной вентиляции. Отсутствует методика определения скорости воздуха в помещениях и её оптимальных значений, не создающих ощущения дискомфорта у пассажиров и обслуживающего персонала.

Вместе с тем все эти материалы существуют, но разбросаны по разным журналам, сборникам и статьям, написанным за многие десятилетия. Ясно, что найти их проектировщику не просто. И если мы действительно хотим внедрять в практику в полном объёме новые прогрессивные решения систем обеспечения микроклимата в тоннелях и станциях метрополитена, то необходимо собрать все эти документы в едином издании, предназначив его инженерно-техническим работникам проектных, эксплуатационных и строительных организаций.

Проблемы проектирования и эксплуатации тоннелей метрополитенов

В период 23-25 января 2002 г. на Петербургском метрополитене прошла 2-я Конференция по проблемам эксплуатации тоннелей и других подземных объектов метрополитенов. В ее работе, наряду с представителями 12-ти метрополитенов, приняли участие ведущие специалисты Тоннельной ассоциации России, ряда проектных, научно-исследовательских и учебных институтов, ремонтно-строительных организаций стран СНГ.

В. Ф. Иванов,

главный технолог Ассоциации «Метро»

Основными задачами, стоявшими перед участниками Конференции, были:

- проведение анализа накопленного опыта эксплуатации за последнее десятилетие;

- ознакомление с новыми материалами и технологиями строительства и ремонта подземных объектов;

- выработке рекомендаций и предложений для отражения последних в разрабатываемых сейчас нормативных документах - СНиП 32-08 «Метрополитены» и СП 32-108 «Свод правил по проектированию и строительству метрополитенов».

Этому способствовало проведение на российских метрополитенах обследования строительных конструкций и сооружений, согласно приказу министра транспорта РФ (№ 38 от 18 июня 1999 г.) «О первоочередных мероприятиях по обеспечению безопасности в метрополитенах Российской Федерации». К выполнению работ подключались независимые специалисты ведущих научно-исследовательских строительных институтов и организаций. Обследования проводились как неразрушающими методами контроля, так образцов, взятых из строительных конструкций, в лабораторных условиях.

Аналогичные работы осуществлялись и на других метрополитенах СНГ.

Обследования показали в ряде случаев несоответствие принятых проектных решений условиям фактической эксплуатации, а также выявили ряд серьезных нарушений в ходе строительства.

Разрушения тоннеля на перегоне «Лесная» - «Площадь Мужества», козырька вестибюля ст. «Сенная площадь» Петербургского метрополитена и тоннельной обделки из пресбетона на Нижегородском, активная коррозия тоннелей в Днепропетровске, комплекс негативных явлений на различных линиях Московского и других метрополитенов показывают на



Президиум Конференции

серьезные упущения в проектировании и прокладке линий метро. В то же время действующими нормативными документами по проектированию и строительству не предусматривается ответственность городских структур и правительственных органов за принятие решений, касающихся вопросов сооружения и эксплуатации метрополитенов. Заложенный в проекте СНиП 32-08 «Метрополитены» (п. 3.20) норматив срока службы обделок перегонных и станционных тоннелей, притоннельных и пристанционных сооружений не менее 250 лет явно не выполняется.

Как отмечали участники Конференции, последние международные исследования подтверждают предположения ряда ученых, что практически все крупные города мира (в них, как правило, и строятся метрополитены) находятся в зонах разломов земной коры, что накладывает определенные сложности как при строительстве, так и при эксплуатации подземных объектов. Положение дел усугубляется интенсивным возведением все более крупных и тяжелых зданий и сооружений, которые оказывают серьезное влияние на приповерхност-

ные (от десятков до сотен метров) участки земли. На всем пространстве СНГ имеет место такая реальность, как неисправные, годами ремонтируемые городские инженерные сооружения (водопроводы, системы канализации, газопроводы, подземные бензохранилища). Свой отпечаток накладывает ухудшение экологии, в первую очередь, выхлопными газами автомобильного транспорта. Воздух и вода становятся токсичными и агрессивными не только к людям, но и к строительным конструкциям, сооружениям, оборудованию и т. п. В последние годы метрополитены все больше сталкиваются с необходимостью бактериологической защиты подземных объектов (г. Ташкент, Киев, Москва, Санкт-Петербург).

В результате спроектированные и построенные для одних условий участки метрополитена, эксплуатируются совершенно в других.

В связи вышесказанным совершенно естественно звучит предложение о включении в СНиП «Метрополитены» положений о проведении более тщательных предпроектных исследований (включая сплошное электромагнитное сканирова-

ние грунтов) не только трассы будущего метрополитена, но и значительной городской территории, с учетом ее развития. Тем более, что уже имеются проверенные временем разработки НИЦ ТМ ЦНИИС, технологии и приборы СибНИИ Геологии, Геофизики и Минерального Сырья (г. Новосибирск) и др. Существенным и важным является также требование установления технических зон метрополитена не только на период строительства, но и на весь срок эксплуатации.

С удовлетворением участниками Конференции было воспринято сообщение представителей «Укртоннельметропроект» (г. Киев) о завершении разработки «Региональных строительных нормативов при строительстве и эксплуатации инженерных сетей и застройки площадей в зоне метрополитена», которые могли бы войти в качестве приложения к СНиП.

В подавляющем большинстве выступлений указывалось на необходимость ужесточения требований к строительным материалам. Исследования, проведенные в Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта, МГАХ им. Менделеева, раскрывают физико-химические процессы, протекающие при формировании цементно-бетонной смеси (ЦБС). Это, в свою очередь, открывает перспективы повышения надежности и жизнеспособности строительных конструкций. Установки для получения ЦБС по новым технологиям уже создаются на ряде отечественных предприятий (завод «Эна», г. Щелково и др.). Серьезные исследования проведены в НИЦ ТМ ЦНИИС, НИИЖБ (Москва), АО «Монолит-Полимер» (г. Киев), ПГУПС (Санкт-Петербург) и других организациях. Метрополитенами также накоплен богатый опыт применения ремонтно-



Памятная фотография участников Конференции

строительных материалов зарубежного производства.

Институту «Метрогипротранс», как основному разработчику СНиП «Метрополитены», было предложено пересмотреть во второй редакции нормативную базу и требования к строительным и гидроизоляционным материалам. Учитывая горький опыт эксплуатации тоннелей из монолитного прессбетона на Нижегородском, конструкторских из прессбетона на Московском, Киевском и других метрополитенах, проектным организациям было предложено исключить эту технологию при возведении подземных объектов.

Участники Конференции обратили внимание на недопустимость уменьшения внутреннего диаметра тоннелей до 5,1 м при проектировании метрополитенов. Такое решение неминуемо приводит к уменьшению мощности нижнего строения пути и, как следствие, снижению безопасности перевозки пассажиров. Как показывает ряд исследований ВНИИЖТ

МПС, возникающие при движении поезда с полной пассажирской нагрузкой динамические нагрузки, вызывают преждевременное разрушение элементов верхнего строения пути (шпалы, скрепления, противоугоны), смещение пути относительно тоннельной обделки, нарушение габарита приближения и др.

Рассматривая требования СНиП по вопросам приемки законченных строительных объектов, специалисты метрополитенов указали на необходимость ужесточения правил для сдачи скрытых работ. В первую очередь, это касается заполнения пустот за тоннельной обделкой. Именно в этих местах, как правило, начинается разрушение тоннелей, появляются течи, в том числе с выносом грунта. Участники Конференции обратились с предложением к разработчикам СНиП о введении требования обязательного уплотнения грунтов, прилегающих к тоннельной обделке, и последующего инструментального контроля заобделочного пространства по всей площади тоннелей неразрушающими методами. Результаты контроля должны входить в пакет приемосдаточной документации. В качестве одних из приборов такого контроля было предложено использовать разработки СНИИГТ и МС (г. Новосибирск).

На Конференции рассматривались и другие вопросы, представляющие взаимный интерес у проектировщиков, строителей и служб эксплуатации метрополитенов. Прозвучала необходимость более тесного сотрудничества между Ассоциацией «Метро» и Тоннельной ассоциацией России, между специалистами всех государств СНГ в решении стоящих перед ними общих задач, более широкого использования страниц журнала «Метро и тоннели» для обсуждения проблемных вопросов и обмена накопленным опытом.

МТ

Во время работы Конференции



ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ

А. В. Зяблицев, Н. Н. Кувшинов,
ООО «Красноярская инженеринговая компания»

С. В. Ивкин, В. И. Иголкин,
ОАО «КАТЭКНИИуголь»

Крупные инженерные сооружения (тоннели, мосты, насыпи на железных и автомобильных дорогах) нуждаются в постоянном или периодическом контроле – мониторинге их состояния с целью предотвращения возможных аварийных ситуаций. При проведении ремонтных работ особую ценность имеет информация о состоянии как пород, на которых сооружения построены, так и конструктивов ИССО.

Красноярская железная дорога, связывающая крупные объекты Красноярской промышленной агломерации, пересекает, в частности, крупное горное образование Восточный Саян, являющееся частью сейсмически активной Алтае-Саянской зоны. На дороге имеется большое количество искусственных сооружений, из которых наиболее опасными в сейсмическом отношении являются тоннели.

Железнодорожные тоннели чаще всего располагаются во внешних частях горных массивов, характеризующихся повышенной трещиноватостью естественного происхождения. Породы, вмещающие конструкцию тоннелей, в значительной степени ослаблены под действием взрывов в ходе проходки, в них образуется большое количество трещин. В процессе эксплуатации вмещающие породы подвержены воздействию пониженных температур, что способствует процессу разрушения как пород, так и бетонной обделки.

Таким образом, в результате систематического негативного воздействия комплекса природных и техногенных факторов, обделка тоннелей претерпевает существенные качественные изменения и требует проведения обследования и ремонта. Визуальный осмотр тоннелей и учёт явно выраженных признаков позволяет выявлять лишь дефекты в виде вывалов с наружным выходом материала. Скрытые дефекты в обделке, отслаивание бетона от коренных горных пород и развитие полостей в заобделочном пространстве, которыми могут быть обусловлены новые вывалы, при визуальном осмотре остаются необнаруженными, а проводимый в тоннеле ремонт часто не обеспечивает достоверностью информации о количественных и качественных изменениях по его окончании.

Для улучшения качества производимых обследований, а также во исполнение требований постановления правительства РФ № 241 от 28.03.2001 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации» в отношении технического диагностирования неразрушающими методами контроля, по договору с Красноярской железной дорогой ООО «Красноярская инженеринговая компания» и ОАО «КАТЭКНИИуголь» выполнили геофизические исследования на дефектном участке обделки Кроль-

ского тоннеля.

Проведение геофизических исследований осуществлялось методами сверхширокополосной подповерхностной радиолокации и сейсморазведки; в качестве аппаратуры применялись георадар SIR-8 с антенной 120 МГц и сейсмостанции McSIES-1 600 (до 1 000 Гц) и АСЭМ-3 (до 10 000 Гц).

Геофизические наблюдения были проведены по продольным и поперечным профилям со сгущением в районах вывалов.

На временных радиолокационных диаграммах чётко определяются места изменения сигнала, соответствующие положению видимых вывалов и ниши в стене, просматривается также рельеф вскрытых коренных пород в районе вывала № 3. Прослеживается (предположительно) и граница бетон-скала и даже различия в её характере (прочная или ослабленная). В левой стене в примыкании к вывалу № 3 выделена аномалия, интерпретируемая как дефектная зона (рис. 1).

На зарегистрированных сейсмограммах характерным является наличие, как правило, двух волновых пакетов: первый – высокочастотный, состоящий из 2-3 отдельных вступлений, связанный с большой степенью вероятности с толщиной обделки, второй – относительно низкочастотный, связан с состоянием заобделочных вмещающих пород. В частотных спектрах соответственно имеется два резко различающихся максимума 260 и 1 060 Гц. Возникающие среднечастотные максимумы, возможно, отражают степень контакта бетона с заобделочной породой. В частности, отсутствие средних частот в спектре сейсмограмм говорит об отсутствии контакта между обделкой и материнской породой. Рост амплитуды появляющегося в спектре среднечастотного пакета указывает на улучшение такого контакта.

Появление сверхвысокочастотных максимумов небольшой амплитуды за основным ВЧ максимумом может указывать на блочность структуры обделки или другие ее местные дефекты.

Проведена компьютерная обработка геофизи-

ческих материалов, получена картина распределения толщины бетонной обделки по горизонтальной развёртке стен и свода тоннеля, на которой выделены дефектные места в бетонной обделке, видимые вывалы и скрытые дефекты.

По результатам обработки георадиолокационных данных построена карта изолиний толщины бетонной обделки (рис. 2). Карта согласуется с данными бурения шпуров. Отличия в абсолютных значениях относительно не велики – не выше 15-20%. Карта изолиний толщины позволяет выделить дефектные места, нуждающиеся в ремонте или подкреплении.

По результатам георадиолокации с учётом данных сейсморазведки построена ведомость развёртка дефектных мест на опытном участке Крольского тоннеля (рис. 3).

Они выделялись по геометрическому и гидрогеологическому критериям.

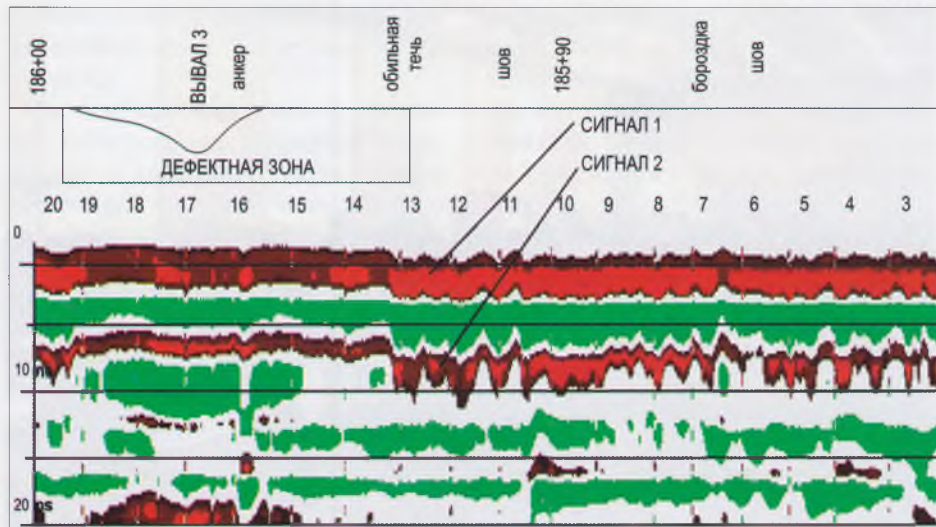
За геометрический была принята толщина бетонной обделки. Для дефектных мест характерно её резкое уменьшение по отношению к нормальным местам.

Вспомогательным критерием является гидрогеологический, в качестве которого принято наличие интенсивного притока воды, проникающего через швы в бетонной обделке, что наблюдается в виде капели или струй по своду и стенам.

Определение толщины бетонной обделки в дефектных местах по геофизическим данным осложняется изменением: структуры бетона, следствием чего является повышение его влагонасыщенности; его проводимости и диэлектрической проницаемости; скорости прохождения электромагнитного сигнала; времени прохождения волны через слой бетона неизменной толщины. Это, в свою очередь, приводит к необходимости проводить раздельную интерпретацию по местной водонасыщенности, учитывая различие в диэлектрических свойствах.

Увеличение частоты до 0,5 ГГц и более позволило бы существенно увеличить точность определений и уменьшить характерный линейный размер

Рис. 1. Дефектная зона в районе вывала № 3 по данным георадара



обнаруживаемых дефектов или неоднородностей.

В модификации высокочастотной сейсморазведки построение длинных годографов в данной ситуации не целесообразно в связи с невыходом преломленных на границе бетон-порода волн в первые вступления.

В то же время обнаружено, что в отслаивающейся бетонной обделке создаются условия полного внутреннего отражения. Это позволяет непосредственно измерять толщину бетонной обделки в единицах частоты с переходом на линейные меры.

Полученные значения достаточно хорошо согласуются с данными шпурового бурения, а также и с радиолокационными определениями. Для увеличения точности в дальнейшем необходимо применение модификации метода дипольного синтизирования приемных апертур с укороченными диполями. Полученные данные позволяют утверждать, что длина диполя пункт возбуждения - пункт приема должна быть в интервале 0,5-2 м. При этом будут определены толщины с точностью уже в первые сантиметры. Следует, однако, отметить, что такой подход вызовет существенное нарастание объема данных для регистрации и анализа и, следовательно, повышение как стоимости высокочастотных сейсморазведочных работ, так и временных затрат. В связи с этим следует применять высокоточную высокочастотную сейсморазведку на малых диполях для подтверждения и уточнения данных, либо сейсморазведку на больших базах, либо радиолокацию.

На основе вышеописанных критериев на участке опытных работ в районе вывала № 3, исследованного наиболее детально, выделено дефектное место, которое по геофизическим данным развито по периферии вывала и по стене в сторону уменьшения пикетов на расстояние 2,5 м. При задании опорных точек для определения тощины бетона бурением шпуров точка № 2 была намечена внутри контура дефектного места, а точка № 3 - за контуром. По шпuru внутри него толщина бетона составила 18, а за контуром - 57 см, что подтвердило правомочность геофизического прогноза.

Это дефектное место было рекомендовано для вскрытия и последующего ремонта. Через месяц после проведения геофизических работ дефектное место было вскрыто. При этом процессе наблюдалось, что бетон здесь был ослаблен на протяжении 2,5 м от края вывала, и развитие его по ослабленному месту было неизбежно. Место зачистки удовлетворительно совпало с контуром де-

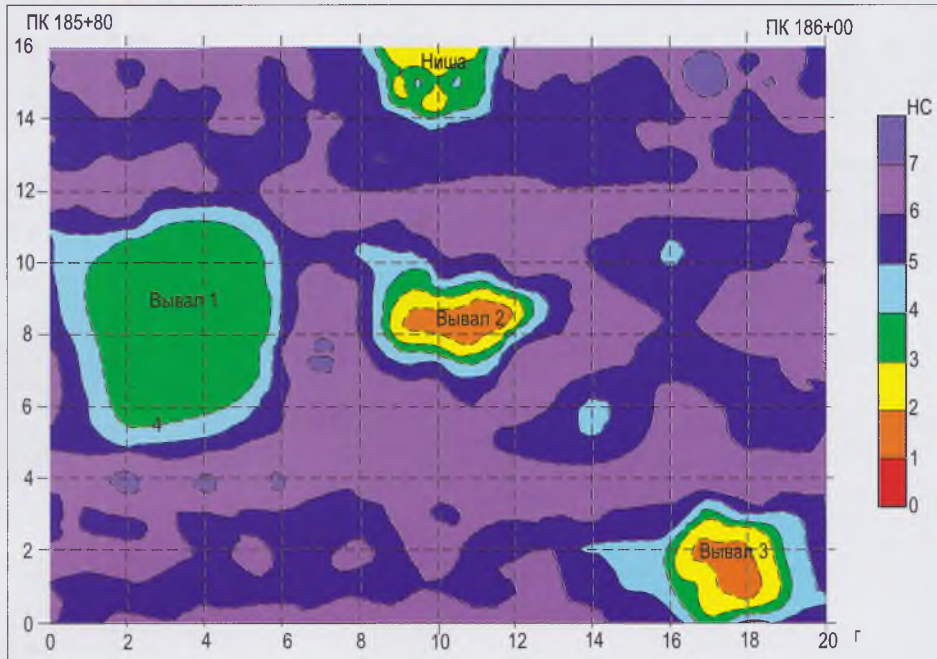


Рис. 2. Карта изолиний толщины бетонной обделки

фектного места, прогнозируемым по результатам геофизических работ.

Основываясь на положительных результатах геофизических исследований в районе вывала № 3 и рассматривая те же геометрический и гидрогеологический факторы в совмещенном районе вывалов №№ 1 и 2 (в своде тоннеля), где съемка была проведена только по поперечным профилям, также выявлено дефектное место, развитое по периферии обоих вывалов и простирающееся вдоль оси свода, выклиниваясь на ПКГ 13. Это дефектное место также рекомендуется для вскрытия.

Как ослабленное место, зафиксирована и локальная зона над нишей. В числе выявляемых аномалий могут быть и дефектные места, обусловленные наличием в теле обделки металлических конструкций (временная крепь, анкеры и т. д.). Для их трактовки целесообразно обследование участка магнитометром.

Для повышения точности построения вещественных разрезов в метрах требуются статистические исследования, в которых должно быть задействовано большее количество наблюдений по скорости прохождения сигнала в средах с известными физическими параметрами.

Проведенные опытные работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Примененный комплекс геофизических методов с имеющейся аппаратурой дает возможность получить достаточно надежную картину размещения крупных дефектов (порядка 0,5-1 м и более) в обделке и в заобделочном пространстве.

2. Применение георадара, благодаря автоматической записи в движении, позволяет оперативно выполнять значительный объем геофизических работ за короткие интервалы времени, что особенно важно при ведении работ в «окна». В этой связи целесообразна разработка и использование устройства для непрерывной записи с подвижного состава.

3. С помощью сейсморазведочных работ можно развить информацию по структуре и наличию дефектов в обделке и коренных породах и применять на стадии детализации аномальных зон, выявленных высокочастотной георадиолокацией.

4. Комплекс методов опережающего геофизического обследования при капитальном ремонте тоннелей должен включать: сверхширокополосную подповерхностную радиолокацию на центральных частотах 0,5-1 ГГц, ВЧ сейсморазведку 300-10 000 Пд, акустическое зондирование 1 МГц, непрерывную магнитометрию.

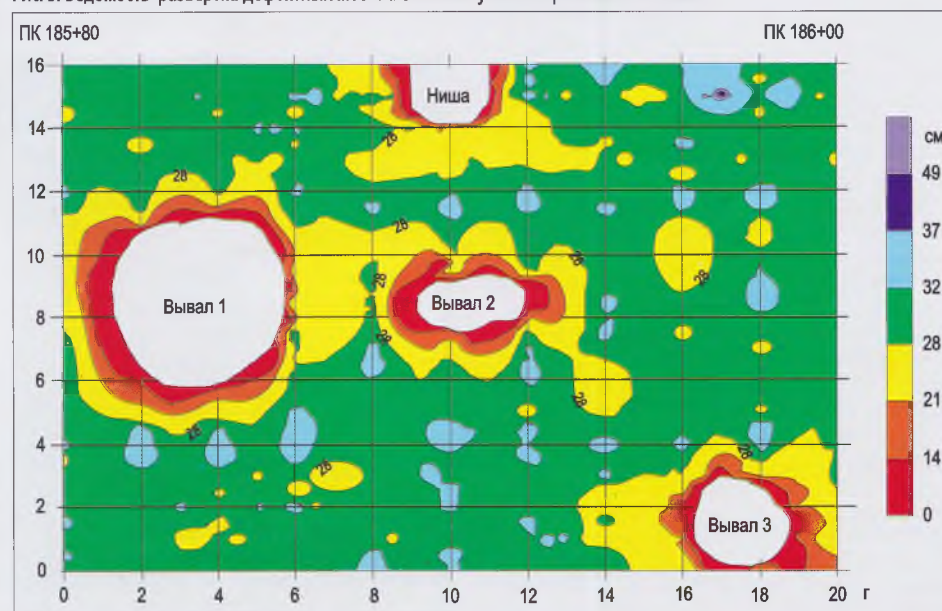
5. Определение вещественных составляющих обделки тоннеля и вмещающих пород для составления более подробной ведомости-развѣртки является актуальным и требует дальнейшего решения неразрушающими геофизическими методами с использованием частотных и временных характеристик низкочастотных электромагнитных методов (электромагнитного профилирования, вызванной поляризации).

6. Выявлена необходимость применения единой расценки на проведение геофизических исследований в зависимости от объема работ при проектировании капремонта в тоннеле.

7. Целесообразен мониторинг технического состояния тоннелей, в основу которого должны быть положены неразрушающие методы контроля, какими являются методы подповерхностного радиолокационного зондирования и высокочастотной сейсморазведки.

Опыт геофизического обследования тоннеля позволяет расширить применение технологий инженерной геофизики и на других инженерных сооружениях, например, мостов, насыпей.

Рис. 3. Ведомость-развѣртка дефектных мест на опытном участке Крольского тоннеля



НАКАПЛИВАТЬ И РАЗВИВАТЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ РАБОТЫ

С. Н. Власов,

зам. председателя Правления
Тоннельной ассоциации России

Тоннельное строительство в нашей стране, несмотря на все сложности, экономические и финансовые трудности продолжает развиваться и создавать подземные сооружения, которые способствуют решению различных транспортных, городских и хозяйственных нужд.

Тоннельная ассоциация России строит свою работу так, чтобы разными формами и методами всемирно содействовать успешному строительству и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений.

С этой целью установилась традиция, по которой, во время очередного ежегодного отчетного заседания Правления ассоциации, обязательно проводятся семинары по различным производственно-техническим вопросам тоннельного и подземного проектирования и строительства.

Это делается для того, чтобы приехавшие на заседание члены Правления и приглашенные специалисты получили бы наиболее полную информацию о строящихся тоннельных и подземных объектах, применяемых новых технологиях и оборудовании.

Так, в 2001 г. во время заседания Правления был проведен семинар: «Новые материалы и технологии по гидроизоляции подземных сооружений», который вызвал большой интерес. Одновременно с Тоннельным отрядом – 6 Мосметростроя (Г. В. Макаревич, С. В. Бочаров) был проведен практический показ применения гидроизоляции сборных обделок по технологии «Монофлекс». В дальнейшем это мероприятие способствовало подготовке нормативных документов на эти работы и созданию Регламента.

20 марта этого года после отчетного заседания Правления прошел семинар по вопросам внедрения новых технологий. Так, о применении технологии Jet-grouting в подземном строительстве выступили: П. Б. Юркевич – директор фирмы «Инженерное бюро Юркевича» и генеральный директор ОАО «ССП-Регион» А. Г. Малинин. Два сообщения о строительстве автодорожных тоннелей под железнодорожными путями с устройством опережающих экранов из труб сделали: вице-президент ОАО «Метрогипротранс» С. Н. Туренский и главный инженер мастерской № 5 института «Мосинжпроект» С. И. Мишин.

Были заслушаны два доклада о проходке тоннелей с помощью механизированных тоннелепроходческих комплексов.

Начальник КВП «Казметрострой» М. М. Рахимов рассказал об опыте строительства участка линии метрополитена в г. Казани с использованием тоннелепроходческого комплекса типа «Ловат» и изготовления новой конструкции железобетонной обделки. А зам. генерального директора ОАО «НТЦ Мосинжстроя» В. П. Самойлов рассказал об опыте работы ОАО «СУПР» по сооружению коллекторного тоннеля в неустойчивых грунтах и применении водонепроницаемой обделки нового типа.



В президиуме заседания Правления

Созданию и освоению отечественных конструкций механизированных тоннелепроходческих комплексов для строительства коллекторных тоннелей было посвящено выступление директора АО «Крот Инжиниринг» А. И. Семенова.

21 марта впервые состоялась производственная экскурсия на строительство нового автодорожного тоннеля в Лефортово. Начальник Управления строительства «Лефортовские тоннели» В. А.-Б. Бессолов, руководители ООО «Тоннель-2001» – генеральный директор В. П. Грачев и главный инженер Г. Н. Горбунов – с участием главного инженера проекта Метрогипротранса П. В. Морозова и главного специалиста УС «Лефортовские тоннели» А. В. Балакина подробно ознакомили участников с проектом, устройствами и оборудованием на строительной площадке и производством работ в самом тоннеле.

Тоннельная ассоциация России будет и дальше знакомить специалистов с ходом работ на этом уникальном объекте. С этой целью с помощью ООО «Организатор», Корпорации «Трансстрой» и ООО «Тоннель-2001» создается специальный Информационный центр, предназначенный для сосредоточения в одном месте всех информационных и демонстрационных материалов по проектированию и строительству тоннеля, для проведения встреч и совещаний со специалистами.

20 марта 2002 г. до проведения семинара состоялось очередное ежегодное расширенное заседание Правления Тоннельной ассоциации России, которое рассмотрело отчет о работе Президиума Правления в 2002 г., отчет Ревизионной комиссии и утвердило Основные направления работы ассоциации на 2002 г.

На заседании Правления были вручены Свидетельства организациям, где созданы Отделения Тоннельной ассоциации, а также Дипломы и Знаки индивидуальным членам.

В заседании Правления, семинаре и производственной экскурсии приняли участие 109 членов ассоциации и приглашенных специалистов из разных регионов страны.

Работа Президиума Правления строилась в соответствии с Положениями Устава ассоциации. Основными направлениями работы Правления ассоциации на 2001 г., утвержденными на расширенном его заседании 15 марта 2001 г., а также решениями, принятыми на заседаниях Президиума Правления ассоциации и расширенного отчетного заседания Правления.

Как и в прежние годы, уделялось внимание проведению конференций и совещаний с обсуждением важных вопросов. Так, в Екатеринбурге

Выступает главный специалист
Мосинжпроекта С. И. Мишин



была проведена Региональная Научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы подземного строительства на Урале в XXI веке». Были заслушаны пленарные доклады, формирующие политику подземного строительства, и доклады по конкретным проблемам. Большой интерес вызвали сообщения Свердловскметростроя о строительстве тоннелей метрополитена с применением тоннелепроходческого комплекса фирмы «Вирт» и ст. «Геологическая» по методу NATM.

Важным событием для специалистов, работающих в области строительства и эксплуатации городских подземных сооружений, было участие в Международной научно-практической конференции «Градоформирующие технологии XXI века» в сентябре 2001 г. в Москве.

Эта конференция была организована правительством Москвы, Международным и Российским союзами научных и инженерных общественных объединений совместно с Всемирной федерацией инженерных организаций и посвящена 300-летию создания системы инженерно-технического образования в России.

Целью конференции явилось: пропаганда достижений и путей решения проблем развития больших городов, обмен опытом применения научно-инженерных знаний и технологий в городские системы и комплексы, а также привлечение внимания государственных и частных источников финансирования к конкурентоспособным разработкам.

Большая работа была проделана по разработке и составлению ряда новых нормативных документов, очень важных для практической работы проектных и строительных организаций. Для этого был привлечен широкий круг специалистов. Так были разработаны «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений». Это коллективный труд многих организаций, занимающихся подземным строительством. В их составлении приняли участие специалисты Тоннельметростроя, Мосинжстроя, Метростроя С-Пб, Бамтоннельстроя, ГПР-1, ВИЗБАСа, Гидроспецстроя, Мосинжпроекта, Метрогипротранса, НИЦ ТМ ОАО «ЦНИИС» и других.

В настоящее время новые правила утверждены Госгортехнадзором и выйдут из печати в мае 2002 г. Тоннельная ассоциация, совместно с НТЦ Госгортехнадзора, будет заниматься их распространением.

Другим важным документом, разработанным в 2001 г. являются «Московские городские строительные нормы по бестраншейной прокладке коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и специального оборудования». В разработке этого документа принимали участие институт «Мосинжпроект», МГУП «Мосводоканал», ОАО «НТЦ Мосинжстроя», ООО «Прогресс», НИИ «Мосстрой», Москаналремстрой, ИТЭП, ФГУП «ЦНKB», НПСК МОУЛ, ООО «Трансстройтоннель». Это нужный и своевременный документ для активизации внедрения в практику проектирования и строительства подземных коммуникаций новых, прогрессивных технологий.

В настоящее время он проходит стадию утверждения на уровне правительства Москвы, и в III квартале будет поступать в организации.

Тоннельная ассоциация совместно с Метрогипротрансом и рядом других организаций принимает участие в разработке СНиП и СП по проектированию и строительству метрополитенов. Завершена разработка второй редакции.

По разным причинам работа над этими нужными документами растянулась на пять лет. Есть основания надеяться, что в текущем году их разработка будет завершена.

В связи со строительством больших городских



В зале заседания

автомобильных тоннелей разработаны НИЦ ТМ ОАО «ЦНИИС» и проходят утверждение. Московские городские строительные нормы по проектированию городских транспортных тоннелей. Тоннельная ассоциация принимала активное участие в их разработке и обсуждении.

Большая работа проводилась Научно-техническим экспертным советом и экспертами Тоннельной ассоциации.

Как уже было отмечено, в Москве сооружается крупнейший в России и Европе Лефортовский автомобильный тоннель длиной 3,2 км, в том числе глубокого заложения – 2,21 км и наружным диаметром 13,75 м.

Экспертно-технический совет Тоннельной ассоциации России дважды в 2001 г. рассматривал вопрос о строительстве Лефортовского тоннеля. Так, в октябре прошлого года в заседании Совета, рассматривающего возможность прокладки одного тоннеля глубокого заложения, принял участие мэр Москвы Ю. М. Лужков.

В принятом решении Совета было отмечено: одобрить вариант замыкания 3-го транспортного кольца в районе Лефортово, предусматривающий организацию движения городского автомобильного транспорта через один Лефортовский тоннель глубокого заложения от точки «В» в сторону

точки «А» и устройства обходного пути для движения автотранспорта в противоположном направлении от Бакуниной улицы, вдоль реки Яуза, с последующим выходом на шоссе Энтузиастов. Это решение в настоящее время проводится в жизнь.

Экспертами Тоннельной ассоциации были рассмотрены варианты обоснования инвестиций тоннельного перехода с материка на остров Сахалин под проливом Невельского – вариант с применением ТПИМК с пригрузом забоя (Метрогипротранс) и вариант опускных железобетонных секций (Ленметрогипротранс). Составлен также ряд экспертных заключений на раздел «Промышленная безопасность» ТЭО новых линий метрополитена в Москве, Омске, перехода реки Нева методом микротоннелирования, автомобильных тоннелей на Северном Кавказе, на сооружение тоннеля с экраном из труб на транспортной развязке Волоколамского шоссе и ул. Свободы в Москве. Однако некоторые представленные проектные материалы для экспертизы по промышленной безопасности были направлены на доработку.

Президиум Правления, Исполнительная дирекция стремились в максимальной степени организовывать контакты со своими Отделениями

Вручение диплома члена ТАР заведующему кафедрой Сибирского университета путей сообщения Г. Н. Полянскому



ми, членами Тоннельной ассоциации России, используя в этих целях различные средства.

Сегодня можно сказать, что главным средством общения стал журнал «Метро и тоннели» - научно-технический и информационный журнал Тоннельной ассоциации России. Мы стремимся к тому, чтобы каждый индивидуальный член получал этот журнал и чувствовал себя причастным к делам ассоциации, тоннельного и подземного строительства России.

В 2001 г. выпущено 7 номеров журнала.

Хотелось бы пожелать нашим Отделениям, членам ассоциации активнее сотрудничать с журналом. Ни один разработанный проект, ни одно строительство тоннельного объекта не должно быть обойдено вниманием наших читателей.

В соответствии с основными направлениями работы ассоциации в 2001 г. составлен и издан рекламно-информационный справочник членов Тоннельной ассоциации России. В него вошли сведения о 60-ти наиболее активных организациях ассоциации.

Справочник направляется Отделениям и в администрации регионов России.

Создан сайт Тоннельной ассоциации в интернете, и по желанию организаций информационно-рекламные сведения о них могут размещаться на нем.

Продолжалась работа по приему новых членов. В 2001 г. были открыты Отделения в 12-ти организациях. Среди них: ОАО Корпорация «Союзгидрострой», ОАО «Тоннельный отряд - 44», ООО «Инженерное бюро Юркевича», ООО «Шахтоспецстрой» (г. Махачкала, Дагестан).

Создано Уральское региональное отделение Тоннельной ассоциации России. Его председателем избран доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой Уральского университета путей сообщения Яровой Юрий Иванович.

В качестве члена принято Отделение, организованное на кафедре «Тоннели и метрополитены» Сибирского университета путей сообщения. Его председателем избран руководитель кафедры Полянкин Геннадий Николаевич. Индивидуальными членами стали 10 специалистов института.

Проводится работа по созданию на базе института Регионального отделения по Западной Сибири.

Активизация работы на местах должна идти по пути создания Региональных отделений. Об этом говорит и опыт работы двух наших Отделений: Санкт-Петербургского, возглавляемого Д. М. Голицыным и В. А. Ногиным и



Участники экскурсионной программы в Лефортовском тоннеле

Тульского - председатель Н. С. Булычев.

Санкт-Петербургское отделение активно проводило работу по рассмотрению экспертиз проектов, разработке заключений с привлечением местных специалистов.

Тульское отделение ежегодно проводит одно или два совещания - семинары по вопросам расчетов и проектирования тоннельных конструкций, привлекая для обсуждения специалистов из других городов.

Большую и интересную работу ведет Московский государственный горный университет (Б. А. Картозия, Б. И. Федунец), организовав в рамках «Дня горняка» обсуждение вопросов, связанных со строительством тоннелей и подземных сооружений в городах.

Мы полагаем, что участие Тоннельной ассоциации России в этих обсуждениях должно быть обязательным.

Президиум Правления и Дирекция в отчетном году проводили работу в этом направлении.

Вырос состав индивидуальных членов ассоциации. В ее ряды принят 81 квалифицированный специалист. Членами ассоциации сегодня являются 363 специалиста. Это большая сила, которая должна более активно влиять на деятельность Тоннельной ассоциации.

Конечно, Правление, его Президиум, Исполнительная дирекция должны усилить организующую роль в работе с Отделениями и индивидуальными членами.

В обсуждениях доклада и намеченных мероприятий на 2002 г. приняли участие: Н. С. Булычев - член Исполнительного Совета Международной Тоннельной ассоциации, председатель Тульского регионального отделения; Д. М. Голицынский - председатель Санкт-Петербургского регионального отделения; Г. Н. Полянкин - заведующий кафедрой Сибирского университета путей сообщения; Е. А. Демешко - член Правления Тоннельной ассоциации России, профессор Московского университета путей сообщения; В. Е. Меркин - директор Научно-исследовательского центра «Тоннели и метрополитены» ЦНИИСа; Н. С. Четыркин - член Правления Ассоциации, координатор оргкомитета Международной конференции.

В результате проведенного обсуждения в Постановлении Отчетного заседания Правления были определены приоритетные направления работы Президиума и Дирекции в 2002 г., к числу которых отнесены:

- организация и проведение 28-31 октября 2002 г. Международной научно-технической конференции «Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы»;
- совершенствование структуры ассоциации в части организации новых Региональных отделений с целью улучшения связи со всеми членами;
- значительное улучшение договорной работы по научно-техническому сотрудничеству с Отделениями ассоциации;
- завершение разработки в текущем году отмеченных в Основных направлениях нормативных документов;
- подготовка в течение года проведения профессиональной сертификации индивидуальных членов;
- подготовка Второго Всероссийского совещания по охране труда на строительстве подземных объектов;
- активизация работы ассоциации в интернете, привлечение к сотрудничеству с журналом «Метро и тоннели» более широкого круга строителей подземных сооружений и др.

Были утверждены отчет Президиума и Дирекции Правления, отчет Ревизионной комиссии за 2001 г. и Основные направления работы ассоциации в 2002 г.



На экскурсии в Лефортово



Каждый третий **компрессор** в мире



www.atlascopco.ru

Шведская промышленная группа **Atlas Copco** выпускает полный **ряд** из сорока пяти типов **дизельных компрессоров** с рабочими давлениями в 7, 8, 10, 12, 14, 17, 20 и 25 атмосфер и производительностью от скромных 2 м³/мин до гигантских 45 м³/мин, а также различное встроенное оборудование подготовки сжатого воздуха. Неизменно **высочайшее качество** продукции, носящей логотип Atlas Copco, налаженный **фирменный сервис**, доступность запасных частей и успешный более чем **90-летний опыт** сотрудничества с Российскими предприятиями. Нужно ли знать что-то еще, чтобы сделать **правильный выбор**? Мы думаем, что нужно и будем рады ответить на любые Ваши вопросы по телефонам указанным ниже.

АТЛАС КОПКО ЗАО

Москва (095) 933-55-50
Санкт-Петербург (812) 324-23-24
Екатеринбург (3432) 55-97-05
Самара (8462) 42-87-42
Казань (8432) 61-46-02

Уфа (3472) 38-82-53
Новосибирск (3832) 51-33-84
Нижний Новгород (8312) 58-69-06
Ростов-на-Дону (8632) 25-47-70
Алматы (3272) 58-19-92

Atlas Copco



Уникальная проходка



Комбинированная режущая головка



Пульт управления AVN 2000 D



Стартовый котлован с пресс-рамой и трубой наружного диаметра 2,5 м

ЗАО «Ленимс» (Санкт-Петербург) впервые в России, в самые короткие сроки (работы по проходке заняли около 3-х месяцев) и с высоким качеством был сооружен тоннель с использованием железобетонных труб немецкой фирмы «Zublin», длина которых составляла 3 м, а внешний и внутренний диаметры соответственно 2,5 и 2 м.

Проходческие работы велись круглосуточно, практически без перерывов и выходных. Такой строительный цикл диктовался самой технологией работ и высокими требованиями заказчика к крайне сжатым срокам сдачи всего объекта.

Положительные результаты сооружения этого перехода под водой в сложных инженерно-геологических условиях подтвердили также и высокие технические возможности тоннелепроходческой техники фирмы «Херренкнехт АГ».

Суточная скорость проходки составляла от 18 до 30 м, хотя, при этом, на ряде участков ведение проходческой машины осложнялось необходимостью обеспечения строительства тоннеля по криволинейной трассе.

Успешная реализация проекта подводного перехода под р. Невой еще раз показала, что технология микротоннелирования имеет широкие возможности, а в отдельных случаях, является единственно возможной для выполнения поставленной задачи.

Свет в будущее в конце каждого нового 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

