

Дорога открыта...

Самая современная техника для строительства тоннелей

Мобильность – это ключ к будущему. Строительство тоннелей закрытым способом открывает большие возможности и освобождает дороги от транспортных перегрузок. Фирма «Херренкнехт АГ» располагает для этого самой современной и самой мощной техникой. Наши щиты с гидропригрузом, щиты для работы в скальных породах, модульные проходческие комбайны с открытым забоем, микротоннелепроходческие установки и установки горизонтального направленного бурения обеспечивают нашим клиентам по всему миру настоящий прорыв в будущее в строительной области. Наша техника работает в любых геологических условиях и на всех континентах мира.

Но уникальными в своем роде нас делает не только широкий диапазон нашей продукции и наше ноу-хау в механизированной проходке тоннелей. Как лидеры в этой технологии мы устанавливаем ориентиры, когда речь идет об экономичности, безопасности и защите окружающей среды.

Свет в будущее в конце каждого нового тоннеля !



ТПМК для Лефортовского тоннеля \varnothing 14,2 м



Щит с грунтопригрузом, Мадрид, Испания, \varnothing 9,33 м



ТПМК для скальных пород, Готтард, Швейцария \varnothing 8,83 м



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

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета
В. А. Брежнев

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

Члены совета:

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

Редакционная коллегия:

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Тоннельная ассоциация России

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

Издатель

ООО «ТА Инжиниринг»
Лицензия ИД № 04404
тел.: (095) 929-6482, 929-6574
факс: (095) 929-6548
Отдел рекламы: (095) 929-6673
103051, Москва,
Цветной бульвар, 17, оф. 217
e-mail: tunnels@metrostroy.ru

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

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

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «ТА Инжиниринг», 2004

№ 4 2004

Новости

3

Строительство метрополитенов

Новосибирск: время новых решений

6

О. Б. Фердман, А. П. Северин

Тоннели мелкого заложения

Опыт строительства тоннелей в Перми

10

А. В. Черняков, В. Н. Веселовский, Е. А. Адуйский

Технологии

Укрепление зоны пластичных глин при строительстве автодорожного тоннеля в Уфе

14

В. П. Абрамчук, А. Ю. Педчик, В. В. Шипицын,
А. А. Максимов, Ю. П. Яковлев, А. Г. Малинин

Технология сооружения подземной части Центрального ядра ММДЦ «Москва-Сити»

17

А. И. Афанасьев, Н. В. Егорова

Проектные решения

Магистральный коллектор от ТЭС до ММДЦ

18

Л. Н. Насыбулина, Е. Б. Соковых

Новые конструктивно-компоновочные варианты сечения эскалаторного тоннеля метрополитена

20

А. А. Красноборов

Интервью

У Гидроспецпроекта есть славное прошлое и все основания рассчитывать на достойное будущее

22

Интервью с В. Н. Жуковым

Коммунальные тоннели

Реконструкция очистных сооружений в Англии

26

Двухъярусные тоннели мира

Проект строительства автодорожного тоннеля с регулицией ливневого стока (SMART)

30

Карин Бэпплер

Предприятия отрасли

Завод ЖБИ для Казанского метрополитена

32

А. Ш. Низембаев

Метрополитены

Повышение безопасности пассажироперевозок

34

А. В. Ершов

Комплексные системы обеспечения безопасности движения

36

И. Н. Выборнов

Воздухообмен в Нижегородском метрополитене

38

Н. В. Шерстнева

Основная вентиляция Екатеринбургского метрополитена

40

А. В. Подойницын

Тоннельная вентиляция Петербургского метро

41

В. Н. Коротков

Опыт ЭМС Московского метрополитена по обеспечению микроклимата

42

С. А. Иванов

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Выход ТПМК «Ловат»
в демонтажную камеру
после проходки перегон-
ного тоннеля метрополи-
тена в Новосибирске
(читайте на с. 6)

ВОЗМОЖНОСТЬ

прорыва

**МОЩЬ, СКОРОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ
ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (ТПМК)
ФИРМЫ «ЛОВАТ» ПОДТВЕРЖДЕНЫ РЕЗУЛЬТАТАМИ
ПРОХОДКИ В САМЫХ СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ**

Тоннелестроители всего мира выбирают Ловат: пять поколений инженерного новаторства, 225 тоннелепроходческих комплексов, 1,000,000 метров пройденных тоннелей, 380 завершенных объектов во всех уголках земного шара.

Через свои офисы в Канаде, Европе, Азии, Австралии, а также через сеть представительских фирм во всем мире Ловат обеспечивает поставку ТПМК с грунтовым и бентонитовым пригрузом для мягких смешанных и скальных пород, обеспечивает монтаж и наладку оборудования, обучение персонала заказчика, сопровождение проходки.

Ловат берет на себя поставку всего вспомогательного оборудования для обеспечения работы ТПМК.

Уже 25 лет Ловат Инк. работает в России через своего представителя фирму «Интерторг, Инк», США.



LOVAT Inc.

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



ПО «РАЗМЫВУ» ОТКРЫТО ДВИЖЕНИЕ



участке между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества». Восемилетняя операция по восстановлению зоны «Размыва» наконец завершилась.

Оценить результаты работы метростроевцев приехал в северную столицу Президент России Владимир Владимирович Путин. Для Пре-

зидента и сопровождающих его лиц был подготовлен специальный поезд, состоящий из одного вагона. Этот поезд и открыл дви-

жение по линии.

Проехав по тоннелям бывшего «Размыва» В. В. Путин от души поздравил метростроевцев за эту важную для города работу. Он также отметил, что, по мнению российских и зарубежных специалистов, работа по восстановлению зоны «Размыва» оценивается как уникальная.

Вечером того же дня в Константиновском дворце Президент вручил участникам строительства государственные награды: «За заслуги перед Отечеством» III степени был награжден генеральный директор ОАО «Метрострой» В. Н. Александров; три человека – орденом Почета, еще три – орденом Дружбы, около 20 строителей получили медали и ордена «За заслуги перед



Генеральный директор ОАО «Метрострой» В. Н. Александров

Отечеством» I и II степени.

Губернатор Санкт-Петербурга Валентина Матвиенко заявила Президенту, что в ближайшие сто лет за безопасность на этом участке можно не беспокоиться.

26 июня 2004 г. было открыто сквозное движение по Кирово-Выборгской линии Петербургского метрополитена на

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТОННЕЛЬНЫЙ КОНГРЕСС

С 22 по 27 мая 2004 г. в Сингапуре состоялись Международный тоннельный конгресс «Использование подземного пространства для необходимого развития городов», 30-я Генеральная ассамблея МТА, техническая выставка, а также технические экскурсии.

Конгресс организован Сингапурским обществом подземного строительства и Международной тоннельной ассоциацией.

Это – очередной большой форум специалистов, работающих в области проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений.

От Тоннельной ассоциации России в этих мероприятиях участвовали 34 специалиста из Москвы и разных регионов страны: Краснодарского края, Урала, Сибири и Дальнего Востока, представлявших организации: Корпорацию «Трансстрой», Мосинжстрой, ООО «Организатор», ОАО «ППР-1», научно-исследовательский центр «Метро и тоннели», ОАО «Тоннельный отряд № 44», «Бамтоннельстрой», Дальтоннельстрой, ЮГСК, НПО «Космос».

На заседании Генеральной ассамблеи Международной тоннельной ассоциации присутствовали представители, делегаты, наблюдатели и члены рабочих групп из 36-ти стран (из числа 53 стран-членов МТА).

Важным событием для ассам-

блеи и Международного тоннельного конгресса было проведение 25 мая Открытой сессии МТА на тему «Подземное пространство для необходимого развития городов», где было представлено пять докладов.

Семинар МТА по подземной безопасности был проведен 21 мая группой целевого назначения МТА. Семинар состоял из ряда лекций и небольших совещаний по вопросам работы МТА по тоннельной безопасности. На нем были рассмотрены направления развития и инструменты управления риском, чтобы помочь странам-членам МТА в систематическом, эффективном преодолении риска, связанного с антиобщественными действиями в отношении подземной инфраструктуры и ее пользователей.

В период между заседаниями Генеральной ассамблеи были проведены заседания 13-ти рабочих групп по различным вопросам тоннелестроения. В трех из них приняли участие представители Российской ассоциации: Б. И. Федунец, В. Н. Жуков, С. С. Воскресенский.

Большое внимание было уделено организации контактов между членами МТА – странами, предприятиями и специалистами.

На 30-й Генеральной ассамблее произошло значительное обновление Исполнительного совета МТА.



Были избраны: президент МТА – Г. Паркер из США, два вице-президента – Вагнер из Австрии и Найс – из Великобритании, а также 4 новых члена Совета. От России и Тоннельной ассоциации России был избран Михаил Юрьевич Беленький – начальник Управления Корпорации «Трансстрой». Таким образом, до 2007 г. Россия будет представлена в руководящем органе МТА.

На ассамблее были определены последующие ежегодные встречи тоннельщиков:

- Турция, 7–12 мая 2005 г.;
- Южная Корея, 29 апреля – 4 мая 2006 г.;
- Чешская Республика, 5–10 мая 2007 г.

В тоннельном конгрессе приняли участие около 800 специалистов из разных стран мира.

Для опубликования в Трудах было выбрано 135 докладов и 177 статей.

Тоннельная ассоциация России выступила с двумя докладами: В. Л. Шварцман (Корпорация «Трансстрой»), Г. И. Муравин (ООО «Организатор»), С. Н. Власов (ТА России), М. Херренкнехт («Херренкнехт АГ», Германия), Ж.-Л. Валлет («ВИНСИ», Франция) «Строительство Лефортовского тоннеля в Москве – новые технологии»; В. Е. Меркин (НИЦ ТМ ОАО «ЦНИИС») «Мониторинг состояния конструкций и окружающей среды при строительстве Лефортовского тоннеля».

Первый доклад сопровождался демонстрацией фильма.

Затем в течение трех дней состоялись 7 сессий (25 под-

ИСПАНИЯ - 2004: МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

И. С. Бубман,
главный специалист
ТА России, к. т. н.

В период 22–29 мая 2004 г. в Испании Международный Союз научных и инженерных общественных объединений проводил ежегодный научно-практический семинар «Международное научно-техническое сотрудничество – 2004». Семинар проводился совместно с Федерацией инженеров Испании, президент - г-жа Мария Хесус Прието Лаффарг.

Российская делегация насчитывала 90 специалистов, в том числе 20 человек из 4-х городов и 12-ти организаций являлись членами Тоннельной ассоциации России.

Среди делегатов конференции были представлены ведущие ученые, инженеры, деятели науки и техники России. Достаточно назвать только некоторых из них – академик РАН Гуляев Ю. В., академик РАЕН Капица С. П., академик РАЕН Букреев И. Н., летчик-космонавт, академик Российской академии космонавтики Березовой А. Н., директор Международного Союза экономистов Плотникова Р. Н.

Большой интерес присутство-

вавших на пленарном заседании специалистов и массу вопросов вызвал доклад профессора Сергея Петровича Капицы «Демографическая, глобальная безопасность и будущее человечества», который был изложен автором с присущим ему блеском и одновременно весьма доходчиво и просто.

Предложенная им модель рассматривает население мира как единую самоорганизующуюся систему. Это позволяет охватить громадный диапазон времени и круг явлений, в которые входит, по существу, вся история человечества. Модель предлагает феноменологическое, макроскопическое описание явлений, в основе которого лежит представление о кооперативном взаимодействии, включающем все процессы культурной, экономической, технологической, социальной и биологической природы, приводящем к самоускоренному гиперболическому росту.

В Программу проведения семинара входила также большая культурная программа ознакомления с историей, архитектурой и культурой южной области Испании – Андалузией.

Семинар проходил в городке



Президиум конференции (слева направо): Ю.В.Гуляев – академик РАН, президент Международного и Российского Союза НИО, вице-президент ВФЮ; В.М.Ситцев – вице-президент, первый секретарь Союза НИО, руководитель Исполнительной дирекции; Мария Хесус Прието Лаффарг – президент Федерации инженеров Испании, вице-президент ВФЮ


Террамолинос в пригороде Малаги, столицы Андалузии.

Были предусмотрены автобусные однодневные экскурсии в города Гранада, Севилья, Кордоба и Танжер, который расположен уже на территории государства Марокко, на севере Африки.

Все экскурсии были прекрасно организованы и четко проведены с русскоязычным гидом, выходцем из Кишинева.

Участники экскурсий надолго запомнят сады и дворец Альгамбры в Гранаде, историчес-

кие места и архитектуру Севильи, памятники трех мировых монотеистических религий – христианства, ислама и иудаизма в Кордобе.

От имени делегации России автор выразил признательность руководству и сотрудникам Исполнительной дирекции Союза НИО за высокое качество организации и четкое проведение семинара «Международное научно-техническое сотрудничество – 2004». 

ДАГЕСТАН: СБОЙКА АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ

29 июня 2004 г. произошла сбойка встречных забоев в автодорожном тоннеле под 65-м неустойчивым массивом Ирганайского гидроузла в Дагестане.

Длина тоннеля – 453 м, поперечное сечение в проходке – 89 м². Постоянная обделка – монолитный железобетон толщиной от 0,5 до 1,0 м.

Строительство тоннеля велось в крайне сложных инженерно-геологических условиях. Вмещающие породы представлены доломитами и песчаниками. Значительная часть трассы тоннеля располагается в породах зон тектонических нарушений. В зонах тектонических нарушений, мощностью от 1,5–2 до 8–10 м, породы раздроблены до состояния щебенисто-

глыбового грунта с доломитовым песком.

В силу сложной топографии и в связи с тем, что изыскания проводились в конце 80-х – начале 90-х, большая часть тектонических нарушений не была обнаружена при изысканиях.

Необходимость выполнения специальных мероприятий на участках зон тектонических нарушений приводила к остановке проходческих работ на месяцы. При расчистке одного из участков тектонического нарушения было вывезено 4500 м³ грунта.

В силу отсутствия подъезда к верховому порталу основной объем работ выполнен с низового портала.


Проходку тоннеля выполнил Даггидроспецстрой (генераль-



Низовой портал тоннеля

ный директор Магдиев Ш. Р.), дочерняя структура Корпорации «Союзгидроспецстрой».

Завершение устройства по-

стоянной железобетонной обделки и сдача тоннеля в эксплуатацию планируются до конца 1-го полугодия 2005 г. 

«ЛОВАТ» ЗАВЕРШИЛ КРУПНЫЙ ОБЪЕКТ В ЛОС-АНДЖЕЛЕСЕ

1 июля 2004 г. в Лос-Анджелесе (Калифорния, США) тоннелепроходческий комплекс фирмы «ЛОВАТ» модель RME152SE серии 20800 завершил проходку канализационного тоннеля протяженностью 2834 м.

ТПМК диаметром 3,86 м с грунтопригрузом, оснащенный новейшей технической разработкой, электроприводом переменной частоты вращения, вел проходку под плотно застроенным районом на северо-востоке Лос-Анджелеса.

Проходка велась в основном в

аллювиальной почве, ниже уровня грунтовых вод. При возведении тоннеля использовалась железобетонная сболчиваемая высокоточная обделка.

Данный ТПМК фирмы «Ловат», получивший имя «YuYo Bunny», установил в один из дней 31 кольцо за рабочую смену, что и стало его наилучшим результатом на этом проекте. Компания-строитель «Taylor» использовала блоки стандартной длины 1372 мм, а для кривых 1219 мм – блоки обделки, изготовленные по особому заказу.



ВИРТ/НФМ ОТКРЫЛО ОТДЕЛЕНИЕ В ИСПАНИИ

Вирт/НФМ создало специальное подразделение в Испании для оперативного технического обслуживания своих проектов в этой стране. Подразделение работает с июня 2004 г. и уже стало заметным местным партнером.

Два года прошло, как Вирт и НФМ объединили свои усилия в предложении на рынок полного перечня горнопроходческого, бурового оборудования и оборудования для микротоннелирова-

ния. С оборотом в 180 млн евро в 2003 г. и 750 рабочими местами компания стала играть важную роль в тоннельной индустрии.

За последние несколько лет в Испании бурно развиваются проекты по развитию транспортной инфраструктуры. Вирт/НФМ участвует в строительстве Линии 9 метро в Барселоне и в проходке тоннеля Гуадарама на скоростной линии Мадрид-Валладолид.



ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ АТЛАНТИКУ И ТИХИЙ ОКЕАН

29 июня 2004 г. Китай и Аргентина подписали принципиальное соглашение о строительстве 13,9-км тоннеля через Анды, который будет проложен на 800 м ниже существующего перевала в местечке Aguas Negras в Сан Хуане.

Этот тоннель, который будет центральной частью так называемого океанического коридора между Porto Alegre в Бразилии и Soquimbo в Чили, существенно сократит расстояние

между Атлантикой и Тихим океаном и облегчит экспорт Аргентинской сои и фруктов в Китай.

Существующий тоннель Cristo Redondor на границе между Чили и Аргентиной часто бывает закрытым из-за погодных условий, заставляя сотни грузовиков скапливаться в очередь.

Примерная стоимость строительства нового тоннеля оценивается в 250 млн американских долларов.



«ХЕРРЕНКНЕХТ АГ» ПОСТАВЛЯЕТ ТПМК ДЛЯ ПРОХОДКИ СЕРВИСНОГО ТОННЕЛЯ В МОСКВЕ

На строительную площадку в Серебряном Бору в Москве начали поступать элементы ТПМК фирмы «Херренкнехт АГ» для проходки сервисного тоннеля. (О проектных решениях и строительстве Серебряноборских тоннелей – см. журнал «Метро и тоннели» № 3/2003 и 1/2004). Фирма «Херренкнехт АГ» поставила щит наружного диаметром 6,28 м с гидropriгрузом забоя.

Помимо этого, «Херренкнехт АГ» поставила на этот проект оборудование для расширения существующей сейчас сепарационной установки, а так же оборудование для производства блоков железобетонной обделки. Изготавливать обделку для сервисного тоннеля будут на Очаковском заводе ЖБИ в Москве. Начало проходки планируется на сентябрь 2004 г.

Технические характеристики строительства:

- минимальный радиус кривизны тоннеля на трассе – 600 м;
- внешний диаметр обделки тоннеля: – 6000 мм;
- внутренний диаметр обделки тоннеля – 5400 мм;
- ширина кольца обделки тоннеля – 1000 мм;
- длина щита – 7,5 м;
- вес (без ротора) – 140 т;
- рабочее давление – 3,0 бара.



НОВОСИБИРСК: ВРЕМ



О. Б. Фердман,
зам. генерального директора
«Бамтоннельстрой»



А. П. Северин,
генеральный директор
«Новосибирскметрострой – БТС»

Трудно переоценить роль метрополитена для Новосибирска, и необходимость его дальнейшего развития не вызывает сомнений. Сегодня на долю метрополитена приходится почти 17% всего городского пассажиропотока, и это немало, если учесть, что совокупная протяженность линий чуть более 13 км. Однако строительство метро в данном регионе – очень сложный процесс, как с технической точки зрения, так и с организационной. Он требует колоссальных финансовых вливаний, большой предварительной работы, решения многих технологических проблем, связанных с особенностями сибирского климата и последующей эксплуатации сооружений в условиях длительного воздействия отрицательных температур. Кроме того, в Новосибирске очень высок уровень подземных вод, поэтому строительство должно сопровождаться полным комплексом работ по закреплению грунтов.

В результате проведенного тендера генеральным подрядчиком строительства метрополитена в Новосибирске стало ОАО «Бамтоннельстрой» – организация, которая владеет современной техникой и технологиями всех видов строительства подземных сооружений, в том числе и в экстремальных горно-геологических и природно-климатических условиях, а также труднодоступных районах Сибири и Дальнего Востока.

Главная задача, которую приходится решать ОАО «Бамтоннельстрой» и его дочернему предприятию ООО «Новосибирскметрострой – БТС» на новосибирских площадках, – это значительное сокращение сроков строительства и ускорение ввода в эксплуатацию новых станций метрополитена. На сегодняшний день это возможно только

при условии отказа от старых малопроизводительных, рискованных методов проходки и сооружения станций, которые до сих пор применялись на строительстве метро.

В 2003 г. руководством города и области было принято решение о вводе в эксплуатацию в 2004 г. станции «Березовая Роща». Одним из наиболее сложных участков, определяющим сроки ввода объекта, стала проходка перегонных тоннелей в сложных гидрогеологических условиях, которые характеризовались наличием значительной вмещающей толщи неустойчивых глинистых и песчано-глинистых грунтов, проявляющих при воздействии динамических нагрузок и резком возрастании гидравлического градиента свойства псевдопльвунов, а также грунтовых вод, залегающих выше отметки головки рельса.



Сооружение тоннелей в данных грунтах было предусмотрено с использованием химического закрепления грунтов методом газовой силикатизации. Химическое закрепление предполагалось выполнять из опережающей штотли в две стадии: сначала из забоя штотли закрепить зону ее проходки, затем штотлю использовать для всерного нагнетания закрепляющих составов по всему контуру тоннеля. В результате комплексной оценки инженерно-геологических, гидрогеологических условий и финансово-экономических параметров строительства решено было применить тоннелепроходческий комплекс фирмы «LOVAT» модели RME2329E14700, оборудованный системой грунтопригруза, что позволяет вести качественную про-

Я НОВЫХ РЕШЕНИЙ



Генеральный директор ОАО «Бамтоннельстрой» А. П. Голышев

ходку без применения дополнительных спецспособов.

24–25 сентября 2003 г. из Санкт-Петербурга в Новосибирск двумя рейсами АНТ-124 «Руслан» были доставлены восемь блоков тоннелепроходческого комплекса общим весом 374 т.

Для размещения в грузовом отсеке самолета оболочку самого крупного блока весом 79 т пришлось частично срезать, хотя в этом отсеке помещается до сорока автомобилей «Жигули». Оставшиеся детали комплекса прибыли в Новосибирск в пяти 40-тонных железнодорожных контейнерах. Не имеющая аналогов воздушная транспортировка механизированного комплекса, приобретенного ОАО «Бамтоннельстрой» для строительства второй оче-

реди Новосибирского метрополитена, вызвала большой интерес специалистов, городских властей и прессы. Прибытие такого проходческого комплекса существенно расширило возможности возведения тоннельных сооружений при освоении подземного пространства города.

Осенью 2003 г. было закончено сооружение монтажной камеры на ПК 98+23 – ПК 98+38 трассы перегона между ст. «Маршала Покрышкина» и ст. «Березовая Роща». Строительство велось в сложных гидрогеологических условиях с применением химического закрепления грунтов и водоподведения с использованием богатого опыта, приобретенного при прокладке тоннелей БАМа. Всего за два месяца, в зимний период, в условиях отрицательных темпе-

ратур были выполнены работы по сооружению сталежелезобетонной плиты – ложа для монтажа ТПМК «LOVAT», и при содействии консультантов фирмы-изготовителя смонтирован сам комплекс.

Узлы комплекса собирали на поверхности и опускали в шахтный ствол мощным козловым краном грузоподъемностью 200 т. Технологическое оборудование в процессе монтажа вытягивалось в участок готового тоннеля, поэтому сразу после сборки оно готово было к эксплуатации. В связи с повышенными требованиями изготовителей ТПМК «LOVAT» пришлось доказать на практике, что температурный режим и качество сварных швов будут обеспечены в полной мере, несмотря на сибирские морозы: работы вели с обогревом конструкций.

По окончании монтажа и комплексного опробования всех механизмов и агрегатов в конце февраля 2004 г. была начата проходка левого перегонного тоннеля. Уже в первый месяц было пройдено 70 п. м. Второй месяц дал увеличение скорости в 2 раза – до 150 п. м. В качестве постоянного крепления была применена высокоточная обделка из железобетонных блоков с болтовыми соединениями – наружным диаметром 5650 мм, внутренним – 5200 мм, с шириной кольца 1400 мм производства и поставки ЖБИ ОАО «Бамтоннельстрой» г. Красноярск. Обделка представляет собой кольцо правильной формы, состоящее из шести нормальных и одного замкового элемента. Болтовые соединения были изготовлены на предприятиях Новосибирска.

В целях сокращения сроков и затрат на подготовку к ведению горнопроходческих работ по правому перегонному тоннелю специалистами ООО «Новосибирскметрострой – БТС» был разработан проект производства работ на передвижку ТПМК «LOVAT» в котловане камеры съездов ст. «Березовая Роща» с оси левого



Разгрузка ТПМК «Ловат» в аэропорту «Толмачево», Новосибирск

перегонного тоннеля на ось правого с разворотом на 180°.

Технология передвижки выглядела следующим образом: в бетонной подготовке камеры съездов были замоноличены двутавровые балки № 30 с шагом 1,5 м, на которые приваривался металлический лист толщиной 16 мм, так чтобы перекрыть расстояние между тоннелями (по наружным граням обделки). На этот лист основания, предварительно покрытый отработанным маслом, на оси левого перегонного тоннеля укладывался еще один лист толщиной 16 мм и размером 7,7×8,0 м, который предварительно крепился к нижнему листу для обеспечения его фиксации в процессе надвигки комплекса при выходе в котлован. После выхода ТПМК было зафиксировано его положение на верхнем листе путем установки трех пар укосин (по три укосины с каждой стороны). Далее к верхнему и нижнему листам приваривались проушины для установки четырех домкратов, развивающих усилие по 60 тс каждый. После передвижения верхнего листа с зафиксированным на нем комплексом на величину выдвигения хода штоков домкратов (около 1,2 м) был произведен демонтаж проушин и перестановка их в новое положение на нижнем металлическом листе основания.

Описанный цикл повторялся шесть раз, пока ТПМК «LOVAT» не занял положение по оси камеры съездов (6 м от оси левого перегонного тоннеля).

Затем была проведена операция по развороту ТПМК на 180° путем перемещения хвостовой части, как более легкой, тремя гидродомкратами по дуге к оси правого перегонного тоннеля.

Далее цикл по параллельному перемещению повторился, пока ось комплекса не совпала с осью правого перегонного тоннеля.

Вся технологическая цепочка по передвижке ТПМК «LOVAT» с оси левого перегонного тоннеля на ось правого на расстоянии 12,8 м с разворотом на 180° составила четверо суток.

12 мая на станции метро «Березовая Роща» состоялась сбойка перегонного



Технические характеристики ТПМК «LOVAT»:

- диаметр резания – 5,914 м;
- диаметр бурения – 5,888 м;
- диаметр щита – 5,872 м;
- длина щита – 8,4 м;
- длина щита с защитным оборудованием – 70 м;
- вес – 230 т;
- вес с защитным оборудованием – 374 т;
- режущий исполнительный орган – 4-лучевой конструкции с подвижными створками для регулирования пропуска грунта и воды;
- ротор – реверсивный с гидравлическим приводом и изменяемой скоростью.

тоннеля. Проходческий комплекс «LOVAT» за 80 дней завершил проходку тоннеля длиной 436 м, начавшуюся на ст. «Маршала Покрышкина», и вышел в проектных отметках в котлован камеры съездов строящейся станции.

Скорость проходки достигала 12 м в сутки. Между прочим, это рекордная скорость, особенно если учесть, что строительство велось в тяжелых горно-геологических условиях и при обводненной почве, а в ходе работ пришлось ликвидировать аварийную просадку грунтов и извлекать затопленный предыдущими подрядчиками щит, ликвидировать коллекторы и осуществлять переносы коммуникаций. Во время сильных морозов работы велись с обогревом конструкций – для того чтобы

в полном объеме обеспечить температурный режим и качество сварных швов.

Но, несмотря на все трудности, строители «Новосибирскметрострой – БТС» успели завершить проходку тоннеля именно к 12 мая. Эта дата была выбрана не случайно. Ровно 25 лет назад в этот день в Новосибирске началось строительство метрополитена: на месте будущей станции «Октябрьская» была забита первая свая.

С этим торжественным днем метростроителей приехал поздравить мэр Новосибирска Владимир Городецкий.

Сегодня метро Новосибирска уверенно смотрит в будущее: на его объектах работает самая современная техника, уже реальны планы сдачи в декабре 2004 г. новой станции «Березовая Роща» и прокладки линии метро в направлении станций «Золотая нива» и «Площадь Станиславского».

Перспективная схема метро в Новосибирске включает пять линий и 36 станций. Генеральный подрядчик второй очереди строительства ОАО «Бамтоннельстрой» и его дочернее предприятие «Новосибирскметрострой – БТС» готовы и дальше трудиться на благо города. Строители уверены, что благодаря их совместным усилиям с областной и городской администрациями, жители города получают в подарок новые километры подземных перегонов и новые станции. Новосибирск достоин, чтобы в нем был качественный, надежный, долговечный и эффективно работающий метрополитен.



Мэр Новосибирска В. Ф. Городецкий

«Сегодняшний день добавил нам уверенности, что к концу года, в декабре, мы с вами порадуемся уже пуску новой станции «Березовая Роща». Я считаю, что ближайшая перспектива развития метрополитена в Новосибирске есть. По крайней мере, следующие за «Березовой Рощей» две станции уже определены, и мы будем добиваться, чтобы строительство метро продолжалось и дальше такими же рекордными темпами», - сказал мэр Новосибирска В. Ф. Городецкий.





Готовый тоннель на 1442 км Транссиба, г. Пермь



ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ В ПЕРМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ

Исторически сложилось, что г. Пермь – один из крупнейших промышленных центров России – разделён железнодорожной магистралью направления Киров – Пермь – Екатеринбург, проходящей через центральную часть города, что негативно отражается на транспортных связях между его районами.

На значительном протяжении железная дорога проходит в насыпи высотой до 10–12 м.

Ещё в 70-х гг. прошлого столетия генеральным планом города предусматривалось строительство автодорожных тоннелей под железной дорогой. Однако отсутствие надёжной технологии и оборудования для прокладки тоннелей, позволяющих выполнить такую задачу без перерыва движения поездов, сдерживало принятие этого ответственного решения, поскольку малейшая неудача, способная привести к сбою в движении поездов по Транссибирской магистрали, привела бы к колоссальным финансовым потерям не только региона, но и всей России.

А. В. Черняков,
президент НПО «Космос»
В. Н. Веселовский,
ГИП ОАО «Уралгипротранс»
Е. А. Адуйский,
директор ООО «Космос – Урал»

Иntenсивное развитие технологии бестраншейной прокладки коммуникаций в последнее десятилетие открыло новые возможности в строительстве тоннелей мелкого заложения закрытым способом в условиях ограничения деформации дневной поверхности и вышележащих сооружений (дорог, инженерных сетей, наземных зданий).

В 1996 г. было принято решение о сооружении автодорожных тоннелей под защитой экрана из металлических труб, продавливаемых через железнодорожную насыпь под Транссибирской железной дорогой микроштитом германской фирмы «Herrenknecht» по технологии, отличающейся следующим рядом несомненных преимуществ по сравнению с другими безусловными способами строительства тоннелей:

- высокой несущей способностью защитного экрана из металлических труб, внутренние полости которых можно заполнять монолитным бетоном с установкой арматурных каркасов;
- высокой точностью продавливания труб с помощью микрошпита, т. к. его положение при продавливании управляется оператором;
- возможностью использования защитного экрана в качестве элементов постоянной обделки с устройством его сразу на всю длину тоннеля.

Выполнить эту сложную задачу было доверено НПО «Космос». К настоящему моменту строительство успешно завершено.

В период 1998–2003 гг. в Перми были построены два автодорожных тоннеля с защитным экраном в теле насыпи двухпутной электрифицированной железнодорожной магистрали без перерыва движения поездов:

- тоннель под две полосы движения автотранспорта на 1435 км железнодорожной магистрали (рис. 1) в 600 м от железнодорожного вокзала в центральной части г. Перми (1998–2001);

- тоннель под четыре полосы движения автотранспорта (рис. 2) на 1442 км той же железнодорожной магистрали (2001–2003).

В связи с высокой интенсивностью движения поездов на указанном участке железной дороги (свыше 90 пар поездов в сутки) обязательным условием было выполнение строительных работ без перерыва движения поездов, с гарантированным обеспечением минимальных осадков железнодорожного полотна и верхнего строения пути.

Существенно усложнили проектирование и сооружение тоннелей инженерно-геологические условия на участках их расположения.

Тоннель на 1435 км предстояло пройти в железнодорожной насыпи высотой 15,2 м, отсыпанной в 1909 г. мелкими и пылеватыми песками на болоте без выторфовки.

Непосредственно под телом земляного полотна залегает торф среднеразложившийся мощностью 1,1–2,0 м, ушлотнённый под центром насыпи и естественный у её подошвы. Ниже по разрезу торф подстилается небольшим слоем водонасыщенного песка мощностью 0,2–0,5 м и далее суглинком различной консистенции: от текучей у подошвы насыпи до полутвёрдой под её центром. Мощность слоя суглинка 1,3–2,1 м. Суммарная мощность слоя слабых аллювиальных грунтов до 4,9 м. Глубже залегают более

прочные грунты, которые могут быть основными для фундамента тоннеля.

Уровень грунтовых вод колеблется с глубины 0,5 м от дневной поверхности. Прилегающая к железнодорожной насыпи болотистая местность покрыта насыпными грунтами. В дополнение к слабому основанию при проверке устойчивости насыпи выяснилось, что она находится в состоянии предельного равновесия (коэффициент устойчивости откосов против круглоцилиндрического сдвига – 1,04).

Второй автодорожный тоннель на 1442 км пересекает железнодорожную насыпь высотой до 7,2 м. Насыпь отсыпана глинистыми грунтами полутвёрдой консистенции с включениями гравия и линзами песка. В основании насыпи залегают аллювиальные суглинки и глины. Суглинки находятся от текучепластичного до полутвёрдого состояния. Грунтовые воды встречены скважинами на глубине 6–7 м.

Инженерно-геологический разрез по расе тоннеля на 1442 км характеризуется неоднородным строением с хаотичным расположением грунтов различной консистенции, что привело к различному напряжённому-деформационному состоянию западного и восточного откоса насыпи.

Конструкции тоннелей

Выбор конструкции и технологии строительства тоннелей predetermined следующими основными факторами, неблагоприятное сочетание которых ранее не встречалось в практике отечественного тоннелестроения:

- необходимость сооружения тоннеля в теле железнодорожной насыпи, сложенной слабыми грунтами, неустойчивыми при проходке, с обеспечением бесперебойного и безопасного движения поездов с установленными скоростями;
- наличие в основании насыпи слабых водонасыщенных грунтов общей мощностью более 5 м;
- высокий уровень грунтовых вод, который невозможно понизить традиционными методами, не вызвав деформаций насыпи действующей железной дороги;
- напряженно-деформационное положение насыпей, характеризующееся состоянием предельного равновесия устойчивости откосов против круглоцилиндрического сдвига.

В связи с этим на обоих тоннелях были приняты общие принципиальные решения:

- закрепление откосов насыпи против круглоцилиндрического сдвига до начала строительства тоннелей;
- устройство защитного экрана из металлических труб, продавленных через тело насыпи микрощитами фирмы «Hettgenknecht»;
- закрепление слабых грунтов в теле тоннелей до начала проходки;
- закрепление слабых грунтов основания грунтоцементными сваями, устраиваемыми по «джет-технологии».

Поперечные сечения тоннелей приняты с учетом габарита приближения строений и оборудования.

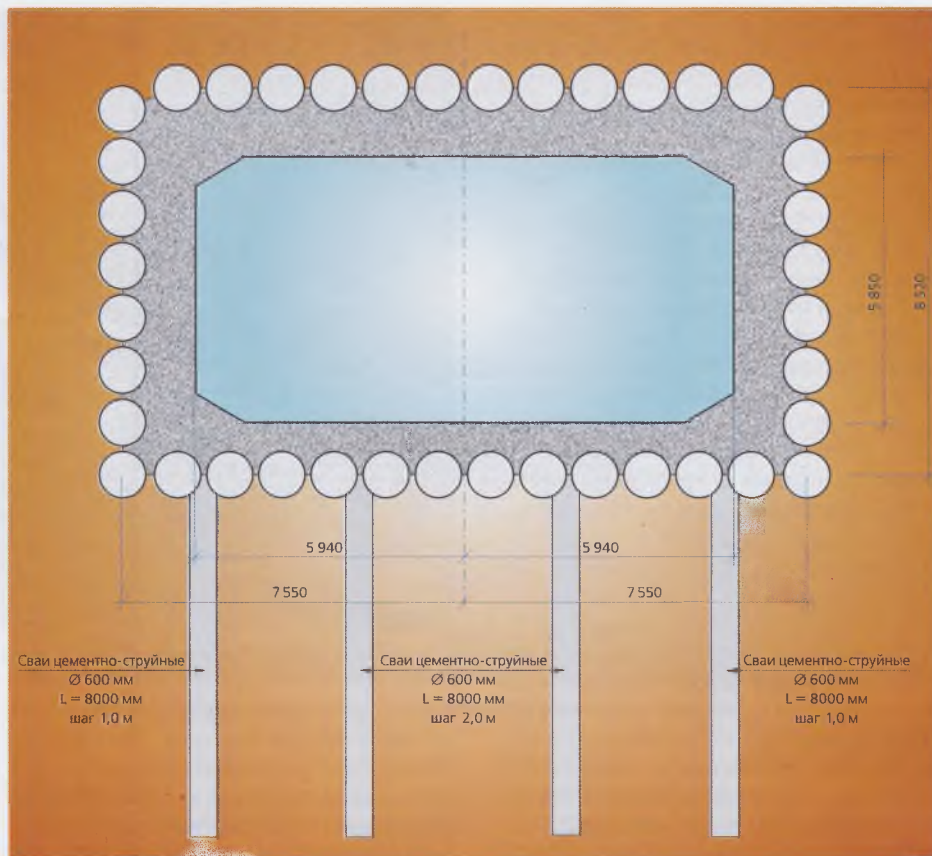


Рис. 1. Конструкция тоннеля под две полосы движения на 1435 км Транссиба

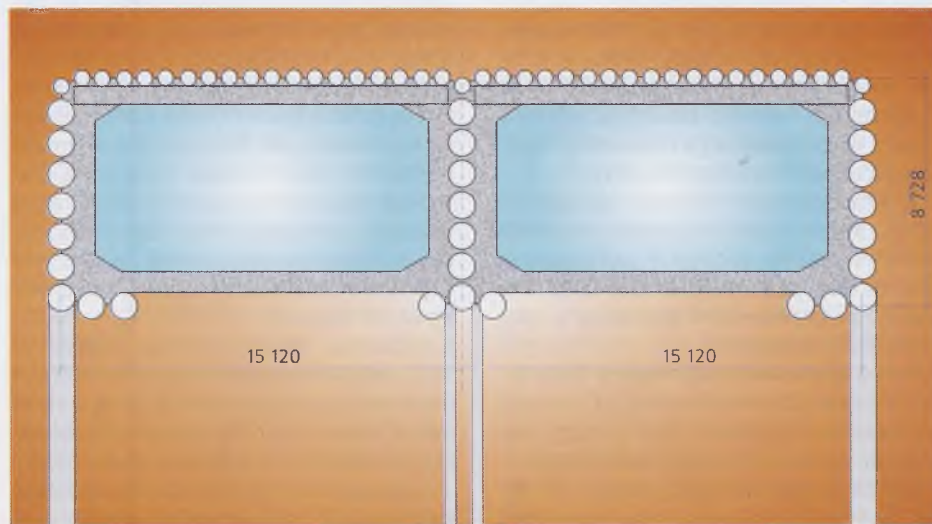


Рис. 2. Конструкция тоннеля под четыре полосы движения автотранспорта на 1442 км Транссиба

Длина тоннелей определена шириной железнодорожных насыпей в месте пересечения.

Постоянные конструкции тоннелей также однотипны: в тоннеле на 1435 км лоток, стены и перекрытие выполнены из монолитного железобетона класса В30, морозостойкостью F–200, водопроницаемостью марки W10. В отличие от первого для перекрытия тоннеля на 1442 км использованы в качестве постоянных конструкций трубы защитного экрана, заполненные монолитным бетоном с установкой арматурных каркасов и поперечные металлические балки рам временного крепления.

Конструкции фундаментов несколько различаются:

- разные инженерно-геологические условия;
- различная высота насыпей;

- наличие бурового оборудования для изготовления грунтоцементных свай.

Фундамент тоннеля на 1435 км выполнен из монолитного железобетонного лотка, сплошного защитного экрана из металлических труб диаметром 1020 мм, заполненных монолитным бетоном, грунтоцементных свай диаметром 0,6–0,7 м, устроенных с шагом 2 м через отверстия, вырезанные в замках труб защитного экрана. Защитный экран в лотковой части тоннеля был выполнен для предотвращения выдавливания слабых грунтов основания (торфов) внутрь тоннеля при его проходке.

Расчетная величина вышучиваемых грунтов в случае отсутствия экрана составляла 80 см. Грунтоцементные сваи, армированные металлической трубой диаметром 59 мм,

прорезали слабые грунты и опирались на галечник и твердые аргиллитоподобные глины. Несущая способность одиночной сваи по данным испытаний составила 63 т.

Фундаменты тоннеля на 1442 км из грунтоцементных свай большей частью были выполнены до устройства защитного экрана одновременно с усилением грунтов тела тоннеля и его основания. Под крайние стены тоннелей было предусмотрено два ряда вертикальных и наклонных свай, под средней – три ряда, кроме опережающих грунтоцементных вертикальных и наклонных свай, расположенных под 60 % лотка тоннеля на участках слабых текуче- и мягкопластичных суглинков. Более слабое основание южного пролета тоннеля было усилено двумя рядами горизонтальных грунтоцементных свай при проходке тоннеля (рис. 3). Дополнительные вертикальные сваи выполнялись при проходке тоннеля по результатам освидетельствования грунтов основания при их обнажении.

Конструкции защитных экранов также несколько различаются. Защитный экран тоннеля на 1435 км устроен из металлических труб диаметром 1020 мм по всему контуру тоннеля. Трубы связаны между собой шпунтовым соединением (замком). Замок сконструирован из разрезанной трубы диаметром 102 мм, приваренной вдоль трубы диаметром 1020 мм, с противоположной стороны – сварной тавр (рис. 4).

При сооружении тоннеля на 1442 км защитный экран задавлен только в стенах и перекрытии: в стенах – из труб диаметром 1020 мм, в перекрытии – из труб диаметром 600 мм в связи с недостаточным расстоянием до верхнего строения пути железной дороги.

В лотковой части тоннеля продавлено только по две трубы у наружных стен и по одной в каждом пролете у центральной. Эти трубы предназначены для опирания колонн рам временного крепления и пропуска коммуникаций.

Рамы временного крепления были запроектированы и выполнены из сварных индивидуальных балок. При расчете шаг рам был назначен 2 м, величина заходки – 2 м, угол заложения откоса забоя – 45°. Рамы были рассчитаны по двум различным моделям на каждый этап работ. Поперечное сечение элементов было запроектировано на максимальную нагрузку. Для исключения накопления деформаций за счет прогиба верхних труб защитного экрана при проходке, выбора зазоров между трубами и ригелем рамы, ригель при установке поддомкрачивался двумя 200-тонными домкратами. Затем обваривались монтажные узлы, крайние колонны и ригель приваривались к стеновым трубам.

Закрепление грунтов в теле тоннеля

Учитывая необходимость проходки в слабых неустойчивых грунтах, в обоих случаях предусматривалось закрепление грунтов в теле проектируемых тоннелей.

При сооружении тоннеля на 1435 км его тело было предложено крепить с использованием химических реагентов на основе

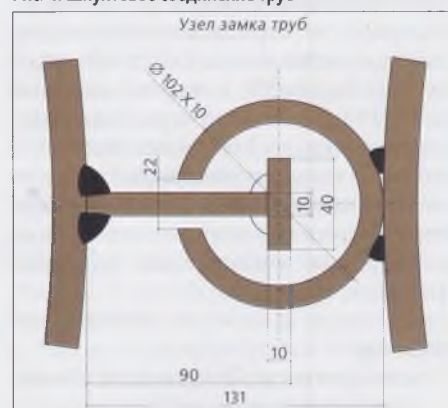


Рис. 3. Бурение горизонтальных грунтоцементных свай с портала

карбамидной смолы, отверждаемой щавелевой кислотой. Для инъекции скрепляющего состава в тело насыпи была запроектирована сеть скважин, состоящая из горизонтальных и наклонных перфорированных труб, забитых в песчаный грунт на глубину 15 м с помощью пневматических ударных машин. Трубы забивали со стороны портала навстречу друг другу. В связи с ограниченностью длины труб, «мертвую» зону грунта инъектировали с помощью вертикальных труб, которые предполагалось забивать после проходки верхнего уступа. Непосредственному выполнению работ предшествовали лабораторные и опытно-промышленные работы по подбору оптимальных инъекционных составов для фактических грунтов насыпи. Эти мероприятия позволили успешно выполнить проходку тоннеля.

Крепление грунтов в теле тоннеля на 1442 км было предусмотрено с учетом опыта строительства предыдущего тоннеля, а также новой технологии и оборудования, имеющихся в наличии у генподрядчика. Данной технологией являлось устройство как вертикальных, так и горизонтальных грунтоцементных свай. Учитывая более сложные геологические условия грунтов, залегающих в основании тоннеля, закрепление их в теле тоннеля предполагалось производить в два этапа.

Рис. 4. Шпунтовое соединение труб



На первом, когда осуществлялось продавливание труб в стены защитного экрана, производилось закрепление грунтов вертикальными грунтоцементными сваями, устанавливаемыми с поверхности железнодорожной насыпи. На втором – устанавливались горизонтальные грунтоцементные сваи, которые бурились как из порталных частей тоннелей, так и непосредственно из забоя во время проходки тоннеля (фото на стр. 10). Помимо этого, горизонтальные сваи частично армировались фиброгласовыми анкерами. Их установка ограничивала длину заходки по закреплению грунтов, из-за чего были предусмотрены три технологические остановки при проходке тоннеля для закрепления грунтов. В этот период выполнялись иные подготовительные работы, сопутствующие проходке. В процессе производства закрепления грунтов уточнялись только составы смесей и регламент выполнения работ. Все это позволило осуществить проходку обоих тоннелей на все сечение высотой 8,5 м без проведения дополнительных мероприятий.

Сооружение защитного экрана

Сооружение защитного экрана – одна из наиболее ответственных и дорогостоящих операций в строительстве тоннелей по рассматриваемой технологии. Для ее выполнения требуется ряд сложных вспомогательных приспособлений и устройств:

- упоры для восприятия горизонтальной нагрузки от домкратов продавливания;
- торцевая стенка крепления откоса насыпи для врезки микрошита;
- приемные подмости на откосе насыпи для приема микрошита;
- подмости для установки рамы продавливания длиной 11,6 м при продавливании труб верхнего ряда (перекрытия) защитного экрана;
- продольная упорная рама для размещения рамы при продавливании стеновых труб защитного экрана;
- поперечная упорная балка для передачи

горизонтальной нагрузки от домкратной станции на стеновые трубы и затем на упор;

- при необходимости стартовые и приемные котлованы.

Основной конструкцией для восприятия нагрузок от домкратов является упор.

При строительстве тоннеля на 1435 км для первоочередного задавливания труб в лотке тоннеля был сооружен один общий упор, представляющий собой свайный ростверк на сваях сечением 35×35 см (размеры в плане). В соответствии с техническими условиями фирмы «Herrenknecht» упор был запроектирован на горизонтальное смещение не более 0,5 мм при нагрузке от домкратов продавливания 600 т. Фактическая максимальная нагрузка составила 390 т, а после корректировки состава бентонитового раствора, исполняющего роль смазки между задавливаемой металлической трубой и грунтом, – не более 240 т.

Продавливание стеновых труб велось снизу вверх, начиная с лотковых труб. Трубы задавливались через откосы насыпи с устройством микроуступов под каждую трубу. Усилия от домкратов передавались на железобетонный упор через специальную продольную раму, на которой устанавливалась рама продавливания с домкратной станцией, далее через подмости из труб диаметром 1020 мм, приваренных к предыдущим продавленным, и затем – на упор.

Для задавливания труб верхнего ряда защитного экрана были выполнены сплошные подмости из металлических балок, опирающиеся на ранее продавленные стеновые трубы, и поперечная упорная балка, также передававшая нагрузку от домкратов на стеновые трубы, затем – на железобетонный упор.

Данная технология исключила необходимость изготовления и монтажа мощного упора высотой 10 м или передвигающихся подмостей заводского изготовления, примененных на аналогичном объекте в Москве.

Задавливание труб на тоннеле на 1442 км осуществлялось в следующей последовательности: в первую очередь продавливались стеновые трубы с уровня дневной поверхности вверх, затем – трубы по перекрытию. После приступали к задавливанию оставшихся стеновых труб сверху вниз в стартовых котлованах.

Учитывая опыт задавливания труб на первом тоннеле, на втором тоннеле упоры были запроектированы и выполнены максимально облегченной конструкции. Было сооружено три небольших упора, расположенных по оси каждой стены защитного экрана. Упоры выполнены из грунтоцементных свай, армированные двумя рядами металлическими двутавровыми балками, что позволило значительно уменьшить размеры упоров, эффективно использовать пассивный отпор грунта для восприятия горизонтальной нагрузки и, в результате, существенно сократить затраты на сооружение упоров.

Проходка

Проходку тоннеля на 1435 км было намечено осуществить двумя уступами: верхний –



Рис. 5. Разработка грунта проходческим комбайном «Alpine Westfalia» фирмы «Tamrock»

высотой 3,5 м, нижний – 3,9 м, с помощью комбайна ПКС.

Проходка верхнего уступа осуществлялась заходками длиной 2 м, после чего устанавливалась рама временного крепления, и далее цикл повторялся.

Для опирания рам временного крепления верхнего уступа дополнительно задавлены внутри контура тоннеля четыре трубы в уровне подошвы верхнего уступа: две – по оси тоннеля для опирания временной средней колонны рамы крепления и по одной у стен защитного экрана – для крайних колонн. Наблюдения за деформациями и напряжениями в элементах временного крепления показали, что фактическая максимальная нагрузка на рамы при проходке меньше расчетной, т.к. инъекционное закрепление массива обеспечило устойчивость забоя при угле заложения $90-75^\circ$. Это дало возможность при сооружении нижнего уступа увеличить длину заходки до 4 м.

Последнее обстоятельство также повлияло на принятие проектных решений при строительстве тоннеля на 1442 км. Проходка здесь была запроектирована на полное сечение, заходками длиной по 2 м. После разработки грунта на длину заходки устанавливалась рама временного крепления, и далее цикл повторялся. Ввиду сложности исполнения, поддомкрачивание ригеля не проектировалось. Разработка грунта осуществлялась проходческим комбайном «Alpine Westfalia» фирмы «Tamrock» (рис. 5) сразу на полное сечение. Из-за большого удельного давления на грунты лотка тоннеля от проходческого комбайна, предусматривалось устройство временного бетонного лотка на каждую заходку.

Для обеспечения безопасности движения поездов во время строительства тоннелей на всех этапах осуществлялся:

- геодезический контроль над деформациями железнодорожной насыпи, верхнего

строения пути, возводимых временных и постоянных конструкций тоннеля;

- мониторинг напряженно-деформированного состояния рам временной крепи.

Сооружение тоннеля под железнодорожной насыпью без перерыва движения поездов на напряженной магистрали предъявляло повышенные требования к обеспечению надежной работы крепи. В этих условиях мониторинг рассматривался как неотъемлемая часть технологии строительства тоннеля.

В процессе проходки проводился анализ измерений с оперативной выдачей рекомендаций по технологии работ и корректировке параметров конструкций крепи. Измерение деформаций рам проводилось деформометром. Сравнение расчетных и измеренных усилий показало, что фактические монтажные нагрузки в рамах при проходке меньше расчетных (50–70%), а эксплуатационные после завершения работ – близки к расчетным. Было также установлено, что на нагруженность каждой отдельной рамы сильно влияют технология проходки и конструктивные решения рам (поддомкрачивание ригеля и труб экрана при монтаже, введение в процессе монтажа дополнительных жестких сварных связей между элементами рамы и трубами экрана), неучтенные в расчетах. Осадка труб верхнего экрана составила 7–4 мм, что вполне допустимо и не вызвало осложнений. Боковые смещения стен защитного экрана из труб в средней (наиболее нагруженной) части тоннеля оказались незначительными ($\pm 0,5$ мм).

Таким образом, в г. Перми российскими специалистами, использовавшими современные технологии и оборудование, эффективные материалы, построены автодорожные тоннели под действующей железнодорожной магистралью в сложных инженерно-геологических условиях. Отдельные решения, реализованные на этом объекте, не имеют аналогов не только в российском, но и мировом тоннелестроении.

УКРЕПЛЕНИЕ ЗОНЫ ПЛАСТИЧНЫХ ГЛИН ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В УФЕ

Устройство горизонтальных свай в кровле выработки



**В. П. Абрамчук, А. Ю. Педчик,
В. В. Шипицын, А. А. Максимов,
Ю. П. Яковлев,
ФГУП УС-30,
А. Г. Малинин,
ИнжПроектСтрой**

Введение

Проходка 4-полосного двухсекционного тоннеля протяженностью 1249 м в створе мостового перехода через р. Уфу ведется Горно-строительным комплексом СМУ-680 ФГУП УС-30.

Технология строительства (НАТМ), конструктивные чертежи обделки разработаны австрийской фирмой «Бетон унд Монирбау».

Тоннель сооружается на глубине 25–30 м в сложных инженерно-геологических условиях. Грунты по трассе тоннеля представлены переслоенными суглинками, глинами, известняками, мергелями, гипсами. Район трассы тоннеля приурочен к антиклинальной структуре с развитыми карстово-суффозионными процессами.

В результате подробных инженерно-геологических изысканий было установлено, что наибольшую опасность при проходке

В г. Уфе продолжается строительство автомобильного тоннеля, являющегося частью трассы Запад-Восток, проходящей через центральную часть города. Основным принципам строительства этого уникального объекта посвящены предыдущие публикации журнала «Метро и тоннели» (см. № 2/2002, № 6/2003). В настоящей статье приведен опыт решения еще одной сложной задачи - укрепления слабых грунтов при проходке тоннеля в зоне пластичных глин.

тоннеля будет представлять зона пластичных глин протяженностью 80–100 м.

Неблагоприятный прогноз подтвердился два года назад, когда началась разработка калотты Северной опорной штольни. В процессе проходки забой штольни находился, как правило, в устойчивом состоянии. Однако во время возведения временной набрызг-бетонной крепи забой обрушился из-за переувлажнения пород.

Причиной этого являлось перераспределение напряжений в зоне влияния проходческих работ. Деформационные процессы, сопровождающиеся появлением многочисленных трещин, привели к формированию в окружающем массиве новых гидравлических связей с вышележащими грунтами, обводненными за счет выпадения атмосферных осадков, а также с нижележащими водонос-

ными трещиноватыми мергелями. В результате поступления по трещинам воды глины приобрели мягкопластичную, местами текучепластичную консистенцию с соответствующим снижением прочностных и деформационных характеристик.

Увеличение подвижности пород привело к возрастанию горного давления и, как результат, к деформированию временной набрызг-бетонной крепи Северной штольни с потерей габаритов, необходимых для возведения постоянной обделки (рис. 1). Неоднократные попытки перекрепления участка только на короткое время давали передышку тоннельщикам, после чего процессы деформирования и разрушения крепи возобновлялись, иногда даже с большей интенсивностью.

И хотя многократные перекрепления участка допускали его эксплуатацию для бе-

зопасного прохода людей и техники, общую проблему это не решало, так как строительство тоннеля подходило к наиболее сложной и ответственной фазе – раскрытию выработки на полный профиль и возведению постоянной обделки тоннеля.

Техническое решение

Для разрешения создавшейся ситуации было проведено множество технических совещаний с участием экспертов Тоннельной ассоциации. Из всех предложенных вариантов были выбраны три основных: проходка опасного участка с помощью опережающего экрана из труб, замораживание и цементация грунтов. С учетом многочисленных факторов, таких как необходимость приобретения новой дорогостоящей техники, продолжительность работ, объем подготовительных работ в виде устройства вспомогательных камер, сложность организации работ в забое и, главное, стоимость работ, был выбран вариант струйной цементации грунтов.

С целью подтверждения выбранного решения были организованы работы на опытном участке. Рассматривали два варианта проведения работ. Первый вариант предусматривал производство работ с поверхности земли и заключался в устройстве грунтоцементного грузонесущего ограждения в стенах и кровле выработки из секущихся вертикальных свай различной длины. Второй вариант – устройство защитного экрана над кровлей выработки с помощью горизонтальных свай, выполненных из забоя штольни.

Производство опытных работ с поверхности земли

Преимуществом данного варианта являлась возможность расположения инъекционного комплекса в удобном месте на поверхности земли. Инъекционный комплекс включал миксерную станцию TW-20, инъекционный насос TW-351 (Tecnivell, Италия), силос объемом 20 м³ для складирования цемента, бак для воды объемом 10 м³, компрессорную станцию.

Отметим, что инъекционный комплекс был установлен непосредственно над тоннелем в лесопарковой зоне (рис. 2). Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду на участке производства работ были выполнены природоохранные мероприятия – срезка почвенно-растительного слоя, устройство котлована глубиной 0,5 м, обваловка участка, а по окончании работ – уборка затвердевшей пульпы и восстановление почвенно-растительного слоя.

Первоначальный вариант предусматривал устройство ограждения из вертикальных свай различной длины, расположенных в пяти рядах с шагом 1000 мм. Расстояние между рядами составляло 900 мм (рис. 3). Сетка расположения свай была выбрана из условия распространения струи цементного раствора на расстояние не менее 600 мм. Сваи устраивали по двухкомпонентной технологии струйной цементации грунтов. Технологические параметры на-

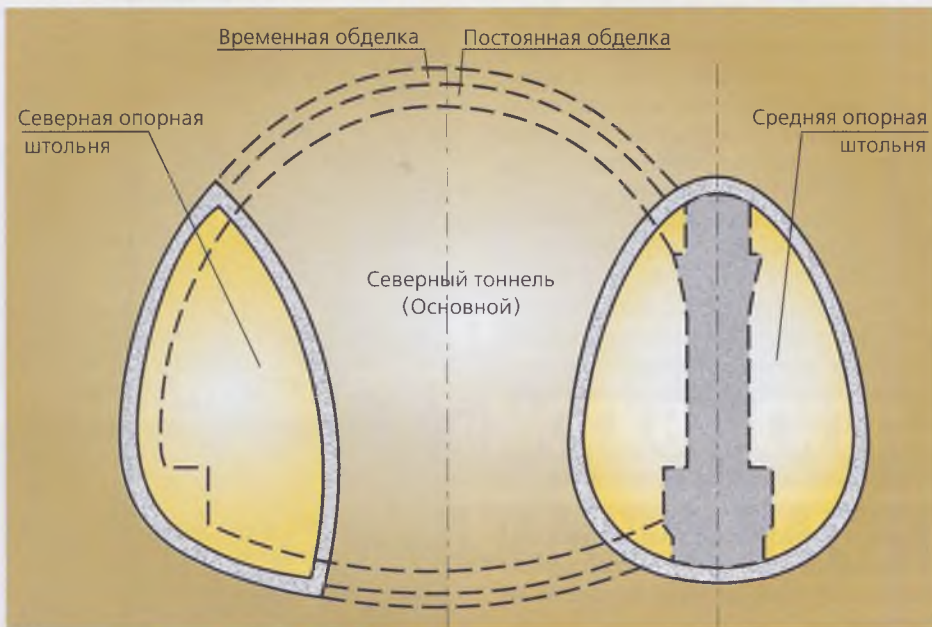


Рис. 1. Первая фаза строительства тоннеля. Проходка боковых и средней штолен



Рис. 2. Производство работ на площадке



Рис. 3. Защитное ограждение

гнетания скрепляющего состава: водоцементное отношение – 0,8:1, давление нагнетания – 500–550 атм., давление воздуха – 7–8 атм. при расходе до 10 м³/мин.

Отметим, что опыт выполнения подобных работ на глубине 25–30 м в нашей стране отсутствовал, поэтому многие эффекты, сопровождающие процесс цементации, были выявлены и оценены впервые. В первую очередь это относится к воздействию столба грунтоцементной смеси на крепь выработки. Дело в том, что в течение нескольких часов после устройства свай ее материал (грунтоцемент) находится в жидком состоянии. Именно в этот период на локальный участок крепи действует дополнительное гидростатическое давление порядка 3–4 атм. В результате этого на некоторых участках про-

изошло значительное деформирование крепи, сопровождающееся появлением трещин.

Для устранения негативного воздействия струйной технологии на крепь выработки были разработаны и осуществлены следующие дополнительные мероприятия. В первую очередь была выполнена закладка выработки на участке производства опытных работ. Кроме того, крайние ряды свай были выполнены по однокомпонентной технологии (без применения воздуха) с соответствующим уменьшением шага свай. Указанные мероприятия позволили в дальнейшем успешно закончить работу в чрезвычайно короткие сроки, без каких-либо новых негативных эффектов.

В итоге было выполнено 480 свай по однокомпонентной и 240 свай по двухкомпонентной технологии струйной цементации

при длине свай от 4 до 10 м. Производительность работ определялась в основном интенсивностью поступления цемента на объект. Рекордными показателями являлись следующие результаты: 22 сваи в сутки, устроенные по однокомпонентной технологии и 12 – по двухкомпонентной технологии.

Для контроля качества работ и оценки полученных результатов через месяц после окончания работ была пройдена контрольная камера. Осмотр укрепленного грунта показал, что результат укрепления трещиноватых глин с помощью струйной технологии визуально значительно отличается от укрепления несвязных грунтов.

На рис. 4 видно, что укрепленный грунт представляет конгломерат, состоящий из грунтобетона (глины, перемешанной с цементным раствором), небольших областей непромешанной глины и чистого цементного камня, которым были заполнены все трещины.

В результате такого воздействия была прекращена фильтрация воды по трещинам, произошло многократное повышение прочностных характеристик зоны закрепленного грунта, а также, что было достаточно неожиданно, повышение консистенции остального прилегающего грунтового массива до полутвердого, а местами – твердого состояния.

Производство опытных работ из забоя выработки

Альтернативный вариант предусматривал устройство защитного экрана в кровле выработки из пересекающихся горизонтальных свай, который выполняют из забоя выработки (см. фото на стр. 14). Зарубежный опыт производства подобных работ в протяженных выработках показывает, что данный вариант обладает существенным недостатком. При такой схеме длина свай не превышает, как правило, 13–15 м при дальнейшей проходке участка длиной не более 10 м. С учетом низкой скорости набора прочности грунтобетоном общее время проходки такого участка составляет приблизительно два месяца. Тем не менее, с целью получения полной достоверной информации, включающей определение количества рядов и шага свай, типа технологического оборудования и схемы организации работ было выполнено несколько экспериментальных свай на участке проходки калотты основного Северного тоннеля.

Комплекс приготовления и высоконапорной подачи цементного раствора был расположен на поверхности. Для уменьшения длины шлангов с поверхности была пробурена и обсажена вертикальная скважина, через которую в забой протянули высоконапорный шланг для подачи цементного раствора. Бурение скважин выполняли с помощью бурового станка СБГ–2ПМ, переведенного в горизонтальное положение и установленного на специально изготовленные подмости.

После производства работ была выполнена проходка выработки на всю длину свай. После каждой заходки длиной 0,6 м определяли форму свай, измеряли диаметр, отбирали монолиты грунтобетона для определения прочности.

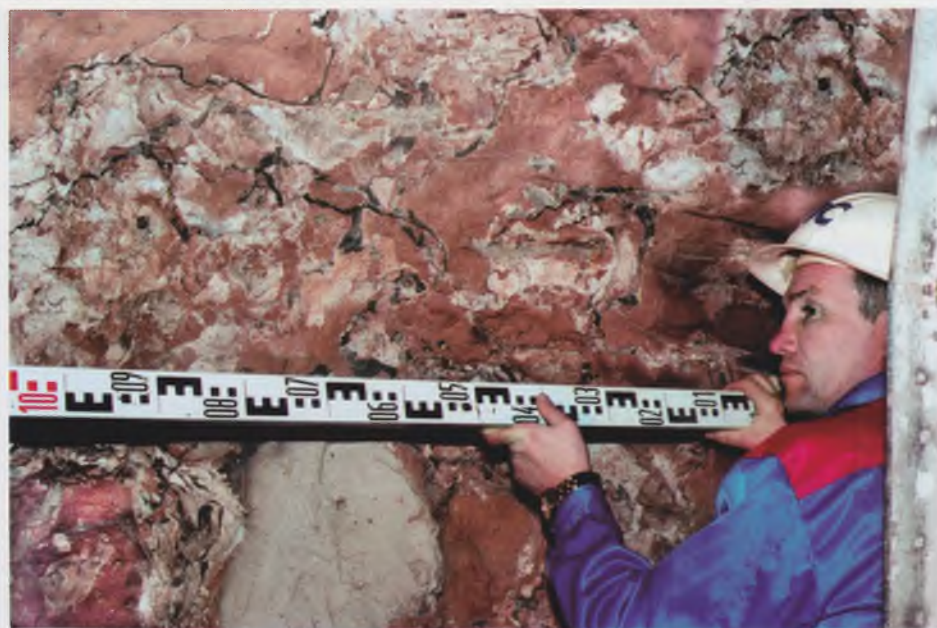


Рис. 4. Контрольная камера

Результаты исследований показали, что с помощью однокомпонентной технологии в породах, представленных достаточно твердыми алевролитами с прослоями доломитов и супеси, могут быть получены сваи диаметром от 0,4 до 0,6 м.

Важной особенностью, как и в первом случае, явилась фильтрация цементного раствора по существующим трещинам, причем даже в восходящем направлении на всю видимую длину трещины 2–3 м. Это привело к полному заполнению трещин цементным камнем и модификации грунтового массива между выполненными сваями. В дальнейшем необходимо учесть повышение физико-механических характеристик грунтового массива на значительном удалении от границы грунтоцементных колонн и, тем самым, уменьшить необходимое количество свай.

Другим положительным результатом является возможность применения отечественных буровых установок для производства свай в забое выработки. Небольшая модифи-

кация станка СБГ–2ПМ дала возможность в стесненном пространстве достаточно производительно выполнять буровые работы при расположении основного инъекционного комплекса на поверхности.

Выводы

Струйная цементация грунтов оказалась эффективной технологией для решения задачи повышения устойчивости пластичных глин. Положительным эффектом технологии является не только образование собственно грунтоцементных свай, но и дополнительное инъектирование цементного состава в трещины окружающего породного массива, что значительно повышает его механические характеристики.

Выбор варианта производства работ – с поверхности земли или из забоя выработки – определяется не столько технологическими аспектами, сколько временными и организационными показателями, связанными с общими перспективными планами строительства тоннеля.



Бригада строителей ИнжПроектСтроя





ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЯДРА ММДЦ

А. И. Афанасьев,
генеральный директор
ООО «Инжстрой – Сити Монолит»
Н. В. Егорова, начальник ПТО

Строительство подземной части Центрального ядра ММДЦ «Москва-Сити» – это уникальное и крупнейшее сооружение в Москве, которое началось в 1998 г.

В конкурсе на право осуществления данного проекта принимали участие крупнейшие строительные компании. В итоге лучшими по срокам и стоимости строительства оказались предложения ОАО «Мосинжстрой» и ЗАО «Объединение «Ингеоком», которые образовали консорциум.

Подземная часть Центрального ядра, занимающая площадь около 500 тыс. м², – это многофункциональный комплекс, два нижних яруса которого представляют пересадочный узел метрополитена (две станции метро Солнцевской и Калининской линий и мини-метро). На III, IV и V этажах находятся закрытые автомобильные стоянки (паркинги) вместимостью 2500 машиномест. На верхнем, VI этаже, будет располагаться торговая зона, которая соединяется с помощью системы лифтов и эскалаторов с выставочным и культурно-зрелищным комплексами, зданием гостиницы и искусственным «Парком-Сити». Здесь планируется создать естественную и комфортную среду пребывания в ней человека.

Генеральным проектировщиком Центрального ядра является ГУП «Моспроект-2», главным конструктором данного сооружения – Травуш Владимир Ильич – академик, заместитель директора ЗАО «ЦНИИЭП им. Б. С. Мезенцева».

Инвестор – правительство Москвы.

Заказчик – ОАО «Москапстрой», технический надзор осуществляет ЗАО «Тукс-1» ОАО «Москапстрой».

ООО «Инжстрой – Сити Монолит» выполняет функции генерального подрядчика на возведении конструкции подземной части Центрального ядра, координируя деятельность всех подрядных организаций, занятых

на этом объекте, а это – крупнейшие подразделения ОАО «Мосинжстрой» и ЗАО «Объединение «Ингеоком».

Так как уровень грунтовых вод намного выше глубины сооружения Центрального ядра, то перед раскопкой котлована была выполнена противодиффузионная несущая ограждающая стена, проект на которую подготовил НИИОСП им. Герсванова.

Возведение стены длиной 1768 м и глубиной 26 п. м осуществлялось двумя способами:

- из буросекущихся свай диаметром 800 мм (835 п. м) с помощью буровых станков фирм «Бауэр» (Германия) и «Касагранде» (Италия);
- методом «стена в грунте» (912 п. м) с применением оборудования фирмы «Бауэр».

На установку ограждающей стены потребовалось 37,5 тыс. м³ специально подобранной бетонной смеси и 3,5 тыс. т арматуры.

Под защитой этой ограждающей противодиффузионной стены был разработан котлован длиной 450, шириной 125 и глубиной 26 п. м. При этом было вывезено около 1,8 млн м³ грунта.

При разработке котлована уже в верхних слоях строители столкнулись с непредвиденными сложностями – наличием остатков инженерных коммуникаций и мощных железобетонных фундаментов бывших заводских сооружений, для изъятия которых пришлось использовать гидромолоты и буровзрывной способ. Этим же методом пришлось разрушать и слой очень твердых мраморизованных известняков.

Разработанный грунт, чтобы не загружать транспортом район Красной Пресни, доставлялся к специально построенному на Москве-реке причалу, а оттуда на баржах вывозился за пределы столицы.

Для снятия давления грунтовых вод на дне котлована было пробурено несколько разгрузочных и самоизливающихся скважин, выполнен пластывый дренаж.

После завершения разработки по всему дну котлована была уложена монолитная железобетонная плита толщиной 2,2 м, ее объем составил 112,17 тыс. м³.

Затем строители приступили к возведению монолитных железобетонных конструкций шести подземных этажей Центрального ядра. В среднем ежемесячно укладывалось около 11 тыс. м бетона. Общий объем бетона, уложенного в монолитные железобетонные конструкции (включая устройство монолитной железобетонной плиты основания), на сегодняшний день составляет более 338 тыс. м³, не считая противодиффузионной стены, а также объемов буронабивных свай, выполненных для усиления фундаментов и устройства отсечных стен подземных переходов.

Строительство подземной части Центрального ядра ведется круглосуточно, включая выходные и праздничные дни.

В настоящее время на подземных уровнях уже производятся отделочные работы, устройство внутренних инженерных сетей и монтаж инженерного оборудования, возведение и облицовка фасадов подэтажного пространства, монтаж технологического оборудования в периметральном коллекторе, завершаются основные работы по строительству транспортной эстакады вокруг Центрального ядра ММДЦ «Москва-Сити».

С первых дней строительства подземной части ведется жесткий контроль качества бетона и арматуры, поставляемых на объект. Для этих целей были привлечены ГУП «НИИЖБ» и ГП «НИИОСП».

ООО «Инженерно-консультативный центр проблем фундаментостроения» осуществляло техническое сопровождение и линейный контроль при производстве работ по сооружению «стены в грунте», возведенной с целью отсечь поступление внешних грунтовых вод в Центральное ядро. Причем это самая большая по объему «стена в грунте», когда-либо сооружаемая в Европе – 20650 м² или 18490 м³.

Авторский надзор проводил институт ГУП «Моспроект-2».

За качеством выполнения строительных работ наблюдал коллектив ЗАО «ЦНИИЭП им. Б. С. Мезенцева». В. И. Травуш сам лично принимал все смонтированные конструкции перед их бетонированием.

МАГИСТРАЛЬНЫЙ КОЛЛЕКТОР ОТ ТЭС НА 2-й МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЫ ДО ММДЦ «МОСКВА-СИТИ»

Л. Н. Насыбулина,
начальник Мастерской № 12
ГУП «Мосинжпроект»
Е. Б. Соковых,
гл. инженер проекта

Мастерская № 12 ГУП «Мосинжпроект» по заказу ЗАО «СИТИ-Энерго» в 2002 г. начала работы по проектированию магистрального коллектора от ТЭС на 2-й Магистральной ул., 7а до ММДЦ «Москва-СИТИ», который включает в себя прокладку подземного коллектора большого сечения, состоящего из пяти отсеков для прокладки в них четырех теплопроводов диаметром по 600 мм каждый – теплопроводы из ТЭС и кабелей напряжением 10, 20 и 110 кВ.

Трасса проектировалась с большим трудом, т. к. территория, по которой проходит коллектор, очень плотно застроена. Она пересекает железную дорогу Смоленского направления в районе платформы Тестовская, две железнодорожные ветки, уходящие в промзону, Шмидтовский проезд, который по рельефу находится в выемке.

При согласовании трассы службами Московской железной дороги были поставлены очень жесткие условия пересечения коллектором железнодорожных путей. Был выбран подходящий створ, определена глубина прохождения коллектора, а также выставлено требование о необходимости устройства защитных экранов. Поэтому был принят закрытый способ строительства под защитным экраном из труб диаметром 1100 мм. После железной дороги трасса выходит на территорию, в настоящее время застроенную гара-

жами, а в будущем – отведенную под строительство «Евровокзала», проектировщиком которого является «Моспроект-2». Поскольку в «Евровокзале» предусмотрены подземные сооружения, а в будущем к нему должна подойти и линия мини-метро, после долгих споров и дебатов трасса коллектора была запроектирована в обход этой территории. Кроме того, коллектор пересекает 3-е транспортное кольцо и проходит между опорами эстакады 3-го Большого кольца. Общая протяженность трассы коллектора 1756 м.

Коллектор большого прямоугольного сечения. Он состоит из 5-ти отсеков: 1 – для теплосети, 1 – для кабелей 110 кВ и 3 – для кабелей 10 и 20 кВ.

Срок строительства коллектора предусматривался 42 месяца.

Была уже выполнена вся рабочая документация, но денег заказчику на строительство этого коллектора не выделили.

Но сейчас, когда на ММДЦ «Москва-СИТИ» быстрыми темпами возводятся корпуса зданий, потребовались и тепло, и электроэнергия. Поэтому было принято решение в кратчайшие сроки построить данный коллектор.

Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции города, рассмотрев наш проект, пришел к выводу, что предложенный способ строительства коллектора будет многоделен и потребует больших затрат времени. Поэтому с целью сокращения сроков строительства было принято решение участок коллектора длиной 640 м пройти с помощью механизированного тоннелепроходческого комплекса фирмы «Ловат» диаметром 6 м с грунтопригрузом забоя.

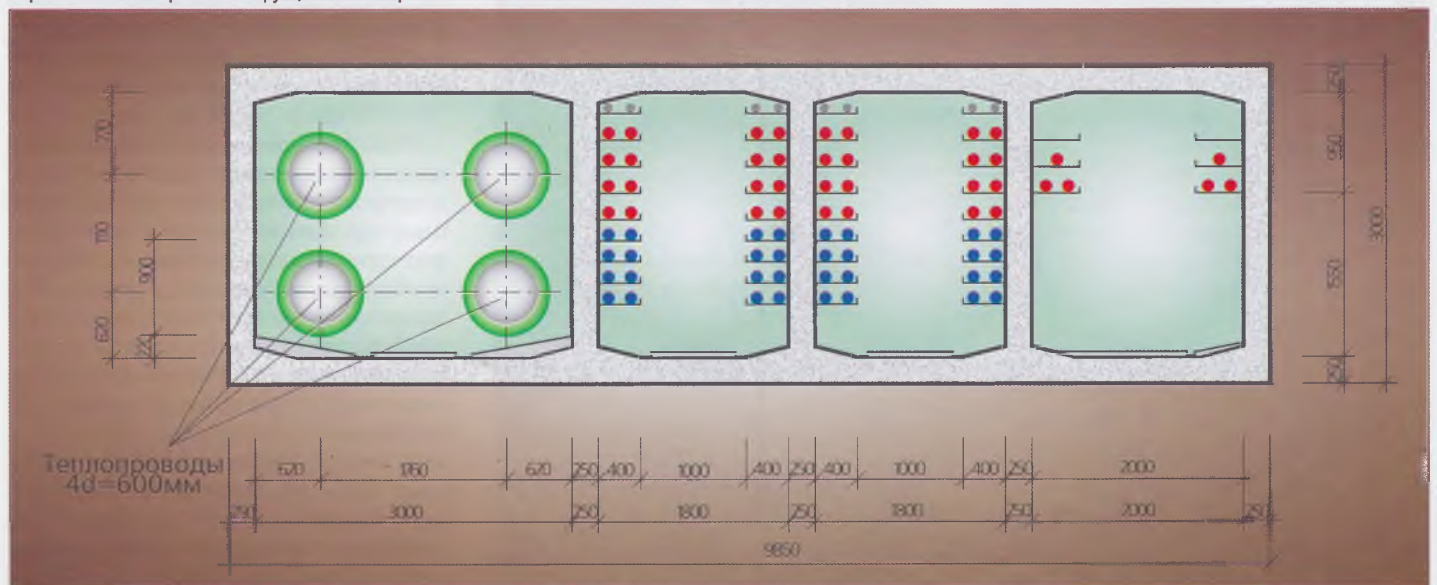
Правительством Москвы было подготовлено и выпущено Распоряжение от 21.06.2004 № 1232 «О проектировании и строительстве магистрального коллектора от ТЭС на 2-й Магистральной ул. до ММДЦ «Москва-СИТИ», в котором указывалось, что заказчиком по объекту назначается ОАО «Москапстрой». Мосинжпроект пришлось срочно перепроектировать отдельные участки трассы.

В процессе корректировки было уточнено количество кабелей, необходимых для прокладки в коллекторе: 28 кабелей – 20 кВ и 20 кабелей – 10 кВ. Уменьшив число кабелей, мы вписались в габарит тоннеля с внутренним диаметром 5,3 м, разделив его сечение на четыре отсека. При строительстве коллектора тоннелепроходческим комплексом фирмы «Ловат» появилась возможность спрямления трассы и сокращения ее длины, что позволит сократить сроки строительства. Общая длина коллектора стала 1480 м, а глубина заложения тоннеля – 16 м.

Всю трассу коллектора можно разделить на три участка: на территории ТЭС до стартовой камеры – открытый участок, далее от камеры № 9 до № 5 идет щитовая проходка, затем планируется, как и в первом варианте, идти закрытым способом под защитным экраном из труб. После пересечения железной дороги в камере № 3 коллектор как бы раздваивается: в одном направлении идут кабели к подстанции, в другом – теплопроводы на соединение с тепловыми сетями, подающими тепло на ММДЦ «Москва-СИТИ».

В новом варианте трассы коллектора сократилось число технологических камер. На участке, прокладываемом щитовым спосо-

Первоначальный вариант конструкции коллектора



бом, вместо 6-ти камер предусмотрено 5: 1-я – монтажная, в которой монтируется проходческий комплекс и начинается щитовая проходка, 2-я – демонтируемая, где проходка заканчивается и демонтируется щит, 3-я – поворотная камера, две остальные камеры назначены исходя из условий эксплуатации коллектора. Инженерно-геологические условия по трассе коллектора довольно сложные. На открытом участке преобладают насыпные суглинисто-песчаные грунты со щебнем, шлаком, остатками древесины, обломками бетона и другими включениями.

Проходка тоннеля будет осуществляться в древнеаллювиальных песках, местами с гравием, аллювиальных суглинках, в насыпных грунтах со строительным мусором, каменноугольных мергелях и известняках, доломитах, местами окремненных, встречаются прослои кремня в известняках.

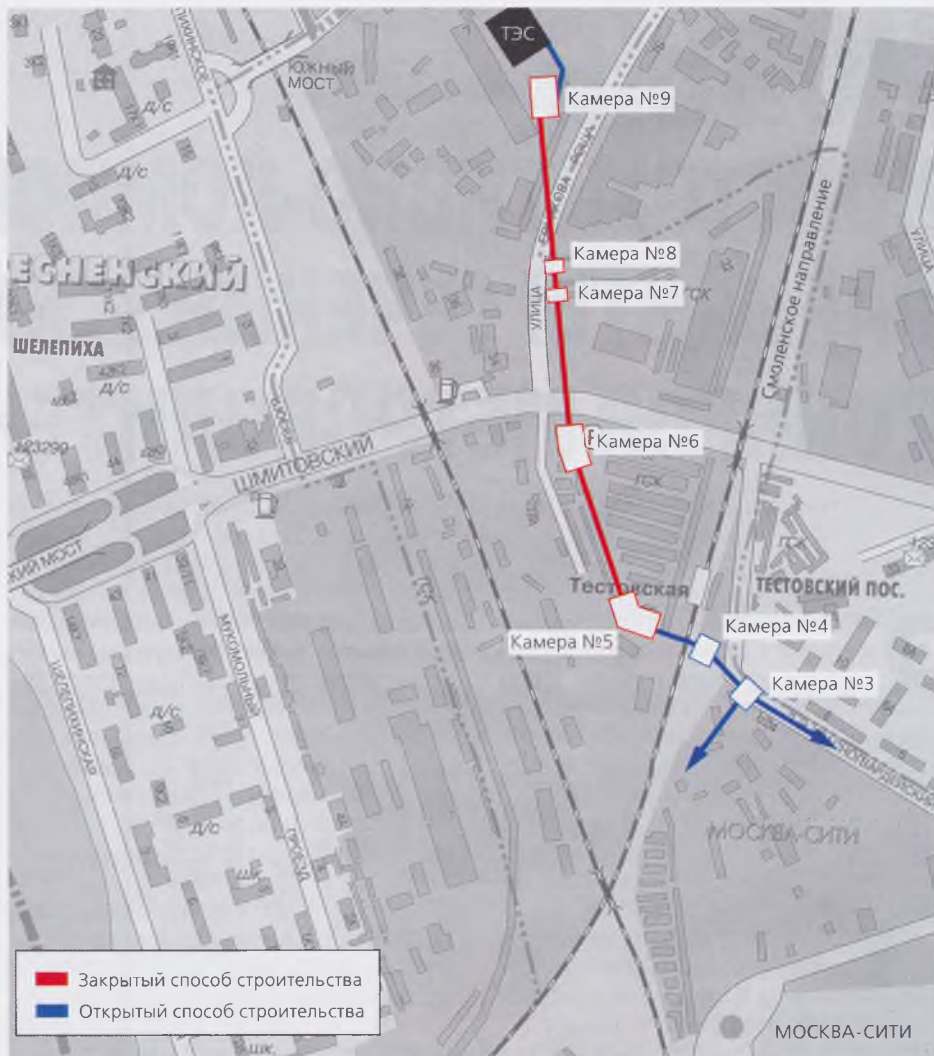
На участке строительства развиты подземные воды типа «верховодка», основного надъякорского, перхуровского и ратмировского водоносных горизонтов. Подземные воды типа «верховодка» распространены на отдельных участках. Заключены они в насыпных грунтах. Подземные воды основного надъякорского водоносного горизонта – безнапорные, заключены в древнеаллювиальных песках, супесях и верхней части юрских суглинков и глин.

Открытая часть коллектора запроектирована из промышленных конструкций, выпускаемых промышленностью. Учитывая гидрогеологические условия, принята двухслойная гидроизоляция из битумно-полимерных материалов и дренаж.

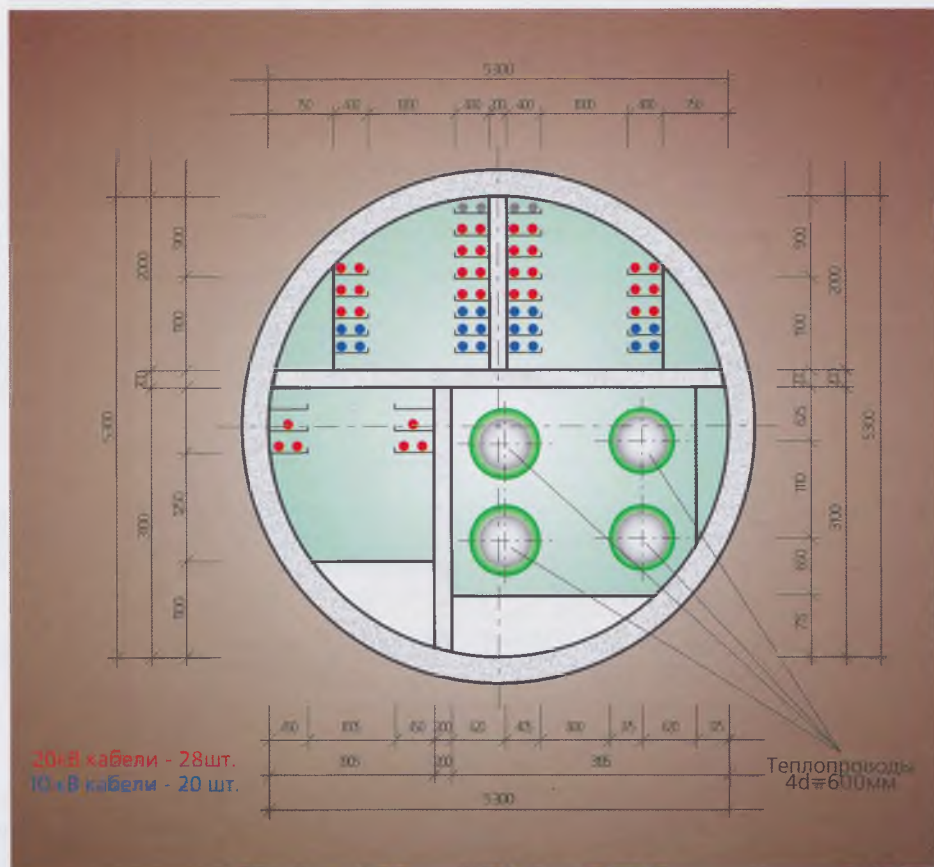
На участках, где будут вскрыты подземные воды, в качестве дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности работ предусмотрено искусственное водопонижение легкими иглофильтрами с дополнительным применением открытого водоотлива. В настоящее время Мосинжпроект совместно с НИЦ «Тоннели и метрополитены» филиала ОАО «ЦНИИС», ТО-6 Мосметростроя, который будет сооружать тоннель закрытого способа работ, и Очаковским заводом железобетонных конструкций Мосметростроя ведется работа по разработке чертежей высокоточной обделки с закладными деталями, к которым будут крепиться кронштейны для дальнейшего монтажа полок для прокладки кабелей и металлоконструкции неподвижных и скользящих опор для прокладки труб теплосети.

Необходимо отметить, что коллектор подземных инженерных коммуникаций является сложным сооружением, которое оборудовано системами автоматизации и диспетчеризации, сигналами загазованности, охранной пожарной сигнализацией, высокочастотной стволковой связью. Цепи управления о работе технологического оборудования выводятся в диспетчерский пункт на пульт управления (ПДУ) «Сатурн». Все эти системы необходимо будет смонтировать после завершения строительства коллектора.

Сооружение тоннеля планируется завершить в конце текущего года, а весь коллектор полностью сдать в эксплуатацию в первом квартале 2005 г.



План трассы коллектора



Принятый к строительству вариант конструкции коллектора

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНОВОЧНЫЕ ВАРИАНТЫ СЕЧЕНИЯ ЭСКАЛАТОРНОГО ТОННЕЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

А. А. Красноборов,
ООО «Метрострой ПТС»,
Екатеринбург

Эффективность государственных инвестиций в решение транспортных проблем крупных городов всегда остается актуальной задачей. Для этого необходимо использовать экономически выгодные технические решения, в том числе при строительстве метрополитенов.

Практика показывает, что фактические размеры станционных комплексов и притоннельных сооружений превышают минимально допустимые на 20–50 %.

В Екатеринбурге при проектировании и строительстве станции «Геологическая» рациональное объемно-планировочное решение односводчатой станции обеспечило сокращение длины всего комплекса в 1,5 раза по сравнению с традиционной планировкой. Это достигнуто благодаря размещению служебных помещений БСП над пассажирской платформой и совмещенной тягово-понижительной подстанции СТП под единым сводом.

К станционному комплексу относятся и эскалаторные тоннели. На выбор их конструктивно-компоновочного решения поперечного сечения влияют следующие основные факторы: условия эксплуатации, размещение оборудования, горно-геологические условия и технология строительства.

Современные нормы проектирования при сооружении метрополитенов в России предусматривают для станций глубокого заложения обязательное использование четырехэскалаторного подъема. Существенный недостаток строящихся эскалаторных тоннелей диаметром 10,5 м (S в свету – 80 м²) при средней протяженности 60 пог. м – значительный объем разработки грунта (86 м³ на 1 м тоннеля) и расхода чугунной обделки (22,3 т на 1 м тоннеля). Устранить его возможно путем приближения конфигурации тоннеля к минимально необходимой площади поперечного сечения – 45 м² (без вентканала вентиляции станции – 35 м²) для размещения оборудования, коммуникаций, вентиляции и безопасного перемещения пассажиров по эскалаторам.

Благоприятным фактором прокладки метрополитенов на Урале является наличие скальных, хотя и обводненных (до 0,3 МПа), грунтов в отличие от большинства метрополитенов страны, для которых характерны неустойчивые породы часто требующие специальных способов проходки. Данное обстоятельство позволяет изменить конструкцию эскалаторного тоннеля.

Максимальная компактность достигается следующими способами.

1. Расположить вентканал над эскалаторами для вентиляции станции и прокладки коммуникаций, что позволит уменьшить строительный объем и снизить затраты на 36 %.

2. При размещении вентканала под эскалаторами обделку обратного свода принять по его контуру, что уменьшит строительный объем и затраты на 25 %.

3. При использовании других вариантов, предусмотренных проектом для вентиляции станции, коммуникации расположить между обделкой тоннеля и боковыми проходами эскалаторов, что сокра-

Таблица

Потребность материалов и стоимость 1 м эскалаторного тоннеля

Показатели	Вариант применяемый	Вариант № 1 без вентиляционного канала	Вариант № 2 с вентиляционным каналом под эскалатором	Вариант № 3 с вентиляционным каналом над эскалатором
Площадь сечения тоннеля, м ²	86,6	56	65,5	56
Чугунная обделка d=10.6 м, облегченная: СНО, СК, СС, СПО, т	22,29	13,42	13,42	13,42
Сборный железобетон, м ³	0,72	–	–	–
Монолитный железобетон, м ³		4,68	8,19	5,75
Монолитный бетон, м ³	18,66	1,45	4,38	1,45
Стоимость строительства 1 м тоннеля в ценах 1984 г., тыс. руб.	11,7	7,9	9,0	8,1
То же в текущих ценах (К инф.=52,53), тыс. руб.	615	416	471	424

тит строительный объем на 36% и стоимость сооружения 1 м наклонного тоннеля на 200 тыс. руб.

Варианты поперечного сечения эскалаторного тоннеля представлены на рис. 1, 2, 3. Потребность в основных материалах и стоимость 1 м тоннеля – в сравнительной таблице.

Из таблицы видно существенное уменьшение объемов работ по разработке и выемке грунта с 86 м³ на 1 м тоннеля до 56 м³ и расхода чугунной обделки с 22,3 т на 1 м тоннеля до 13,4 т в сравнении с применяемой на сегодняшний день конструкцией эскалаторных тоннелей.

К настоящему времени в Екатеринбурге возведены четыре станции глубокого заложения с эскалаторными тоннелями диаметром от 7,5 м (ст. «Динамо») до 10,5 м (ст. «Геологическая») для трех и четырех эскалаторов соответственно. До начала строительства следующей станции глубокого заложения «Чкаловская» следует предусмотреть в проекте новый вариант конструкции эскалаторного тоннеля без вентканала для вентиляции станции.

Опыт сооружения метрополитена в Екатеринбурге показал преимущество использования передовой наклонной штольни в «теле» эскалаторного тоннеля для самотечного спуска и механизированной погрузки породы через сбойку, как правило, уже пройденного перегонного тоннеля, в сравнении со скиповым наклонным подъемом. Как перспективный, рассматривается вариант бурения наклонной скважины большого диаметра или проходки породоспуска методом микротоннелирования.

Для монтажа обделки, наряду с применением монтажных лебедок, предлагается использовать укладчик транспортных тоннелей УСМ массой 7,8 т с рабочей зоной подачи тьюбингов по контуру выработки пролетом 10,5 м и высотой 6,8 м с подмостями для разработки забоя вместо дорогостоящего рычажного укладчика ТНУ-4 массой 52 т.

Предложенное решение конструкции эскалаторного тоннеля имеет ряд существенных достоинств:

- уменьшается объем разработки и выемки грунта с 86 до 56 м³ на 1 м длины тоннеля;
- сокращается расход чугунной обделки с 22 до 13,4 т на 1 м;
- снижаются трудоемкость, сроки и стоимость строительства.

В случае своевременной корректировки проекта по варианту № 1 генеральным проектировщиком ОАО «Уралгипротранс» планируется начать проходку эскалаторного тоннеля станции «Чкаловская» в конце 2004 г. Вместе с тем, новые конструктивно-компоновочные решения могут быть использованы при строительстве метрополитенов в других городах, при условии проверки расчета несущей способности обделки в зависимости от горно-геологических условий.

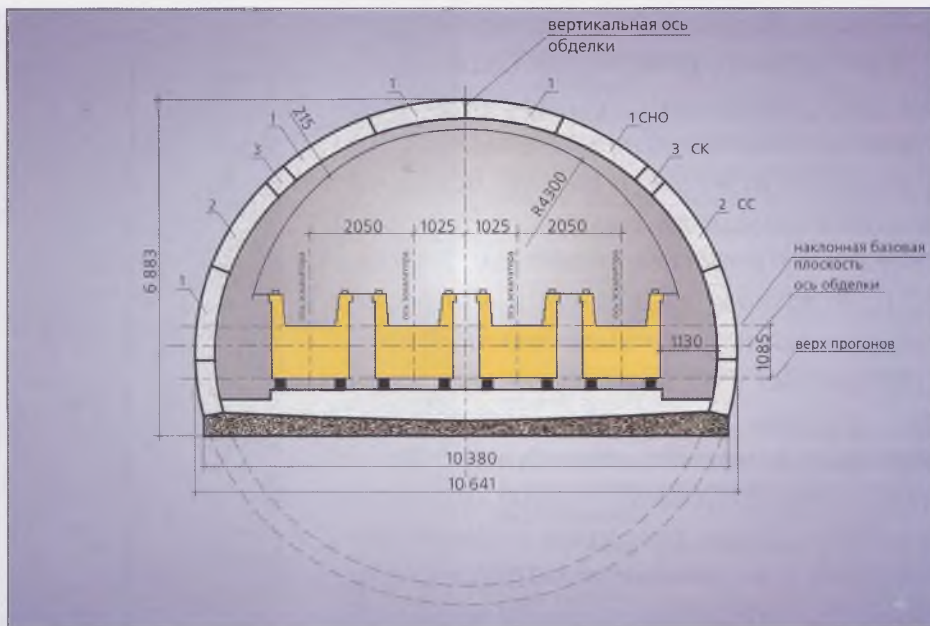


Рис. 1. Поперечное сечение эскалаторного тоннеля без вентканала для вентиляции станции

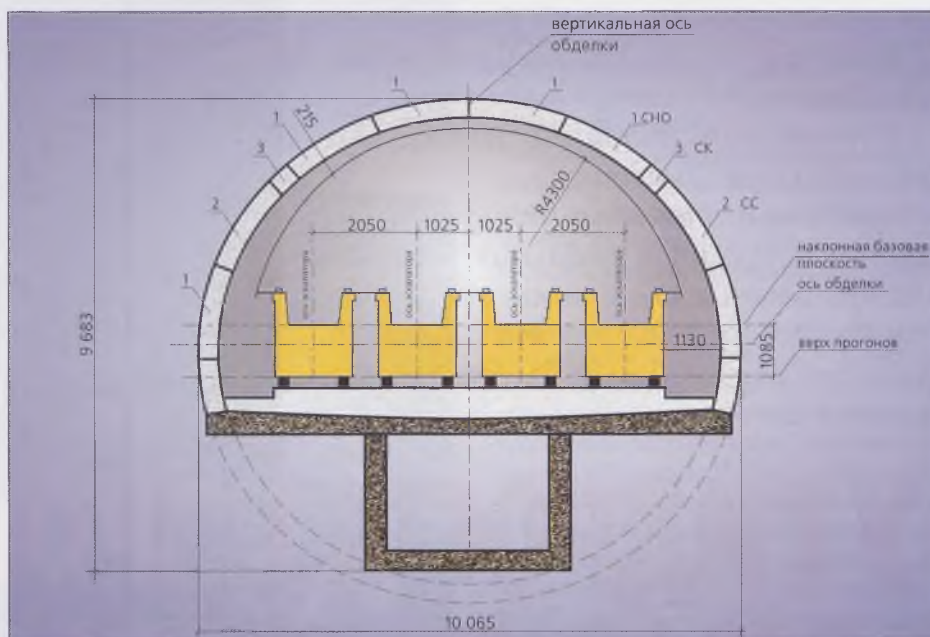


Рис. 2. Поперечное сечение эскалаторного тоннеля с вентканалом под эскалаторами для вентиляции станции

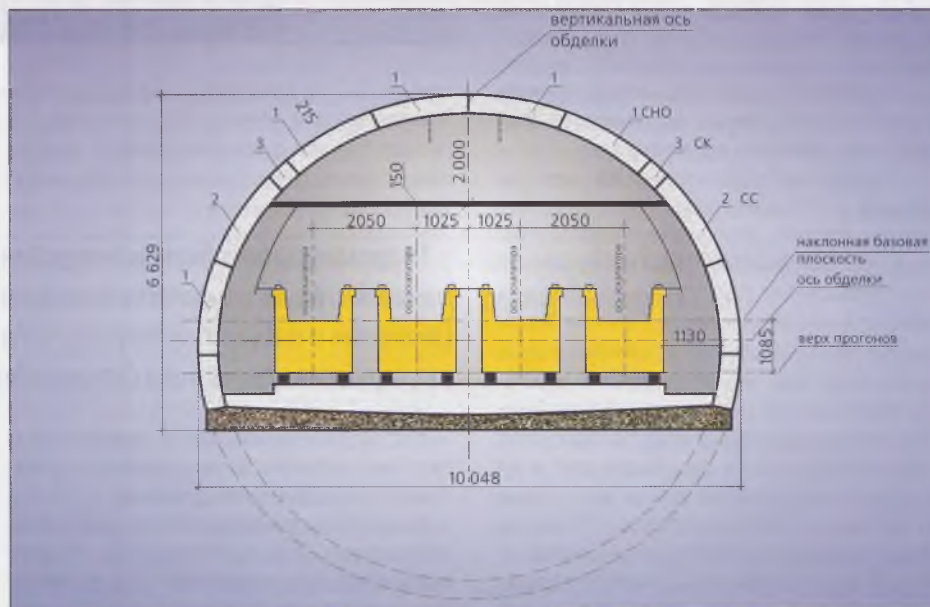


Рис. 3. Поперечное сечение эскалаторного тоннеля с вентканалом над эскалаторами для вентиляции станции

Жуков Владимир Николаевич вырос в семье горных инженеров. Окончил Кузбасский политехнический институт по специальности «Строительство подземных сооружений и шахт». Вся трудовая деятельность связана с Гидроспецстроем и Гидроспецпроектом. Работал во Всесоюзном объединении «Гидроспецстрой» на строительстве подземных сооружений ГЭС, автодорожных тоннелей горным мастером, начальником участка, заместителем главного инженера спецуправления. Самое продолжительное время трудился в Дагестане. С 1991 г. – в институте «Гидроспецпроект», где последние четыре года работает первым заместителем генерального директора – главным инженером.

Является членом Тоннельной ассоциации России.

В этом году Владимир Николаевич отметил своё 50-летие.

Президиум правления Тоннельной ассоциации России и редакция журнала «Метро и тоннели» сердечно поздравляют Владимира Николаевича с юбилеем, желают ему здоровья, благополучия и творческих успехов.



У ГИДРОСПЕЦПРОЕКТА ЕСТЬ С... И ВСЕ ОСНОВАНИЯ РАССЧИТЫВАТЬ

– Владимир Николаевич, какова область деятельности вашего института? Расскажите немного о его истории.

– История института «Гидроспецпроект» начинается в 1956 г., в период гигантского роста в стране объемов гидроэнергетического строительства. Для проектирования в энергетическом строительстве того, что у нас называлось специальными видами работ, в составе Всесоюзного треста «Гидроспецстрой» был создан Гидроспецпроект. Под специальными работами имелись ввиду укрепление оснований сооружений, прежде всего плотин гидроузлов, буровзрывные работы, водопонижение и др. Тоннельное направление всегда было одним из основных в Гидроспецпроекте. Объемы работ росли, одна за другой ставились новые задачи, и, как следствие этого, Гидроспецпроект был пионером многих новых технологий в строительстве в нашей стране: это облегчен-

ные крепи при проходке подземных выработок (анкерная и набрызг-бетонная), «стена в грунте», буроинъекционные анкеры, струйная цементация (сейчас более привычное название – jet-grouting).

Гидроспецпроект был пионером многих новых технологий в строительстве в нашей стране: это облегченные крепи при проходке подземных выработок (анкерная и набрызг-бетонная), «стена в грунте», буроинъекционные анкеры, струйная цементация (jet-grouting).

Многопрофильность всегда была сильной стороной института, в том числе и при проектировании подземных сооружений.

На протяжении десятилетий основным видом деятельности была гидроэнергетика. Кое-кто считает, что наши направления работ в чем-то повторяли деятельность Гидропроекта, но это совсем не так. Гидропроект и его филиалы ре-

шали комплексные вопросы развития энергетики, проектирования гидроузлов в целом, основных сооружений гидроузлов, таких как плотина, здание ГЭС. Мы много работали вместе, но каждый занимался своими вопросами.

– 90-е годы были непростыми для большинства проектных институтов. Каким этот период был для Гидроспецпроекта?

– Время после развала СССР было очень тяжелым. Институт практически лишился своих постоянных заказчиков и основной области проектирования. Заказчики остались в регионах России и бывших советских республиках и



ОСНОВНОЕ ПРОШЛОЕ И ДОСТОЙНОЕ БУДУЩЕЕ

стали неплатежеспособными. Много квалифицированных инженеров ушло из института. Кто-то нашел себя в бизнесе, кто-то работает в строительных организациях, кто-то живет и работает далеко от России.

Это был непростой период, необходимо было найти применение своему опыту в новой ситуации. Если говорить о тоннельщиках, то выжили мы благодаря московскому строительному рынку и объектам за рубежом бывшего СССР. Опыт строительства гигантских объектов на компактных площадках приучил детально прорабатывать варианты организации строительства в самый начальный период, до разворота работ. Это позволило нам квалифицированно выполнять проекты организации строительства (ПОС) разнообразных подземных объектов Москвы, в том числе и самых масштабных, таких как «Охотный Ряд» на Манежной площади, Гагаринский тоннель на трассе

3-го транспортного кольца, Серебряноборских тоннелей в варианте, когда они не были совмещены с метрополитеном. На стадии ТЭО мы принимали участие в проектировании Лефортовских тоннелей. В настоящее время мы при-

Если говорить о тоннельщиках, то выжили мы благодаря московскому строительному рынку и объектам за рубежом бывшего СССР.

ступили к ПОС подземного комплекса на площади Павелецкого вокзала, размеры которого больше известного подземного комплекса «Охотный Ряд» на Манежной площади. Достигнута договоренность о выполнении нами ПОС другого не менее сложного и масштабного объекта – подземного комплекса под площадью Тверской заставы (площадью Белорусского вокзала). А сколько ПОС институт разработал для объектов менее масштабных. Наши ПОС не абстрактные, а очень конкретные, исходя из осо-

бенностей объекта и стройплощадки, с учетом оборудования конкретного или потенциально-го подрядчика.

Что касается фундаментов сооружений, то в этой области мы всегда работали на московском рынке. Проектировали не только в регионах фундаменты заводских корпусов КАМАЗа, но и в Москве центрального офиса Газпрома на ул. Наметкина. В 90-е мы стали проектировать не только фундаменты и «стены в грунте», но и целиком подземные части зданий. Подземная часть нового здания музыкального театра им. Станиславского и Немировича-Данченко – один из примеров.

– Каково положение в отечественном подземном гидротехническом строительстве в настоящее время? Ваше мнение о перспективах.

– В золотой период для гидротехнического строительства, а это 60–80-е годы, в Советском Союзе были построены сотни километров гидротехнических тоннелей, огромные камерные выработки. Сегодня, по прошествии десятилетий, владельцами этих гигантских объектов они воспринимаются существовавшими всегда, как часть природы, а в воспоминаниях строителей – сегодня они как Атлантида, навсегда ушедшая.

Я – реалист и понимаю, что в ближайшие годы, может быть десятилетия, рассчитывать на новый подъем в гидроэнергетическом строительстве не приходится. Россия – страна с инерцией, и спад в гидроэнергетическом строительстве – это надолго. Но спустя 10–20 лет, когда время революций и перераспределения собственности останется позади, и начнут думать о перспективе, вернуться к освоению гидроэнергии. Например, в Швеции на гидроэлектростанциях вырабатывается 48% электроэнергии, в Швейцарии – 56%, Австрии – 65%, Норвегии – 99%. В Западной Европе, США, Японии, где энергоресурсы практически освоены, идет реконструкция ГЭС, строительство больших подземных гидроаккумулирующих станций, а у нас, в Дальневосточном регионе, освоение гидроэнергоресурсов – менее 5%, самый низкий показатель в мире. Я уверен, что рано или поздно в стране возобновится гидроэнергетическое строительство; при российских расстояниях завозить в отдаленные регионы топливо для выработки электроэнергии – непозволительная роскошь. Энергетическая независимость региона Норильска (Норильского никеля), который обеспечивают электроэнергией Усть-Хантайская и Курейская ГЭС, региона

Мирного (АЛРОСА), который полностью обеспечивают электроэнергией Вилюйские ГЭС – пример с одной стороны, и Камчатка, располагающая источниками возобновляемой энергии, где программа местных новостей начинается с информации о том, когда придет танкер с мазутом – пример с другой стороны.

Что касается подземных гидротехнических сооружений, то выполняемые сегодня объемы работ в десятки раз меньше тех, что выполнялись 15–20 лет назад. Из финансируемых объектов

только Ирганайская ГЭС в Дагестане имеет большой подземный комплекс. На Бурейской ГЭС, Юмагузинском гидроузле – подземные сооружения гораздо более скромные. Почти 14 км деривационный тоннель на Зарамагской ГЭС в Осетии, и пройдено там менее 40 %, но увеличение инвестиций возможно не ранее 2006 г.

Тем не менее, я оптимист, мировая тенденция – строительство ГЭС в горных регионах, с длинными подводящими или отводящими тоннелями, чтобы минимизировать площади затопляемых земель. Я уверен также, что возобновится строительство ГЭС в бывших среднеазиатских республиках Советского Союза, а в том регионе все ГЭС – с большими подземными комплексами. И будет там российское участие, уже сейчас РАО «ЕЭС России» начинает проявлять интерес к активам там.

– Как вы сказали, Гидроспецпроект выполнил проекты организации строительства крутейших московских подземных объектов. В европейском понимании проект организации строительства – не проект, а консалтинг, и это требует хорошего знания производства.

– Наше хорошее знание технологии и организации строительства связано с тем, что немало мы проектировали для Гидроспецстроя. Сотни наших инженеров работали в отделах или группах рабочего проектирования на стройках, практически все инженеры московских отделов института провели месяцы или годы в командировках на строящихся объектах. Сегодня многие заказчики или подрядчики обращаются к нам как к консультантам. Наши специалисты привлекались в качестве консультантов даже Всемирным Банком.

Накопленный опыт позволяет нам профессионально рекомендовать, как лучше построить объект, и как построить его с наименьшими затратами.

Помимо того, что мы выполнили ПОС крупнейших подземных объектов в Москве, за последние 12 лет Гидроспецпроект подготовил более десятка технико-коммерческих предложений различным подрядчикам для зарубежных тендеров. Среди наших заказчиков были практически все внешнеэкономические объединения, а также такие крупные строительные компании, как Корпорация «Трансстрой» и Стройтрансгаз. В перечне стран: Турция, Иран, Израиль, Болгария, Кипр, Сирия, Ирак, Индия. В начале 90-х в институте была разработана методика определения стоимости строительства подземных объектов ресурсным методом, и она помогает нам при подготовке тендерных предложений. В настоящее время помогаем Корпорации «Трансстрой» готовить технико-коммерческое предложение по строительству железнодорожного и автодорожных тоннелей в Финляндии в районе Хельсинки.

– Известно, что у Гидроспецпроекта немало зарубежных проектов, и вам нередко приходится бывать на них. Насколько, по-вашему, полезно и выгодно участие в зарубежных проектах?

– Прошли те времена, когда зарубежные проекты были привлекательны с точки зрения экономики. Самые рентабельные – объекты у себя дома. Тем не менее, я убежден в необходимости



Строительство машинного зала ГЭС Деринер в Турции

участия в зарубежных проектах, большой пользе от этого, прежде всего, для таких компаний как наша, в чьей работе велика консалтинговая составляющая.

Мне очень много дала работа над проектом подземного комплекса ГЭС Деринер в Турции. Я о нем уже рассказывал на страницах вашего журнала. Самое масштабное сооружение под-

нами строительного консорциума и с заказчиком строится иначе, чем у нас. Это дало незаменимый опыт. Вообще, регион строительства ГЭС дает возможность познакомиться с практикой коллег: подземный комплекс соседней с Деринер ГЭС строит на австрийские кредиты австрийская фирма Strabag, недалеко начинали строительство ГЭС французы. У всех схожий и

Накопленный опыт позволяет нам профессионально рекомендовать как лучше построить объект, и как построить его с наименьшими затратами.

земного комплекса – камера машинного зала высотой 44,6 м и пролетом в пятах свода 30,2 м. Приятно слышать, что, по отзывам западноевропейских специалистов, к качеству, с которым построен объект, ни у кого нет претензий.

В западноевропейском понимании Гидроспецпроект там выступал не проектировщиком, а консультантом подрядчика. На стадии, аналогичной рабочей документации у нас, генпроектировщиком является швейцарская фирма Stucky. Нам приходилось решать самый широкий круг вопросов: от крепления камерных выработок и КИА до экономического анализа вариантов строительства, часто в командировках без предварительной подготовки. Все это в условиях, когда строительство ведется по западным нормативам, взаимоотношения между чле-

отработанный организационный подход к выполнению строительных работ в странах с более дешевой рабочей силой: свои менеджеры, ведущие технические специалисты и часть квалифицированных рабочих. Все остальные набираются на месте, при этом лучшие в дальнейшем перебираются с фирмой с объекта на объект. Все очень рационально используют основное оборудование, обходясь его минимумом.

– Чем в настоящее время занимается Гидроспецпроект в части проектирования подземных сооружений?

– Что касается тоннелестроения, то на ранней стадии проектирования несколько крупных объектов. Выполнено ТЭО и заканчиваем разработку рабочей документации на строительство тоннеля для размещения нефтепрово-

дов и трубопроводов нефтепродуктов в районе Новороссийска. Длина тоннеля около 3,3 км, поперечное сечение – порядка 60 м². Заказчиком для нас является Гипротрубопровод, структура Транснефти.

Мы продолжаем разработку рабочей документации для автодорожного тоннеля Анзоб в Таджикистане длиной 5 км, самого протяженного автодорожного тоннеля на территории бывшего СССР. ТЭО строительства тоннеля было выполнено 20 лет назад, и кое-какие решения того времени были вынужденными. Сегодня что-то хотелось бы изменить, но, к сожалению, во многих случаях это уже невозможно.

Начинаем разработку проектной документации для нового автодорожного тоннеля в Таджикистане – Шар-Шар, длина которого 2 км. И

Хотя Россия, в основном, – равнинная страна, строительство тоннелей, прежде всего железнодорожных, в регионах будет продолжаться. Но, неизбежно, мы будем следовать общемировой тенденции. Во всем мире сегодня идет смещение объемов подземного строительства в большие города.

хотя контракт у нас на разработку рабочей документации, фактически, в связи с изменением трассы, длины тоннеля, приходится решать вопросы, которые должны были решаться на стадии ТЭО: поперечное сечение тоннеля, необходимость параллельного сервисного тоннеля, в условиях сложной топографии выбирать место порталов тоннеля и др.

Отдельно следует сказать о Серебряноборских тоннелях, где мы в настоящее время занимаемся межтоннельными технологическими сбойками. Сбойки расположены в мягких грунтах, и инженерно-геологические условия строительства каждой сбойки различны. Задача нашего института – разработать проекты укрепления грунтового массива и технологию строительства сбоек. Работают над этим проектом не только наши тоннельщики, но и специалисты по инъекционному укреплению грунтов, наша испытательная строительная лаборатория. Уже сейчас очевидно, что решения для каждой сбойки будут разными.

Если говорить о проектировании подземной части зданий и сооружений, то в основном работа выполняется для московских объектов. Проектируем и для объектов в регионах России, в частности фундаменты объектов АЭС, но, повторяю, основным полем деятельности является Москва. Это фундаменты, ограждающие подземные части зданий конструкции или целиком проектирование подземной части зданий. Проектов здесь много, в большинстве своем они более скоротечные, чем тоннели. Среди тех, что на слуху – это торгово-деловой центр на ул. Воздвиженка (бывший универсам «Военторг»), бизнес-центр АФК «Система» на ул. Моховой. Продолжается проектирование усиления фундаментов, гидроизоляции подземной части «Дома Пашкова». Приступили к проектированию подземной части реконструируемой гостиницы «Москва».

При реконструкции зданий в исторической части Москвы, при усилении фундаментов в каждом случае приходится искать нестандартные решения.

– Нам известно, что вы занимаетесь

также и научной работой по Европейскому гранту. Расскажите, пожалуйста, об этом.

– Три российские команды: из Тульского государственного университета (руководитель группы – проф. Фотиева Н. Н.), Петербургского государственного университета путей сообщения (руководитель группы – проф. Голицинский Д. М.) и Гидроспецпроект, а также два института из Чехии и координатор из Университета Лидса (Великобритания) выиграли грант INTAS. В соответствии с программой работ по гранту, должен быть разработан метод прогноза снижения несущей способности обделки безнапорных коллекторных тоннелей вследствие газовой коррозии бетона обделки и оценки срока безаварийной эксплуатации. В

свое время в нашем институте был разработан прибор для измерения интенсивности коррозии бетона, и по программе настоящего гранта мы занимаемся натурными измерениями интенсивности коррозии бетона и анализом факторов, влияющих на интенсивность коррозии. Должен откровенно сказать, что основная заслуга в получении этого гранта – Фотиевой и Булычева, прежде всего Нины Наумовны. Учитывая, что грант присужден только двенадцати командам из более чем двух тысяч подавших заявки, можно представить какой объем предварительной работы был выполнен.

– Вы – член рабочей группы Международной Тоннельной Ассоциации. В чем заключается работа в ней?

– В настоящее время я член рабочей группы «Протяженные тоннели глубокого заложения». Я стараюсь выполнять все, что требуется от ее члена, но, буду откровенен, я рассматриваю ее как еще одну хорошую школу. У нас есть опыт строительства протяженных тоннелей, но сегодня у швейцарцев, итальянцев, японцев, а они на первых ролях в рабочей группе, есть чему поучиться. Подготовлена первая редакция руководства по проектированию, строительству и эксплуатации протяженных транспортных тоннелей. Ближайшие планы – ее окончательная редакция.

– Ваше мнение о перспективах подземного строительства в России.

– Хотя Россия, в основном, – равнинная страна, строительство тоннелей, прежде всего железнодорожных, в регионах будет продолжаться. Но, неизбежно, мы будем следовать общемировой тенденции. Во всем мире сегодня идет смещение объемов подземного строительства в большие города. Это вызвано, прежде всего, переселением людей в города с населением более 10–12 млн человек, в связи с ростом числа которых появился даже новый термин «мега-сити». Высокая плотность населения, транспортные проблемы, а также все более жесткие экологические требования вынуждают возрастающими темпами строить в «мега-сити» коммуникационные и автодорожные тоннели,

подземные комплексы торгового, общественного назначения, автостоянки. Мы видим этот процесс в Москве. Об этом много говорилось и на последнем Конгрессе ИТА в Сингапуре.

– Не секрет, что сейчас большинство коллективов проектных организаций – возрастные, и это не может не беспокоить. Каково положение в вашем институте?

– Я возглавил тоннельное направление института в период, когда главной задачей было его выживание. Я понимал, что попытки набрать молодых специалистов, не обеспечив им возможности достойно зарабатывать, бесперспективны. Я всегда боялся негативной селекции, когда самые талантливые и инициативные, желающие не только работать, но и зарабатывать, будут уходить, а оставаться будут менее способные. Сегодня есть уверенность, что тенденция 90-х переломлена, и в настоящее время наши инженеры могут зарабатывать более достойные их квалификации деньги и небезосновательно рассчитывать на лучшее в будущем. Сегодня мы принимаем молодых инженеров, причем стараемся это делать планомерно, на конкретные позиции, просим руководство профильных кафедр вузов подбирать молодых специалистов, хорошо подготовленных и имеющих склонность к такой работе, как наша. Не всегда и не все здесь удается, как хотелось бы, но эта работа – приоритетная для меня.

Крайне редко мы приглашаем зрелых специалистов со стороны. Как правило, мы принимаем выпускников вузов и у нас в институте они становятся специалистами. В Гидроспецпроекте хорошая школа проектирования. Обеспечение преемственности – сейчас главная задача для института. Наше старшее поколение прошло десятки строек, многие годы они провели на объектах в группах рабочего проектирования, знают нюансы строительного производства не хуже прорабов. У молодого поколения наших инженеров таких возможностей нет и, к сожалению, не будет, и создать квалифицированный инженерный коллектив в новой ситуации и на базе опыта старшего поколения – главная задача для меня как менеджера.

– Что вы можете сказать о сегодняшнем положении института и его перспективах.

– При принятии тех или иных принципиальных решений в своей работе, мы имеем в виду то, что Гидроспецпроект сегодня – это независимая проектная и консалтинговая компания. Учитывая восстанавливающуюся монополизацию и новую «ведомственность» строительного рынка, независимость института от ведомств сегодня – это и минус и плюс. Минус – с точки зрения получения заказов. Но наша «вневедомственность» вынудила нас научиться работать в условиях рынка, учитывая возможность того, что у твоих конкурентов на старте конкурса могут быть преимущества нерыночного характера. Мы стараемся, чтобы наши услуги были более привлекательными для заказчика в части качества, цены и оперативности при выполнении заказа.

У Гидроспецпроекта есть славное прошлое. Я уверен, что у института есть все основания рассчитывать на достойное будущее.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ХАЙ УАЙКОМБ (АНГЛИЯ) ОПЫТ ПРОХОДКИ ТПМК «ЛОВАТ»

Территория очистных сооружений Хай Уайкомб, расположенных в Великобритании на расстоянии около 3 км к востоку от центра Хай Уайкомб (пригород Лондона), занимает 25 га. Длина площадки около 850 м, ширина - 300 м. В настоящее время очищенная в сооружениях вода направляется в реку Уай. Очистные сооружения Хай Уайкомб с трудом справляются с большим расходом воды, в частности, обусловленным значительной инфильтрацией грунтовых вод в местную канализационную систему. В 5 км южнее находятся очистные сооружения Литтл Марлоу. Они направляют свои воды в реку Темзу.

Согласно новым требованиям указаний ЕС по очистке городских сточных вод к составу сброса, была намечена реконструкция обоих сооружений с завершением работ к 2005 г. Для приведения обоих очистных сооружений Литтл Марлоу и Хай Уайкомб в соответствие с требованиями к составу сброса, требовались бы значительные финансовые вложения. Более экономичным решением оказалась туннельно-трубопроводная переброска стока, поступающего в Хай Уайкомб, к очистным сооружениям Литтл Марлоу с расширением и реконструкцией последних, что позволяет приводить сток с обоих бассейнов к требованиям стандарта. Это также дает возможность перспективной застройки территории Хай Уайкомб.

В 2003 г. водохозяйственное управление Темзы «Thames Water» получило разрешение на проектные и строительные работы комплекса сооружений, в том числе торговых и жилых зданий в этом районе. Помимо осуществления застройки территории (постройки многоквартирных домов и подъездных дорог), проект включает реконструкцию очистных сооружений Литтл Марлоу и доведение их параметров до новых современных требований. Туннельно-трубопроводный вариант предусматривает, что сток от водозаборного сооружения в Хай Уайкомб будет направляться к очистному сооружению в Литтл Марлоу по трубопроводу диаметром 1 м внутри туннеля и 800 мм трубы в траншее, проложенной открытым способом. Очищенный сток будет направляться обратно в Хай Уайкомб с помощью трубопровода диаметром 600 мм, укладываемого в ту же траншею и в тот же туннель. Возврат стока необходим для поддержания минимального расхода реки Уай. Завершение всех эта-

пов строительства планируется к концу 2004 г. Приток к существующим очистным сооружениям в Хай Уайкомб оценивается величиной от 250 до 800 л/с, в зависимости от суточных колебаний и интенсивности ливней.

Экологическая подготовка строительства

Хай Уайкомб является экологически чувствительной территорией. Ввиду низкого природного шумового фона, приобретает важность фактор шума, и поэтому, учитывая тот факт, что строительство туннеля будет вестись круглые сутки, с южной стороны стройплощадки было решено установить шумозащитный экран. Ближайшие строения находятся на расстоянии около 200 м от стартового ствола, туннель проходит всего лишь под четырьмя строениями.

Основное беспокойство вызывали экология, флора и фауна. К объектам охраны здесь относятся барсук, летучая мышь, рептилии и птицы, в том числе зимородок. Для уменьшения числа птиц, устраивающих гнезда вблизи ствола, вдоль обоих берегов реки на расстоянии до 100 м были натянуты сетки. На участке открытого способа работ севернее Литтл Марлоу во время строительства велось наблюдение со стороны Археологического фонда.

Тоннелепроходческий комплекс

В соответствии с окончательным вариантом проекта, туннель длиной 3,3 км и внутренним диаметром 2,85 м должен будет вместить безнапорный трубопровод диаметром 1 м для стока от Хай Уайкомб и напорный трубопровод возвратного стока такого же диаметра для сброса в реку Уай. Диаметр туннеля признан достаточным для обеспечения необходимых ремонтных работ в будущем.



Строительная компания «Амес», которой был передан подряд на строительство, решила использовать для данного объекта один из своих тоннелепроходческих механизированных комплексов фирмы «Ловат» RME131SE. Ротор комплекса оснащен скреперами и риперами, заменяемыми изнутри машины. В хвостовой части щита предусмотрены три ряда щеток, заполненных консистентной смазкой фирмы Condat.

Алан Баркер, руководитель строительства, сказал: «Я работаю с ТПМК «Ловат» в течение 18 лет и построил с их помощью около 50 км туннелей. За это время я смог



Геология

Геология на северном участке проходки у очистных сооружений Хай Уайкомб представлена насыпными грунтами, лежащими поверх гравия и мела. Устье тоннеля расположено на глубине 9 м в меловых отложениях, хотя было предположение, что в начале проходки, возможно, в мелу будут встречены гравийные включения. Фактически же весь забой был сложен мелом.

На большей части проходки массив представлен льюесовским почковатым мелом поверх прослойки меловой скальной породы, ниже которой залегает мел одного из ярусов нижнемелового периода. Угол заложения пород больше, чем продольный уклон тоннеля, поэтому тоннель, начинаясь в льюесовских мелах, проходит через прослойку скальной меловой породы и входит в мел нижнемелового периода. Категория мела – от 5 до 4/3 по классификации CIRIA. На последних 300 м проходка осуществлялась в песках, гравии и глинах пойменной террасы реки Темзы. Максимальная глубина заложения тоннеля 90 м, максимальный напор грунтовых вод – 1,4 бар.

Условия строительства

Стартовый котлован тоннеля диаметром 10,67 м, расположенный в зоне, ограниченной речной протокой, имел крепь в виде обделки из колец Bucline с резиновыми уплотнителями. В условиях повышенной влажности котлован был разработан как опускной колодезь с помощью металлического ножа и грейфера и погружен на глубину 14 м с помощью домкратов. После бетонирования плиты основания была произведена откачка воды.

Везд и въезд со стройплощадки производились на чрезвычайно загруженную лондонскую автомагистраль A40 в строго определенное время,

в полной мере убедиться в том, какими техническими и инновационными возможностями обладают эти комплексы. Среди объектов, на которых я работал, такие как канализационные коллекторы Королевских доков, большие участки Лондонской кольцевой тоннельной магистрали, канализационные трубопроводы большого диаметра в Саутпорте, Флайде, Клэстоне и Ипсвиче.

Тоннельная обделка

Конструкция кольца обделки – шесть трапециевидных блоков шириной 1 м (скос шириной 20 мм) и толщиной 180 мм. Материал блоков – фибробетон.

Для армирования применялась стальная фибра марки Dramix. Расход фибры – 30 кг/м³. Прочность бетона – 60 Н/мм². По продольным швам блоки стягивались изогнутыми болтовыми стяжками – по две стяжки на шов. Межкольцевые связи обеспечивали специальные замковые шпильки типа Bucklok. Межблоковую герметизацию обделки обеспечивали уплотнения из эластомера (EPDM), изготовленные фирмой Tunneling Accessories. Монтаж уплотнений на блоки производился на заводе в Нордвике, графство Чешир.

а именно – с 7.00 до 7.30 утра и с 9.30 до 15.30 в дневное время. За исключением небольшого количества разработанной породы, оставляемой на стройплощадке для использования в качестве засыпки, основная масса её вывозилась в карьер. От забоя порода транспортировалась с помощью локомотива и скипов. На поверхности крупные куски породы направлялись к грохотам. Остальной материал обрабатывался в центрифуге, затем шлам направлялся для отстаивания, после чего вода с помощью насосов перекачивалась к очистным сооружениям.

Проходка тоннеля

В начале проходки тоннель под некоторым углом уходил под чувствительные к воздействию подводящий канал и резервуары ливневого стока очистных сооружений. В соответствии с оценкой риска, было принято решение осуществить проходку первых 100 м тоннеля одной сменой. На остальной длине проходка тоннеля осуществлялась в две смены по 12 часов каждая.

ТПМК начал проходку в самом начале июня 2003 г. Уплотнение вокруг комплекса при вскрытии стенки стартового ствола было выполнено с помощью надувных мешков, изготовленных немецкой фирмой Buliflex. Во время проходки под подводящим каналом и резервуарами ливневого стока был обеспечен мониторинг, при этом никаких осадков зафиксировано не было. На случай возникновения аварийной ситуации, к началу проходки на стройплощадке было подготовлено необходимое оборудование типа дополнительных насосов, однако оно не понадобилось.

Проходка с продольным уклоном заложения 1:400 велась через льюесовские мелы, при этом до 15% забоя было сформировано почковатым кремнеземом. Когда ТПМК вошел в меловую скальную прослойку, сложенную прочным (19 МПа), плотным (2,3 т/м³) и практически не трещиноватым материалом, темп проходки существенно снизился. Однако в мелах нижнемелового периода её скорость вновь возросла. Последние 300 м были пройдены в песках, гравии и глинах, что создавало свои трудности. Проходка была завершена 7 января 2004 г.

ТПМК работал в режиме грунтового пригруза забоя на всем протяжении выработки. Напор грунтовых вод в начале работ составлял 1,4 бар, снизившись до нуля приблизительно через 2 км. Было принято решение вести проходку без открытия камер.

Общее время проходки примерно на четыре недели превысило проектный срок выполнения работ. Это связано частично со сдвижкой начала работ, частично – с появлением более прочной породы, чем ожидалось, а также с небольшим количеством поломок оборудования, хотя каждая из них не задерживала проходку более чем на две смены. Общая программа строитель-



ТПМК «Ловат» успешно завершает проходку

ва требует завершения проходки тоннеля и укладки трубопроводов к концу июля 2004 г. Строительство тоннеля было выполнено за семь месяцев при среднесуточной проходке 110 м в неделю. Наивысшие показатели проходки: за неделю – 259 м, за смену – 34 м, за две смены – 64 м. При таких высоких темпах монтаж одного кольца длился всего 20 минут. Инъектирование пазух за обделкой выполнялось раствором цемент/РФА с добавкой ускорителя (силиката натрия) параллельно с разработкой грунта. ТПМК мог использоваться в течение 95% времени. Резцы рабочего органа заменялись дважды, что допускалось сметой.

Связь с общественностью

Тесные контакты с населением поддерживались как до начала, так и в ходе строительства. Жителей четырех зданий информировали о том, когда под их домом будет вестись проходка. В ходе строительства было получено только три жалобы. Одна была связана с шумом от поездов, осуществлявших движение в тоннеле по ночам, и этот шум был уменьшен за счет неопреновых подкладок под рельсы. Две другие жалобы относились к шуму на поверхности.

Внутренние работы

После проходки тоннеля его внутренняя поверхность очищается и тщательно инъектируется для обеспечения его многолетней водонепроницаемости, поскольку тоннель находится в водной среде. В середине февраля началась укладка обоих трубопроводов. Шестиметровые звенья круглых оцинкованных труб диаметром 1 м и 600 мм опираются на оцинкованные кронштейны, закрепленные на обделке тоннеля болтами. Укладка труб ведется из при-



Установка блоков обделки CV Buehan в ходе сооружения тоннеля

емного ствола в сторону Хай Уайкомб, расчетный темп укладки – 320 м двух трубопроводов в неделю, срок укладки – 10 недель.

Работы открытого способа

Работы открытого способа, которые ведутся от приемного ствола до очистных сооружений Литтл Мэрлоу, переданы на субподряд фирме Dragtone из Шропшира. Район прокладки трубопроводов характеризуется чрезвычайной красотой местности и наличием сельскохозяйственных угодий первой категории, что накладывает на объект серьезные ограничения экологического характера. Двухниточный трубопровод длиной 1600 м пересек два водотока, подземную автомобильную дорогу к очистным сооружениям Литтл Мэрлоу, предприятие по дроблению гравия и загруженную автомагистраль A1455; пересечение последней осуществлялось по половине ширины со сложной организацией движения. Наибольшая глубина траншеи – 8 м. Приблизительно на одной трети трассы работы проводились ниже уровня грунтовых вод, что потребовало применения системы водопонижения.



2005 2-я международная выставка ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД

МОСКВА, "ЭКСПОЦЕНТР" НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ, 24-27 января 2005г.

ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД



Организаторы:

Выставочная компания "Глобал Экспо"
Тоннельная Ассоциация России,
Выставочный центр "Машиностроение"

При содействии:

Министерства промышленности и энергетики РФ,
Министерства природных ресурсов РФ,
Федерального агентства по строительству
и жилищно-коммунальному хозяйству,
Московского Государственного
горного университета,
Московского Государственного
строительного университета

При организационной поддержке:

Правительства Москвы,
Департамента градостроительной политики,
развития и реконструкции города Москвы,
НИИОСП им. Н.М. Герсенева,
ЗАО "Триада Холдинг"

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

Объемно - планировочные и
архитектурно - строительные решения
Маркшейдерия и геодезия
Технологии подземного строительства
Современные строительные материалы
Техника и оборудование для подземного
строительства
Вентиляционные системы и кондиционное
оборудование
Электро оборудование для тоннельного
освещения
Инженерные системы в подземном
строительстве
Системы и оборудование для мониторинга
Программное и информационное
обеспечение подземного пространства
Подъемно-транспортное оборудование
Эксплуатация подземных сооружений

В рамках выставки "Подземный город" проводится специализированный салон
"Гидроизоляция конструкций и сооружений".



ООО "Глобал Экспо" 119019, Москва, Гоголевский бульвар, 23
Тел.: +7 (095) 101 2274 Факс: +7 (095) 291 2175 info@u-sity.ru www.u-sity.ru

ПРОЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ С РЕГУЛЯЦИЕЙ ЛИВНЕВОГО СТОКА (SMART)

Карин Бэпплер,
инженер
«Херренкнехт АГ», Германия

Уникальность инновационного решения по строительству тоннеля, принятого совместным предприятием Gamuda в рамках концепции приватизации, состоит в том, что тоннель будет использоваться для регулировки ливневого стока в сезон муссонов, а в сухое время года – служить альтернативным источником движения транспорта, благодаря которому сократится объем транспортного потока на южном подходе к Куала-Лумпур, неподалеку от аэродрома Сунгай-Беси.

Северный портал будущего тоннеля общей длиной 12 км находится в месте слияния рек Ампанг и Кланг, а южный – около водного парка Деса перед устьем реки Кераюнг.

В начале 2003 г. фирма «Херренкнехт АГ» получила два заказа от совместного предприятия MCC-Gamuda JV на поставку двух ТПМК с гидропригрузом диаметром 13,2 м каждый. Одним щитом проходка будет вестись в северном направлении на длину 5,4 км. За выполнение тоннелепроходческих работ на этом участке будет отвечать немецкая строительная компания Wayss & Freitag. Вторым ТПМК будет работать совместное предприятие MCC-Gamuda. Южный участок состоит из тоннеля длиной 4,05 м.

Общая длина тоннеля составляет 9,4 км. Местом начала проходки для двух ТПМК станет северная вентиляционная шахта.

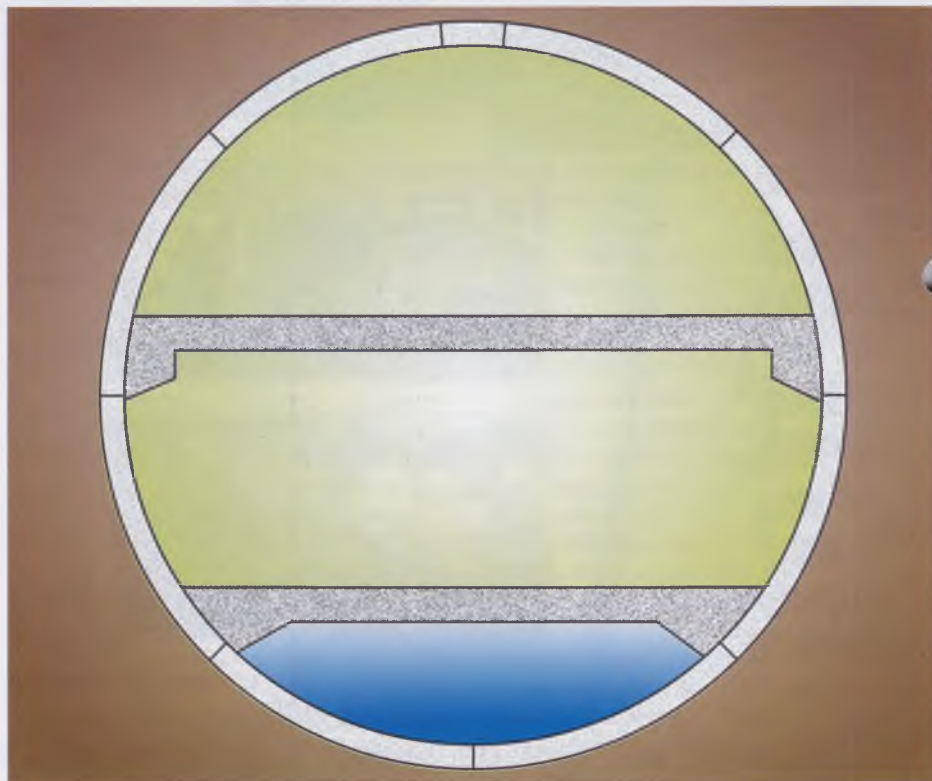
Геология

Наносы грунта вдоль тоннельного участка, как правило, невысоки, от 10 до 20 м, а вдоль скалистых участков достигают максимум 15 м, но обычно – от 1 до 6 м.

На участке южного тоннеля в сечение попадают целиком скалистые места, в то время как в северной его части на пути машины встречаются мягкие скальные грунты.

В общем, можно сказать, что двум щитам, с одной стороны, придется продвигаться сквозь плотные мраморные отложения и участки карстовых разработок, а с другой – соответственно, сквозь пористую крайнюю границу мраморных отложений через четвертичные отложения, такие, как илистые пески с местными включениями мягкопластичной глины. Так может продолжаться до середины поперечного сечения или даже ниже. Пески и ил четвертичных отложений являются кварценосными и считаются абразивными. Кроме того, встречаются участки с вклю-

Столица Куала-Лумпур находится на полпути к западу от полуострова Малайзия, там, где реки Кланг и Гомбак стекаются в единый поток. Во время сезона дождей (ноябрь – январь), особенно за последние три года, отдельные участки центральной части города подвергались ливневым наводкам как следствие разлива реки Кланг. Поэтому правительством было принято решение о строительстве в этой части города автодорожного тоннеля с регулировкой ливневого стока, который во время сезона дождей был бы закрыт для движения транспорта и служил бы исключительно для регуляции ливневого стока.



Сечение автодорожного тоннеля с регуляцией ливневого стока

чениями гранита и оловянной руды. Уровень грунтовых вод лишь на несколько метров ниже поверхности земли. На северном участке показатель уровня грунтовых вод колеблется в интервале от 2,6 до 5,2 м, а на южном – от 0,7 до 2,2 м ниже поверхности земли.

Водонепроницаемость почвы и скалистых грунтов, которая будет учитываться при проходке, будет, в основном, очень низкой, однако карстовые полости, соответственно местные зоны трещиноватости, будут определяться притоком воды.



Два ТПМК фирмы «Херренкнехт АГ» должны будут завершить проходку в начале 2006 г.

Оборудование, установленное на ТПМК

В соответствии с требованиями геологии, как и при чрезвычайно высоких карстовых разработках, оба щита оборудуют технологическими отверстиями для бурения и нагнетания. Они будут располагаться по окружности оболочки щита, в нижней части переборки и по центру. Эти пробные отверстия наклонены книзу для того, чтобы можно было исследовать карстовые пустоты до и ниже уровня щита; кроме того, с их помощью можно осуществлять нагнетание в карстовые пустоты в случае их обнаружения при проходке.

Также на обоих щитах необходимо установить систему безопасности для обнаружения непредвиденных препятствий, в особенности, карстовых разработок, с которыми вероятнее всего можно столкнуться при проходке. Поэтому каждый щит оснащен системой сейсмического зондирования мягких грунтов (SSP) для повышения безопасности и снижения затрат как следствия непредвиденных препятствий, что может повлечь простой или повреждения тоннелепроходческой машины. Благодаря данной системе оператор, ведущий проходку, заранее получает информацию о препятствии, что дает ему возможность оперативно среагировать. Система позволяет отслеживать изменения грунта: границы геологических слоев, валуны, пустоты или контрасты по плотности.

Система функционирует следующим образом: установленный на роторе генератор звука посылает частотно закодированный звуковой сигнал, который обнаруживают приемные устройства. Основываясь на измеренных показателях амплитуды ускорения и времени распространения отражающихся звуковых волн, строится трехмерная модель грунта, на которой показаны коэффициенты отражения и скорости движения в тоннеле. Измерения осуществляются автоматически

при разработке грунта. В роторе происходит преобразование информации в цифровой вид, которая затем передается в главный компьютер на пульте управления через токосъемник. Сбор, обработка и визуализация данных осуществляется тремя компьютерами, контроллером и усилителем. Окончательным результатом станет трехмерная модель грунтовых условий, на которой будет показано расположение и направление рефлекторов до 40 м вперед.

На двух щитах установлены режущие органы закрытого типа. Они снабжены окнами для прохода разработанного материала. Режущий орган приспособлен для геологических условий по трассе проходки тоннеля. Шарошки и инструменты для мягких грунтов равномерно распределяются по режущему органу, что позволяет им вращаться в обоих направлениях.

Электронная система индикации износа на двух перекидных и четырех обычных резцах делает процесс проходки более эффективным. К системе в режиме он-лайн поступает информация о состоянии резцов для проходки в мягких грунтах и о ковшах. Благодаря этому, персонал, обслуживающий ТПМК, своевременно получает сведения о его состоянии. С помощью электронной системы индикации можно контролировать периодичность технического обслуживания, основываясь на показателях экономичности. Таким образом, можно оптимально использовать срок службы инструментов и минимизировать расходы на дорогостоящий проход персонала в кабину.

Каждая машина оборудована 48 цилиндрами продавливания с максимальной силой продавливания каждого 93 кН.

Оба щита длиной 65 м были изготовлены для этого проекта на заводе в Швану (Германия). Первый ТПМК начал проходку в середине мая 2004 г., второй планируется запустить в середине августа текущего года.

Обделка тоннеля

Обделка тоннеля представляет собой конструкцию сборных бетонных сегментов. Кольцо имеет ширину 1,7 м и состоит из девяти сегментов, один из которых – замковый. Наружный диаметр тоннеля составляет 12,83 м, внутренний – как следствие толщины сегментов, равной 500 мм, – 11,83 м.

Поперечное сечение тоннеля имеет в свету 110 м² и включает два промежуточных перекрытия. Два верхних уровня, по две полосы в каждом направлении, будут использоваться для движения транспорта во время сухого сезона. Нижнее поперечное сечение тоннеля – для транспортировки воды во время сезона дождей.

Заключение

Проект SMART в Куала-Лумпур обещает стать трудоемким, но перспективным. В ходе его реализации двум ТПМК диаметром 13,21 м придется столкнуться с несколькими комплексными сдерживающими факторами: изменениями геологических условий от жестких до мягких скальных грунтов и карстовыми разработками. Вследствие этого возникнет вероятность значительного продвижения в тот момент, когда будет требоваться умеренная скорость проходки. Именно поэтому в машине предусмотрена возможность стратегических проектных решений: буровое оборудование для зондирования грунта и система сейсмического зондирования мягких грунтов (SSP) для работы в карстовых зонах.

Применение технологии SMART, позволяющей эксплуатировать тоннель и для регулирования ливневого стока, и для распределения транспортного потока, выдвинет Малайзию на первое место в мире, как страну, начавшую строительство тоннелей, способных решать сразу несколько задач.

Проект SMART планируется завершить весной 2006 г., а эксплуатацию тоннеля начать в конце 2006 г.



ЗАВОД ЖБИ ДЛЯ КАЗАНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А. Ш. Низембаев,
директор завода ЖБИ, г. Казань

До августа 1999 г. завод железобетонных изделий выпускал продукцию только для гражданского строительства в г. Казани. Численность работников составляла на тот период 56 человек. В том же 1999 г. завод был передан Казметрострою.

Перед коллективом была поставлена задача – освоить выпуск продукции для строительства Казанского метрополитена. Это – товарный бетон, блоки тоннельной обделки, сборные конструкции для станций метрополитена. Кроме того, завод продолжал выпускать изделия для промышленно-гражданских объектов.

Для выполнения этих задач, прежде всего, предстояло на заводе провести реконструкцию и поставить новое оборудование.

Один из проектных институтов г. Казани разработал проект переоснащения завода. Это, в первую очередь, коснулось арматурного цеха. На основании проекта для него были приобретены и установлены 14 загибочных станков, 2 вальцовочных и другие. Кроме того, рационализаторами завода были изготовлены еще 2 загибочных станка. Все это позволило значительно повысить производительность труда и сократить трудоемкость арматурных работ.

Формовочный цех обеспечивает строительство метрополитена необходимым количест-



В связи с ускорением сроков строительства метрополитена в г. Казани завод старается за короткий срок восполнить тот пробел, который был допущен в предыдущие годы. Например, в 2003 г. было изготовлено всего 541 кольцо. Но уже за первый квартал 2004 г. выпущено 478 колец, т. е. производительность выросла почти в 5 раз. Сейчас производится 20 колец в сутки.

вом блоков тоннельной обделки как для отечественных щитов, так и высокоточной обделки с резиновыми уплотнителями для проходческих комплексов канадской фирмы «Ловат».

Для изготовления высокоточных блоков были приобретены формы, оснастка и комплектация изделия, предназначенные для проходки первых 500 м перегонных тоннелей, из-за границы.

Планировалось, что в каждой форме можно будет изготовить до 2 тыс. блоков. Однако это на практике не подтвердилось. Когда начали формировать вторую сотню блоков, дни-

ще оснастки стало лопаться и трещать. Были вызваны представители завода-изготовителя. Выяснилось, что металлопрокат, применяемый в этих формах, не соответствует российским ГОСТам. Да и качество самой оснастки оставляло желать лучшего.

Тогда специалистами г. Казани при участии заводов Самары и Ульяновска были разработаны и изготовлены комплекты форм, которые и стали эксплуатироваться. Объединением «Кварт» г. Казани была разработана технология изготовления резиновых уплотнителей. И в данное время ничего за грани-



Обранное кольцо обделки

цей не приобретает. Все комплектующие детали для проходки тоннелей: фиксаторы, дюбели, монтажные болты и прочее – все местного производства.

Для снижения себестоимости изготавливаемой продукции специалисты завода предложили вместо щелевых камер применять пропарочные новой конструкции.

Отличительная особенность этой конструкции заключается в следующем. По днищу первого пролета в открытом канале под металлоформами прокладываются паропроводы, и по ним пускается пар. Свежерасформованные изделия накрываются индивидуальными покрывающими колпаками с внутренней теплоизоляцией. Под каждым колпаком обеспечивается микроклимат с равномерной температурой по всему объему изделия, исключается утечка тепла и пара, а также тепла от саморазогрева изделия.

Между формами канал герметично закрыт. Поэтому тепло и пар поступают только в пространство под формы, и в цехе не наблюдается испарений.

Подача и отключение тепла осуществляется автоматически с пульта управления. Под каждой формой размещены термодатчики с конечными выключателями.

Блоки проходят пропарку около трех суток. Лабораторные испытания показывают, что прочностные характеристики блоков достигают 80–90%.

После распалубки блоки выдерживаются на посту дозревания до 28-ми суток. Затем они подвергаются специальной обработке для последующей наклейки резиновых уплотнителей. Это одна из важных операций при изготовлении высокоточной водонепроницаемой обделки.

Герметизирующие уплотнительные прокладки, выполненные в виде рамок, надеваются на сегменты блоков и приклеиваются на их стыкуемые поверхности.

Для предотвращения налипания бетона на опалубку при изготовлении блоков при-



Лаборатория для испытания прочности бетона

меняется разделительная смазка ЛОС, разработанная институтом ИОФХ им. А. Е. Арбузова, г. Казань. Эта смазка не оставляет остатков бетона на опалубке, не действует агрессивно по отношению к металлу, защищает опалубку от коррозии и значительно дешевле ранее применяемой немецкой смазки «Бехем».

Большое внимание для получения изделий с высокими показателями по водонепроницаемости и морозостойкости уделялось подбору состава бетонной смеси. На основании рекомендаций специалистов Казанского строительного института (ныне академии) были разработаны порядка четырех типов составов, на которых в данное время и работает завод. Для обеспечения качественного выпуска бетонной смеси внедрена компьютерная программа.

Образцы первых блоков были отправлены в лабораторию НТЦ ЦНИИСа, где они прошли испытания и показали положительные результаты. На основании этих результатов завод получил сертификат качества и лицензию на из-

готовление блоков обделки. Повторные экспертизы также были положительными.

Особое внимание было обращено на оснащение заводской лаборатории приборами и оборудованием для систематического контроля над изготовлением бетонной смеси и выпускаемой продукции. В лаборатории осуществляется вся программа испытаний, которая требуется по ГОСТу. По оснащению она является одной из лучших в г. Казани.

В связи с ускорением сроков строительства метрополитена в г. Казани завод старается за короткий срок восполнить тот пробел, который был допущен в предыдущие годы. Например, в 2003 г. было изготовлено всего 541 кольцо. Но уже за первый квартал 2004 г. выпущено 478 колец, т. е. производительность выросла почти в 5 раз. Сейчас производится 20 колец в сутки.

Весь коллектив завода, который к настоящему времени составляет 245 человек, принимает все меры для бесперебойного обеспечения проходки тоннелей товарным бетоном и блоками обделки.



Арматурный цех завода



МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОПЕРЕВОЗОК

А. В. Ершов,
главный инженер
Московского метрополитена

Система «Игла» на вагонах Московского метрополитена

Обеспечение пожарной безопасности пассажироперевозок – одна из важнейших задач, стоящих перед метрополитенами всего мира. Проблема возникновения пожара в подземных сооружениях с массовым пребыванием людей требует специфического подхода. Ее решение невозможно без учета таких особенностей развития пожара в тоннеле метро, как например:

- ограниченность пространства и связанные с этим сложности при эвакуации пассажиров;
- скорость воздухообмена, обуславливающая высокий темп роста температуры горения до тысячи и более градусов;
- быстрое задымление путей эвакуации;
- сложность с подачей достаточного количества огнетушащих средств к очагу развития пожара;
- паника людей при возникновении чрезвычайных ситуаций и так далее.

Одним из ключевых моментов решения указанной проблемы является предотвращение возгораний подвижного состава.

В 1996 г. по заданию Московского метрополитена и при непосредственном участии его специалистов Московской фирмой «ЭПОТОС» была разработана автоматическая система обнаружения и тушения пожаров – АСОТП «Игла». Принципами, положенными в основу работы этой системы, являлись:

- обнаружение и ликвидация пожара на ранней стадии развития;

- контроль над развитием ситуации, возникшей в любом вагоне поезда, из кабины машиниста;

- использование для передачи информации существующих поездных проводов без нарушения их основных функций;

- обнаружение и ликвидация пожара без участия человека, но по его команде.

Кратко описать работу АСОТП «Игла» можно следующим образом.

При возникновении пожара в защищаемом отсеке осуществляется его регистрация и передача информации в кабину машиниста. При этом происходит идентификация номера вагона и наименования отсека, в котором произошло возгорание. Одновременно с этим на вагоне отключается высокое напряжение. При достижении в отсеке температуры 100 °С автоматически срабатывает порошковый огнетушитель ОСП (огнетушитель самосрабатывающий порошковый). Информация об этом отражается на блоке индикации в кабине машиниста.

Внедрение системы «Игла» на подвижном составе Московского метрополитена началось в 1997 г. В ходе эксплуатации система подвергалась нескольким модификациям. Начиная с 2000 г. вагоны метрополитена оснащаются подсистемой контроля температуры нагрева букс колесных пар. Введение этой функции позволяет в автоматическом режиме контролировать один из важнейших эксплуатационных параметров – температуру оси колесной пары.

За период эксплуатации с 1997 по 2003 год при помощи АСОТП «Игла» были предотвращены 24 случая пожароопасной ситуации, 5 пожаров в начальной стадии развития, 3 случая перегрева шейки оси колесных пар.

Для исключения случаев необоснованного снятия составов с линии по вине ложных срабатываний АСОТП «Игла» работниками метрополитена проводится постоянный анализ надежности системы. В среднем за истекший период эксплуатации число отказов системы колеблется от 1,25 до 1,50 на миллион вагонокилометров пробега. Вероятность безотказной работы системы составляет порядка 98%. Наиболее характерными являются отказы в работе АСОТП «Игла», связанные со старением элементной базы системы, а также неисправности, связанные с превышением уровня напряжения питания.

С учетом 8-летнего опыта эксплуатации системы «Игла», в настоящее время Московский метрополитен проводит плановую замену выработавшего свой срок оборудования на разработанную в 2003 г. АСОТП «Игла-М.5К-Т». Созданная на базе современных электронных технологий, система обладает более высокой надежностью, чем ее предшественницы, и фактически представляет собой бортовой компьютер. В составе АСОТП «Игла-М.5К-Т» на

подвижном составе устанавливаются новейшие импульсные порошковые огнетушители «Буран-0.5», «Буран-0.3». Срок их действия – до десяти лет с возможностью перезарядки в отличие от огнетушителей ОСП-1, ОСП-2.

Сейчас новые вагоны, выпускаемые ММЗ в штатном порядке, оборудуются указанной системой.

Регистратор параметров движения поезда РПДП-2

Наряду с системой обнаружения и тушения пожара на подвижном составе Московского метрополитена с 1996 г. производится установка регистраторов параметров движения поезда (РПДП-2). Она обеспечивает накопление данных о состоянии оборудования, органов управления и устройств сигнализации поезда, хранение этих данных в энергонезависимых запоминающих устройствах (накопителях) с фиксацией текущего календарного времени.

Для обработки полученной информации используется специальная программа, позволяющая выявлять в автоматическом режиме следующие нарушения в работе подвижного состава и локомотивных бригад:

- превышение допустимой скорости движения поездов (в случае, если скорость, полученная от измерителя скорости, превышает скорость, разрешенную частотами АЛС);
- движение с открытыми дверями (контроль проветривания подвижного состава, открытие дверей до остановки поезда);
- отключение устройств АРС;
- срабатывание реле перегрузки;
- случаи «ОЧ»;
- неисправность контроллера машиниста;
- движение под частоту «О»;
- маневровая работа (случаи, когда управление осуществляется из хвостового вагона, выезд и заезд из депо, скоростные режимы);
- обнаружение случаев подковки подвижного состава (используются данные, снятые из головного и хвостового вагонов). Место подковки определяется по разнице зафиксированных скоростей в головном и хвостовом вагонах;
- контроль приемки состава в депо и на линии (проверка аккумуляторных батарей, дверей, сбор схемы в тормоз);
- контроль проведения ТО и ТР (проверка выполнения работ в депо).

Считывание информации из накопителей осуществляется по радиоканалу с помощью радиомодема, что позволяет автоматически осуществлять передачу данных с заходящих поездов без участия дежурного инженера. Возможно также непосредственная передача данных с накопителя в персональный компьютер. По результатам считывания автоматически готовится сводка об отклонениях в работе подвижного состава.

Огнетушитель системы «Игла» в кабине машиниста



Система цветного теленаблюдения с видеозаписью и передачей информации в единый диспетчерский центр

Работы по внедрению средств видеозаписи на Московском метрополитене проводятся с 1996 г. Тогда в качестве аппаратуры видеозаписи применялись промышленные многоканальные ленточные видеомагнитофоны.

Используя мировой опыт и опираясь на концепцию безопасности Москвы, утвержденную Постановлением правительства Москвы в 2000 г., руководство Московского метрополитена приняло решение о внедрении средств цветного теленаблюдения с цифровой видеозаписью на станциях и в подуличных переходах. При этом получаемая информация выводилась на пульта наблюдения, установленные в помещениях дежурных по станции. Размещение видеокамер в сооружениях метрополитена проводилось с учетом решения двух задач: организации движения поездов и предупреждения противоправных действий различного характера.

Сегодня дежурный по станции имеет возможность получать видеoinформацию о ситуации:

- на пассажирских платформах по 1 и 2 главным путям;
- в среднем зале;
- по входу на станцию (АКП) и в кассовом зале;
- у торцевых дверей для входа в служебные помещения и прохода на путь;
- в подуличных переходах;
- на верхних и нижних входных площадках эскалаторов;
- на переходах пересадочных станций;
- контролировать также действия машинистов электропоездов при смене локомотивных бригад линии и конечных станциях.

По состоянию на 1 января 2004 г. порядка 88% от общего количества станций и подуличных переходов оснащены средствами цветного теленаблюдения с цифровой видеозаписью.

Установка средств теленаблюдения позволяет повысить качество обслуживания пассажиров, предотвратить акты вандализма на станциях метрополитена и обеспечить поддержание чистоты и порядка в подуличных переходах.

Вместе с тем в Московском метрополитене была организована видеостудия, архивы записей которой используются правоохранительными органами для анализа событий, раскрытия уже свершившихся преступлений и предупреждения новых. Так, например, только за истекший период 2004 г. на метрополитен поступило 150 обращений от силовых структур по вопросам получения видеоматериалов.

Для обеспечения контроля пассажиропотоков при проведении культурно-массовых и спортивных мероприятий городского масштаба на станциях «Спортивная», «Черкизовская», «Динамо», «Автозаводская» установлены уличные видеокамеры с возможностью управления, средства документальной распечатки полученного видеоизображения. Данное оборудование позволяет сотрудникам правоохрани-



Видеонаблюдение диспетчером Сокольнической линии за станциями

тельных органов предупреждать хулиганские действия и акты вандализма, оперативно проводить задержание нарушителей.

Проведенный анализ использования средств теленаблюдения в 2002 г. показал необходимость установки видеокамер и мониторов видеонаблюдения для контроля машинистами электропоездов ситуации у хвостовых вагонов и вдоль всей пассажирской платформы. В настоящее время на 17-ти станциях имеется указанное оборудование. Данное направление получило положительный отзыв локомотивных бригад и дальнейшее расширение.

В целях реализации мероприятий, направленных на снижение травматизма на эскалаторах, службами Московского метрополитена в 2002 г. выполнены работы по оснащению 12-ти эскалаторных наклонов на вокзальных станциях Кольцевой линии средствами видеонаблюдения за верхними и нижними сходными площадками.

Проблема обеспечения безопасности перевозок – одна из самых серьезных и требует комплексного подхода. Для ее решения Московский метрополитен разработал проект передачи видеоизображения со станций Сокольнической линии поезвному диспетчеру и в единый ситуационный центр. Указанный проект был реализован в 2003 г. В текущем году аналогичные работы проводятся на Кольцевой, а в 2005 г. будут выполнены на Замоскворецкой линии.

Организация единого ситуационного центра позволяет:

- получить достоверную информацию об изменении пассажиропотоков на станциях;
- оперативно принимать решения в случае возникновения внештатных ситуаций;
- своевременно реагировать на противоправные проявления;
- обеспечить более четкое взаимодействие с городскими структурами.

Комплекс работ, проведенный на Сокольнической линии, показал, что следующим шагом в развитии технических средств обеспечения безопасности пассажироперевозок станет система передачи и оперативной обработки тревожных сообщений, поступающих со станций в ситуационный центр метрополитена в ре-

альном режиме времени. Реализация данного проекта намечена на второе полугодие 2004 г.

Автоматизированная система управления видеонадзора

Система рассчитана для наблюдения в одном составе, состоящем из пяти вагонов.

С помощью двух мониторов, находящихся в кабинетах машиниста в 1-м и 5-м вагонах поезда, машинист может осуществлять видеонаблюдение как во всех вагонах одновременно, так и отдельно по каждому. Вся информация, исходящая от видеокамер, независимо от выбора машиниста записывается на кассету видеомагнитофона. Время записи одной кассеты – 9,5 часов.

В начале смены при загрузке магнитофона видеокассетой и пуске системы на мониторе поочередно отображается изображение от десяти видеокамер, установленных в средней верхней части начала и конца каждого вагона, с указанием заводской серии и номера вагона.

В зависимости от выбора машиниста на мониторе можно отобразить изображение как от одной видеокамеры, так и от четырех и девяти одновременно.


При переходе из 1-го в 5-й вагон для обеспечения противоположного направления движения состава, машинист должен переключить электрический переключатель, установленный на водительском пульте.

Мультиплексор системы и видеомагнитофон размещены в 1-м вагоне.

Видеокамеры установлены на 15 см ниже потолка в начале и конце вагонов и направлены в их центр.

Связь между элементами системы выполняется коаксиальными кабелями типа КТН-90. Для их размещения использованы шахты, находящиеся внутри вагонов. Кабельные соединения между вагонами выполнены специально изготовленными переходниками длиной 2,5 м с разъемными концевостями. Для надежности эти кабели с четырех мест цепями подвешены и прилеплены к корпусу вагона.

Данная система разработана Бакинским центром ННП «АСУ бетон» совместно со специалистами Бакинского метрополитена.

В 2004 г. предполагается оборудовать данной системой 5 составов (25 вагонов). 

КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

И. Н. Выборнов,
зам. гл. инженера
Петербургского метрополитена

Система «Движение»

Комплексная система обеспечения безопасности и автоматизированного управления движением поездов (система «Движение») предназначена для контроля и управления движением поездов (стрелками и сигналами) и включает в себя 3 уровня управления:

- центральный или диспетчерский пост (ЦП);
- стационарную аппаратуру станций и перегонов (СА КСД);
- поездную аппаратуру (ПА КСД).

Она призвана полностью заменить существующее релейное оборудование станций и перегонов (МРЦ, АБ), поездную аппаратуру (АРС и автоведение) и расширить функциональные возможности имеющегося диспетчерского пульта.

Работу над системой начали в 1996 г. Были разработаны основное и частные ТЗ на систему в целом и ее отдельные подсистемы, концепция автоведения поездов, КД, ПО, ПСД.

С самого начала в систему были заложены самые передовые и, соответственно, самые сложные в реализации идеи. В частности, в станционной аппаратуре контроля рельсовых цепей и передачи информации на поезд был предусмотрен совершенно новый способ, базирующийся на так называемой «фазоразностной модуляции» и помехозащищенном кодировании с применением кодов Бауэра. В отличие от существующих рельсовых цепей (фазочувствительных, тональных и т. д.), в которых контроль осуществляется непрерывно путем подачи аналогового сигнала, т. е. используются для контроля и пе-



Рис. 1. Контролируемые пункты АРМ ДСЦП

редачи информации на поезд только два признака – амплитуда и частота сигнала, в СА КСД в РЦ подаются импульсы, каждый из которых определенным образом закодирован. Это, безусловно, значительно повышает надежность передачи информации (используется несколько признаков: амплитуда сигнала, частота, стробирование времени появления сигнала, код данной РЦ, код разрешенной скорости на данной и впереди лежащей РЦ). Однако данное нововведение обусловило внедрение системы «Движение» в три последовательных этапа:

- на первом – поездной аппаратуры. Это связано с тем, что существующие составы не могут воспринимать коды ФРМ-канала СА КСД, а ПА КСД построена таким образом, что способна автоматически распознавать коды АРС как обычных аналоговых РЦ, так и ФМК РЦ;

- на втором – стационарной аппаратуры, что связано со значительным старением существующей релейной аппаратуры и высокой актуальности ее скорейшей замены на новую бесконтактную технику;

- на третьем – центрального поста, имеющего не только расширенный набор функций, но и умеющего работать как с собственной подсистемой – СА КСД, так и с существующими релейными устройствами СЦБ (МРЦ, АБ).

На сегодняшний день система в полном объеме еще не реализована.

Основная причина такого положения дел – в недостаточности финансирования предусмотренного контрактом между Петербургским метрополитеном и НИИТМ, утвержденным администрацией Санкт-Петербурга. Объем инвестиций из бюджета города в год был ниже в 3–4 раза по сравнению с плановым, что, безусловно, сказалось на темпах внедрения системы. К сожалению, в бюджете 2004 г. финансирования этой темы вообще нет.

Внедрение системы «Движение» должно решить проблему старения релейного оборудования, а также значительно повысить функциональность управления и контроля технологическим процессом движения электропоездов, причем с основным упором на автоматизацию всех основных функций и повышение надежности отдельных элементов и системы в целом.

КАС ДУ

Комплексная автоматизированная система диспетчерского управления (КАС ДУ) служит для контроля и управления движением поездов (стрелками и сигналами); объектами энергоснабжения; сантехустройствами.

Рис. 2. КАС ДУ в диспетчерском пункте контроля



Она должна заменить устаревшие и физически изношенные системы телемеханики типа СКЦ-67, ВРТФ-3 и им подобные на современные высокоэффективные программно-аппаратные средства. Функциональные возможности находятся на уровне лучших зарубежных аналогов (разработки фирм SIEMENS, ALCATEL, ABB, AEG).

Система включает в себя три уровня управления:

- верхний – центр диспетчерского управления (ЦДУ);
- средний – включает стационарную аппаратуру станции (САС) и диспетчерского пункта станции (ДПС);
- нижний – контролируемые пункты, шкафы и пульты местного управления непосредственно на объекте (МУ).

Увязка верхнего и среднего уровней, а также станций между собой осуществляется по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС). Все АРМы ЦП увязываются между собой в единую локальную сеть.

Соединение аппаратуры среднего уровня с АРМами диспетчерского пункта станции осуществляется кабелем – витая пара категории 5, а стыковка с устройствами локальной автоматике – физическим кабелем.

Разработка и внедрение КАС ДУ на Петербургском метрополитене начались в 1997 г. Около трех лет понадобилось на отработку основных функций и параметров системы. Для этого контролируемые пунктами были оснащены станции линии 4 от «Спортивной» до «Старой Деревни» (АРМ ДСЦП – рис. 1). Опытная эксплуатация КАС ДУ на этих станциях показала, что новая система действительно имеет целый ряд преимуществ, начиная от более высокой ее надежности, информативности, функциональности и заканчивая гораздо меньшей энерго- и материалоемкостью. Это создало предпосылки к дальнейшему внедрению КАС ДУ на метрополитене.

На первый план была поставлена задача замены оборудования существующих диспетчерских постов управления. При этом, учитывая, что оборудование станций остается старым, перед разработчиками (ПГУПС) была поставлена проблема сопряжения верхнего уровня КАС ДУ со станционными устройствами на базе ВРТФ-3 и СКЦ-67. Специалисты ПГУПС успешно справились с этой задачей, что позволило начать претворение в жизнь намеченного плана.

В период с 2000 по 2004 гг. на КАС ДУ переведены все диспетчерские посты контроля и управления движением поездов на линиях 1, 2, 3, 4 (ДЦХ-1, 2, 3, 4 – рис. 2), причем на линиях 1, 3, 4 внедрена подсистема автоведения поездов. Кроме того, переведены посты управления энергоснабжением линии 4 (ЭДП-4) и 1 с объединением двух кругов – «севера» и «юга» в один (ЭДП-1 – рис. 3), что позволило сократить численность эксплуатационного персонала. Про средний уровень также старались не забывать, хотя темпы его внедрения оставляют желать лучшего. В упомянутый период были установлены контролируемые

пункты (КП) для управления движением поездов на станциях «Площадь Александра Невского-2» и «Садовая».

Планом капитальных вложений на текущий год предусмотрены работы по развитию КАС ДУ: внедрение ЭДП-2, ЭМДП-1,2,3. Таким образом, практически все диспетчерские посты, за исключением ЭДП-3 (работы по которому планируются на 2005 г.), будут переведены со старой телемеханики на КАС ДУ.

Внедрение КАС ДУ позволяет не только обеспечить нормальную работу диспетчерского управления с должным уровнем автоматизации, повысить надежность и функциональность управления объектами, но и высвободить помещения. Если раньше для релейной СКЦ или аппаратной телемеханики требовалось помещение площадью около 80 м², то сейчас все оборудование умещается в одном шкафу с программно-аппаратными устройствами КАС ДУ.

Следует также отметить, что при переводе на КАС ДУ большое внимание уделяется не только техническим вопросам, но и обеспечению благоприятных условий для персонала, включая интерьер и шумоизоляцию помещений, эргономику рабочих мест, эффективные системы вентиляции, кондиционирования и т. п.

Современные тяговые подстанции в комплектно-блочном исполнении

Специалистами ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» совместно с ведущими проектными организациями Санкт-Петербурга выпущены проекты современных тяговых подстанций для метрополитена, трамвая и троллейбуса с учетом разработанной и опробованной на подстанциях МПС технологии выпуска оборудования в виде функциональных блоков полной заводской готовности. Выполненные на базе новых компонентов, снабженные автоматизированной системой управления, функциональные блоки позволяют перейти на необслуживаемую технологию работы тяговых подстанций, снизить суммарные затраты на проектирование и монтаж оборудования с одновременным повышением ка-

чества, надежности и безопасности объектов. Это нашло отражение в проектах тяговой подстанции «Комендантский проспект», а также первой очереди метро г. Казани.

По договору с ФГУП «Санкт-Петербургский метрополитен» было изготовлено оборудование для подстанции «Комендантский проспект», где в 2004 г. запланированы монтажные и пуско-наладочные работы силами специалистов ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО». В 2003 г. эта организация выиграла тендер на поставку оборудования, его монтаж и наладку для шести тяговых подстанций первой очереди метро г. Казани. В соответствии с решением тендерной комиссии на 2004 г. заключен договор на его поставку.

ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» сотрудничает с метрополитеном Санкт-Петербурга не только по обеспечению оборудованием для вновь вводимых объектов, но и участвует в модернизации действующих устройств. Так, только за период с 2001 г. осуществлялись поставки сухих силовых трансформаторов различной мощности – от 160 до 1600 кВА, производилась модернизация тяговых выпрямителей, поставлялись комплекты диодных блоков и новые выпрямители типа В-ТПЕД. Отказов в работе оборудования не было.

С целью повышения надежности работы тяговых подстанций и обеспечения безопасности движения поездов на метрополитене создана автоматизированная система для измерения и контроля геометрических параметров рельсового пути (на лазерном гироскопе), а также опробована методика тепловизионных диагностических обследований электрооборудования подстанций метрополитена.

НИИЭФА-ЭНЕРГО оснащено самым современным технологическим оборудованием, построены новые специализированные корпуса и участки, созданы мощная научно-технологическая и испытательная базы. Предприятие проводит весь комплекс работ, включая исследования, конструирование, проектирование, изготовление, монтаж, пуско-наладку, гарантийное и сервисное обслуживание. На проведение работ имеются все необходимые лицензии.



Рис. 3. Посты управления энергоснабжением



КОНТРОЛЬ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА В ТОННЕЛЯХ И НА СТАНЦИЯХ НИЖЕГОРОДСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Н. В. Шерстнева,
начальник лаборатории
микроклимата

Нижгородский метрополитен эксплуатируется с 1985 г., состоит из двух линий, 13-ти станций, расположенных в Заречной части города.

Вентиляция тоннелей осуществляется осевыми шахтными агрегатами типа ВОМД24, 24А (29 и 23 шт. соответственно); в тупиках Автозаводской линии установлены осевые вентиляторы марки 06-290-11 (4 шт.), крышный вентилятор марки КЦ (1 шт.). Трасса Сормовской линии на участке перегона «Бурнаковская» – «Буревестник» пролегает вблизи от территории нефтеперерабатывающего предприятия. В результате жидкие нефтепродукты по различным причинам на протяжении многих лет попадали в грунт, мигрируя в нем во всех направлениях. Поэтому ст. «Буревестник» построена в наземном исполнении, а прилегающие тоннели мелкого заложения на некоторых участках – с выходом на поверхность. В 1995 г. ТОО «Нижегородская медико-технологическая компания» и ДзержинскНИИОГАЗ выполнили анализ проб грунта и грунтовых вод и провели ориентировочную оценку проникновения внутрь станции летучих нефтепродуктов слоя пород, находящегося в контакте с ее фундаментом. Получены следующие результаты: выбор гидростеклоизола в качестве гидроизоляции лотка ст. «Буревестник» правилен; разрушение ее под воздействием паров органических веществ из-за низкой их концентрации в газе и битуме исключается.

На перегоне «Бурнаковская» – «Буревестник» установлены осевые вентиляторы марки ОС 06–300 (П – 3 шт.; В – 3 шт.), в тупике ст. «Буревестник» – центробежные вентиляторы марки ВЦ (В) – 2 шт.

При проведении совместных исследований с Нижегородской архитектурно-строительной академией по оценке формирования воздушных потоков при работе механической вентиляции, от поршневого эффекта движущихся поездов, по оценке противодымной защиты путей эвакуации пассажиров были получены следующие основные результаты и выводы.

1. Качественно и количественно определена доминирующая роль поршневого эффекта в воздухообмене метрополитена мелкого заложения.

2. Определен воздушный баланс от действия поршневого эффекта – воздухообмен порядка

100 тыс. м³/ч, что сопоставимо с производительностью тоннельной вентиляции.

3. Механическая вентиляция в кассовом зале и на платформе может организовать потоки до 40 м³/ч со скоростью 0,4 м/с при величине разряжения 0,8 Па, при рекомендуемой 50 Па, что характеризует низкую эффективность тоннельной вентиляции по защите путей эвакуации пассажиров при пожаре.

Для повышения защиты пути эвакуации пассажиров через кассовые залы на Сормовской линии ст. «Канавинской» и ст. «Бурнаковской» установлены дополнительные центробежные вентиляторы подпора марки ВЦ14-46 № 8 (по два вентилятора на вестибюль).

4. Определены и изучены процессы формирования температурно-влажностных параметров микроклимата метрополитена. Для линий

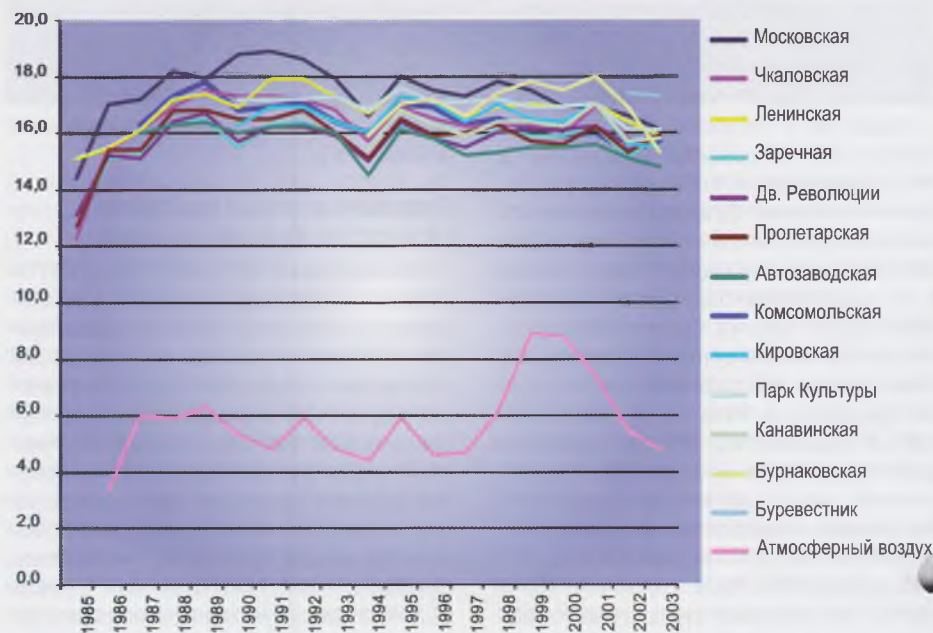


Рис. 1. График изменений среднегодовой температуры по станциям

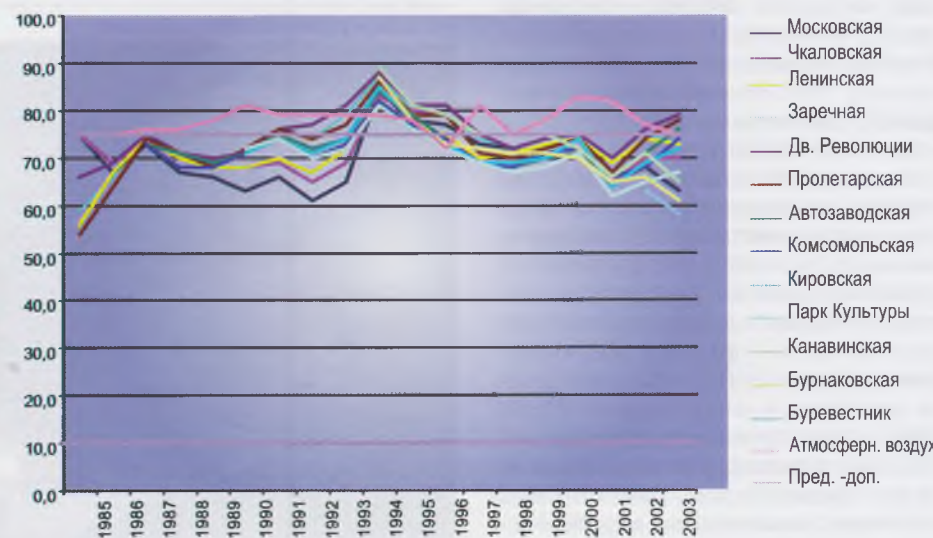


Рис. 2. Среднегодовая относительная влажность

мелкого заложения на роль основного фактора выдвигается жесткая взаимосвязь с параметрами наружного воздуха, осуществляемая через вентиляцию поршневым эффектом.

По базе данных лаборатории микроклимата построены графики изменения среднегодовой температуры (рис. 1) и относительной влажности (рис. 2) параметров микроклимата на станциях за 18 лет эксплуатации метрополитена в зависимости от параметров наружного воздуха.

Динамика изменения температур совпадает с ходом кривой температуры наружного воздуха.

При пуске новых участков среднегодовая температура ниже, чем на эксплуатируемых станциях. В процессе эксплуатации метрополитена температура растет, достигает средней величины и останавливается (в течение года), перегрева тоннеля не происходит.

5. По анализу теплопритоков от подвижного состава, людей, грунта построена кривая зависимости температуры от интенсивности движения поездов (рис. 3).

Из графика видно, что при увеличении интенсивности движения поездов температура возрастает до 19,5 °С, дальше процесс стабилизируется за счет вентиляции поршневым эффектом.

6. Большие скорости циркуляционных потоков (до 10 м/с в дверях типа «Метро»), резкие перепады давления воздуха в момент ухода и подхода поездов на станции создают разрежение в вестибюлях, что приводит к периодическому раскрытию дверей и поступлению холодных потоков наружного воздуха внутрь метрополитена и резкому понижению температуры воздуха в вестибюле ниже регламентируемой величины ± 10 °С.

Строительство наземных павильонов над сходами в метрополитен позволило снизить скорости циркуляционных потоков до 4 м/с.

Включение тоннельной вентиляции снижает поток наружного воздуха через вестибюли станции на 20 %, но в зимнее время работа вентиляции влечет за собой понижение температуры в пассажирских помещениях ниже +5 °С, моржаживание вентшафт, тоннелей. Длительный период низких температур (ниже -25 °С) требует закрытия затворов в вентшафтах тоннельной вентиляции.

На основании данных исследования и опыта эксплуатации ежегодно разрабатывается и утверждается директором метрополитена график работы тоннельной вентиляции.

В целях решения проблемы переохлаждения станций метрополитена, снижения эффекта «дутья» в 1990 г. проведена совместная работа по совершенствованию режимов работы вентиляционного оборудования на станциях «Заречная», «Ленинская» и прилегающих вентшафт сотрудниками Свердловского горного института – профессором Н. П. Косаревым и к.т.н. А. В. Бухмастовым. Полученные результаты подтвердили данные, что имеющимися средствами действующей системой тоннельной вентиляции, работой тепловых воздушных завес (ТВЗ) ликвидировать или хотя бы существенно смягчить эффект «дутья» не представляется возможным. Но была решена задача по уменьшению количества наружного воздуха, попадающего с поверхности через вестибюли на станцию пос-

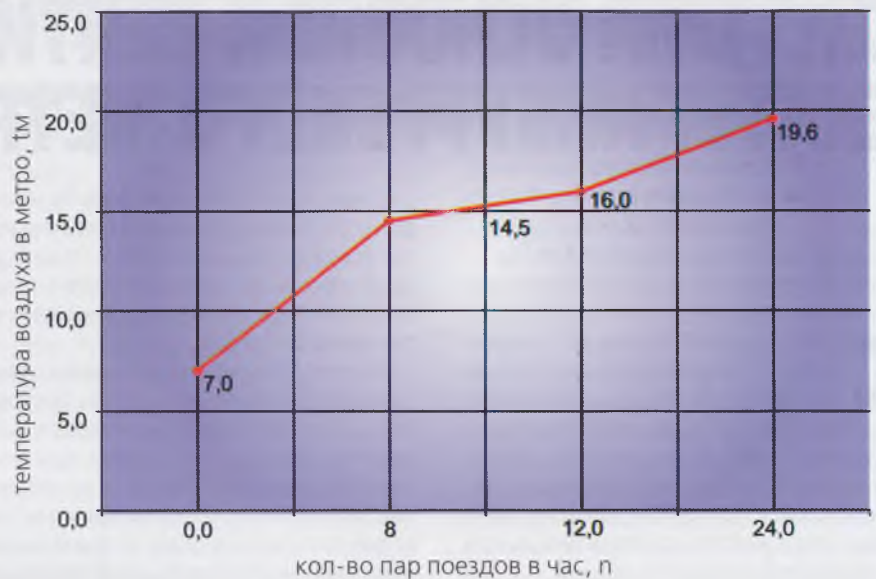


Рис. 3. График изменения температуры от интенсивности движения поездов

ле проведения наладки вентиляторов главного проветривания.

В 2000 г. на ТВЗ станции «Московская» проведена замена центробежных вентиляторов марки Ц4-70 № 8 на электровзвесы типа ТВ-12.

Построен график изменения среднегодовой температуры в кассовых залах на 1, 2 вестибюлях ст. «Московская» (рис. 4), из которого видно снижение температуры на 4–5 °С.

Лабораторией микроклимата, согласно утвержденному графику периодичности работ, ведется постоянный контроль над содержанием углекислого газа, пыли в воздушной среде на станциях метрополитена. Фактическое содержание не превышает допустимые нормы и соответствует показателям наружного воздуха.

Трасса метрополитена проложена вдоль магистральных путей города, расположение воздухозаборных вентшафт в процессе строительства приближены к линии метрополитена, т. е. находятся вблизи АЗС, стоянок автомашин, заводских корпусов, поэтому загрязненный наружный воздух попадает на станции и в тоннели метрополитена.

В свете новых требований «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»

СП 2.5.1337-03 предъявляются требования по проведению комплекса защитных мероприятий в случае превышения допустимых уровней атмосферного приточного воздуха (очистка от пыли, вредных веществ и др.), что в данной конструкции тоннельной вентиляции вентшафт не предусмотрено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

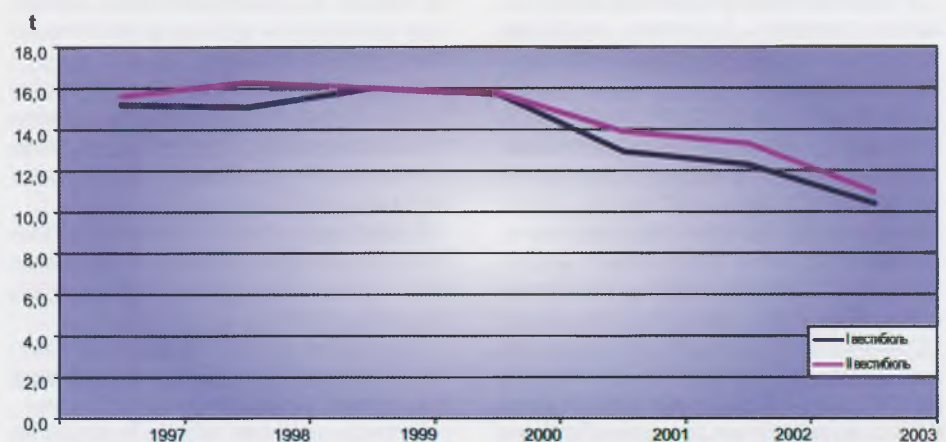
1. Процессы формирования температурно-влажностных параметров микроклимата в метрополитенах мелкого заложения определяются жесткой взаимосвязью с параметрами атмосферного воздуха.

2. Необходимо разработать принципиально новый подход к выбору тоннельной вентиляции для метрополитенов мелкого заложения с учетом фактора резких изменений давления.

3. Пересмотреть функции тоннельной вентиляции под конкретно поставленные задачи (дымоудаление, применение отравляющих веществ, газов, очистка воздуха, воздухообмен, поддержание температурно-влажностного режима).

4. Разработать четкие регламентации режимов работы тоннельной вентиляции. **ИТТ**

Рис. 4. График изменения температуры в кассовых залах ст. «Московская» с установкой электровзвес типа ТВ3-12



СИСТЕМА ОСНОВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А. В. Подойницын,

зам. начальника

Электромеханической службы
Екатеринбургского метрополитена

Система основной вентиляции Екатеринбургского метрополитена состоит из вентиляторов ВОМД 24А – 24 шт., ВОМ 18 – 2 шт., В-2,3–130 – 2 шт., установленных по постоянной схеме, и вентиляторов СВМ-6 – 8 шт. и ВМЭ-12А – 1 шт., установленных по временной схеме в тупиках за ст. «Геологическая» в связи с неготовностью строительством камеры № 18 основной вентиляции перегона.

Вентиляторы основной вентиляции Екатеринбургского метрополитена выполняют ряд основных задач:

- препятствуют проникновению масс холодного воздуха в тоннель через портал;
- вентилируют действующий участок метрополитена;
- препятствуют обмерзанию затворов вентиляционных камер, тем самым, обеспечивая их готовность к работе в условиях низких температур наружного воздуха;
- на самом протяженном участке тоннеля, с уклоном, близком к предельному, камера № 21 основной вентиляции перехватывает часть тепловой воздушной массы, движущейся за счет естественной тяги от ст. «Уральская» к ст. «Машиностроителей» с целью снижения образования конденсата и, как следствие, обледенения ступенек на сходах вестибюля ст. «Машиностроителей».

Для эксплуатации метрополитена в нормальных условиях Электромеханической службой разработаны графики работы основной вентиляции в летний и зимний период с учетом поршневого эффекта движущихся составов.

Для работы в аварийных ситуациях существуют временные режимы работы систем главного проветривания для станций и перегонных участков. Основой для их разработки явились рекомендации ИЦ «Сервисгормаш» и Петербургского филиала ВНИИПО.

В подтверждение правильности выбора режимов проводятся регулярные аварийные тренировки под руководством отдела ВПО метрополитена.

Для проветривания тупиков на границе со строящимся участком сооружаются временные вентиляционные устройства, а в перемычках устанавливаются осевые вентиляторы, обеспечивающие «приток» и «вытяжку» относительно действующей линии. Эффективность работы этих систем в большей степени определяется согласованностью с работой вентсистем на строящемся участке, что уже объективно снижает надежность в обеспечении аварийных режимов проветривания. На ныне существующей границе вентиляторы не оснащены обратными клапанами, что приводит к закольцовыванию воздушных потоков.

«Пограничные» проблемы были бы исключены при условии приращения действующей линии новым участком, который бы заканчивался перегонной камерой тоннельной вентиляции и герметично закрывающимися перемычками в тоннелях.

Екатеринбургский метрополитен имеет опыт эксплуатации участка линии, временно не оснащенного перегонной вентшахтой. Для данного участка Петербургским филиалом ВНИИПО были разработаны компенсирующие мероприятия, предусматривающие ряд технических мероприятий и аварийные режимы работы вентиляции, направленные на обеспечение безопасной эвакуации из тоннелей пассажиров. Основные новшества состоят в следующем:

- изолирование тоннелей путем установки во всех вентсбойках воздухоплотных дверей, оборудованных приспособлениями для самозакрывания;
- эвакуация пассажиров через ближайшие вентсбойки в безопасный тоннель и далее на станцию;
- организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасный и в правильном направлении проход пассажиров;
- включение в работу установок тоннельной вентиляции только после того, как пассажиры полностью перейдут в безопасный тоннель.

Проводимые на данном участке учения по тушению условного пожара показали эффективность реализованных мероприятий.

В вопросе разработки и выбора режимов работы вентиляции используются результаты работы лаборатории микроклимата, которая проводит систематические замеры параметров микроклимата в пассажирских помещениях станций с выдчей ежемесячной сводки по состоянию воздушной среды. Параметры микроклимата нормировались в соответствии с «Пособием по проектированию метрополитенов». Температура воздуха на станциях находилась в пределах допустимых значений (платформы – не ниже +10 °С, вестибюли – не ниже +5 °С). Новые санитарные правила по метрополитенам устанавливают более жесткие требования к микроклимату.

В зимний период наблюдаются отклонения средних температур на некоторых вестибюлях ниже допустимых (ниже +10 °С) и превышения допустимых температур на ряде станций (выше +16 °С).

В летнее время также наблюдаются отклонения средней температуры воздуха в пассажирских помещениях станций ниже допустимых (ниже +18 °С).

Относительная влажность воздуха в основном в пределах нормы. Случаются превышения в летний период в связи с протечками.

Скорость движения воздуха в пассажирских помещениях соответствует нормативным параметрам. Кроме микроклимата лабо-

ратория проводит замеры запыленности и содержания углекислого газа в воздухе станций. Данные параметры находятся в пределах допустимых значений.

Обобщая данные многолетних замеров в условиях увеличения протяженности эксплуатируемой линии, наблюдается тенденция стабильности результатов по замеряемым параметрам микроклимата. Для обеспечения требований новых санитарных правил по температуре и влажности воздуха в пассажирских помещениях возможностей только вентиляции главного проветривания явно недостаточно. Необходимы дополнительные мероприятия, особенно в период отрицательных температур наружного воздуха. Положительный опыт в этом направлении имеется у Электромеханической службы Новосибирского метрополитена.

В направлении совершенствования вентиляторного оборудования проводились следующие работы.

1. В 1998–1999 гг. на вентиляторе ВОМД-24А перегонной камеры основной вентиляции прошли экспериментальные испытания сигнализатора предельных значений виброскорости и температуры «Аргус VT». Этот прибор контролировал подшипниковые узлы вентилятора.

За период испытаний с 24.12.1998 по 08.02.1999 (21 день) было произведено 15 контрольных проверок работы прибора, сбоя и отказа зафиксировано не было.

Выявлены некоторые недостатки в конструкции, и даны предложения по совершенствованию прибора в части его месторасположения в венткамере, адресности сигналов и возможности передачи их на диспетчерский пульт службы.

По результатам испытаний ОАО «Артемовский завод» было рекомендовано комплектовать серийно выпускаемые вентиляторы для проветривания метрополитенов приборами «Аргус VT».

2. Испытана система управления вентиляторами метрополитена с плавным пуском разработки завода «Промавтоматика», предназначенная заменить штатную коммутационную аппаратуру, поставляемую с вентилятором ВОМД.

Основное преимущество САУ – обеспечение плавного пуска двигателя.

В течение 2003 г. велась доработка системы на рабочем месте. Имеются недостатки в части защиты по токовым характеристикам.

Есть пожелание заводу «Промавтоматика» для удобства обслуживания шкафа выполнить компоновку схемы блочной – на разьемах.

Надеемся, что специалисты завода обнаружат и устранят причину сбоев в работе системы, и мы сможем с чистой совестью рекомендовать нашим коллегам применять САУ на других метрополитенах.

РАБОТА ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРО. ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ МИКРОКЛИМАТА

В. Н. Коротков,
гл. инженер

Электромеханической службы
Петербургского метрополитена

Постоянный производственный контроль соответствия показателей воздуха на станциях установленным нормам обеспечивает испытательная лаборатория микроклимата метрополитена. Санэпиднадзор осуществляет центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора на метрополитене.

Температура воздуха на станциях

Температура воздуха на станциях зависит от поступления его в тоннели в ходе первоначального процесса и реализации теплоизбытков системы тоннельной вентиляции. Поскольку на Петербургском метрополитене не предусмотрена предварительная тепловая обработка поступающего в метро воздуха, реализация теплоизбытков производится с учетом сезонных изменений температуры атмосферного воздуха и состояния теплового режима тоннелей, т. е. способности окружающего тоннели массива аккумулировать и отдавать тепло.

Согласно расчету на 1-й и 2-й линиях с интенсивным движением поездов в тоннели поступает тепла до 970 ккал/ч на 1 пог. м трассы.

Регулирование температуры воздуха на станциях в течение года осуществляется системой тоннельной вентиляции, в режимах работы которой предусмотрены соответствующие изменения по количеству подаваемого воздуха на трассу в зависимости от температуры атмосферного воздуха, а также изменения направлений потоков подогретого в тоннелях воздуха: в холодный период года – в сторону станций, в теплый – к вытяжным шахтам для удаления его из метрополитена.

В результате регулируемого воздухообмена на станциях поддерживается температура воздуха в пределах установленных норм: зимой – не ниже +10 °С, летом – не выше +28 °С.

Влажность воздуха на станциях и в тоннелях

Тоннельный воздух, как и атмосферный, представляет собой смесь сухих газов (азота, кислорода, углекислого газа, инертных и других газов) с водяными парами. Влажность воздуха определяется содержанием в нем водяного пара.

В достаточно сухих и прогретых тоннелях Петербургского метрополитена при высокой интенсивности перевозочного процесса, стабильной работе системы тоннельной вентиляции, поступающая в воздух влага, как правило, ассимилируется тоннельным воздухом, обеспечивая относительную влажность на станциях: зимой – 30–50 %, летом – 55–65 % т. е. в пределах допустимых величин – 15–75 %.

Повышенная влажность воздуха возможна в теплые дождливые дни июля-августа на вновь вводимых участках трассы или на участках с недостаточным выделением активного тепла от работы электромеханического оборудования и подвижного состава (тоннели тупиков, соединительных веток), где грунтовые массивы за обделкой тоннелей еще недостаточно прогреты, и температура поверхности ограждающих конструкций ниже температуры точки росы насыщенного водяным паром теплого воздуха, подаваемого вентшахтами. Примером тому могут служить участки: за зоной «Размыва» «Площадь Мужества» – «Девяткино» и «Проспект Просвещения» – рампа депо «Выборгское».

Скорость воздуха в пассажирских помещениях

Скорости движения воздуха изменяются во времени как по величине, так и по направлению – от 0,3 до 1,5 м/сек. Максимальные кратковременные скорости в отдельных местах (на платформе у торцов станций во время прибытия и ухода поездов, в дверных проемах вестибюлей) достигают 5–8 м/сек.

Большие неудобства прохождению пассажиров и ухудшение условий эксплуатации связаны с явлением «дутья» в дверных проемах вестибюлей во время движения поездов.

Причиной тому являются перепады давления воздуха по обе стороны дверного тамбура (между внутренним тоннельным и наружным атмосферным воздухом). Амплитуда колебаний давлений – разряжения и подпора – в среднем составляет +35 Па при максимальных кратковременных значениях ±90 Па.

Величина разряжения и подпора воздуха зависит от интенсивности движения поездов, их совместного положения на перегоне относительно станции и режима работы тоннельной вентиляции.

В неблагоприятных условиях находятся вестибюли конечных и проходных станций, на перегоне которых отсутствуют или остановлены на ремонт вентшахты. Активизации сквозняков в вестибюлях, эскалаторных тоннелях и коридорах между станциями способствуют экстренные изменения сбалансированного штатного режима работы вентшахт на участках линии (вынужденное реверсирование вентшахты для борьбы с образовавшимися наледями).

Холодный воздух, прорывающийся через входные двери тамбуров, подогревается отопительными системами, чтобы температура в кассовом зале была не ниже +10 °С.

В настоящее время в холодный период года в вестибюлях действуют 120 установок ВТЗ, 25 установок воздушного отопления, 70 модулей завес типа FRICO-AC, 85 инфракрасных обогревателей типа FRICO CIR, JR, EZ, общей установленной мощностью 1816 кВт.

Управление работой тоннельной вентиляции

Управление работой тоннельной вентиляции осуществляется на основе автоматизированной системы диспетчерского управления АСДУ-ТВ из центрального диспетчерского пункта Электромеханической службы по «Графику работы вентустановок тоннельной вентиляции».

График разрабатывается лабораторией микроклимата Электромеханической службы сроком на один год на основе проектных решений и опыта эксплуатации системы тоннельной вентиляции в теплый и холодный периоды года с учетом интенсивности перевозочного процесса на линиях, поршнеобразного действия поездов и естественной тяги воздуха на участках вентиляционной сети. График согласовывается с Центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора на метрополитене и утверждается руководством метрополитена.


Графиком предусмотрены 7 вариантов совместных режимов работы вентустановок станционных и перегонных шахт на линиях метрополитена в зависимости от периодов движения пассажирских поездов – с 5.30 до 0.30 ночи и ночного «окна» с 0.30 до 5.30.

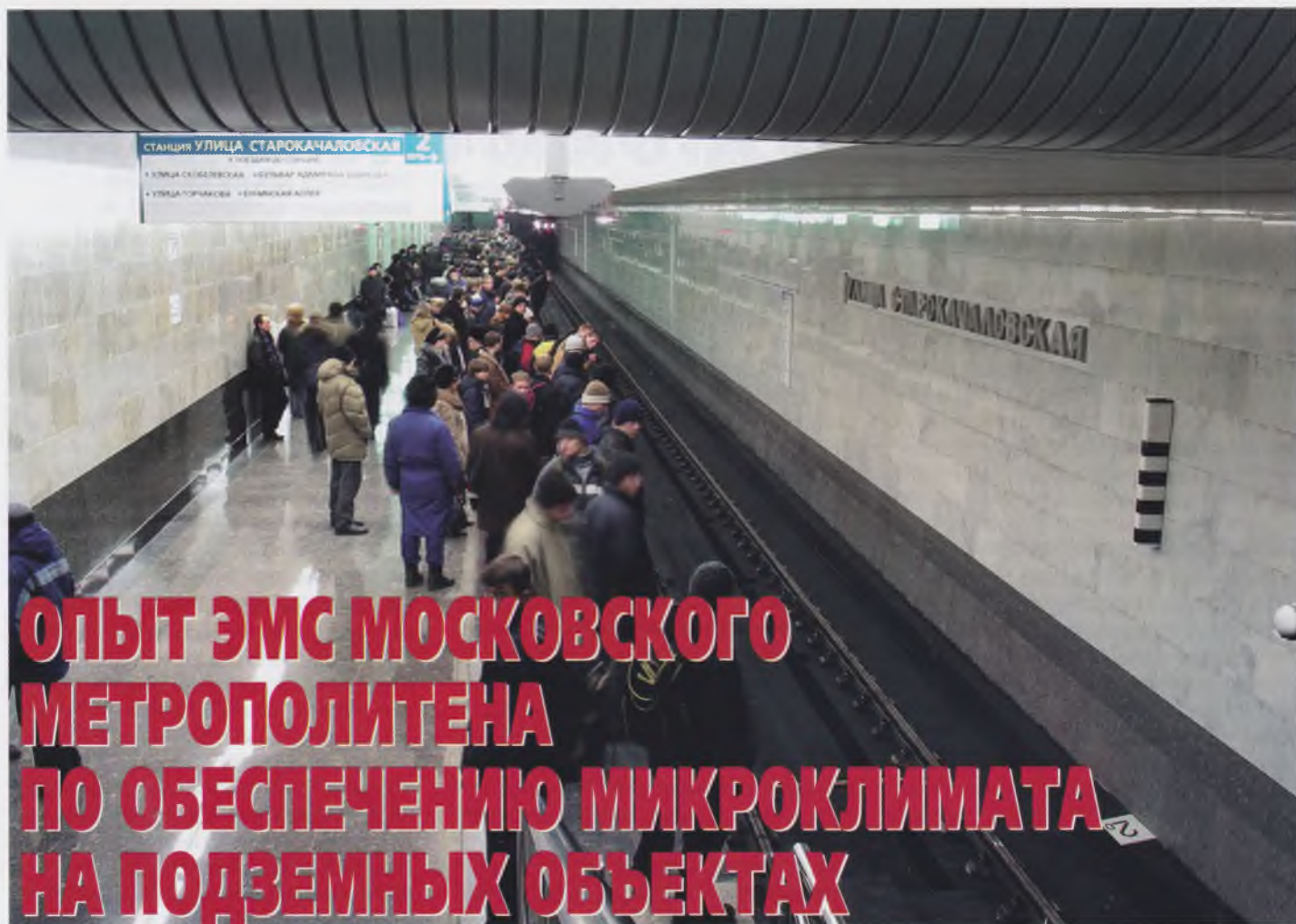
Имеются специальные программы управления системой тоннельной вентиляции для нештатных ситуаций: случаев задымления, возгорания или пожара на метрополитене, образования наледей в приточных вентшахтах и необходимости их устранения, во время промывки тоннелей и др.

Аэродинамические испытания и параметрическую наладку вентиляторов тоннельной вентиляции выполняет лаборатория микроклимата.

По результатам измерений и данным машинограмм АСДУ-ТВ лабораторией составляются оперативные сводки и отчеты о качестве воздушной среды на станциях метрополитена, эффективности работы системы тоннельной вентиляции, соответствии санитарно-гигиеническим нормам. На основании полученной информации вводятся необходимые коррективы в график работы системы тоннельной вентиляции.

В настоящее время на Петербургском метрополитене разрабатывается система автоматического сбора, обработки и передачи на центральную ЭВМ информации о состоянии воздушной среды во внутренних помещениях метрополитена и оценки параметров работы вентиляционных установок в системе тоннельной вентиляции (КАСДУ-ТВ).

Эта система обеспечит оперативное и достоверное измерение параметров микроклимата во всех основных пассажирских помещениях, а также показателей работы шахтных вентустановок по полному объему; существенно сократит затраты ручного труда, связанные с контролем микроклимата на метрополитене. 



ОПЫТ ЭМС МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ МИКРОКЛИМАТА НА ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТАХ

С. А. Иванов,
начальник лаборатории
микrokлимата ЭМС
Москвoметрополитена

О проектировании

Проектирование Москoвского метрополитена, в том числе систем вентиляции, до недавних пор осуществлялось исключительно институтом «Метротранс» и его филиалами. С началом коммерциализации в стране и в проектировании метрополитенов у МГТ появились частные конкуренты, в т. ч. «Метро-Стиль».

До недавнего времени теоретическими основами проектирования тоннельной вентиляции (ТВ) были собственные разработки института «Метротранс», выполненные под руководством инженера В.Я.Цодикова. Сейчас применяется методика Шкурко. К сожалению, для проверки теории не привлекаются и не анализируются массивы информации, накопленные, к примеру, в Москoвском метрополитене практически с начала его эксплуатации.

Невостребованность этой информации сказывается на ее качестве, т. к. отсутствуют соответствующие методики сбора и обработки. Когда-то МГТ анализировал ежемесячные сводки Мосметрo по температуре и загазованности CO₂, теперь такая практика утрачена.

В свое время институтом МГТ и ЭМС предлагалось использовать уникальную возможность пуска в эксплуатацию сразу целой ли-

нии для проведения наблюдений за параметрами микроклимата и поведением массива грунта за обделкой тоннеля с целью проверки действующих положений по проектированию ТВ и разработки новых. К сожалению, по причинам финансового характера это не было сделано ни на Калининской, ни на Люблинской линиях.

Применение однонаправленной схемы вентиляции

За время опытной эксплуатации линий Москoвского метрополитена по однонаправленной схеме службой накоплен большой объем информации по наблюдению за микроклиматом, а также по другим факторам. Результаты эксплуатации показывают, что, имея реверсивный воздухообмен (т. е. уменьшенный в теплый период на коэффициент реверсивности), вышеуказанные линии по тепловлажностным и газовым параметрам не уступают другим аналогичным линиям. При этом вентиляционное оборудование работает более стабильно при неизменном направлении вращения, с меньшим числом отказов и большим межремонтным периодом. Значительно снизилось число жалоб персонала станций в теплый период года при временных похолоданиях, т. к. наружный воздух на станции непосредственно не подается.

Проектирование вентиляции метрополитена, к сожалению, идет в прокрустовом ложе возможностей устаревших строительных технологий и вторичности по значимости сан-

техпроектирования в сравнении с первичностью архитектурных задач и диктата строителей в части упрощения конструкций сооружений и подгонки их под свои технологии. Следствием таких решений являются трудности при эксплуатации метрополитена, такие как «дутья» от поршневого движения поездов, вентиляция служебных помещений вторичным воздухом и т. д. Сколько лет о нем говорят на всех уровнях – проектных решений нет. Хотя применение двухпутных тоннелей на I очереди метрополитена демонстрирует снижение эффекта «дутья».

Водопроницаемость обделок тоннелей и стволов шахт, их неработоспособность в условиях знакопеременных температур приводят к полной деградации и выходу из строя шахт. Новых решений никто не предлагает. Аэродинамические качества сооружений по сравнению с проектированием 1930–1940 гг. значительно снизились (хотя уже не вспоминают о лопатках Прантля, о сглаживании поворотов и снижении других сопротивлений). Пространство в шахтах, необходимое для культурного (качественного и с минимумом физических затрат) обслуживания отсутствует. Вентиляторы ТВ (ВОМД и далее) проектировались исходя из того, что их будут разбирать путем демонтажа верхней половины обечайки, но проектировщики сооружений не закладывают необходимой высоты помещений. В результате вентиляторы при ремонте демонтируются с торца в условиях минимума механизации грузоподъемных работ. А сколько ве-

сят детали ротора ВОМДа говорить не приходится. Ротор в сборе – это 3 тонны.

Вентиляторы ТВ метрополитенов с начала производства ВОМДов значительно добавили забот (эксплуатационных затрат) эксплуатационникам. Изначально при проектировании в них был заложен избыточный потенциал по давлению, и во многом по этой причине конструкция получилась излишне прочной и утяжеленной. ВОМД-24А изначально был запроектирован соосным с 500-оборотным 132-кВт двигателем. Но такие монстры требуют специальную подстанцию вблизи вентилятора. Полиативным решением явился вариант с клиноременной передачей. При этом низкое качество ремней, поставка их изготовителем в комплекте по 5 штук (а требуется 6 или 8), делают эту передачу ненадежной. При этой передаче трудно обеспечить постоянство оборотов вентилятора. При пуске, раскрутке 3-тонного ротора идет проскальзывание, что ведет к истиранию и растяжению ремней. Перетяжка передачи приводит к ускоренному износу переднего подшипника. А при знакопеременной пульсации давления при движении поездов ременная передача быстро изнашивается и перестает обеспечивать необходимое число оборотов. Опыт нашего метрополитена говорит о том, что вентиляторы агрегатированные соосно с двигателем обеспечивают значительно более надежную и стабильную воздухоподачу.

В настоящее время служба ведет работу с научными и производственными организациями в направлении модернизации существующего парка вентиляторов ЦАГИ и ВОМД. По вентиляторам ЦАГИ идет проработка вариантов замены роторной группы без демонтажа обечайки. Работа обусловлена тем, что возраст указанных аппаратов – 40 и более лет, они давно выработали свой ресурс, физически изношены и нуждаются в замене, что требует в 2–3 раза больше средств, чем модернизация. Во многих случаях мы имеем замоналиченные обечайки, что делает их замену трудно выполнимой.

По вентиляторам ВОМД рассматривается возможность замены литых магниевых лопаток на лопатки с синтетической основой. Это позволит, в первую очередь, снизить вес рабочего колеса и ротора в целом. При этом надеемся в дальнейшем довести эту работу до получения в итоге рабочего колеса облегченной конструкции с надежным и простым креплением лопатки. Основная проблема – пожаростойкость лопатки.

Контроль параметров

В свое время вентиляторы ВОМД комплектовались системой контроля аэродинамических параметров с текущей записью. Но поскольку комплектация не поддерживалась проектным обеспечением, поставляемые приборы оседали на складах, а потом от них отказались совсем. На сегодняшний день количество воздуха, перемещаемого вентиляторами, определяется расчетом по машиночасам работы на основании данных наладочных замеров. Оснащение вентшахт измери-

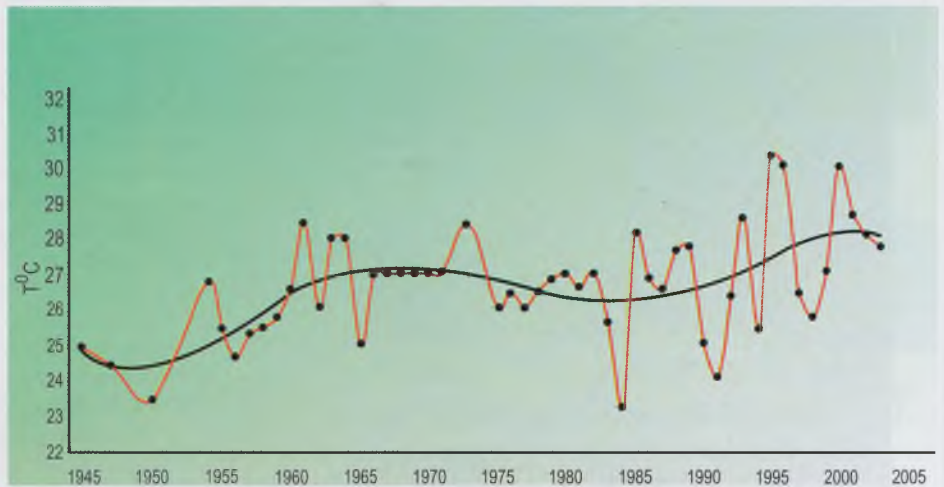


Рис. 1. График максимальных летних температур на ст. «Библиотека им. Ленина»

тельными комплексами позволило бы контролировать работу вентиляторов во времени, своевременно реагировать на изменения в их работе, экономично использовать имеющиеся вентиляционные мощности.

Противопожарные задачи вентиляции

Противопожарные требования к вентиляции напрямую зависят от возможностей производства термостойких вентиляторов и электродвигателей. В числе средств противопожарной защиты считаем возможным:

- применение двухпутных тоннелей, быстровозводимых вертикальных перемычек, схем с отдельной вентиляцией тоннелей;
- обеспечение работы вентиляторов при высоких температурах в течение одного часа;
- равную производительность прямого и реверсивного режимов.

На сегодняшний день самым тяжелым по своим последствиям является случай загорания средних вагонов поезда, стоящего в тоннеле между станцией и перегонной шахтой. Испытания нулевого варианта, предложенного С-Пб филиалом ВНИИПО, положительного результата не дали. Вопрос остается не решенным.

Борьба с терроризмом и вандализмом

На всех вентиляционных киосках установлена охранная радиосигнализация с выходом на милицию. Ведется дальнейшее укрепление узлов прохода на шахты с поверхности.

В рамках борьбы с терроризмом на метрополитене совместно с научно-производственными фирмами идет работа по опытному оборудованию одной станции системой обнаружения отравляющих веществ в режиме вывода информации на диспетчера и дежурного по метрополитену.

Наблюдение за изменениями микроклимата метрополитена

Основные факторы, определяющие микроклимат метрополитена, следующие:

- величина пассажиропотока и связанная с ним интенсивность движения поездов;
- состояние вентиляционного хозяйства;
- характеристика грунтов за обделкой тоннеля;
- обводненность тоннелей.

На температурном графике наблюдений (рис. 1) на ст. «Библиотека им. Ленина» с 1945 по 2003 гг. представлена синусоидальная кривая аппроксимации колебаний температур за 60-летний период. Очевидно, что, если отбросить климатические колебания, кривая отражает, в основном, рост интенсивности пассажироперевозок. В период с 70-х до начала 90-х гг. на линии проводилась реконструкция вентшахт. В этот же период в службе появилась лаборатория микроклимата, и происходил рост влияния персонала лаборатории на процесс вентиляции. В этот период проходила разработка форм графиков работы тоннельной вентиляции и повышение уровня контроля, проводилась телемеханизация шахт ТВ. 90-е годы на этой линии характеризуются интенсивным пассажиропотоком, во многом связанным с наличием трех больших оптово-розничных торговых комплексов в Лужниках, Черкизове и Измайлове.

На графике отчетливо видно, что за последние 10 лет размах колебаний температуры значительно вырос. На наш взгляд, это целиком связано с перенаселением города.

Уровень загазованности метрополитена также зависит от интенсивности перевозок и воздухообмена. Однако, по нашим наблюдениям, рост температуры влияет на относительное снижение уровня содержания углекислоты в воздухе метрополитена. Поэтому, в сравнении с температурными, газовые зависимости более сложные и менее наглядные.

Основными путями улучшения микроклимата можно считать:

- снижение интенсивности пассажиропотока путем развития сети линий метрополитена;
- повышение эффективности общеобменной вентиляции;
- модернизация парка существующих вентиляторов;
- реконструкция существующих шахт с целью увеличения их расходных характеристик и повышения герметичности обделки;
- утилизация паразитного тепла, выделяемого электроподстанциями;
- вентиляция служебных блоков наружным воздухом.

Тем самым решается вопрос перегрева служебных коридоров и вестибюлей внешними блоками сплит-систем.

А.А. Шилин, М.В. Зайцев,
И.А. Золотарев, О.Б. Ляпидевская

Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте

Вышла в свет новая книга

под редакцией доктора технических наук, профессора кафедры «Строительство подземных сооружений и шахт» Московского государственного горного университета (МГГУ), генерального директора ЗАО «Триада-Холдинг» А. А. Шилина

Настоящая книга является единственным в данной области учебным пособием, в котором вопросы гидроизоляции рассматриваются как комплексная проблема защиты подземных и заглубленных зданий и сооружений.

В книге изложены основы проектирования и создания системы гидроизоляционной защиты сооружений при их строительстве и ремонте, приводятся методики расчета различных систем гидроизоляции, систематизированы и описаны новые материалы, технические и технологические решения по выполнению гидроизоляционных работ подземных и заглубленных объектов строительного комплекса. Приведены многочисленные примеры производства работ в различных сооружениях.

Уникальность книги состоит в том, что она основана на многолетних научных исследованиях ведущих сотрудников «Триады-Холдинг» и богатейшем опыте фирмы в области строительства и ремонта огромного числа крупных подземных сооружений различного назначения (более 1000!).

Представляемая книга будет интересна и полезна всем специалистам в области проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта зданий и сооружений.

А.А. Шилин, М.В. Зайцев, И.А. Золотарев, О.Б. Ляпидевская
Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте: Учебн. пособие.
Цена 350 руб. (с НДС и доставкой)

По вопросам приобретения книги обращайтесь в
ООО «ТА Инжиниринг» по телефонам: (095) 929-64-82; 929-65-74; 929-66-73
факс: (095) 929-65-48
e-mail: tunnels@metrostroy.ru.

Журнал для профессионалов!



Издается с 1994 года.

Учредитель и издатель ООО НПК «Гемос Лтд.»

«Горная Промышленность» – международный специализированный полноцветный журнал, выходит 6 раз в год тиражом 3000 экземпляров. Объем до 80 полос.

«Горная Промышленность» – это исчерпывающая информация по вопросам:

- разработка месторождений;
- механика горных пород;
- комплектующие изделия и материалы;
- компьютерные системы в горном деле;
- горное оборудование;
- горная геология;
- экономика;
- экология и т. д.

Редакция журнала принимает к публикации информационные и рекламные материалы, представляющие интерес для горняков.

Подписные индексы

журнала «Горная Промышленность» в каталоге агентства «Роспечать» **72557** и **72179; 81741** и **81742**.

Почтовую и курьерскую подписку можно оформить в течение года в редакции.

Наш адрес:

119991 Москва, Ленинский пр-т, 6. МГГУ, стр. 2, офис 752
Телефон/Факс: (095) 236-9770, 236-9771
E-mail: gornprom@msmu.ru
www.gornoe-delo.ru

WIRTH

NFM

TECHNOLOGIES

WIRTH GROUP

ТПМК для всех типов грунтов

**ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ГРУНТОПРИГРУЗОМ.
ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ГИДРОПРИГРУЗОМ.
У НАС ЕСТЬ ВСЕ!**

Крупнейший в мире тоннелепроходческий комплекс с бентонитовым пригрузом диаметром 14,87 м и массой 100 т успешно завершил проходку тоннеля длиной 7,5 км под голландским массивом Грене Харт за 20 месяцев. Наилучшая скорость проходки – 500 м в месяц.



Штаб-квартира в Эр-келенце, Германия (200 тыс. м²)



Завод НФМ в Ле Крезе, Франция (38 тыс. м²)



Метро в Барселоне. Самый большой ТПМК в мире с двумя способами проходки, как с открытым забоем, так и с грунтопригрузом. Диаметр – 12 м.

Завершение проходки ж/д тоннеля под Ла Маншем длиной 2x4,7 км. Применялись два ТПМК диаметром 8,16 м. Лучшая скорость проходки – 930 м в месяц.

Успешное завершение проекта Вал Виола, Италия. Длина тоннеля 18 км. Применялся телескопический ТПМК диаметром 3,6 м. Среднемесячная скорость проходки – 1000 м.

Wirth Maschinen – und Bohgerate-Fabrik GmbH

Генеральный представитель в России М. М. Орданский:
тел.: (095) 929-6574, тел/факс: (095) 929-6548, e-mail: ecodrill@zmail.ru

