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 ∅ 14,2 м

Щит с грунтопригрузом, Мадрид, Испания, ∅ 9,33 м

ТПМК для скальных пород, Готтард, Щвейцария ∅ 8,83 м

HERRENKNECHT

HERRENKNECHT AG
D-77963 SCHWANAU

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

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

HTTP://WWW.HERRENKNECHT.DE

Метро и тоннели

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. Плоких, 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. Пуголовок, В. П. Самойлов, А. А. Севастьянов, П. К. Тимофеев, Б. И. Федунец, Ю. А. Фирсов, 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
127051, Москва,
Цветной бульвар, 17, оф. 217
e-mail: tunnels@metrostroy.ru
Генеральный директор
О. С. Власов
Редактор
Г. М. Сандул
Компьютерный дизайн и верстка:
А. В. Попов, М. Б. Брилинг
Фотографы:
А. В. Попов, М. Б. Брилинг
Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов журнала только с письменного разрешения издательства
© ООО «ТА Инжиниринг», 2005

ТА Инжиниринг
НЕЗАВИСИМЫЙ ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

СОДЕРЖАНИЕ

№ 5 2005

Панорама 2

Конференции

Проблемы безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений 8
В. В. Космин

Великие свершения

История Бамтоннельстроя 10

Горные тоннели

Начало проходки Крольского тоннеля 14
А. В. Яковлев, В. Г. Лозин

Щитовая проходка

Автоматическое управление ТПМК 16
Г. Г. Абашмадзе

Новое оборудование

Вентиляторные установки тоннельной вентиляции нового поколения 18
О. В. Горшков, В. И. Кутаев, Л. Н. Тетиор, А. Ю. Тарасов

Технологии

Управляемое погружение в грунте подземного сооружения 22
А. Г. Мацегора, А. И. Осокин, В. Б. Иванищев

Коммунальные тоннели

Закрытый переход для электрокабелей под руслом р. Москвы 24
Л. Н. Насыбулина

Метрополитены

Петербургскому метрополитену 50 26
В. А. Гарюгин
В. И. Клочков, М. Ю. Королев, Д. Л. Бурин

Хроника развития Петербургского метро 29

Киевский метрополитен: вчера, сегодня, завтра 34
Н. Н. Шавловский

Тушение очагов возгораний в тоннеле при наличии рабочего напряжения на контактном рельсе 38
В. Н. Бордаков, А. В. Карпышев, В. В. Матушкин, В. П. Прохоров, А. В. Ершов, М. Д. Сегаль

Мобильная тепловизионная система диагностирования электрооборудования в тоннелях 41
Ю. И. Плотников, Ю. М. Федоришин, В. Ф. Грачев

ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:
Начало вдвижки отечественного немеханизированного щита диаметром 8,5 м для проходки Северомуйского тоннеля, 1976 г.

БАМТОННЕЛЬСТРОЮ ИСПОЛНИЛОСЬ 30 ЛЕТ

Свое 30-летие Бамтоннельстрой отметил запуском проходческого комплекса «Ловат» на строительной площадке Крольского тоннеля Красноярской железной дороги. Праздничный митинг по случаю начала проходки второго Крольского тоннеля состоялся 8 октября 2005 г. вблизи станции Джетка на участке «трассы мужества» Абакан – Тайшет Абаканского отделения. На торжественные мероприятия съехались не только работники Бамтоннельстроя из различных регионов страны, но и руководство РЖД, Красноярского края, представители Бамтоннельпроекта, Ленметрогипротранса и других проектных организаций, многие российские и зарубежные специалисты-тоннельщики, ветераны БАМа.

Торжественный митинг открыл генеральный директор Бамтоннельстроя А. Н. Недосеков. Он поздравил ветеранов БАМа и весь многотысячный коллектив организации со столь знаменательной датой. Тоннельщикам-первопроходцам были вручены памятные сувениры и сказано много теплых слов в их адрес.

После торжественных приветствий от имени руководства края и представителей РЖД, президент фирмы «Ловат Инк» Рик Ловат, вручив символический ключ от ТПМК, сказал: «Щитовые комплексы нашей фирмы, работающие на строительстве подземных сооружений в России, принято называть красивыми женскими именами. Комплекс, используемый при проходке Крольского тоннеля, получает имя «Марфа». Так что в добрый путь!»

Проходку поручено вести специалистам Красноярскметростроя, которые в это же самое время отмечают свое десятилетие. Коллективу, возглавляемому генеральным директором Н. В. Болдиным, в настоящее время приходится решать непростые задачи. К сожалению, на главной стройке Красноярского метрополитена по-прежнему стоит тишина. Регулярно проводимые переговоры с представителями законодательной и исполнительной властей об изменении схемы финансирования строительства метро и увеличении доли федерального бюджета, хотя бы на 50 %, не принесли ощутимых результатов. Выделенных средств хватает лишь на то, чтобы поддерживать уже проложенные тоннели в надлежащем состоянии.

На сегодня в г. Красноярске пройдено всего 1354,1 м тоннеля метро, тогда как ТПМК «Ловат» модели RME 242 SE способен проходить 200 м ежемесячно. При достаточном финансировании пусковой комплекс 1-й очереди Красноярского метрополитена (5,22 км), состоящий из трех станций «Высотная», «Копылова», «Вокзальная», может быть сдан в эксплуатацию через три года.

В июле 2005 г. Красноярскметрострой начал новый этап своей истории. После реструктуризации, проведенной по инициативе учредителя ОАО «Бамтоннельстрой», все финансовые и управленческие ресурсы ООО «Красноярскметрострой» сконцентрированы на двух основных направлениях: метро- и тоннелестроение.

В 2004 г. Красноярскметрострой получил подряд на строительство Крольского тоннеля. Канадский тоннелепроходческий комплекс «Ловат» модели RME 375 SE позволяет строителям проходить каждый месяц до 160 м. Работы рассчитаны на три года. МТ

А. Н. Недосеков поздравляет собравшихся

А. А. Ремизов (Интерторг Инк), Рик Ловат

О. Б. Фердман, П. Г. Василевский (Бамтоннельстрой), Н. И. Кулагин (Ленметрогипротранс)

В. В. Баландин, главный инженер Бамтоннельстроя

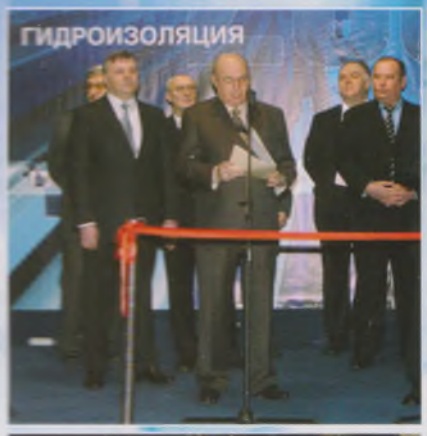
П. В. Пуголовок (Бамтоннельстрой – ЮГСК), О. С. Власов (Метро и Тоннели)

А. В. Яковлев, генеральный директор Бамтоннельпроекта

Поздравить строителей приехал Олег Газманов

III МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД



25-27 ЯНВАРЯ 2006

КДЦ «ГОСТИНЫЙ ДВОР»

WWW.U-CITY.RU

ОРГАНИЗАТОРЫ: Выставочная компания «Глобал Экспо»,
Тоннельная ассоциация России
При организационной поддержке Правительства Москвы

ПРИ СОДЕЙСТВИИ: Министерства промышленности и энергетики РФ,
Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству,
МГГУ, МГРУ, НИИОСП им. Н.М. Герсеванова

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ

Метро и тоннели · МЕТРО ИНВЕСТ · Строительные материалы, оборудование, технологии XXI век · Московская Перспектива

119019, Москва, Гоголевский бульвар, 23, оф. 17
Тел: +7 (095) 101 2274 Факс: + 7 (095) 291 2175
www.u-city.ru, info@global-expo.ru

НОВЫЕ ТОННЕЛИ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ МОСКВЫ

В Москве 4 ноября 2005 г. открылись две транспортные развязки: на пересечении Беговой улицы с Ленинградским проспектом и Шереметьевской с Сущевским Валом. Выступая на церемонии открытия, мэр Москвы Ю. М. Лужков отметил, что «сегодня открыты две очень важные развязки, которые исключат все сложности и обеспечат бесперебойное движение на 3-м транспортном кольце. Эта работа заслуживает уважения».

О проектных решениях возведения тоннеля под Сущевским Валом журнал «Метро и тоннели» писал в № 3/2005. Строители, сооружавшие данный тоннель, среди которых, в первую очередь, НПО «Космос», провели большую работу, которая, порой, казалась немыслимой из-за того, что ее приходилось делать без остановки движения автотранспорта. Транспортная развязка на пересечении Сущевского Вала с Шереметьевской улицей включает тоннель мелкого заложения протяженностью почти 800 м, где движение осуществляется по четырем полосам в каждом направлении.

Развязка на пересечении Беговой улицы с Ленинградским проспектом, по словам первого заместителя генерального директора ЗАО «Объединение Ингеоком» И. В. Маковского, сдана на восемь месяцев раньше срока! Ингеоком совместно с Элгадом расширили существующий тоннель с трех полос до пяти в каждом направлении. Кроме тоннеля, развязка включает разворотную эстакаду при движении из области в центр, съезды с улиц Новая Башиловка, Беговая и Ленинградского проспекта во всех направлениях, три подземных и один надземный пешеходный переход. Все работы велись без остановки движения автотранспорта.

Кроме того, в этот же день была открыта развязка на пересечении МКАД и ул. Старостина в Ново-Косино, а также эстакада от 1-й Силикатной ул. до ул. Мневники.

В конце октября 2005 г. был утвержден проект 4-го транспортного кольца. Большая часть новой окружной трассы пройдет параллельно Малому кольцу железной дороги, уйдя под землю в районе Филевского и Коломенского парков. Первые дуги нового кольца, соединяющие ул. Гурьянова, Волгоградский проспект, шоссе Энтузиастов, Открытое, Ярославское и Дмитровское шоссе, планируется построить к 2013 г.

Прокладка кольца начнется с Волгоградского проспекта уже в следующем году.

Новую дорогу начнут строить около железнодорожной станции и метро «Текстильщики», откуда она по прямой выйдет к Малому кольцу железной дороги. Дальше на север скоростная бессветофорная магистраль будет повторять контуры железной дороги, пока не выйдет к Волоколамскому шоссе. Пройдя мимо станции метро «Шоссе Энтузиастов», «Измайловский парк», стадиона «Локомотив», метро «Ботанический сад», «Владыкино» и Ярославского шоссе, трасса через ул. Берзарина выйдет на ул. Народного ополчения, где, пересекая Мневники, подойдет к Филевскому парку.

Под парком планируется пройти тоннель, который соединит Нижние Мневники и Минскую улицу. Дальше 4-е транспортное кольцо пойдет по уже существующей трассе через Ломоносовский и Нахимовский проспекты и выйдет к зоне отдыха Коломенское, где строителям придется проложить еще один 4-километровый тоннель под Москвой-рекой.

А. В. Черняков (НПО «Космос») принимает поздравления от мэра Москвы

Портал тоннеля на развязке Сущевского Вала и Шереметьевской улицы

План строительства тоннеля под Коломенским прорабатывался еще при обсуждении идеи возрождения Большого метрокольца. Тогда под Коломенским решили построить тоннель, совмещающий в себе линии метрополитена и автомобильную дорогу. Будет ли реализован проект с метро еще не известно, но новая подземная магистраль там появится.

Выйдя из тоннеля, дорога упрется в ул. Гурьянова, откуда через «Печатники» замкнет круг около метро «Текстильщики». В одобренный в целом проект еще будут вноситься изменения, касающиеся отдельных улиц. Также на всем протяжении кольца будет построено множество новых развязок. МТ

НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРО В ЧЕЛЯБИНСКЕ

В конце сентября 2005 г. на совещаниях при губернаторе Челябинской области П. И. Сумине по вопросу строительства метрополитена в Челябинске был принят ряд решений о продолжении строительства метрополитена с осуществлением мероприятий по снижению стоимости строительства, обеспечению проектных скоростей проходки и рациональному использованию средств, направленных на финансирование строительства.

Одним из таких вопросов является переход с чугунной обделки на высокоточную сборную железобетонную с резиновым уплотнением диаметром 5,6/5,1 м. На сегодняшний день она дешевле обычной чугунной обделки в два раза, а по сравнению с высокоточной чугунной с резиновым уплотнением – в четыре раза.

Вопрос о применении чугунной обделки на строительстве метрополитена в Челябинске рассматривался ещё в конце 90-х гг. Тогда в стране еще так широко не применялась высокоточная железобетонная обделка, которая сегодня имеет повсеместное использование при проходке тоннелей с помощью ТПМК в сложных инженерно-геологических условиях. В настоящее время в России разработаны проекты и изготовляются формы и эластомерные уплотнения для высокоточных железобетонных блоков в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Красноярске и других городах.

Применение высокоточной железобетонной обделки может привести к увеличению внешнего диаметра тоннеля по сравнению с чугунной обделкой, что приведет к необходимости изменения отдельных узлов ТПМК «Ловат», ведущего проходку в Челябинске перегонных тоннелей на участке «Комсомольская площадь» – «Площадь Революции». МТ

MVK

www.MVK.ru

995-05-95

GEOFORM+

3-й Международный промышленный форум

2006 | 14–17 марта
Россия, Москва
КВЦ «Сокольники»

Объединяет специализированные выставки

GeoMAP
Геодезия
Картография
Геоинформационные системы

GeoTECH
Технологии и оборудование для инженерной геологии и геофизики

GeoTUNNEL
Технологии и оборудование для строительства тоннелей

GeoWAY
Интеллектуальные транспортные системы и навигация

> геология
> геодезия
> картография
> навигация

Последние новости
и информация для специалистов
на www.geoexpo.ru

Выставочный холдинг MVK
Дирекция форума:
T F (095) 105-34-86, 268-99-04
E ksv@mvk.ru

НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ СЕРЕБРЯНОБОРСКИХ ТОННЕЛЕЙ В МОСКВЕ

30 октября 2005 г. ТПМК «Херренкнехт» диаметром 6 м вышел в демонтажную камеру в точке «Д» в районе Крылатской ул. Так закончилась проходка сервисного тоннеля – второго из трех сооружаемых ОАО «Мосметрострой» под Серебряным Бором.

Длина сервисного тоннеля 1,5 км. Его проходка, как и левого транспортного тоннеля, осуществлялась в различных гидрогеологических условиях: от обводненных песков до тяжелых глин с прослойками гальки и известняка. Сооружение тоннеля выполнено за 9 мес. со средней скоростью проходки 165 м/мес. Строительство велось коллективом СМУ-5 ОАО «Мосметрострой». Производство блочной обделки было организовано на Очаковском заводе ЖБК Мосметростроя.

На следующем этапе предстоит выполнить работы по укреплению грунтового массива из сервисного тоннеля в местах расположения межтоннельных сбоек, раскрытию проемов и возведению конструкций рам сопряжения обделки сервисного тоннеля с конструкциями сбоек.

В дальнейшем ТПМК «Херренкнехт» предполагается использовать на строительстве Строгинской линии метрополитена для проходки перегонных тоннелей от т. «С» Серебряного Бора до станции «Строгино».

НОВЫЕ ЭСКАЛАТОРЫ КОНЦЕРНА «КРЮКОВСКИЙ ВАГОНЗАВОД»

15 октября 2005 г. на станции «Лесная» коммунального предприятия «Киевский метрополитен» были введены в действие два новых тоннельных эскалатора модели ЕТК-215, изготовленных в концерне «Крюковский вагонзавод» (г. Кременчуг, Украина).

Согласно техническому заданию Киевского метро, крюковскими вагоностроителями были разработаны, изготовлены и смонтированы тоннельные эскалаторы высотой 6 м, углом наклона лестничного полотна 30 градусов. Балюстрада эскалатора выполнена из нержавеющей стали, ширина настила лестничного полотна составляет 1000 мм, скорость движения – 0,75 м/с.

Конструкция эскалаторов ЕТК-215 выполнена на основе разработок, включающих в себя многолетний опыт тоннельного эскалаторостроения, не имеющего аналога в зарубежной практике, и является дальнейшим развитием конструкций пассажирских машин непрерывного транспорта.

Новый тоннельный эскалатор ЕТК-215 учитывает и использует традиционные методы обслуживания в условиях метрополитенов, имеет машинное помещение, облегчающее обслуживание, проведение профилактических работ.

Кроме этого, в новых эскалаторах также были учтены все пожелания и требования эскалаторной службы Киевского метрополитена, опыт многолетней эксплуатации эскалаторов, работающих в метрополитенах СНГ.

Станция «Лесная» столичного метро Украины – это вторая станция, оборудованная эскалаторной продукцией концерна «КВЗ». Ровно год назад, в октябре 2004 г., государственной комиссией Украины была принята в постоянную эксплуатацию новая станция метро «Сырец», на которой были установлены четыре тоннельных эскалатора модели ЕТК-245 длиной 43 м каждый.

Стоит отметить, что завод также изготавливает и поэтажные эскалаторы. Уже сегодня эскалаторы КВЗ эксплуатируются в львовском торговом центре «Южный», Харьковской юридической академии.

InfoTech'05 – ОЧЕРЕДНАЯ ВСТРЕЧА МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КОМПАНИИ «ЛОВАТ, Инк»

В конце сентября 2005 г. компания «Ловат, Инк», ведущий мировой производитель тоннелепроходческих комплексов, провела очередной семинар для своих международных представителей.

К этому событию, ставшему за последние годы уже традиционным, в Торонто, Канаду, на родину компании «Ловат, Инк», съехались более 30 представителей со всего мира: Италии, Испании, Греции, Ирана, Пакистана, Индии, Великобритании и многих других. Представитель компании «Ловат, Инк» на территории России и стран СНГ – компания «Интерторг, Инк» также с удовольствием приняла участие в прошедшем семинаре.

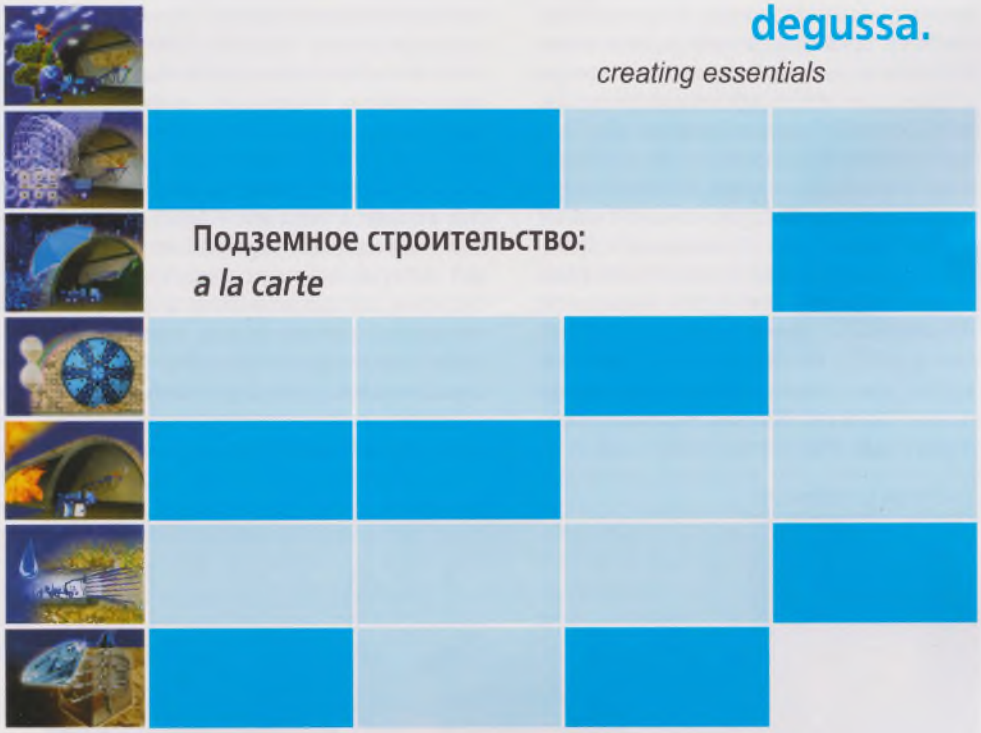
Встреча стала поистине долгожданной и необходимой для всех участников, поскольку поводов накопилось немало. Представители узнали и о нововведениях, которые произошли за прошедшее время практически во всех отраслях деятельности компании, от технического отдела до отдела маркетинга, и о множестве новых проектов, которые выполняются на данный момент или находятся в стадии разработки, получили уникальную возможность обсудить актуальные вопросы во время открытого форума как с сотрудниками компании, так и с другими представителями, а также посетили завод компании, который работает в три смены, выполняя многочисленные заказы со всего мира.

Открывал сессию президент и исполнительный директор компании Рик Ловат с приветственной речью и рассказом о последних проектах, затем руководители различных отделов выступили с подробными докладами в своих областях. О технических инновациях рассказал Крэг Бурнс, руководитель инженерного отдела, за прошедшее время новые принципы и технологии были внедрены в систему главного привода тоннелепроходческих комплексов фирмы «Ловат», системы подачи тампонажного раствора и кондиционирования грунта. Интересное решение по применению шнекового конвейера для удаления породы из приемной камеры ротора, позволяющее существенно увеличить скорость проходки.

Директор по маркетингу Марко Джорелли рассказал об изменениях в своей области, это и обновленный интернет-сайт, и совершенно новые информационные брошюры, которые вскоре выйдут и на русском языке, а также сообщил о мероприятиях, которые запланированы на 2006 г., в том числе на территории России.

На открытом форуме во время второго дня семинара обсуждались вопросы более эффективного взаимодействия между компанией «Ловат» в Канаде и пользователями оборудования по всему миру – это задача сегодня является наиболее приоритетной, ведь именно тоннелестроители, как никто другой, понимают, насколько важна оперативная поддержка в подземном строительстве.

Подводя итоги семинара нужно отметить, что «Ловат, Инк» имеет не только богатое прошлое, но и является современной, динамично развивающейся компанией во всех направлениях, нацеленной, прежде всего, на нужды своих самых требовательных клиентов. MT



Штаб-квартира:

UGC International
Подразделение Degussa (Швейцария)
Вулканштрассе 110
8048 Цюрих Швейцария

телефон +41-44-4382210
факс +41-44-4382246

Европейское подразделение:

Degussa Construction Chemicals (Europe) AG
Вулканштрассе 110
8048 Цюрих Швейцария

телефон +41-44-4382210
факс +41-44-4382246

Оборудование:

MEYCO Equipment
Подразделение Degussa
Хегматтенштрассе 24
8404 Винтертур Швейцария

телефон +41-52-2440713
факс +41-52-2440707

Construction Chemicals

www.degussa-ugc.com

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В. В. Космин, Корпорация «Трансстрой»

В рамках научно-технического конгресса «Безопасность – основа устойчивого развития регионов и мегаполисов», проводимого под эгидой правительства Москвы, Международного и Российского научных и инженерных общественных объединений, Группы компаний «Трансстрой», Научно-технической ассоциации ученых и специалистов транспортного строительства, Отделения «Транспортное строительство» РАТ и Тоннельной ассоциации России, 12 октября 2005 г. состоялась тематическая конференция «Вопросы безопасности при строительстве и эксплуатации транспортных и тоннельных сооружений в крупных городских агломерациях», в повестке дня которой, наряду с общими проблемами безопасности, существенное место заняли вопросы безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений. Председательствовал президент Тоннельной ассоциации России, президент Группы компаний «Трансстрой» В. А. Брежнев.

Президиум конференции, слева направо: В. И. Сбитнев, вице-президент ООО «Группы компаний «Трансстрой»; В. А. Брежнев, президент ООО «Группы компаний «Трансстрой»; В. М. Ситцев, вице-президент Союза НИО; Л. С. Баринова, зам. председателя Торгово-промышленной палаты РФ

В конференции приняли участие крупные ученые, руководители и ведущие сотрудники отечественных и зарубежных научно-исследовательских, учебных, проектных, строительных, эксплуатационных и научно-общественных организаций транспортного строительства и смежных отраслей, работающих в области обеспечения безопасности подземных объектов. В числе участников Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ, Торгово-промышленная палата РФ, Управление ГН и ВГСЧ, Группа компаний «Трансстрой», Трансинжстрой, МГУПС (МИИТ), ELTODO EG (Чешская Республика), Жилинский университет (Словацкая Республика), ЦНИИС, СоюздорНИИ, ВНИИПО МЧС России, НИИ низких температур при Московском авиационном институте, Институт риска и безопасности атомной энергетики РАН, Тульский государственный университет, Cafco International (Германия), ЗАО «Колтек Интернешнл», ОАО «Метрогипротранс», ГУП «Петербургский метрополитен», Тоннельная ассоциация России, КазГАСУ, НПФ «Веркам», ООО «Азов Канат-сеть», НПГФ «Геофизические системы контроля информации», НПГФ «Радионда ЛТД», ООО «Геосервисприбор», САО «ГЕФЕСТ», Представительство Мюнхенского перестраховочного общества в России, Украине и Беларуси, ГСНПП «Геоинъекция», Пермский государственный технический университет, Центр охраны труда в строительстве, Ассоциация учебных и экспертных центров по охране труда в строительстве, Территориальный комитет профсоюза московских транспортных строителей.

Тематика подземного строительства нашла отражение во многих докладах, выступлениях и тезисах, опубликованных в изданном к конференции сборнике.

Участники конференции

Строительные аспекты рассматривались в связи с горно-спасательным обеспечением создания подземных сооружений, имея в виду особые меры безопасности при выполнении работ в подземных условиях, специфику этих мер при строительстве подземных сооружений (законодательная и нормативная база); противоаварийную их защиту; организационно-технические мероприятия по предупреждению возникновения аварийных ситуаций и повышению готовности персонала и технических устройств объектов к действиям в случае их возникновения; организационно-правовые особенности структуры горно-спасательной службы и перспективы ее совершенствования, организация и выполнение горно-спасательных работ при различных аварийных ситуациях (пожарах, загазовывании, затоплении и др.); экономические аспекты содержания профессиональной горно-спасательной службы в современных условиях.

Специальный доклад был посвящен вопросам безопасности при проектировании подземных сооружений: прочностным расчетам, получению достоверных исходных данных для расчета или моделирования конструкций, творческому анализу ситуации, интуиции и принятию нестандартных решений.

Рассматривалась современная методика прогнозирования для обеспечения безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений в городских условиях, в том числе новая пространственная методика моделирования, разработанная в НИЦ «Тоннели и метрополитены» ОАО ЦНИИС, охватывающая строительство наклонных тоннелей, строи-

Выступает Н. С. Булычёв, проф., д. т. н., зав. кафедрой ТПУ (г. Тула)

Выступает Г. Г. Баландюк, зав. сектором экспертизы Исполнительной дирекции правления ТА России

тельство тоннелей с использованием щитовых машин с активным пригрузом забоя и эксплуатацию подземных сооружений в условиях городского строительства и определяющая фактический запас прочности обделки, а также ее деформацию и общее смещение, размеры и положение зон деформаций в грунте, их распределение и максимальные значения.

Предложена система повышения несущей способности обделки подземных сооружений транспортного назначения инъекционными методами с целью обеспечения их надежности и безопасности как единой природно-технической системы «обделка – грунт».

Предложены эффективные инъекционные технологии ликвидации старых горных выработок и карстовых пустот под застроенной территорией городов. Близкой теме посвящен доклад, в котором рассматривались технология комплексного исследования грунтового массива в межскважинном пространстве и технические средства обеспечения эксплуатационной безопасности инженерных сооружений и крупных строительных объектов.

Один из докладов был посвящен описанию опыта проектирования и строительства для снижения воздействия горно-строительных работ на наземные здания и сооружения.

Новым направлением является трактовка дорожного тоннеля как транспортно-телематической системы, данная на основе соответствующего опыта, накопленного в Чешской Республике и в Словацкой Республике. Главный вывод – тоннель, особенно городской, является комплексным сооружением, которое должно быть включено в концепцию транспорта и безопасности города средствами, разработанными при создании транспортно-телематических систем.

Отмечалось, что одним из основных факторов опасности является возникновение пожаров внутри тоннелей, для предупреждения возникновения которых применяют активные и пассивные методы защиты, в т. ч. нанесение специальных огнезащитных материалов, радикально повышающих огнестойкость конструкций, чтобы минимизировать повреждения и предотвратить длительное перекрытие тоннеля и снижение материальных затрат на их ремонт. Нанесение огнезащитного покрытия позволяет повысить теплозащитные свойства бетонной или стальной облицовки тоннелей и предотвратить разрушение их структуры при достижении критической огневой температуры. Такое покрытие уменьшает скорость нарастания температуры бетона и предотвращает резкое увеличение давления внутри него, предупреждая процесс его расслаивания. Предложены различные варианты систем огнезащитных покрытий для различных конструкций тоннелей: вспучивающиеся лакокрасочные материалы, специальные сухие строительные смеси, сетчатое их армирование из угле- или стекловолокна.

Учитывая остроту организации пожарной безопасности автодорожных тоннелей, ФГУП ВНИИПО МЧС России совместно с УГПС г. Москвы разработали концепцию обеспечения пожарной безопасности городских автодорожных тоннелей, которая включает комплекс мероприятий по предотвращению возникновения и распространения пожара; комплекс мероприятий по созданию огнестойких строительных конструкций тоннелей; средства обнаружения пожара; противодымная защита и средства пожарной безопасности вентиляционных систем; автоматическое оповещение о пожаре и управление эвакуацией; средства пожаротушения (в том числе с использованием передвижной пожарной техники); мероприятия по пожарной безопасности электроустановок; средства автоматического дистанционного управления и связи; комплекс мероприятий по безопасности движения.

Острота проблемы пожаров в тоннелях обусловила поиск новых технологий тушения огня, в том числе тонкораспыленной водой.

Внимание участников конференции было привлечено к проблеме оценки риска аварий и возникновения ущерба при строительстве и эксплуатации подземных сооружений. В основу ее исследования положено рассмотрение структурно-логической расчетной схемы возникновения пожара в подземном сооружении, его локализации и ликвидации, включая значительное число наиболее существенных элементов, а в качестве критериев выбраны вероятность возникновения аварии и вероятность появления ущерба большого масштаба.

Получил освещение международный опыт управления рисками посредством страхования при строительстве транспортных и тоннельных сооружений, дающий страхователю ряд преимуществ. Анализировались причины недостаточного распространения страхования в России.

Подчеркивалось, что главной причиной роста уровня производственного травматизма в строительстве является снижение мотивации у работодателей по выполнению возложенных на них Трудовым кодексом РФ обязанностей по охране труда.

Освещен опыт работы оао «мосметрострой» по улучшению условий и охраны труда строителей подземных объектов. Отмечены эффективные направления работы в этой области.

Рассматривалась организация проведения экспертиз промышленной безопасности проектирования подземных сооружений в Тоннельной ассоциации России (ТАР). Опыт ТАР показывает, что качество многих проектных материалов, представленных на экспертизу, не соответствовало предъявляемым требованиям. 75 % из них было отправлено на доработку, в основном вследствие того, что не в полной степени отражены вопросы расчетов крепей и временных ограждающих конструкций, отсутствуют проекты наблюдательных станций за возможными деформациями зданий, сооружений на земной поверхности и соседними подземными сооружениями в процессе ведения подземных работ; не конкретизированы основные положения по пожарной и энергобезопасности и др. В связи с этим ТАР разработала в 2004 г. «Рекомендации по разработке разделов «Промышленная безопасность» и «Противопожарная защита» при прокладке и перекладке подземных коммуникаций».

Тематическая конференция вызвала большой интерес у специалистов в области подземного строительства: ученых, проектировщиков, строителей, эксплуатационников тоннелей и метрополитенов.

Северомуйский тоннель, Восточный портал

ИСТОРИЯ БАМТОННЕЛЬСТРОЯ

30-летний юбилей ОАО «Бамтоннельстрой» – знаменательное событие для всех тоннелестроителей России. Многие видные специалисты-тоннельщики, руководящие сегодня строительными предприятиями, прошли школу БАМа. Опыт, приобретенный за время строительства, оказал огромное влияние на все тоннелестроение России и стран СНГ, а строительство Северомуйского тоннеля занесено в аналоги мирового опыта.

История ОАО «Бамтоннельстрой» неразрывно связано с сооружением Байкало-Амурской магистрали.

Впервые о необходимости параллельной Транссибирской железной дороги заговорили в 1924 г. Нужно было построить путь, удаленный от китайской границы, обеспечив связь с Дальним Востоком на случай военных действий. Кроме того, как считали инициаторы проекта, только железная дорога могла помочь освоению отдаленных сибирских районов, в которых сосредоточена треть природных богатств России. В 1937 г. было принято решение о прокладке дороги, и началась укладка пути на меридиальных линиях, которые должны были соединить будущую магистраль с Транссибом. Но началась Великая Отечественная война...

К строительству БАМа вернулись только в 1974 г. При обосновании необходимости возобновления работ опять же решающее слово принадлежало военным. Конфликт с Китаем из-за острова Доманский и другие политические трения показали, что Транссиб в стратегическом аспекте весьма уязвим. Необходима дорога, удаленная от границы хотя бы на 400–600 км. Вместе с тем, учитывалось и экономическое значение магистрали.

Проект северного Транссиба предусматривал прокладку железнодорожных путей в горной местности с пересечением шести высоких хребтов, что, естественно, потребовало строительства тоннелей. Решено было соорудить одиннадцать подземных коридоров.

Для проходки тоннелей на трассе Байкало-Амурской магистрали 9 января 1975 г. приказом № 12 Министерства транспортного строительства было организовано Управление строительства (УС) «Бамтоннельстрой». Этот день считается Днем рождения коллектива.

Вся последующая 30-летняя история подтвердила его высокую историческую миссию.

В составе Управления было восемь тоннельных отрядов, которые работали на всем протяжении строящейся магистрали. Объекты возводили в суровой, непроходимой тайге, вдали от всех коммуникаций, по бездорожью, в тяжелейших горно-геологических условиях.

В 1979 г. на линии БАМ-Тында Беркакит в постоянную эксплуатацию сдается первый на Байкало-Амурской магистрали однопутный Нагорный тоннель протяженностью 1352 м.

Прошло шесть лет, и в 1985 г. был сдан еще один – Байкальский тоннель. Он проходит под перевалом Даван Байкальского хребта и пересекает границу Бурятии и Иркутской области. Длина основного тоннеля 6687 м, но для его сооружения строителям пришлось преодолеть 14 328 м. Далее, один за другим, были возведены четыре Мысовых двухпутных железнодорожных тоннеля и Кодарский однопутный, расположенный в Читинской области. И, наконец, самый длинный в России тоннель – Северомуйский – гордость бамтоннельстроевцев! Его протяженность составляет 15 343 м.

Его начали строить еще в 1976 г. Тоннель получил свое название по имени Северомуйского горного хребта в Бурятии, который он пронзает насквозь. Из всех известных тоннелей, Северомуйский – не только

12–17 октября 2005 г. в г. Сочи проходила ежегодная спартакиада Бамтоннельстроя. На устроенном бамовцами приеме по случаю 30-летия организации помимо первых лиц компании, руководителей ее структурных и региональных подразделений присутствовали и представители партнерских организаций едва ли не со всей страны, организаций-заказчиков. Среди почетных гостей торжественного вечера были и руководители соседнего Туапсинского района, где также трудятся дочерние фирмы Бамтоннельстроя, и, конечно же, руководство Сочи в лице первого заместителя главы города Александра Иванова и председателя городского Собрания Валерия Подповетного.

«Метро и тоннели» приводит выдержку из интервью генерального директора Бамтоннельстроя А. Н. Недосекова, которое он дал местным представителям СМИ.

– Возглавляемая вами компания – действительно яркая веха в истории страны, так что вы, Андрей Николаевич, руководите, можно сказать, живой легендой. Что такое Бамтоннельстрой сегодня? Какие задачи ставятся перед его коллективом?

– Это высокотехнологичная, высокопрофессиональная тоннелестроительная компания. Мы стремимся освоить самые современные на сегодняшний день технологии проходки, скоростные, в то же время безопасные. С применением лучших, самых передовых мировых научно-технических достижений. Вы могли видеть их в деле и здесь, на строительстве сочинских тоннелей, и под Туапсе, на реконструкции Петлевых. Применение современных проходческих машин и оборудования позволяет резко улучшить качество, увеличить производительность труда, снизить издержки и себестоимость работ. Наша главная задача состоит в том, чтобы двигаться в этом направлении и дальше.

Бамтоннельстрой обладает всей необходимой технической базой для того, чтобы активно участвовать в автодорожном, да и в любом транспортном строительстве.

– Вопрос по поводу региональной политики компании. Насколько важно для вас освоение новых территорий, активизация на профильном рынке?

– Здесь политика такова, что мы вовсе не стремимся любой ценой и как можно больше расширить географию нашего присутствия. Все, что мы хотим – это быть там, где строятся метро и тоннели. Вот так все просто. Сегодня мы участвуем в прокладке метрополитена в Красноярске и Новосибирске. У нас огромный потенциал. И, конечно, хотелось бы поучаствовать в строительстве гидротоннелей, объектов на крупных автомагистралях. Но строительство тоннелей, как известно, преимущественно связано с горной местностью. Вот и стараемся внедряться в производственную жизнь таких регионов. Это Дальний Восток, Сибирь, Северный Кавказ. Поэтому, наряду с иными регионами, мы и в Сочи. Нам бы хотелось, не скрою, закрепить здесь свое присутствие, укрепить материальную, производственно-техническую базу наших подразделений, повысить уровень подготовки персонала. Вот основная наша задача.

– Вы довольны тем, как складывается ситуация для вашей компании на сегодняшний день?

– Доволен, если, вести речь о строительстве железнодорожных тоннелей. К сожалению, не могу так сказать об автодорожном тоннелестроении. То, что делается, это, конечно, мизер по сравнению с тем, что необходимо. Мы видим, что Сочи и все побере-

жье задыхается от плохих дорог. Новые, современные, строятся слишком медленно. Вместе с тем нарастают и грузопотоки, и пассажиропотоки. Пока вроде бы терпимо, но если ничего не предпринять, со временем, не думаю, что очень отдаленном, это может привести к снижению туристической активности на всем побережье. Сложно сказать, когда у нашего правительства найдутся силы и средства для решения этой проблемы. Но мы, со своей стороны, готовы в любой момент развернуться и приступить к выполнению самых серьезных задач, у нас есть соответствующая техническая база, есть все для того, чтобы активно участвовать в автодорожном, да и в любом транспортном строительстве.

– Вы, Андрей Николаевич, совсем недавно возглавили Бамтоннельстрой. Поделитесь ощущениями человека, которому выпало руководить столь мощной и легендарной компанией?

– Дело в том, что в ней я отнюдь не новичок: пять лет работал в должности заместителя генерального директора. Принимал самое активное участие в поиске и реализации подрядов, реструктуризации компании, в решении самых серьезных ее задач и проблем. Так что нового, в общем-то, мало в моей нынешней работе.

Мы вовсе не стремимся любой ценой и как можно больше расширить географию нашего присутствия. Все, что мы хотим – это быть там, где строятся метро и тоннели.

С другой стороны, нужно отметить, что некая переоценка ценностей в связи с новым назначением, безусловно, происходит. Объем обязанностей, информации, ответственности возрастает резко. Адаптационный период рано или поздно пройдет. Могу сказать, что я намерен пересмотреть ряд подходов к решению тех или иных задач. Но главное в том, что компания у нас жизнеспособная, с высоким инженерно-техническим и кадровым потенциалом. За последние годы мы вложили в подготовку и обучение людей немалые средства. Нормой стало уже, когда наши специалисты выезжают за рубеж, как сейчас принято говорить, на мастер-классы по изучению лучших образцов техники и технологий. Мы сейчас делаем все для того, чтобы наверстать некоторое отставание от опыта западных коллег по организации труда, формированию и минимизации издержек производства. Но это, я думаю, дело наживное.

– В чем, кстати, принципиальное отличие между нашими и западными тоннелестроительными компаниями?

– По уровню производительности труда есть разрыв не в нашу пользу процентов на сорок, как минимум. По отдельным видам проходки – и того больше. Я сейчас говорю о сравнении даже со средними западными компаниями.

Но это отнюдь не значит, что мы неконкурентоспособны или не стремимся быть таковыми. Во всяком случае, учимся работать на международном рынке. Сейчас, к примеру, мы активно взаимодействуем с нашими индийскими коллегами, участвовали в тендерах в Израиле, Венгрии. В итоге мы, чего греха таить, по многим параметрам отстаем от западных коллег и проигрываем, но само участие в этом процессе – дело очень полезное, поучительное.

– Но, Андрей Николаевич, у нас есть свой «козырь» – более дешевая рабочая сила...

– Это очень ошибочное представление. Что значит – дешевая рабочая сила? Надо понимать, что в западных компаниях производительность труда выше нашего в полтора-два раза. И оплата труда соответствующая. На Западе вообще иначе построена вся система строительства, финансирования и, соответственно, оплаты труда.

– Поясните одну вещь, Андрей Николаевич. Ваша компания наращивает потенциал, осваивает новые регионы. Но действия правительства вроде бы не стимулируют такую позицию. Не рискуете остаться невостребованными?

– Давайте исходить из того, что наши сограждане с каждым годом все-таки повышают требования к своему правительству по мере того, как растет экономика страны, благосостояние людей, возможности отдельных предприятий. Могу проиллюстрировать на Бамтоннельстрое: если пять лет назад мы были в состоянии осваивать не более двух миллиардов рублей в год, то сегодня по плечу и семимиллиардная программа. То есть развитию страны, развитию прогресса в ней, как бы и кто бы ни говорил, все-таки дан серьезный толчок.

А по сути своей профессии мы призваны быть там, где думают о будущем, о прогрессе, о движении вперед. У этого процесса не может быть столь же серьезного продолжения без развития транспортных артерий. Никуда не денутся, дороги все равно будут строить. Наглядный пример: как только был заключен договор на перевозку международных контейнеров по Транссибу, встал вопрос о необходимости улучшения транспортной инфраструктуры, ремонта тоннелей, строительства новых. То есть сама жизнь подталкивает к расширению строительного рынка. Вот опять же взять южное направление. Двигаясь сюда с Северного Кавказа, словно лезешь в горло бутылки. Повторюсь, если не модернизировать дороги, не спрямлять их, не строить тоннели, эти пресловутые пробки скоро будут непрошибаемыми. Не думаю, что руководство страны этого не видит и не понимает. Рано или поздно, все равно к этому вопросу подойдут вплотную. Это значит, что мы, дорожные строители, тоннельщики, без работы не останемся.

самый длинный, но и самый сложный, т. к. его большая часть находится в зоне тектонических разломов. Северомуйский тоннель должен был стратегически решить важную для БАМа проблему организации движения по кратчайшему пути с минимальными временными потерями.

До начала ввода в эксплуатацию тоннеля движение на этом участке магистрали осуществляли по «постоянному» обходу, крайне сложному инженерно-техническому сооружению протяженностью 62 км. Обход состоял из многочисленных крутых серпантинов, высоких виадуков, включая знаменитый «Чертов мост». Сложный рельеф вынуждал составы лавировать между сопками и горами, двигаясь с максимальной скоростью 20 км/ч. На подъемах возникала необходимость толкать составы вспомогательными локомотивами.

Конечно, на этом участке как воздух нужен был тоннель! Безопасный, позволяющий легко двигаться одновременно двум составам поездов. Но его строительство чуть было не остановилось. Когда в 1984 г. провели космическую разведку, то обнаружили, что тоннель пересекает четыре региональных разлома. Самый большой – длиной 800 м. Необходимо было укрепить стены, обезопасить их от подземных вод, разрушающих сооружения. Технологию такой сложности во времена Советского Союза не знали не только в Сибири, но и во всей стране. Руководство ОАО «Бамтоннельстрой» принимает неординарное решение: оснастить тоннель самой передовой на тот момент иностранной техникой из США, Германии, Финляндии, Японии, Франции. Однако все инженерные изыскания по преодолению горного массива и усовершенствованию оборудования велись отечественными специалистами. Северо-Муйск стал полигоном для испытания не только новейшей иностранной горнопроходческой техники, но и новейших отечественных технологий.

Студеным зимним декабрьским днем 2003 г. по Северомуйскому тоннелю прошли первые железнодорожные составы. Это была завершающая героическая точка в строительстве БАМа.

Новое сооружение позволило в 2,5 раза увеличить перевозки через Транссибирскую магистраль. Благодаря этому 11-километровому отрезку был открыт путь к железной руде Чинейского месторождения, к Удоканскому и Калтугинскому залежам меди. Благодаря уникальному подземному коридору мы на весь мир заявили, что можем строить там, где никто никогда не строил.

Общий итог ОАО «Бамтоннельстрой» на БАМе: 10 тоннелей и более 70 км подземных выработок.

Постепенно, по мере окончания сооружения тоннелей по трассе БАМа, подразделения ОАО «Бамтоннельстрой» начали возведение подземных объектов по всей стране.

В марте 1996 г. ОАО «Бамтоннельстрой» стало победителем тендера на право строительства в Сочи Мацестинского тоннеля в составе автодороги федерального значения «Обход города Сочи». На тот период это был самый протяженный в России автомобильный тон-

нель (1316 м). Заказчиком его строительства поначалу являлось управление федеральных автомобильных дорог по Краснодарскому краю Федеральной дорожной службы России.

Для прокладки на Юге России тоннелей и других подземных сооружений ОАО «Бамтоннельстрой» создало в Сочи своё первое дочернее предприятие – закрытое акционерное общество «Южная горно-строительная компания» (ЗАО «ЮГСК»), которое было зарегистрировано 22 октября 1996 г.

На сегодняшний день подразделениями и дочерними предприятиями Бамтоннельстроя одновременно сооружаются около десяти объектов от Адлера до Новороссийска. Создано более 2 тыс. рабочих мест.

В течение 1997–2002 гг. выполняемые предприятиями Южного региона Бамтоннельстроя объемы строительно-монтажных работ ежегодно росли в 2–3 раза, а в 2003–2005 гг. – на 15–20 %.

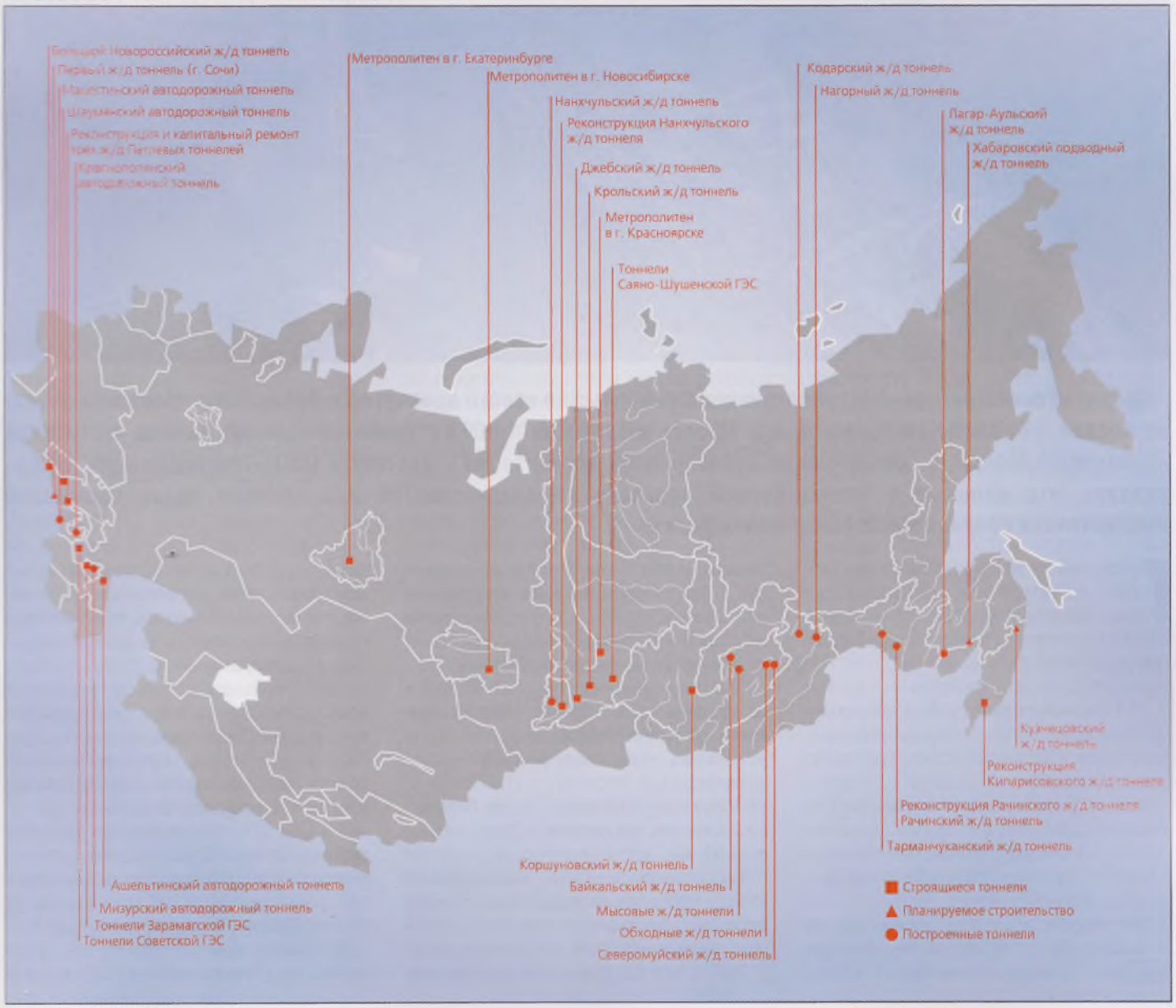
За эти годы построены и введены в эксплуатацию:

- Мацестинский автодорожный тоннель протяженностью 1316 м;
- 1400 м Краснополянского автодорожного тоннеля с галереей (из 2600 м общей протяженности объекта) на федеральной автодороге Адлер – Красная Поляна.
- Малый и Средний Петлевые железнодорожные тоннели протяженностью 525 м на участке Армавир – Туапсе Северо-Кавказской железной дороги;
- путепровод под железной дорогой автодороги Джубга – Сочи в Адлерском районе и др.

Ветераны БАМа на торжественном митинге по случаю начала проходки второго Крольского тоннеля

В настоящее время на Черноморском побережье подразделения Бамтоннельстроя ведут строительство тоннелей общей протяженностью более 5200 м: Большого Петлевого, Большого Новороссийского и Навагинского железнодорожных тоннелей, Шаумянского автодорожного тоннеля. МТ

География строительства объектов Бамтоннельстроя



НАЧАЛО ПРОХОДКИ КРОЛЬСКОГО ТОННЕЛЯ

А. В. Яковлев, **В. Г. Лозин**, ПИИ «Бамтоннельпроект»

Проект «Реконструкция» предусматривает строительство нового однопутного Крольского тоннеля на участке Абакан – Тайшет Красноярской ж. д. Проект разработан в 2003 г. проектно-изыскательским институтом «Бамтоннельпроект» с привлечением субподрядной организации – института ОАО «Томгипротранс». Нужно сказать, что впервые в отечественной практике на строительстве ж/д тоннеля будет применена высокоточная сборная железобетонная обделка.

Генеральным подрядчиком строительства, по результатам тендерных торгов, является ОАО «Бамтоннельстрой». Комплекс работ по строительству тоннеля был начат в 2004 г.

Существующий тоннель длиной 2252,1 пог. м построен в 1965 г. при сооружении линии Абакан – Тайшет под один путь колеи 1524 мм и габарит приближения строения «С».

Тоннель перевальный, максимальная глубина заложения 60 м. В плане расположен на прямой, восточный припортальный участок длиной 10 пог. м – на кривой R 600 м. В профиле тоннель двухскатный.

Практически сразу после сдачи тоннеля в постоянную эксплуатацию начались деформации обделки, проявившиеся в виде вывалов, в том числе и сквозных, трещин и т. д. Причиной этому стали недоработки при проектировании и грубые нарушения при строительстве сооружения, основными из которых являются следующие:

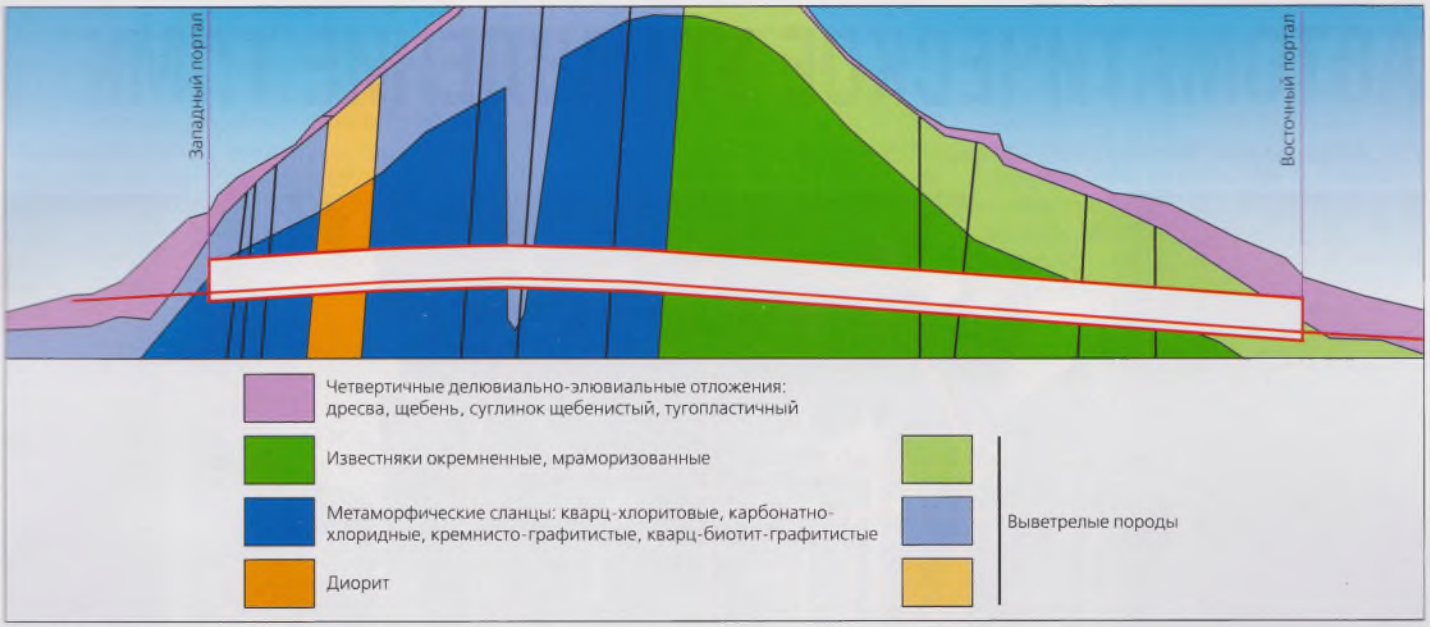
- наличие дренажных прорезей (которые не только не дали эффекта, но и явились причиной разрушения обделки);
- толщина обделки тоннеля в ряде мест колеблется от 5 до 10 см;
- нарушение технологии укладки бетона;
- отсутствие нагнетания за обделку тоннеля и т. п.

Для отвода воды от обделки в 1986–1988 гг. были пройдены две глухие штольни, со стороны Восточного и Западного порталов, по обе стороны тоннеля. С 2000 г. ведутся работы по ремонту обделки существующего тоннеля, которые включают в себя заделку вывалов, тампонирование заобделочного пространства, установку металлических кружал на деформируемых кольцах.

Однако проведенные работы лишь замедляют развитие деформаций и разрушение конструкции. Поэтому аварийное состояние обделки существующего тоннеля предопределило необходимость проектирования и строительства нового тоннеля.

В апреле 2003 г. заместителем министра путей сообщения РФ было подписано техническое задание на разработку рабочего проекта реконструкции Крольского тоннеля на участке Абакан – Тайшет Красноярской ж. д.

По проекту однопутный железнодорожный тоннель протяженностью 2235,34 пог. м



Геологический разрез и профиль трассы Крольского тоннеля

расположен в 36 м севернее существующего. Крольский тоннель пересекает одну из седловин юго-западного крыла Восточных Саян, которая является водоразделом рек Крол и Малой Сейбы. Основными формами рельефа являются плоские возвышенности, сильно расчлененные глубокими долинами рек и ручьев. Максимальная глубина заложения тоннеля около 60 м.

Учитывая высотные отметки на подходах, тоннель запроектирован двухскатным с уклонами 3 и 6 ‰ в сторону Западного портала, и 7,8 ‰ в сторону Восточного. Перелом продольного профиля предусматривается на расстоянии 616 м от Западного портала. В плане тоннель запроектирован на прямой, лишь со стороны Восточного портала на длине 66 м трасса тоннеля расположена на кривой R = 600 м. Внутреннее очертание тоннельной обделки назначено с учётом размещения габарита приближения строений «С» для прямых и кривых по ГОСТ 9238–83 для электрифицированных железных дорог с контактной подвеской с несущим тросом, а также с учётом размещения за пределами габарита приближения строений системы водоотвода, устройств СЦБ и связи, светильников и кабельных сетей, путевых ящиков, волновода.

Для проходки тоннеля созданы временные площадки, имеющие весь комплекс сооружений и обустройств, обеспечивающие нормальный процесс строительного производства в забое и на поверхности.

Основной комплекс временных зданий и сооружений размещается на стройплощадке, расположенной над тоннелем со стороны Восточного портала.

Инженерно-геологические изыскания, на основании которых разрабатывался проект, проведены институтом ОАО «Томгипротранс». Инженерно-геофизические изыскания выполнены ОАО НИПИИ Ленметрогипротранс в 2003 г.

Коэффициент крепости грунтов колеблется от 1 до 10 по шкале Протодьяконова. Наиболее сложные условия строительства – на припортальных участках, где трещиноватость пород увеличивается за счет наложения процессов физического и химического выветривания.

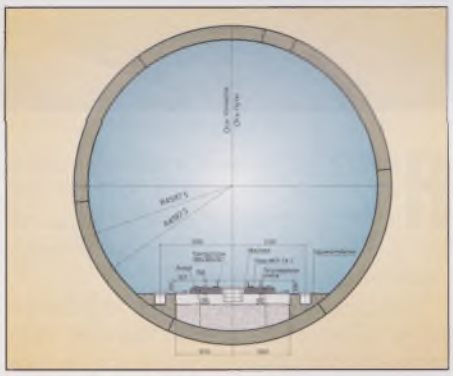
Врезка производилась со стороны Западного портала.

Для строительства тоннеля применяется тоннелепроходческий комплекс «Lovat» диаметром 9506 мм. Для выполнения данного вида работ ОАО «Бамтоннельстрой» было закуплено новейшее канадское оборудование, что позволяет повысить эффективность, безопасность работ, значительно увеличить скорость проходки и тем самым сократить срок сооружения этого объекта.

ТПМК «Lovat», длина которого составляет ~150 м, состоит из трех основных частей: передней (подвижной) оболочки с породоразрушающим исполнительным органом и главным приводом, неподвижной оболочки, в которую заключены органы управления, силовые электро- и гидроагрегаты, система перемещения комплекса и конвейерная система, и из хвостовой части с укладчиком элементов обделки тоннеля.

Для предотвращения обрушения лобового откоса врезка в горный массив выполнялась с предварительным закреплением свода над тоннелем металлическими трубами, устанавливаемыми в скважины с прокачкой их цементным раствором. Так же для безопасности работ при врезке тоннеля предусмотрено строительство стартовой камеры длиной 11 м.

Разработка грунта забоя ротором ТПМК осуществляется под постоянной защитой ножевой части щита. Разработанный грунт подается забойным ленточным конвейером № 1 на ленточный конвейер № 2, с помощью которого перегружается в вагоны-самосвалы модели 31-634. Транспортировка вагонеток на перегруз осуществляется дизелевозом RX 500. По мере разработки грунта транспортёр перемещается вперед совместно с рабочим органом щита. Изношенные инструменты рабочего органа щита заменяются изнутри машины без выхода людей в забой. После



Сечение Крольского тоннеля

разработки грунта на заходку, монтируется одно кольцо обделки шириной 1500 мм. Оно состоит из семи элементов и доставляется к месту монтажа на специальных блоковозах. Монтаж обделки производится блоковукладчиком после передвижки ТПМК на длину 1500 мм. Перед началом монтажа определяется фактическое положение щита и последнего установленного кольца, выявляется погрешность ведения ТПМК и уточняется схема установки очередного кольца.

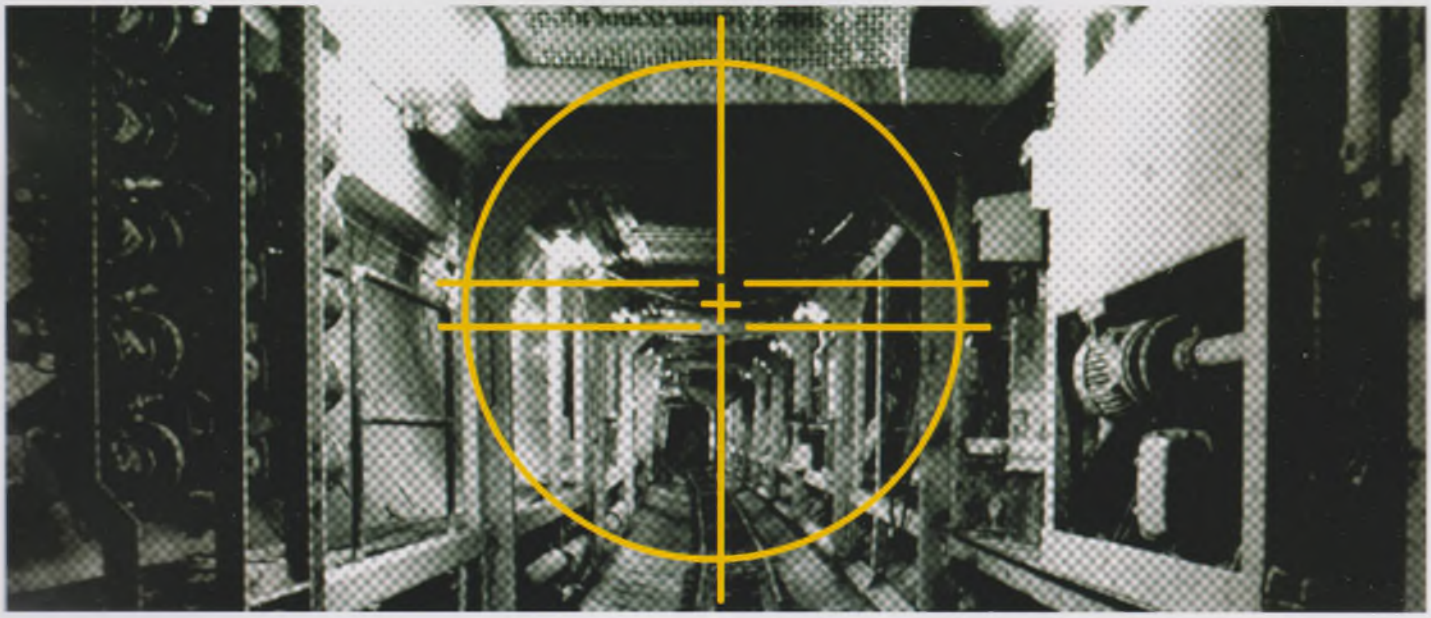
Для проходки тоннеля щитовым комплексом будет использоваться передовой опыт наиболее развитых в области тоннелестроения стран (Япония, Германия, Австрия, Швейцария), где многие тоннели сооружается щитовым способом. Инженеры, а так же персонал, работающий на тоннелепроходческом комплексе, прошел курс технический подготовки в г. Торонто (Канада).

Благодаря согласованной работе всех структур, осуществляющих подготовку строительства, а именно ОАО «РЖД», ОАО «Бамтоннельстрой», фирме «Ловат», ПИИ «Бамтоннельпроект», пуск ТПМК 375SE состоялся в намеченный срок.

Торжественный пуск щитового комплекса и монтаж первого кольца сборной ж/б обделки на Западном портале Крольского тоннеля состоялись 8 октября 2005 г., в день тридцатилетия ОАО «Бамтоннельстрой».

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТПМК

Г. Г. Абашмадзе, эксперт ООО «Фирма Г.Ф.К.»



Наряду с различными технологическими вопросами, важнейшей задачей при проходке тоннелей является маркшейдерское обеспечение управления тоннелепроходческим комплексом.

В последние годы техника и технологии тоннельного строительства шагнули далеко вперёд. Увеличилась скорость проходки, улучшилось качество, а требования к допустимым отклонениям от проектных данных мягче не стали. Зато производители геодезического оборудования тоже не стоят на месте и создают, в частности, моторизованные тахеометры, отвечающие всем современным нормам и требованиям. На сегодняшний день существует множество предложений по реализации задач, связанных с ведением проходческих машин по проектной оси. Во многих странах мира есть фирмы, которые производят различные системы управления и выпускают геодезическое оборудование.

Тахеометр-автомат Leica TCRA 1102

В настоящей статье будет рассмотрена навигационная система английской фирмы «ZED», работающая на базе электронного тахеометра-автомата швейцарской фирмы «Leica Geosystems».

При строительстве правого перегонного тоннеля мини-метро от ст. «Международная» до ст. «Киевская» Московского метрополитена, которое производила фирма ООО «СМУ Ингеоком», для ведения тоннелепроходческого комплекса по проектной оси применялась навигационная система ZED-260 совместно с электронным тахеометром-автоматом Leica TCRA 1102. Большой плюс в том, что этот тахеометр имеет механические сервоприводы, кроме того, слежение и координирование мишени производит в автоматическом режиме. Такие возможности прибора позволяют экономить много времени, т. к. инженеру маркшейдеру не нужно находиться возле прибора постоянно. Нет необходимости вручную наводить прибор на мишень после каждого продвига, определять положение шита, после чего вручную вносить данные.

Принцип действия навигационной системы ZED-260

Система навигации состоит:

- из блока управления, в котором хранится вся информация. В этом блоке имеется возможность менять проектные данные и вносить поправки;
- блока интерфейса, в котором дублируются координаты проектной оси трассы. Он связан напрямую с электронным тахеометром, данные с которого сначала поступают в блок интерфейса, а затем в блок управления, где обрабатываются и выводятся на экран;
- мишени, которая включает в себя инклинометр и так же определяет кручение щита;
- электронного тахеометра-автомата Leica TCRA 1102.

Тахеометр обеспечивает автоматическое наведение и слежение за мишенью, что дает возможность не присутствовать рядом с тахеометром в момент определения им положения щита, которое осуществляется в автоматическом режиме каждые 30 сек (интервал выполнения измерений настраивается). Машинист имеет возможность следить за положением щита в режиме реального времени, поскольку данные обрабатываются и сразу же выводятся на экран.

Система навигации позволяет определять:

- положение щита относительно проектной оси, т. е. смещение в плане и в профиле;
- уклон и кручение щита;
- дает прогноз положения щита, т. е. рассчитывает его положение на одну проходку вперед;
- перекос щита в плане.

Так же имеется возможность проследить как точно прибор наведен на мишень.

Точность определения положения щита зависит:

- от привязки мишени к осям щита, определения фактического уклона, кручения, перекоса щита в плане и правильному вводу поправок в блок управления системы навигации;
- от точности тоннельной полигонометрии: чем точнее основа, тем правильнее будут данные на экране системы навигации.

В результате непредвиденных обстоятельств возникла необходимость определять положение щита вручную, а это – продольный уклон 48 мм/м и радиус поворота 200 м. За одну проходку (1,4 м) приходилось определять положение щита 2–3 раза.

Все расчеты измерений производились на щите, где нет оборудованного для соответствующих работ места, а при современной технике и технологиях, когда скорость проходки очень высокая, спешка в вычислениях неминуемо приведет к ошибкам, что повлечет за собой большие затраты. Поэтому использование электронного тахеометра-автомата Leica 1100 серии совместно с навигационной системой не только облегчает работу специалистам маркшейдерской службы, но и исключает ошибки в вычислениях и позволяет избежать больших затрат.

При ведении «вручную» щит может отклоняться от проектной оси ввиду того, что координирование его производят только после окончания продвига, а все это время – с начала и до окончания машинист ведет щит вслепую, в отличие от управления с системой навигации, где он оперативно реагирует на изменение положения ТПМК и принимает необходимые меры. Особенно заметны отклонения на криволинейных участках с малыми радиусами поворота. При работе вслепую машинист имеет возможность видеть фактическое положение только когда щит стоит и когда начнется проходка, а до ее окончания будет управлять наугад. В результате, из-за движения по криволинейным участкам и неоднородности породы, щит проходит по зигзагообразной траектории, что не благоприятно сказывается на качестве сборки тоннельной обделки (появляются уступы и т. д.).

Как уже упоминалось ранее, точность определения координат оси щита в основном зависит от точности тоннельной полигонометрии.

Консоль под теодолит определяется координированием один раз (в тоннелях мини-метро, т. к. видимость чаще всего есть только на один знак из-за того, что радиус поворота тоннеля здесь в среднем 200 м и предыдущий знак, как правило, скрывается за поворотом), а тоннельная полигонометрия как минимум четыре приема в две руки. Причем на строительстве мини-метро из-за малых радиусов поворота тоннеля расстояния между знаками малы, что увеличивает угловую ошибку в измерениях.

В таких определениях разовым координированием возможна ошибка в 5 и даже в 10 сек. Это зависит от точности наведения на отражатель и от точности установки отражателя на знак. Переставлять прибор приходилось в среднем через 35–40 м. Угловая ошибка даже в 10 сек на такие расстояния (35–40 м) дает незначительную ошибку в координатах. И когда переставляют прибор на новое место, то консоль под теодолит определяют уже с новых знаков тоннельной полигонометрии (либо с основной, либо с рабочей полигонометрии).

Очевидно, что показания приборов на экране после перестановки тахеометра на новое место поменяются, но, как показывает практика, эти изменения незначительны и на качестве проходки это не сказывается.

Что касается тоннелей обычного метрополитена, то здесь несколько легче: есть возможность определить координаты консоли под тахеометр с двух знаков и более, поскольку радиус кривизны тоннеля гораздо больше, чем на тоннелях мини-метро, что позволяет проконтролировать результаты координирования. Так же с одной стоянки тахеометра можно пройти расстояние более 100 м.

На основании выше сказанного отметим преимущества использования электронного тахеометра-автомата Leica TCRA 1102 перед тахеометрами без сервоприводов:

- тахеометр Leica TCRA 1102 производит измерения в автоматическом режиме, что экономит время – измерения производятся по строгому алгоритму;
- при использовании тахеометра-автомата исключена ошибка наведения на отражатель, т. к. наведение осуществляется в автоматическом режиме;
- непрерывное координирование мишени, следовательно, на экране системы навигации каждую минуту появляются обновленные данные, и машинист имеет возможность оперативно воздействовать на процесс управления.

Тахеометр-автомат Leica TCRA 1102 – это многофункциональный прибор и его возможности не ограничиваются использованием только совместно с навигационной системой. По окончании проходки его так же можно применять как для исполнительной съемки, так и для разбивочных работ. Так же имеется возможность сохранения всех данных на карте памяти тахеометра с последующей передачей их в персональный компьютер, что экономит много времени и исключает ошибки при переписывании данных с прибора.

После проходки тоннеля в г. Казани была произведена исполнительная съемка колец по радиусам. По времени это заняло пять дней при длине тоннеля 1900 м. В процессе съемки применялись как безотражательный режим измерения, так и режим измерения на отражатель (пленочный отражатель).

Имеется возможность ориентировки тахеометра в пространстве как свободной станции «free station». Это очень удобно, особенно в подземном строительстве (тоннели, станции), когда очень мало свободного пространства и иногда прямой видимости на знаки полигонометрии нет. Тогда тахеометр можно устанавливать в стороне от полигонометрических знаков.

В Москве при разбивке путейских реперов в тоннелях мини-метро применялась программа stakeout (вынос в натуру). Сначала рассчитывались на компьютере проектные координаты путейских реперов, затем через программу Leica Survey Office эти данные перекачивались в тахеометр. В тоннеле уже через программу free station ориентировался прибор, а через программу stakeout репера выносились в натуру. Это очень удобно и быстро производить тахеометром-автоматом Leica TCRA 1102, который имеет функции поиска и слежения за мишенью. Достаточно только ввести номер выносимой точки, и прибор сам повернется в нужную сторону. Далее нужно нажать на кнопку измерения, и он находит отражатель, после чего оператор показывает рабочему, в какую сторону его двигать. Оператор в режиме реального времени управляет процессом выноса в натуру проектных данных (если выбран режим измерения – tracking), поскольку тахеометр следит за отражателем, а в режиме tracking выполняет непрерывные измерения, и результаты сразу же выводятся на экран прибора.

Ту же самую операцию можно выполнять другими тахеометрами фирмы Leica Geosytems, не имеющими сервоприводов. Разница лишь в том, что это займет намного больше времени и, возможно, потребует привлечения большего количества людей. МТ

Блок управления ZED-260

Мишень системы ZED-260

Метро и тоннели

ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

О. В. Горшков, директор ООО АМЗ «ВЕНТПРОМ»
В. И. Кутаев, главный конструктор ООО АМЗ «ВЕНТПРОМ»
Л. Н. Тетиор, зам. главного конструктора завода «Промавтоматика»
А. Ю. Тарасов, ведущий инженер завода «Промавтоматика»

Вентилятор ВОМ-20 на испытательном стенде

Сегодняшние метрополитены – это сложные транспортные комплексы, оснащенные современной техникой. С дальнейшим развитием метрополитенов увеличивается протяженность транспортных тоннелей, количество станций. Вместе с тем растет и нагрузка метрополитенов по обеспечению пассажироперевозок. Один только Московский метрополитен перевозит ежедневно более 10 млн пассажиров. Для этого его 12 линий со 170 станциями пропускают около 9 тыс. поездов в сутки. В этих условиях для обеспечения безопасности пассажиров и обеспечения комфортабельности значительно возрастает роль систем вентиляции тоннелей и станций метрополитенов. Вентиляция тоннелей и станций обеспечивает необходимый микроклимат и может использоваться в аварийных и экстремальных ситуациях.

Важнейшими объектами жизнеобеспечения подземных сооружений метрополитена являются вентиляторные установки главного проветривания. От их надежности, состояния автоматизации, возможности оперативного управления в штатном и экстремальном режимах во многом зависит ритмичность и безопасность работы метрополитенов.

Вентиляторная установка – это крупное стационарное сооружение, в состав которого входит собственно вентилятор (один или два), электропривод, аппаратура автоматизации и контрольно-измерительная аппаратура. Сегодняшнее требование – комплектная поставка технологического оборудования, в том числе и вентиляторов тоннельной вентиляции с системами автоматического управления, обеспечивающими возможность контроля и управления с диспетчерского пункта.

С этой целью Артемовским машиностроительным заводом разрабатываются новые типы тоннельных вентиляторов с системами автоматического управления, которые изготавливает ОАО «Завод Промавтоматика».

В 2005 г. на Артемовском машиностроительном заводе проведены межведомственные испытания вентиляторов ВОМ-18 и ВОМ-20 с системой автоматического управления с плавным пуском.

В испытаниях приняли участие представители метрополитенов Москвы, Санкт-Петербурга, Самары, Екатеринбурга, Баку, Международной Ассоциации «Метро», Артемовского машзавода и завода «Промавтоматика», специалисты строительно-монтажных организаций (СМУ-158 ОАО «Трансинжстрой», ЗАО «Метро-Контракт», ПТО «Спецмашмонтаж», НП «Союз машиностроителей» Свердловской области, Уральского государственного горно-геологического университета, проектных организаций).

Вентилятор ВОМ-18 (рис. 1) предназначен для принудительной вентиляции тоннелей и станций метрополитенов, серийно изготавливается на Артемовском машиностроительном заводе. Это одноступенчатый реверсивный вентилятор. Реверсирование осуществляется за счет одновременного поворота лопаток рабочего колеса спрямляющего аппарата и изменения направления вращения рабочего колеса. При реверсировании вентилятора обеспечивается подача воздуха до 96 % от подачи при прямой работе.

Вентилятор состоит из корпуса, спрямляющего аппарата, ротора, привода механизма поворота лопаток рабочего колеса, привода механизма поворота лопаток спрямляющего аппарата, приводного двигателя на стойке, муфты, диффузора, шиберного устройства с приводом, ручного тормоза и общей фундаментной рамы, ко-

торая крепится болтами к стационарному фундаменту. Вентилятор укомплектован станцией измерения расхода и давления воздуха. Возможна поставка вентилятора разборной конструкции для транспортирования и монтажа в стесненных условиях.

Для профилактики осмотров лопаток рабочего колеса корпус имеет люки, расположенные с обеих сторон, и горизонтальным разъемом. Ротор с рабочим колесом, насаженным на вал по конусной посадке, вращается в двух сферических роликоподшипниках. Вентилятор комплектуется подшипниками фирмы «SKF».

Лопатки рабочего колеса поворачиваются на углы от 15 до 45° при прямой работе и на 180° – при реверсивной. Поворот лопаток рабочего колеса осуществляется дистанционно от электрического привода через рычаг, нажимную муфту и зубчатую передачу; крайние положения контролируются бесконтактными конечными выключателями.

Лопатки рабочих колес могут изготавливаться из магниевого, алюминиевого сплавов, стеклопластика или композитных материалов.

Лопатки спрямляющего аппарата имеют три положения: прямая работа, реверс и шибер. Поворот и контроль их положения осуществляется от исполнительного механизма типа МЭОК.

Для предотвращения утечки воздуха через неработающий вентилятор предусмотрено шиберующее устройство, состоящее из двух заслонок, которые через систему рычагов автоматически шиберуют проточную часть при остановленном вентиляторе. Вентилятор имеет станцию измерения расхода и давления воздуха, которая включает приемник динамического давления прямого потока, приемник динамического давления обратного потока и два приемника статического давления. Для предотвращения проворачивания ротора при ремонтах и осмотрах вентилятор снабжен ручным тормозом с конечным выключателем, предотвращающим запуск приводного двигателя при заторможенном вентиляторе. При необходимости осуществления реверсирования воздушной струи приводной двигатель останавливается (электродинамическим торможением), после чего лопатки СА и рабочего колеса поворачиваются в положение, соответствующее реверсивной работе, и приводной двигатель пускается с изменением направления вращения.

ВОМ-20 (рис. 2) принципиально отличается от применявшихся до этого вентиляторов тоннельной вентиляции на метрополитенах СНГ. Он выполнен по упрощенной конструктивной схеме, включающей одно рабочее колесо без входных и выходных направляющих аппаратов. В вентиляторе отсутствует узел вала, а рабочее колесо крепится непосредственно на вал электродвигателя.

Электродвигатель вентилятора имеет специальное исполнение. Он разработан с учетом возможности восприятия осевой

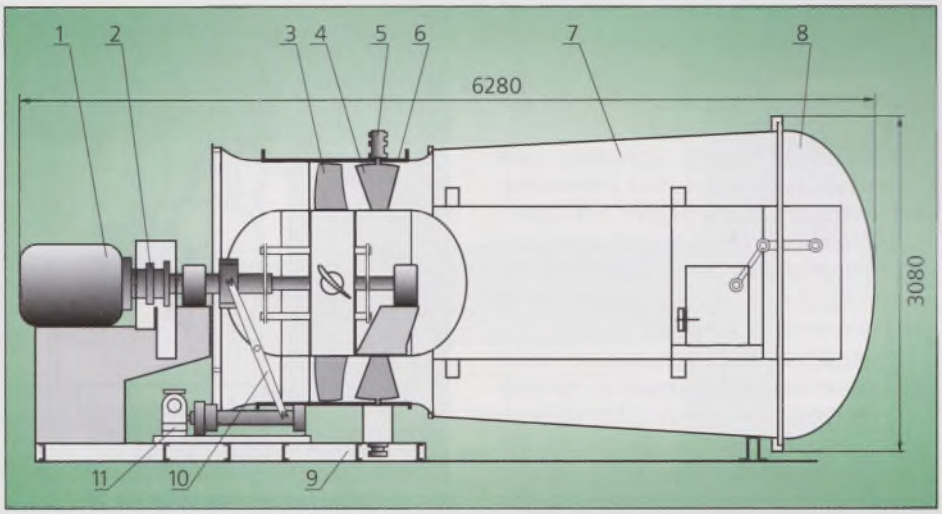


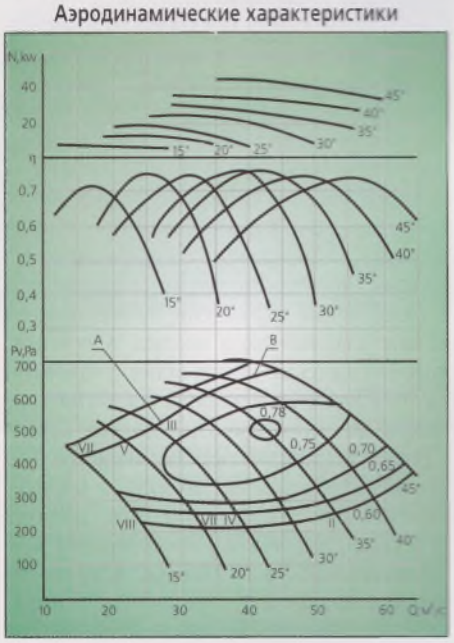
Рис. 1. Общий вид вентилятора ВОМ-18:

1 — приводной двигатель на стойке; *2* — муфта; *3* — ротор; *4, 5* — спрямляющий аппарат; *6* — корпус; *7* — диффузор; *8* — шиберное устройство с приводом; *9* — общая фундаментная рама; *10* — ручной тормоз; *11* — привод механизма поворота лопаток рабочего колеса на ходу

Технические характеристики

Диаметр рабочего колеса	
номинальный, мм	1800
Подача номинальная, м³/с	42
Подача в пределах	
рабочей области, м³/с	12,5–65
Давление номинальное, daPa	51
Полное давление в пределах	
рабочей области, daPa	5,5–70,0
КПД максимальный полный	0,79
Частота вращения, мин⁻¹	600
Мощность электропривода, кВт	55
Гидравлическая мощность	
номинальная, кВт	25,6
Напряжение, В	380
Габаритные размеры, мм, не более:	
ширина	2650
длина	6000
высота	3100
Масса вентилятора	
без электрооборудования, кг, не более	10170

Аэродинамические характеристики



и радиальной нагрузки от массы насаженного на вал колеса, динамических и статистических нагрузок при работающем вентиляторе. Электродвигатель имеет защиту от перегрева подшипников и обмоток. В нем применены подшипники фирмы «SKF».

В конструкции вентилятора применен ряд новых технических решений, позволяющих облегчить вес отдельных узлов и вентилятора в целом, при этом не уменьшая, а даже увеличивая показатели надежности, ремонтопригодности и эксплуатации. Оригинальная конструкция крепления лопатки рабочего колеса позволяет полностью исключить возможность их самопроизвольного разворота при работе, а особенно при запуске вентилятора. Крепление рабочего колеса обеспечивает посадку с гарантированным натягом и при этом обеспечивается легкость снятия его с вала электродвигателя. При этом влияние поршневого эффекта на крепление колеса сводится к минимуму.

В вентиляторе впервые массово применены композиционные материалы на основе ненасыщенных пожаростойких полиэфирных смол NORPOL 840—850 со стеклопополнителем. Из этого материала изготовлены лопатки рабочих колес, вращающиеся и стационарные обтекатели, входной коллектор.

Вентилятор поставляется в различной комплектации. Он может комплектоваться электродвигателем 45, 55 или 75 кВт. Может быть поставлен с диффузором или двумя коллекторами.

При этом более чем вдвое сокращается длина вентилятора.

Диффузор может быть оборудован глушителем шума, что позволяет снизить корректированный уровень звуковой мощности с 99 до 84 dBA.

Вентилятор имеет разборную конструкцию, что позволяет транспортировать его по частям в стесненных условиях метрополитенов.

При разработке этого вентилятора были учтены требования МЧС об обеспечении его работы в экстренных условиях. Для этой цели вентилятор выполнен реверсивным. Реверсирование осуществляется простым из-

менением направления вращения без изменения положения лопаток колеса.

При этом обеспечивается до 88 % производительности от производительности при прямой работе.

Расчеты и испытания отдельных узлов вентилятора, электродвигателя и применяемых материалов подтверждают возможности работы вентилятора в режиме дымоудаления. При этом вентилятор может работать при температуре перемещающих газов 250 °С в течение не менее 1 ч.

Корпус вентилятора представляет собой сварную металлоконструкцию из листового и профильного проката. Для удобства транспортировки, смены двигателей, ремонтов, корпус выполнен разъемным из трех частей по горизонтальному и вертикальному фланцевым разъемам с резиновыми прокладками. На корпусе имеется смотровой люк. Приводной двигатель установлен на опорной площадке внутри корпуса вентилятора.

На вал двигателя посажено рабочее колесо. Конструктивно оно представляет массивную стальную ступицу с присоединенной к ней болтами обечайки с диском, на котором крепятся десять лопаток. Крепление рабочего колеса на вал двигателя производится с помощью шпоночного соединения, торцевой шайбы и хомута. К корпусу вентилятора со стороны входа потока воздуха присоединен коллектор с решетчатым ограждением, обеспечивающим плавный вход воздуха в вентилятор. Ограждение может легко открываться на шарнирах и запирается двумя клиньями, без использования болтов. Шиберующее устройство присоединено со стороны выхода потока воздуха к корпусу вентилятора. Назначение его состоит в перекрытии выходного отверстия при неработающем вентиляторе. Устройство состоит из двух шиберующих ляд, поворачивающихся на осях при помощи исполнительного механизма. Корпус шиберующего устройства разъемный из двух половин с фланцевым разъемом на болтах. Диффузор вентилятора соединяется с шиберующим устройством с помощью хомутов и резиновой ленты. Диффузор представляет собой металлоконструкцию, состоящую из четырёх частей, с горизонтальным и вертикальным разъемами. Вентилятор снабжён устройством для показаний контроля подачи и давления, состоящим из приёмников давления и комплекта контрольно-измерительной аппаратуры, а также прибором, контролирующим виброперемещение корпуса.

Система САУ-МПП-5, разработанная и изготовленная на заводе «Промавтоматика», предназначена для управления вентиляторами главного проветривания метрополитенов (в том числе ВОМ-18, ВОМД-24А, ВОМ-16М, ВОМ-20, ВОМ-24).

Система выполнена на современном техническом уровне с применением новых зарубежных комплектующих изделий с наработкой на отказ 50–100 тыс. ч, и разработана с расчетом на перспективу. В ней предусмотрен специально выделенный резерв, который позволит в процессе эксплуатации и развития системы подключить к ней различные внешние устройства, такие как датчики жизнеобеспечения, контроля окружающей среды и др.

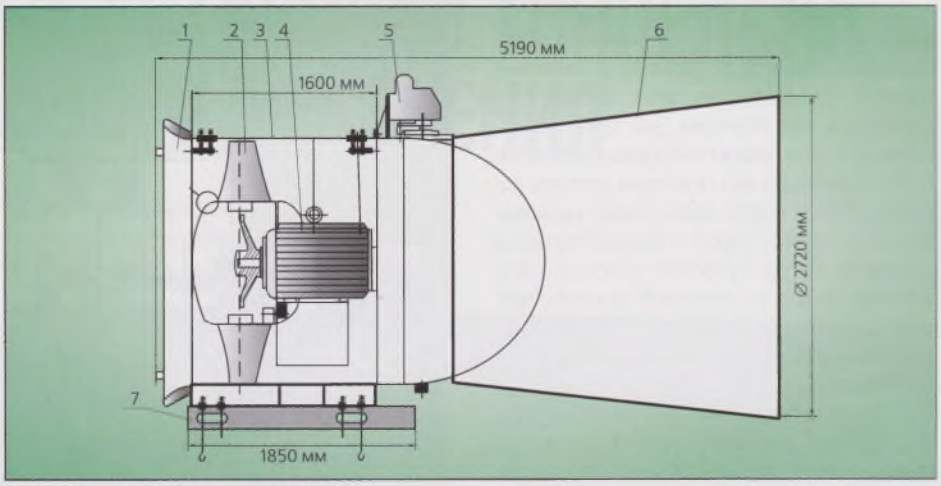
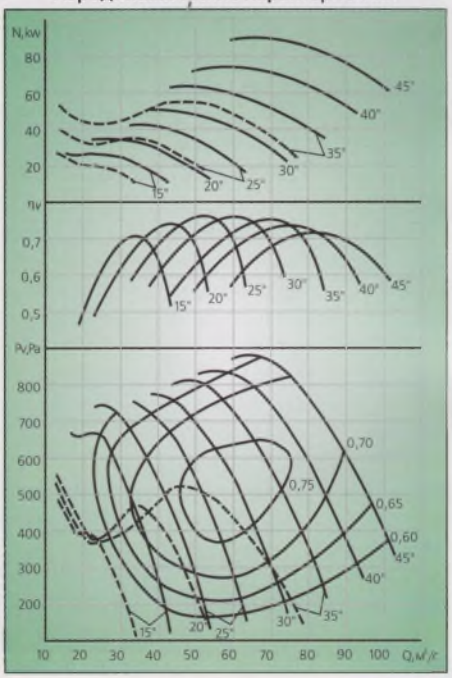


Рис. 2. Общий вид вентилятора ВОМ-20:
1 — коллектор с ограждением; *2* — рабочее колесо; *3* — корпус вентилятора; *4* — приводной двигатель; *5* — шиберующее устройство; *6* — диффузор; *7* — рама

Технические характеристики

Диаметр рабочего колеса	
номинальный, мм	2000
Подача номинальная, м³/с	60
Подача в пределах рабочей зоны, м³/с	
минимальная, не более	25
максимальная, не менее	90
Давление номинальное, daPa	56
Давление в пределах рабочей зоны, daPa	
минимальная, не более	30
максимальная, не менее	82
Максимальный полный КПД, не менее	0,77
Мощность электропривода, кВт, не более	75
Напряжение, В	380
Частота вращения рабочего колеса, мин⁻¹	600
Габаритные размеры, мм	
длина	2500
ширина	2400
высота	2900
Масса вентилятора, кг	5000

Аэродинамические характеристики



Система размещена в шкафу размерами 1800 × 800 × 600, выполнена в блочно-модульном исполнении и состоит из нескольких конструктивно законченных частей (рис. 3):

- блок управления контроллерный БУК – два каркаса;
- блок исполнительных механизмов БИМ;
- блок главного привода БГП, причем блоки БУК и БИМ могут ремонтироваться и налаживаться вне шкафа;
- органы управления и индикации (на двери шкафа).

Блок главного привода БГП содержит:

- вводной автоматический выключатель QF1;
- стартер плавного пуска (Schneider Electric);
- пускатели направления КМ1 и КМ2 (для реверса двигателя);
- байпас КМ3 (для шунтирования стартера плавного пуска);
- пускатель сушки КМ7.

Блок БГП может налаживаться и ремонтироваться вне шкафа.

Блок исполнительных механизмов БИМ содержит:

- вводные автоматические выключатели QF2-QF4;
- реверсивные магнитные пускатели КМ4-КМ6;
- трансформатор питания цепей 220В;
- тумблеры включения освещения, трансформатора сушки;
- розетку 220В;
- терморегулятор включения блока БУК.

Блок управления контроллерный БУК содержит:

- каркас-1 – модуль реле дистанции БРД;
- модуль реле промежуточных БРП;
- модули реле выходных БРВ;
- модуль питания ИП-24;
- модуль измерения сопротивления изоляции ИС;
- модуль контроля температуры струи и обмоток двигателя;
- каркас-2 – программируемый контроллер ПК (Direct Logic);
- цифровые блоки контроля температуры и вибрации.

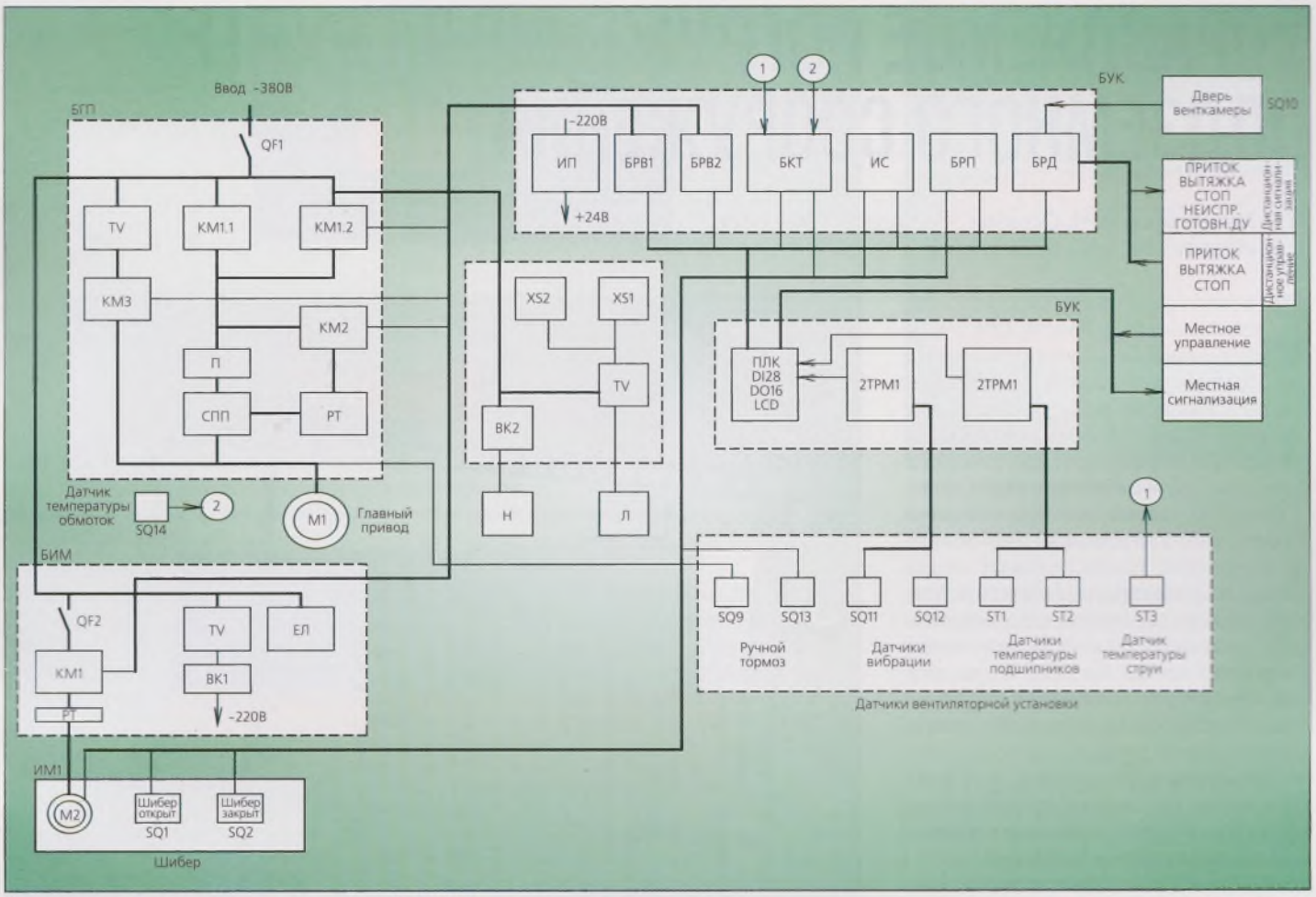


Рис. 3. Схема автоматического управления САУ-ВМПП-5

Система имеет четыре режима работы: дистанционный автоматический, местный автоматический, дистанционный прямой и ремонт.

В дистанционном автоматическом режиме – дистанционный сигнал пуска вентилятора на контроллер ПК, который после предупреждающего звукового сигнала подает команду на приведение исполнительных механизмов в заданное положение. После приведения исполнительных механизмов в заданное положение замыкается пускатель направления и ПК подает команду на включение СПП (стартер плавного пуска). Стартер плавно разгоняет двигатель. После окончания пуска контроллер включает байпас, который шунтирует тиристоры СПП. Пусковые токи составляют 3÷5 Iн, а время пуска — 15÷60 с. При этом сохраняются все обеспечиваемые стартером защиты двигателя и стартера.

При подаче дистанционного сигнала «стоп» отключается байпас (без дуги), ПК отключает стартер, пускатель направления (без дуги), одновременно подавая сигнал на приведение исполнительных механизмов в положении «стоп».

После этого пуск двигателя невозможен в течение определенного времени, которое задается и может быть изменено.

Местный автоматический режим аналогичен дистанционному автоматическому за исключением того, что управление двигателем осуществляется с двери шкафа.

Режим ремонт предназначен для ручного управления пуском двигателя. При этом исполнительные механизмы управляются вручную.

В системе предусмотрена дистанционная и местная сигнализация. Сигналы дистанционной сигнализации «приток», «вытяжка», «стоп», подаются в линию независимо от режимов работы системы. Сигнал «дистанция» подается с переключателя режимов работы системы. Сигнал «неисправность» формирует контроллер. Местная сигнализация аналогична дистанционной.

На двери шкафа имеются кнопки управления вентилятором, аналогичные кнопкам управления в дистанционном режиме, а также кнопки управления исполнительными механизмами.

В системе предусмотрена развитая диагностика аварийных режимов и неисправностей. Контроллер проверяет алгоритм пуска и остановки вентилятора, работу контакторной аппаратуры, исполнительных механизмов, исправность положения механизмов и оборудования. Обеспечен контроль температуры подшипников вентилятора и уровень их вибрации, контроль сопротивления изоляции и сушка двигателя при снижении сопротивления изоляции ниже допустимого уровня.

В случае если температура струи превышает заданный уровень, который регулируется, система переходит в экстремальный режим, при котором исключаются защиты двигателя и вентилятора.

Для повышения удобства работы персонала в составе контроллера предусмотрен двухстрочный цифробуквенный дисплей с клавиатурой. С клавиатуры персонал может вводить уставки, а на дисплей выводятся текстовые информационные сообщения о режимах работы системы и аварийные сообщения о виде и месте возникших отказов в работе.

Аварийные сообщения запоминаются и могут быть сброшены только вручную.

В системе предусмотрена локальная вычислительная сеть, благодаря которой вся информация о работе системы может быть передана на диспетчерский пункт по интерфейсу RS 485 (протокол Modbus).

Межведомственная комиссия констатировала, что вентиляторы и системы автоматического управления к ним разработаны в полном соответствии с техническими заданиями и параметры их работы соответствуют техническому заданию.

Вентилятор ВОМ-18 с системой автоматического управления находится в эксплуатации на Бакинском метрополитене.

Вентилятор ВОМ-20 с системой автоматического управления приемочной комиссией рекомендован для опытной эксплуатации на Московском метрополитене, которая будет проходить в IV квартале 2005 г.

Конструкторские службы изготовителей вентиляторов и систем автоматического управления работают в направлении дальнейшего совершенствования и повышения надежности работы выпускаемого оборудования.

Метро и тоннели

УПРАВЛЯЕМОЕ ПОГРУЖЕНИЕ В ГРУНТЕ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

А. Г. Мацегора, **А. И. Осокин**, кандидаты техн. наук
В. Б. Иванищев, ЗАО «Геострой»

Строительство комплекса очистных сооружений для цеха по производству алюминиевых банок ОАО «Пивоваренная компания «Балтика» располагается в Выборгском районе Санкт-Петербурга, на пересечении проспекта Энгельса с 6-м Верхним переулком.

Инженерно-геологические изыскания были выполнены ЗАО «ЛенТИСИЗ» в апреле 2003 г.

Учитывая, что объектом рассмотрения в данной работе являлся приёмный резервуар усреднителя канализационных стоков, данные по инженерно-геологическим условиям площадки принимались по изыскательской скважине № 1, которая расположена в непосредственной близости. По результатам бурения этой скважины установлено, что литологический разрез имеет следующее строение по глубине:

- с поверхности до глубины 0,7 м залегают техногенные отложения, представленные насыпными грунтами, включающими супеси с обломками кирпича и щебня;
- с 0,7 до 6,5 м – пески пылеватые, однородные, плотные, серые, насыщенные водой;
- ниже 6,5 м – супеси песчанистые, пластичные, серые, с частыми прослойками песков пылеватых, серых, насыщенных водой, с гравием и галькой (до 4 %).

В этих грунтах был сооружён приёмный резервуар усреднителя канализационных стоков размером 11,8 × 5,8 × 6,5 м. Был принят следующий способ строительства: вокруг будущего резервуара погружён шпунт Ларсен IV и после выборки из ограждённого пространства грунта и установки опалубки возведен железобетонный каркас. При извлечении шпунта произошло всплытие резервуара из-за отсутствия проведения мероприятий по обеспечению его устойчивости: грунтовые анкеры, либо водопонижение, либо использование достаточного пригруза на конструкцию резервуара. После всплытия последнего он был заполнен водой и пригружен сверху дорожными железобетонными плитами. Превышение существующих отметок по отношению к проектным составило

Рис. 1. Расположение точек наблюдения

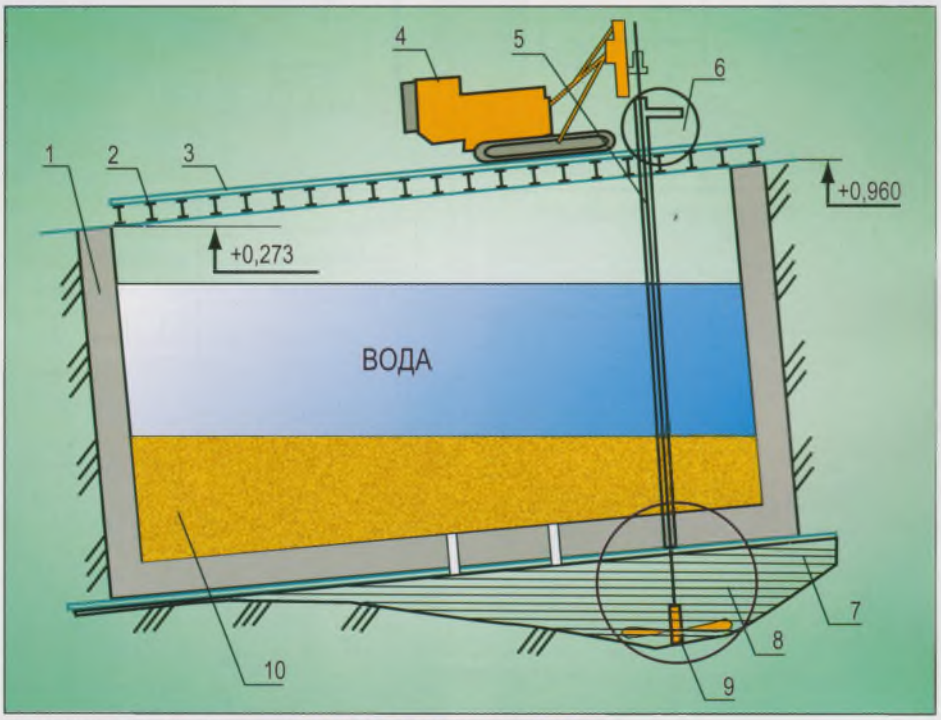


Рис. 2. Схема создания разуплотнения под днищем резервуара:
1 — резервуар, *2* — двутавровая балка, *3* — настил из дорожных плит, *4* — буровая установка, *5* — буровой инструмент, *6* — узел слива пульпы, *7* — зона разуплотнения, *8* — зона размыва, *9* — гидромонитор, *10* — вымываемый в резервуар грунт

(рис. 1): т. А ±283 мм, т. Б ±286 мм, т. В ±969 мм, т. Г ±957 мм, т. Д ±836 мм. Отметки взяты по верхней кромке резервуара.

В связи с требованиями технологов было принято решение о погружении резервуара по линии Д-Г-В до его выравнивания в допустимых для дальнейшего строительства пределах. Данная работа была поручена ЗАО «Геострой».

Для осуществления намеченной задачи выбран метод Jet Grouting для размыва грунта и перемещения его из-под днища внутрь резервуара. В соответствии с разработанным проектом производства работ (ППР) на верхней кромке резервуара устраивается перекрытие из железобетонных балок и дорожных плит для размещения буровой установки (рис. 2). В днище резервуара было устроено три отверстия диаметром до 151 мм, которые обсаживались обсадными трубами и на уровне перекрытия были жёстко зафиксированы сваркой. Следует отметить, что в процессе производства работ проект был откорректирован в сторону увеличения количества отверстий до девяти. Это решение принято по причине обнаружения под днищем котлована мореных отложений, которые сильно препятствовали выполнению работ, что повлияло на продолжительность погружения резервуара.

В соответствии с ППР подготовительные работы проводились в два этапа:

- укладка рабочего настила на резервуаре из металлических балок № 25Б и железобетонных дорожных плит;
- устройство въезда на рабочий настил (пандуса) из песка и дорожных плит;
- завоз технологического оборудования и размещение его на площадке;
- установка оборудования для бурения скважины в днище резервуара;
- бурение скважины в теле днища резервуара на глубину до 300 мм;
- установка в скважину направляющей трубы диаметром 146 мм (заменена трубой диаметром 133 мм);
- бурение лидерной скважины диаметром 112 мм по остальной части днища и грунту;
- спуск в лидерную скважину гидравлического монитора для размыва водой грунта в пространстве под днищем резервуара.

Для выполнения работ использовано следующее оборудование из комплекса Jet Grouting: буровая установка С6 с мачтой 12 м, насосная установка высокого давления Т5-302 с подающим насосом, компрессор «Борей», центробежный насос для заполнения промежуточной ёмкости, растворосмесительный узел

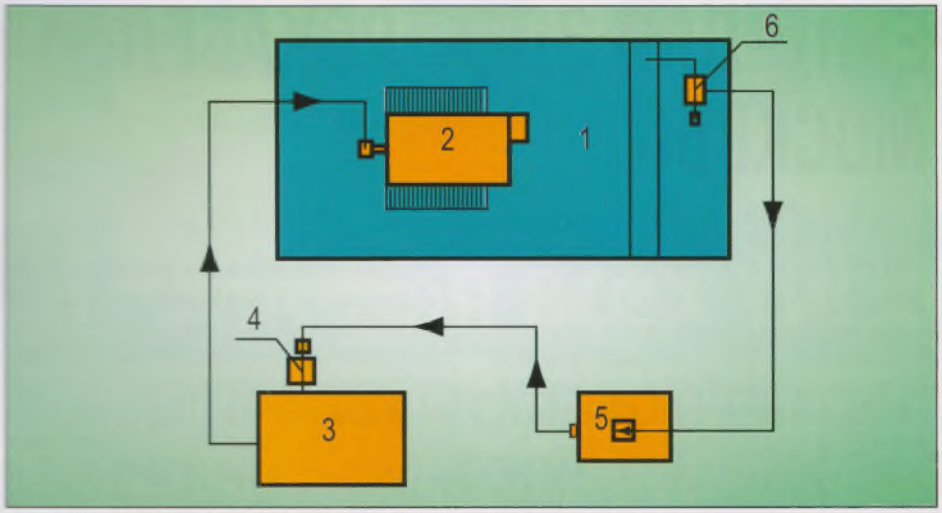


Рис. 3. Схема расположения технологического оборудования:
1 – настил на резервуаре; *2* – буровая установка; *3* – насосный агрегат; *4* – подкачивающий насос; *5* – ёмкость для воды; *6* – подающий насос

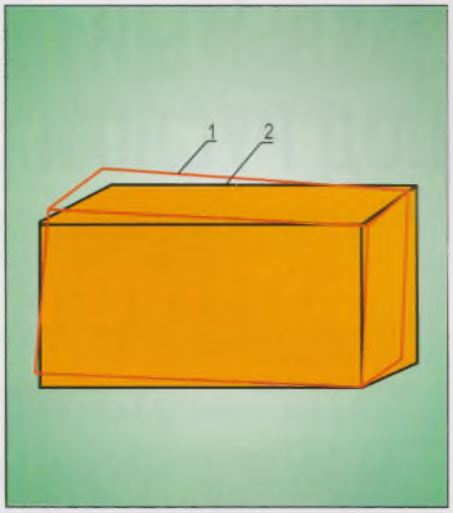


Рис. 5. Положение резервуара:
1 – до начала работ по погружению;
2 – после окончания работ

РМ-2000. Циркуляция воды осуществлялась по замкнутому циклу: резервуар – насосная установка Т5-302 – область размыва – резервуар (рис. 3).

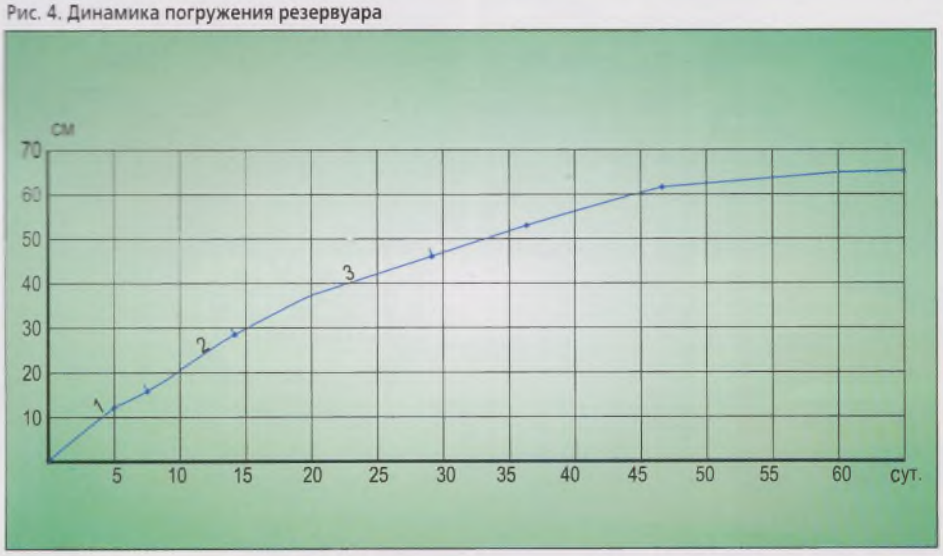
Работы в соответствии с ППР были начаты со скважины № 2. После установки направляющей трубы пробурили лидерную скважину на глубину 7,5 м (на 1 м ниже днища резервуара) и произвели размыв грунта при давлении до 35 МПа. Весь грунт сбрасывался в резервуар, постепенно заполняя его и увеличивая таким образом массу пригруза системы, что соответствовало замыслам авторов проекта и способствовало погружению резервуара. Величина пригруза должна была быть доведена в соответствии с проектом до 1000 т, что и было достигнуто.

Поочерёдно через скважины 1, 2, 3 за первые пять дней работы резервуар погрузили на 120 мм (рис. 4, участок 1). Затем темпы постепенно начали снижаться, поэтому в проект и были внесены изменения в сторону увеличения количества скважин до девяти, что ускорило процесс погружения (рис. 4, участок 2). Это решение вызвано (как уже указывалось нами выше) тем, что под днищем котлована ниже 7,5 м по глубине обнаружены мореные отложения, которые отмечены в результатах инженерно-геологических изысканий. По этой же причине была увеличена глубина лидерных скважин – сначала до 9 м, а потом и до 12 м, что позволило выполнять погружение резервуара в зоне расположения мореных отложений. Для поддержания этого процесса все лидерные скважины были оборудованы эрлифтными трубами, через которые воздух нагнетался круглосуточно без перерывов (рис. 4, участок 3).

В ходе работ проводилось непрерывное инструментальное (с помощью высокоточного нивелира) наблюдение за процессом погружения резервуара, что дало возможность оперативно вмешиваться в процесс и управлять им. Корректировка последовательности процесса на скважинах осуществлялась ежесменно.

В результате проведенных работ резервуар из положения *1* был повёрнут в положение *2* (рис. 5), вращение выполнено вокруг т. Б (см. рис. 1), а конечные значения превышения отметок контрольных точек над проектными составили: т. А ±297 мм; т. Б ±287 мм; т. В ±308 мм; т. Г ±312 мм; т. Д ±324 мм, что удовлетворяет условиям дальнейшего строительства.

Рис. 4. Динамика погружения резервуара



Все скважины по окончании работ заполнены раствором на основе цемента с ускоренными сроками схватывания.

Так как в процессе выправления крена вокруг резервуара и под ним образовалась зона разуплотнения, её необходимо было ликвидировать.

Для этого разработали проект, предусматривающий инъекционное упрочнение грунтов вокруг резервуара и устройство свайного основания под железобетонные конструкции строящегося здания. Данный проект был реализован в полном объеме, что обеспечило успешное завершение работ в установленные сроки.

Выводы

1. Анализ изученных материалов на площадке строительства резервуара показал, что авария произошла по следующим причинам:

- недостаточно изучены инженерно-геологические условия в месте устройства резервуара (при производстве работ установлено наличие в основании резервуара мореных отложений);
- первоначальным проектом не учтены свойства пылевато-глинистых водонасыщенных грунтов разреза к их тиксотропному разупрочнению при динамических воздействиях (выдергивание шпунта). А также возможное создание дополнительной обводненности площадки строительства в весенний период за счет снеготаяния;
- не были включены в проект мероприятия по обеспечению устойчивости резервуара и исключения его всплытия (анкеры, оставление шпунта, водопонижение или дополнительный пригруз).

2. Впервые в российской инженерной практике выполнено управляемое погружение почти готового подземного сооружения с применением технологии Jet Grouting.

3. Данная технология открывает возможность для управляемой корректировки положения не только подземных, но и надземных сооружений при перекосах последних в результате неравномерных осадок.

ЗАКРЫТЫЙ ПЕРЕХОД ДЛЯ ЭЛЕКТРОКАБЕЛЕЙ ПОД РУСЛОМ р. МОСКВЫ

Л. Н. Насыбулина, начальник мастерской № 12, ГУП «Мосинжпроект»

В соответствии с решениями, принятыми правительством Москвы, электроснабжение ММДЦ «Москва-СИТИ» предусмотрено от следующих центров питания:

- электростанции ПС «СИТИ-1», построенной на участке № 25а территории ММДЦ мощностью 88 МВт;
- газотурбинной теплоэлектростанции (ТЭЦ ММДЦ) на 2-й Магистральной улице мощностью 232 МВт, включающей две самостоятельные очереди по 116 МВт.

Электроснабжение первоочередных объектов на территории ММДЦ до ввода в эксплуатацию ТЭС ММДЦ должно осуществляться от ПС «СИТИ-1».

Однако последняя сдана в эксплуатацию с отклонениями от проектной схемы, и ее возможности выпуска мощности, по сведениям ОАО «Мосэнерго», ограничены 7–8 МВт. Для увеличения мощности планируется прокладка линий 110 кВ от ТЭС-12. Их трасса большой протяженности пересекает Кутузовский проспект, Филевскую линию метро, две железнодорожные ветки и последний переход с набережной Тараса Шевченко до Краснопресненской набережной под рекой Москвой.

Данный проект пересечения кабелями 110 кВ русла реки был заказан ОАО «Мосэнерго» в ГУП «Мосинжпроект».

Строительство закрытого перехода предусмотрено методом микротоннелирования (два микротоннеля) из железобетонных труб диаметром 1200 мм. Глубина заложения микротоннелей, около 15 м, выбрана в зависимости от отметок существующего рельефа и отметок русла реки, с учетом гидрогеологических условий строительства.

Для обоснования проекта строительства закрытого перехода мастерской № 8 института «Мосинжпроект» и подрядной организацией БКИИ ГСПИ в мае 2004 г. было выполнено бурение двух скважин (№ 101 и 102) глубиной 25 и 27 м с отбором проб грунта и воды на лабораторные исследования. По материалам проведенных изысканий, с учетом имеющихся архивных материалов, составлен геолого-литологический разрез, совмещенный с продольным профилем закрытого перехода.

При устройстве строительных шахт (после разборки существующего бетонного покрытия в местах, указанных на профиле) будут разрабатываться насыпные песчано-суглинистые грунты со щебнем, шлаком, обломками бетонных конструкций, остатками древесины и другими включениями, аллювиальные пески, местами с гравием и щебнем, юрские и аллювиальные супеси и суглинки, каменноугольные глины, а также каменноугольные известняки и доломиты, местами окремненные.

Кроме того, на глубине до 2,5 м будут встречены фундаменты и бетонные конструкции снесенных зданий и сооружений.

В забое микротоннеля залегают каменноугольные известняки IV группы (35 % от общей массы породы из забоя тоннеля), доломиты VII группы (35 %), известняки окремненные VIII группы (25 %) и кремень сливной X группы по трудности разработки (5 %).

В основании днища камеры № 1 в интервале ПК0+9,6 – ПК2 +10,0 располагаются каменноугольные неверовские глины пылеватые, известковистые, твердые, с расчетным сопротивлением 350 кПа.

На остальном участке трассы и камеры № 2 залегают каменноугольные перхуровские известняки доломитистые, средней прочности.

В гидрогеологическом отношении на участке строительства развиты подземные воды надъюрского водоносного горизонта и двух каменноугольных: перхуровского и ратмировского.

Особо следует отметить, что в интервале ПК0+9,6 – ПК4 гидрогеологические условия проходки микротоннеля и устройства днища камеры № 1 осложнены наличием на уровне низа тоннеля и камеры водоупорных неверовских глин, выше которых залегают обводненные известняки перхуровского и пески объединенного водоносных горизонтов с превышением уровня подземных вод над днищем камеры и тоннеля до 11,5 м.

На входе и выходе кабелей предусмотрены камеры. Конструктивная их часть и технология сооружения с помощью вертикального защитного экрана из труб 325 мм выполнены по проекту ООО «Трансстройтоннель 99».

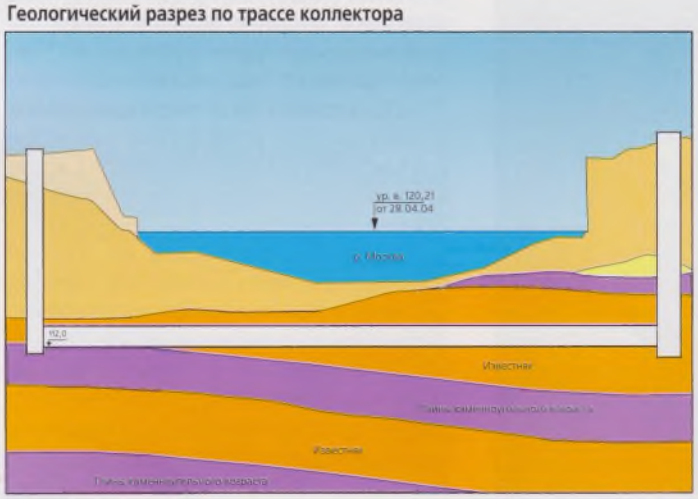
В связи с большим притоком грунтовых вод – до 200 м³/ч – предусмотрено активное водопонижение погружными насосами.

Разработаны закладные детали и металлоконструкции для прокладки кабелей. Все металлоконструкции подлежат антикоррозийному покрытию в заводских условиях – горячему цинкованию. Соединение конструктивных узлов – болтовое, крепление закладных деталей к монолитному железобетону предусмотрено анкер-шпильками HST M 12 × 115/20, крепление кабелей к консолям выполняется по проекту МЭП.

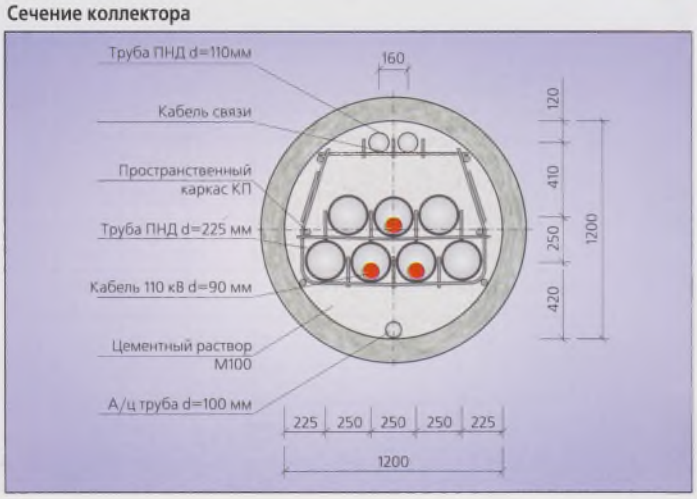
Для укладки кабелей используются трубы ПНД диаметром 225 и 100 мм, водоперепускная асбоцементная труба диаметром 100 мм. Трубы укладываются на металлические пространственные каркасы и протаскиваются в тоннеле при помощи лебедки. Так как участок строительства относится к опасной зоне из-за возможности проявления карстово-суффозионных процессов, приняты усиленные каркасы. Пространство между трубами заполняется цементным раствором М100 при помощи растворонасоса. Трубы для прокладки кабелей свариваются между собой, асбоцементные – соединяются муфтами.

Общая протяженность микротоннеля составляет 228 м.

Геологический разрез по трассе коллектора



Сечение коллектора



WIRTH

NFM TECHNOLOGIES

WIRTH GROUP

ТПМК для всех типов грунтов

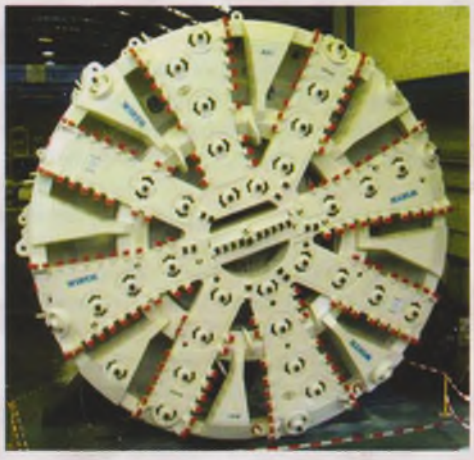
ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ГРУНТОПРИГРУЗОМ. ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ГИДРОПРИГРУЗОМ. У НАС ЕСТЬ ВСЕ!

Крупнейший в мире тоннелепроходческий комплекс с бентонитовым пригрузом диаметром 14,87 м и массой 3100 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 Эркеленце, Германия (200 тыс. м^2)

Завод НФМ в Ле Крезо, Франция (38 тыс. м^2)

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 Bohrgerate-Fabrik GmbH

Генеральный представитель в России М. М. Орданский:
тел.: (095) 998-82-22, тел/факс: (095) 252-19-48, e-mail: polinordan@mail.ru

В. А. Гарюгин, начальник Петербургского метрополитена

ПЕТЕРБУРГСКО

Петербургский метрополитен — это воплощенная в реальность мечта многих поколений жителей нашего города. Еще на рубеже восемнадцатого и двадцатого веков динамично развивающаяся столица государства Российского испытывала серьезные транспортные проблемы, решение которых многие видели в строительстве подземной железной дороги. Но только 15 ноября 1955 г. был дан сигнал к отправлению первого поезда. И вот уже полвека метрополитен надежно служит людям.

Сооружение первой очереди Ленинградского метрополитена — славная страница в истории отечественного метростроения. Всего через десять лет после тяжелого военного лихолетья вторая столица страны получила самый быстрый и комфортабельный пассажирский транспорт. И не просто транспорт. Перед первыми пассажирами предстали метровокзалы, готовые поспорить своим убранством с дворцовыми ансамблями Петербурга. Не случайно по прошествии десятилетий первые восемь станций Петербургского метрополитена от «Площади Восстания» до «Автово» признаны объектами, представляющими культурную и архитектурную ценность.

В первый год эксплуатации услугами подземной железной дороги воспользовались 66 млн пассажиров, а только за январь 2005 г. Петербургский метрополитен перевез 74 млн человек. Одна эта цифра красноречиво говорит о том, какой большой путь пройден за полвека. Сегодня в крупнейший транспортный конвейер города входят четыре подземные трассы общей протяженностью более сотни километров, 59 метровокзалов и 66 вестибюлей, 5 эксплуатационных депо и мощная ремонтная база. Парк подвижного состава насчитывает 1395 вагонов. К платформам пассажиров доставляют 215 эскалаторов. Если вытянуть их в одну ленту, длина лестничного полотна составит боле 50 км. Максимальная парность движения – 32 пар поездов в час. По объемам пассажирских перевозок Петербургский метрополитен прочно удерживает одно из лидирующих мест в первой десятке метрополитенов мира. Только за сутки через турникеты метро проходят около 2,5 млн человек.

Динамично развивающийся город требует и развития транспортного комплекса. Поэтому, начиная с 2005 г., Администрацией Санкт-Петербурга принято решение о значительном увеличении финансирования на строительство новых станций метрополитена. Таким образом, есть все основания полагать, что переступая важный рубеж в своей истории, Петербургский метрополитен будет расти и развиваться, обеспечивая город надежными и безопасными перевозками, сохранив репутацию самого быстрого, надежного и комфортабельного транспорта.

В. И. Клочков, М. Ю. Королев, Д. Л. Бурин,
Петербургский метрополитен

Метрополитен – в переводе с английского означает «столичный». Для жителей и гостей Петербурга эта «городская железная дорога» – самый надежный и популярный вид транспорта. Благодаря интенсивному движению поездов (в часы пик они прибывают на станцию через каждые 1,5–2 мин, средняя скорость движения около 45 км/ч) метрополитен ежедневно перевозит почти 2,5 млн человек. Это обуславливает его высокую социальную значимость и, зачастую, метрополитен рассматривают как основу системы общественного транспорта в больших городах.

Жизнь Санкт-Петербурга, как и любого другого современного мегаполиса, без сети метро просто невозможна. Метрополитен сегодня – это 38 % общегородских перевозок (828,4 млн пассажиров за 2004 г.), 103,4 км тоннелей, 301,4 км развернутой длины ж/д путей, 429 стрелочных перевода, 245,8 км контактного рельса, 1395 вагонов, 1 ремонтное и 5 эксплуатационных депо, 59 станций, 66 вестибюлей, 114 вентшахт, 239 вентиляционных установок, 62 тягово-понизительные подстанции, 215 эскалаторов и целый комплекс других сложнейших инженерно-технических сооружений, устройств и систем.

Станция «Владимирская»

У МЕТРОПОЛИТЕНУ 50

Петербургский метрополитен – чрезвычайно сложный организм, в структуру которого входят более двадцати служб и подразделений. Здесь работают представители трехсот профессий – более 13 тыс. человек, обеспечивающих безопасное и бесперебойное движение поездов.

Метро не случайно называют символом научного прогресса: его работа основана на использовании новейших технологий. В этом отношении Петербургский метрополитен – один из самых передовых в России. Так, в 1958 г. именно в Ленинграде впервые в стране началась разработка системы автоматического управления движением подземных поездов. Она позволяла начинать движение сразу после закрытия дверей вагонов, набирать необходимую скорость и останавливать состав на следующей станции с заданной точностью. Первый состав, оборудованный новой системой управления, вошел в опытную эксплуатацию в 1964 г. В 1970 г. линии 2 и 3 (тогда они назывались Московско-Петроградская и Невско-Василеостровская) были полностью оборудованы автоматикой, что дало возможность перейти на управление поездами машинистом без помощника («в одно лицо»). Показательно, что это произошло одновременно с введением автоматического управления движением за рубежом. Первая в Европе линия метрополитена, использующая новую технологию, – Victoria Line – появилась в Лондонской подземке в 1968 г.

В последующие годы все линии Ленинградского метро были оснащены системами диспетчерского управления и автоведения. В 1986 г. вошла в эксплуатацию первая очередь единой системы АСУ-метро, управляющей всеми технологическими процессами (перевозками, эскалаторами, микроклиматом, энергохозяйством и др.).

В настоящее время на Петербургском метрополитене эксплуатируется «Комплексная автоматизированная система диспетчерского управления «КАС ДУ» разработки центра компьютерных железнодорожных технологий ПГУПС. Эта новая система базируется на микропроцессорной технике и отвечает всем современным требованиям. С ее помощью осуществляется диспетчерский контроль и управление движением поездов, объектами энергоснабжения и сантехустройствами. КАС ДУ оснащены диспетчерские центры всех четырех линий, а также пять станций участка «Спортивная» – «Комендантский проспект» (будущая линия 5). В планах дальнейшего развития – внедрение системы на других станциях.

Петербургский метрополитен постоянно занимается обновлением подвижного состава. В первые месяцы работы Ленинградского метро на линию вышли 59 вагонов типа «Г» (точно такие же вагоны эксплуатировались и в Московском метро). Во второй половине 1950-х – 1970-е гг. на линиях метрополитена эксплуатировались вагоны типа «Д», «Е», «Ем», которые выпускались на Мытищинском машиностроительном заводе и в Ленинграде на заводе им. Егорова. С 1978 г. метрополитен использует более вместительные и надежные вагоны серии 81—717 (714). В последнее десятилетие на подземных магистралях Петербурга все чаще можно встретить комфортные и безопасные поезда серии 81-540 (541), которые постепенно сменяют составы 1960–1970-х гг., отработавшие свой ресурс.

Сотрудники Петербургского метрополитена в течение прошедших 50 лет непрерывно совершенствовали вагонный парк: в частности, были установлены переговорные устройства «пассажир-машинист», вагоны оборудованы резервным управлением, позволяющим вывести состав с линии в случае отказа основной схемы управления, проведен комплекс работ по повышению пожарной безопасности вагонов и т. д. Технические службы метрополитена разрабатывают и изготавливают современные вагономоечные машины. Одна из таким машин уже работает в депо «Московское».

В настоящее время готовится концепция внедрения принципиально нового поколения подвижного состава на базе асинхронного привода и микропроцессорного управления. От реализации этой концепции во многом зависит дальнейшее развитие подвижного состава метрополитена.

Станция «Электросила»

Особое внимание уделяется обеспечению безопасности и бесперебойности движения поездов, а также диагностике наиболее ответственных узлов. Служба пути метрополитена за последние годы провела глобальный комплекс работ – ввела в эксплуатацию дефектоскопы нового поколения, контактные рельсы новой конструкции, модернизировала вагон-дефектоскоп и вагон-путеизмеритель. Служба сигнализации и связи установила современную компьютерную систему контроля нагрева букс ходовых тележек.

Сотрудники метрополитена улучшают качество поездной и маневренной радиосвязи. В настоящее время вместо первых АТС декадно-шагового типа в метрополитене установлена современная цифровая АТС. Постоянно совершенствуется диспетчерская, эскалаторная и тоннельная связь. Вместо магнитофонов для записи диспетчерских переговоров используется цифровой многоканальный комплекс. Развивается служебная сотовая связь. Прорабатывается вопрос внедрения цифровой технологической связи на базе щелевого радиоизлучающего кабеля.

Для бесперебойной работы метрополитена важно не только иметь независимые источники электроэнергии, но и надежное обеспечение теплом. Если до 1990-х гг. теплоснабжение вестибюлей станций осуществлялось исключительно от городских и ведомственных теплоснабжающих организаций, то в последнее десятилетие станции и депо Петербургского метрополитена постепенно переходят на использование автономных источников энергии: электрокотлов, газовых инфракрасных нагревателей. Для обеспечения надежного электропитания ответственных систем применяются источники бесперебойного питания и дизель-генераторы. Начата проработка автоматизированной системы коммерческого учета энергоресурсов.

Особое внимание инженеры Петербургского метрополитена уделяют организации освещения станций и переходов: широко внедряется закарнизное освещение, используются люминесцентные, энергосберегающие лампы. Большой срок службы этих источников света значительно снизил трудоемкость их обслуживания и сэкономил миллионы рублей на оплату электроэнергии.

В 1963 г. было положено начало внедрению автоматизированной системы контроля оплаты проезда в метрополитене (АСКОПМ) – на станциях впервые появились автоматические турникеты. В 1960–1980-е гг. эти устройства принимали монеты, а затем, в начале 1990-х, были переоборудованы под прием жетонов. С 1992 г. осуществляется переоборудование контрольных турникетов: первоначально на одновременный прием жетонов и магнитных карт, а затем – на прием и бесконтактных смарт-карт (БСК). АСКОПМ динамично развивается. Переход на данную технологию позволил существенно повысить имитозащиту карт, увеличить пропускную способность турникетов и снизить затраты на содержание и ремонт технических средств. Кроме того, БСК имеет высокую потребительскую привлекательность за счет возможности совмещения на одном носителе нескольких платежных услуг. Кроме функции оплаты проезда в метрополитене карта позволяет оплачивать проезд в пригородных поездах железной дороги, служит банковской картой и в перспективе может осуществлять еще 14 функций. В ближайшей перспективе БСК будут использоваться и на наземном пассажирском транспорте.

В настоящий момент продолжают работать все 15 эскалаторов на станциях 1-й очереди Ленинградского метрополитена, введенные в эксплуатацию в 1955 г. Большая работа проводится по их модернизации: разработаны и устанавливаются тормоза нового типа, ведется разработка системы микропроцессорного управления приводом эскалатора.

В 2005 г. на станции «Комендантский проспект» были установлены эскалаторы нового поколения. Постепенно происходит замена всех старых машин. Так, в 1990-е гг. были заменены малые эскалаторы на пересадочных узлах «Маяковская» – «Площадь Восстания» и «Невский проспект» – «Гостиный двор».

Одной из основных проблем, связанных с эксплуатацией метрополитена, является усиление протечек в тоннельных и станционных конструкциях. Служба тоннельных сооружений ведет постоянный поиск новых материалов и технологий, которые помогли бы справиться с данной проблемой. Сейчас для ликвидации протечек применяются специальные гидроизоляционные сухие смеси, полимерно-минеральные композиты, растворы на основе смеси эпоксидных смол. На станции «Невский проспект-1» в 1998 г. асбоцементные зонты наклонного хода были заменены зонтами, выполненными из композитного материала. В результате проделанной работы удалось прекратить протечки по наклонному ходу. Активно используются современные методы диагностики конструкций.

В настоящее время проводится модернизация автоматических дверей станций закрытого типа («Петроградская», «Парк Победы», «Василеостровская» и др.). Новые двери более надежны в работе, имеют антивандальное покрытие, просты в обслуживании и ремонте, оснащены компьютерной системой диагностики и управления.

Внедряются передовые компьютерные технологии для решения организационно-экономических задач – подразделения метрополитена теперь используют единую корпоративную автоматизированную систему управления финансовыми ресурсами предприятия «R/3».

В 2004 г. силами службы информационных технологий внедрена корпоративная электронная почта и автоматизированная система электронного документооборота.

В последнее время все большее внимание уделяется антитеррористической защищенности метрополитена. В этой связи сотрудники метрополитена совместно с Управлением внутренних дел на метрополитене (Санкт-Петербург) проводят целый комплекс антитеррористических мероприятий: внедряются современные системы пожарной сигнализации, охранной сигнализацией оборудуются вентиляционные шахты, используются системы видеонаблюдения и системы контроля доступа на базе передовых компьютерных технологий.

Одной из положительных тенденций, которыми отмечено последнее десятилетие, является интеграция Петербургского метрополитена в мировое сообщество предприятий общественного транспорта. Активное участие в работе таких организаций, как Международная Ассоциация «Метро», позволяет широко использовать опыт зарубежных коллег при внедрении в практику Петербургской подземки новейших достижений науки и техники и делиться своими достижениями.

От надежности и безопасности метрополитена зависит работа многих городских служб. Поэтому все усилия сотрудников Петербургского метрополитена направлены на постоянное улучшение качества эксплуатации метро, модернизацию сложного подземного хозяйства для обеспечения безопасного и комфортабельного обслуживания пассажиров.

ХРОНИКА РАЗВИТИЯ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРО

• **Январь 1941** — Совет Народных Комиссаров и ЦК ВКП(б) приняли постановление о строительстве в Ленинграде метрополитена. Работы начаты в апреле 1941 г., прерваны сразу после начала Великой Отечественной войны и возобновлены 22 мая 1946 г.

• **10 декабря 1946** — состоялся первый тур конкурса на архитектурное оформление станций первой очереди строительства Ленинградского метрополитена

• **1950** — подведены итоги III тура конкурса на архитектурное оформление станций Ленинградского метро

• **декабрь 1954** — при исполкоме Ленсовета образовано Управление Ленинградского метрополитена

• **1955** – из Московского метрополитена в Ленинград доставлено 59 вагонов метро типа «Г»

• **март 1955** — организованы курсы по обучению рабочим профессиям для Ленинградского метрополитена. К октябрю 1955 г. подготовлено почти 300 машинистов и помощников машинистов электропоездов, дежурных по станции и посту централизации, электромехаников эскалаторов и тяговых подстанций, бригадиров пути. Производственную практику слушатели курсов проходили на Московском метрополитене. Первые группы машинистов комплектовались из железнодорожников, имевших право управления локомотивами

• **8 октября 1955** — по первой линии Ленинградского метрополитена прошел пробный поезд

• **14 ноября 1955** — указом Президиума Верховного Совета СССР Ленинградскому метрополитену присвоено имя В. И. Ленина

• **15 ноября 1955** — введена в эксплуатацию первая очередь Ленинградского метрополитена от станции «Автово» до станции «Площадь Восстания» протяженностью 10,8 км

• **декабрь 1955** — введена в эксплуатацию первая очередь электродепо «Автово»
- с Мытищинского машиностроительного завода поступили первые 32 вагона новой серии «Д»

• **март 1956** — Техническая школа метрополитена приняла первых учащихся

• **1956** — впервые на сети железных дорог и метрополитенов применена автоматическая воздушная очистка стрелочных переводов на парковых путях

• **1957** — для производства капитального ремонта эскалаторов и двигателей подвижного состава созданы Объединенные мастерские метрополитена. Впоследствии были организованы около 20 участков и отделений: механосборочное, станочное, шлифовальное, термическое, гальваническое, инструментальное, ремонтно-хозяйственное, на мастерские возложили обязанность заниматься изготовлением новой техники. Здесь изготавливались автоматы для размена монет, автоматические контрольные пункты для станций метрополитена, подметальные и грязеуборочные машины. С 1 января 2002 г. Объединенные мастерские получили статус завода

• **1957** — начато внедрение радиооповещения на поездах

• **1 июня 1958** — введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) от станции «Площадь Восстания» до станции «Площадь Ленина» протяженностью 3,4 км

• **1958** — впервые в стране на метрополитене начаты работы по автоматизации управления поездами

• **13 августа 1960** — введен в строй второй наклонный ход и наземный вестибюль станции «Площадь Восстания» со стороны Московского вокзала

• **29 апреля 1961** — введена в эксплуатацию первая очередь Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) от станции «Парк Победы» до станции «Технологический институт» протяженностью 6,5 км

• **июнь 1961** — для детей сотрудников Ленинградского метрополитена открыт пионерский лагерь в поселке Рощино на Карельском перешейке

• **1962** — начато оборудование станций автоматическими контрольными пунктами и монеторазменными автоматами

• **1962** — воздушно-тепловые завесы станций переведены на автоматическое программное управление

• **1 июля 1963** — введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) от станции «Технологический институт-2» до станции «Петроградская» протяженностью 5,9 км

• **1964** — начал эксплуатироваться первый на метрополитенах страны контактно-аккумуляторный электровоз.

• **1964** — на тяговой подстанции установлен первый опытный полупроводниковый кремниевый выпрямитель тягового тока

• **1964** — введены в эксплуатацию эскалаторы новой серии ЛП

• **9 октября 1965** — на Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) начаты испытания системы автоматического управления поездами

• **1965** – Кировско-Выборгская линия (ныне линия 1) оснащена поездной диспетчерской радиосвязью

• **1966** — закончен перевод эскалаторов на скорость движения 0,94 м/с вместо 0,72 м/с

- **май 1966** — поступили первые вагоны серии «Е», изготовленные на Мытищинском вагоностроительном заводе
- **1 июня 1966** — на Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) открыто движение на участке от станции «Автово» до станции «Дачное» протяженностью 1,5 км
- **июнь 1966** — созданы эскалаторная служба и служба электроподстанций и сетей. Образована служба пути как самостоятельное подразделение метрополитена
- **1967** — организована служба подвижного состава. Образованы службы тоннельных сооружений и санитарно-техническая (впоследствии электромеханическая)
- **январь 1967** — началась опытная эксплуатация автоведения поездов на Московско-Петроградской линии (ныне линия 2)
- **3 ноября 1967** — введена в эксплуатацию первая очередь Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) от станции «Василеостровская» до станции «Площадь Александра Невского» протяженностью 8,2 км
- **1968** — на совмещенных тягово-понизительных подстанциях начата плановая замена ртутных выпрямителей кремниевыми
- **1968** — поступили первые вагоны серии «ЕМ», изготовленные на вагоностроительном заводе им. И. Е. Егорова. Отличаются от вагонов серии «Е»: симметричным расположением дверей, увязкой дверной сигнализации с устройством управления, наличием системы автоведения
- **июнь 1968** — началась опытная эксплуатация автоведения поездов на Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3)
- **1969** — введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) от станции «Парк Победы» до станции «Московская» протяженностью 1,8 км
- **1969** — начата модернизация освещения всех станций и вестибюлей с заменой ламп накаливания на люминесцентные и дуговые ртутные лампы
- **1969** — объем перевозки пассажиров превысил один миллион человек в сутки
- **11 апреля 1969** — начался перевод управления электропоездами одним машинистом без помощника
- **1969** — организована медсанчасть метрополитена
- **1969** — котельная на площадке «Автово» переведена с угля на газ
- **1969** — Объединенными мастерскими организован серийный выпуск поломоечных и подметальных машин
- **30 июня 1970** — в депо «Дачное» начато производство подъемочного ремонта вагонов на поточной линии
- **21 декабря 1970** — введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) от станции «Площадь Александра Невского» до станции «Ломоносовская» протяженностью 6,15 км
- **1971** — начато внедрение системы автоматического и дистанционного управления эскалаторами
- **январь 1971** — Межведомственная комиссия Государственного комитета СМ СССР по науке и технике приняла в постоянную эксплуатацию автоматическую систему управления ведения поездов на Московско-Петроградской (ныне линия 2) и Невско-Василеостровской (ныне линия 3) линиях
- **7 января 1971** — Указом Президиума Верховного Совета СССР Ленинградский метрополитен награжден Орденом Ленина
- **1972** — введено в эксплуатацию электродепо «Московское». На парковых путях депо впервые на метрополитене введена блочная маршрутно-релейная централизация
- **12 декабря 1972** — введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) от станции «Московская» до станции «Купчино» протяженностью 4,4 км
- **1973** — в тоннелях всех линий метрополитена во время движения электропоездов погашено освещение
- **1973** — создано ремонтно-строительное управление Ленинградского метрополитена
- **1973** — закончено усиление тягового электроснабжения Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) для пропуска 40 пар восьмивагонных составов и Московско-Петроградской (ныне линия 2) – шестивагонных составов
- **1973** — переведены на телеуправление и телесигнализацию санитарно-технические устройства Кировско-Выборгской (ныне линия 1) и Московско-Петроградской (ныне линия 2) линий
- **1974** — создан отдел автоматизированных систем управления метрополитеном
- **1974** — в отделе автоматизированных систем управления метрополитеном начата установка первой управляющей электронной вычислительной машины М-6000
- **2 сентября 1974** — приняло первых учащихся профессионально-техническое училище № 115 метрополитена
- **1974** — введен в эксплуатацию первый на метрополитене грузовой вагон для перевозки колесных пар, тяговых двигателей и других грузов
- **1975** — принят в эксплуатацию новый вагон-дефектоскоп, изготовленный на базе вагона серии «Е» и контролирующий одновременно две рельсовые нити
- **22 апреля 1975** — введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) от станции «Площадь Ленина» до станции «Лесная» протяженностью 3,49 км
- **21 мая 1975** — метрополитены страны переданы в ведение Министерства путей сообщения
- **31 декабря 1975** — введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) от станции «Лесная» до станции «Академическая» протяженностью 5,26 км. Открыта поликлиника метрополитена
- **1976** — сдана в эксплуатацию вторая очередь депо «Дачное» с поточными линиями среднего и капитального ремонта вагонов.
- **1976** — на станции «Технологический институт» смонтирована первая телевизион-

ная установка для обзора эскалаторов и среднего зала станций
- **1976** — на совмещенных тягово-понизительных подстанциях начата замена тяговых масляных трансформаторов на сухие
- **1976** — начато производство среднего ремонта вагонов в депо «Дачное»
- **декабрь 1976** — Государственной комиссией принята в эксплуатацию система автоматического управления поездами на Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1)
- **1977** — поступили первые вагоны новой серии 81—717 (714)
- **29 сентября 1977** — введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) от станции «Автово» до станции «Проспект Ветеранов» протяженностью 3,62 км
- **1978** — начат перевод линий на автоматический учет электроэнергии
- **29 декабря 1978** — введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии (ныне линия 1) от станции «Академическая» до станции «Девяткино» протяженностью 4,32 км
- **1978** — сдана в эксплуатацию центральная телефонная станция на две тысячи номеров
- **1978** — закончен перевод управления поездами всех линий машинистами без помощников
- **1978** — начата эксплуатация эскалаторов новой серии ЭТ
- **1978** — введен в эксплуатацию контактно-аккумуляторный электровоз с тиристорно-импульсным управлением и рекуперативным торможением
- **1978** — на площадке депо «Московское» закончено строительство главного склада службы материально-технического снабжения
- **1978** — начат монтаж клееболтовых изолированных стыков рельсов.
- **1979** — депо «Дачное» начато производство капитального ремонта вагонов
- **1979** — для сотрудников Ленинградского метрополитена открыта база семейного отдыха на реке Оредеж
- **28 сентября 1979** — введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) от станции «Василеостровская» до станции «Приморская» протяженностью 2,36 км
- **1979** — введено в эксплуатацию электродепо «Северное»
- **1979** — закончено усиление системы тягового и внешнего электроснабжения Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) для пропуска 44 пар шестивагонных составов с двигателями 110 квт
- **1979** — начато оснащение линий метрополитена охранно-пожарной сигнализацией
- **1980** — все станции оснащены световыми информационными указателями и пиктограммами
- **ноябрь 1980** — открыт санаторий-профилакторий метрополитена на 400 мест в Зеленогорске
- **1980** — завершена реконструкция электрочасового хозяйства с установкой электронных суточных и интервальных часов с секундным отсчетом времени
- **1980** — создан музей метрополитена
- **1980** — переведены на телеуправление санитарно-технические устройства Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3)
- **1981** — впервые на метрополитене создан вагон-лаборатория по проверке путевых технических средств КСАУП, АЛС, радиосвязи, энергообеспечения
- **9 сентября 1981** — введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) от станции «Ломоносовская» до станции «Обухово» протяженностью 4,3 км
- **1981** — объем перевозки пассажиров превысил два миллиона человек в сутки
- **1981** — на площадке депо «Московское» закончено строительство рельсосварочной базы с механическими мастерскими службы пути
- **1981** — создан вычислительный центр метрополитена
- **1982** — на Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) установлен первый прибор обнаружения нагрева букс проходящих поездов
- **1982** — на Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) введена система автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости – АЛС-АРС
- **4 ноября 1982** — введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) от станции «Петроградская» до станции «Удельная» протяженностью 7,19 км
- **1983** — прошла обкатка первого в стране вагона метрополитена с асинхронным тяговым приводом
- **1983** — начата замена на подстанциях масляных трансформаторов СЦБ сухими
- **1983** — в депо «Московское» введен в действие первый на метрополитене оздоровительный комплекс
- **1984** — на совмещенных тягово-понизительных подстанциях начата установка телеуправляемых защитных заземлителей 825 В
- **1984** — задействована система автоматического и дистанционного управления освещением на первых четыре станциях
- **28 декабря 1984** — введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии (ныне линия 3) от станции «Обухово» до станции «Рыбацкое» протяженностью 3,23 км
- **30 декабря 1985** — введена в эксплуатацию первая очередь Правобережной линии (ныне линия 4) от станции «Площадь Александра Невского» до станции «Проспект Большевиков» протяженностью 6,83 км
- **1985** — на Правобережной линии (ныне линия 4) задействовано новое основное средство сигнализации при движении поездов АЛС-АРС
- **1985** — на станциях «Московские ворота» и «Петроградская» внедрены первые системы управления работой станции с теленаб-

людением за пассажиропотоком от вестибюля до платформы — СУРСТ

- **1986** — принята в эксплуатацию первая очередь автоматизированной системы управления метрополитеном — АСУ-метро. Введено в эксплуатацию электродепо «Невское»
- **1986** — на Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) начала действовать система АЛС-АРС
- **май 1986** — создано проектное конструкторское технологическое бюро метрополитена
- **30 сентября 1987** — введен в эксплуатацию участок Правобережной линии (ныне линия 4) от станции «Проспект Большевиков» до станции «Улица Дыбенко» протяженностью 1,76 км
- **19 августа 1988** — введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) от станции «Удельная» до станции «Проспект Просвещения» протяженностью 3,73 км
- **1988** — база отдыха «Кабардинка» на Черном море приняла первых отдыхающих
- **1989** — при железнодорожной больнице имени Ф. Э. Дзержинского для сотрудников Ленинградского метрополитена построен лечебный корпус на 500 коек
- **1989** — на Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) внедрены автоматический контроль параметров воздуха и автоматизированная система дистанционного управления тоннельной вентиляцией
- **1989** — на Московско-Петроградской линии (ныне линия 2) введен автоматический контроль параметров воздушной среды
- **1990** — начала действовать первая в Ленинграде и области установка по утилизации люминесцентных ламп
- **1990** — для поликлиники метрополитена построено новое здание
- **1990** — внедрен вагон-габаритометр, выполненный силами ПКТБ и службы пути на базе вагона серии «ЕМ»
- **1991** — Профессионально-техническое училище № 115 переименовано в Технический лицей метрополитена
- **декабрь 1991** — метрополитен передан из МПС в ведение администрации города
- **30 декабря 1991** — введен в эксплуатацию участок Правобережной линии (ныне линия 4) от станции «Площадь Александра Невского-2» до станции «Садовая» протяженностью 4,69 км
- **1992** — Кировско-Выборгская (ныне линия 1) и Невско-Василеостровская (ныне линия 3) линии оборудованы системой автоматического контроля параметров воздуха
- **июль 1992** — Ленинградский метрополитен имени В. И. Ленина переименован в Петербургский метрополитен
- **декабрь 1992** — создана служба социальных объектов
- **июнь 1995** — внедрена первая очередь системы прохода пассажиров в метрополитен по магнитным картам
- **декабрь 1995** — на участке между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» произошел разлом тоннелей и их затопление. Движение поездов прекращено и линия № 1 разорвана
- **1996** — начаты разработка и внедрение нового поколения устройств по управлению движением поездов на основе микропроцессорной техники – системы «Движение», которая призвана существенно расширить круг решаемых задач и заменить устаревшие системы централизации стрелок и сигналов, автоведения поездов
- **1997** — начаты разработка и внедрение Комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления (КАС ДУ). Новая система использует микропроцессорную технику, предназначена для диспетчерского контроля и управления движением поездов, объектами энергоснабжения и сантехустройствами, и призвана заменить устаревшие и физически изношенные системы телемеханики
- **15 сентября 1997** — введен в эксплуатацию участок Правобережной линий (линия 4) от станции «Садовая» до станции «Чкаловская» протяженностью 4,73 км
- **январь 1998** — служба спецсооружений метрополитена вошла в состав электромеханической службы
- **1998** — проведено техническое перевооружение 65 вестибюлей Петербургского метрополитена универсальными турникетами нового поколения УТ-96
- **1998** — в автоматизированной системе контроля оплаты проезда в метрополитене (АСКОПМ) внедрена третья очередь — база данных проездных документов, позволяющая работать в реальном времени и вести мониторинг состояния технических средств системы
- **15 января 1999** — введен в эксплуатацию участок Правобережной линии (линия 4) от станции «Чкаловская» до станции «Старая Деревня» протяженностью 4,11 км
- **3 сентября 1999** — на Правобережной линии (линия 4) открылась для пассажиров станция «Крестовский остров»
- **август 2000** — создана служба договорных отношений
- **сентябрь 2000** — организована служба капитального строительства
- введена в опытную эксплуатацию I очередь Комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления (КАС ДУ).
- **январь 2001** — построено электродепо «Выборгское»
- **май 2001** — создана служба сбора доходов
- **ноябрь 2001** — создана служба общественного питания
- **2001** — станции «Академическая» и «Политехническая» оснащены станционной аппаратурой комплексной системы обеспечения безопасности движения и автоматизированного управления движением поездов (СА КСД)
- **2001** — начаты эксплутационные испытания микропроцессорной системы интервального регулирования движения

поездов с рельсовыми цепями, использующими фазоразностную модуляцию сигналов

- **июль 2003** – создана служба контроля на метрополитене. В ее состав введен отдел ведомственной пожарной охраны
- **2003** – осуществлен перевод на Комплексную автоматизированную систему диспетчерского управления (КАС ДУ) диспетчерских центров управления:
  - энергодиспетчерский круг линии 4 (ЭДП-4);
  - энергодиспетчерский круг линии 1 (ЭДП-1) (с объединением двух кругов «Север» (участок от ст. «Девяткино» до ст. «Площадь Мужества») и «Юг» (участок от ст. «Лесная» до ст. «Проспект Ветеранов»));
  - крут поездных диспетчеров линии 3 (ДЦХ-3);
  - крут поездных диспетчеров линии 4 (ДЦХ-4);
  - автоведение поездов на линиях 1, 4, 3
- **2003** – проведены эксплуатационные испытания системы автоматической идентификации номеров маршрутов на линии 4
- **2003** – введена первая очередь автоматизированной системы учета и анализа работы линий метрополитена (АСУ АРЛМ)
- **2003** – завершено внедрение поездной аппаратуры комплексной системы обеспечения безопасности движения и автоматизированного управления движением поездов (ПА КСД) на линии 2 (оснащен весь парк – 63 состава электродепо «Московское»)
- **2003** – завершены эксплуатационные испытания станционной аппаратуры комплексной системы обеспечения безопасности движения и автоматизированного управления движением поездов (СА КСД) на станциях «Академическая» и «Политехническая»
- **26 июня 2004** – восстановлено движение от станции «Лесная» до станции «Площадь Мужества» на Кировско-Выборгской линии (линия 1)
- **август 2004** – ликвидирована Дирекция строящегося метрополитена
- **2004** – внедрена технология бесконтактных смарт-карт (БСК). Станции метрополитена оснащены устройствами обработки бесконтактных смарт-карт
- **2004** – внедрена корпоративная электронная почта и автоматизированная система электронного документооборота
- **2 апреля 2005** – введен в эксплуатацию участок Правобережной линии (линия 4) от станции «Старая Деревня» до станции «Комендантский проспект» протяженностью 2,66 км

Станция «Пушкинская»

Станция «Спортивная»

Станция «Комендантский проспект»

КИЕВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Н. Н. Шавловский, начальник Киевского метрополитена, заслуженный работник транспорта Украины

45 лет исполнилось Киевскому метрополитену. Сегодня для киевлян и гостей города это самый удобный и надёжный вид транспорта. А кроме этого, существующий пассажиропоток в метро свидетельствует о нём как об основном перевозчике города. Каждый день услугами метрополитена пользуется более 1,6 миллиона человек, при этом пассажиропоток из года в год увеличивается.

Идея строительства подземной железной дороги в Киеве зародилась ещё в 1884 г. Тогда этот вид транспорта завоевал популярность не только у себя на родине, в Лондоне, но и в других крупных городах мира. Несколько проектов строительства даже были рассмотрены в своё время Городской Думой, затем правительством гетмана Скоропадского. Однако лишь в 1936 г. к этому вопросу подошли очень близко – Президиум Киевсовета рассмотрел дипломную работу выпускника Московского института инженеров транспорта Папазова «Проект Киевского метрополитена» и одобрил её. Через два года в рамках проекта началось строительство двух тоннельных переходов под рекой Днепр. По состоянию на июнь 1941 г. был выполнен большой объем работ, проложено несколько сот метров тоннелей глубокого и мелкого заложения. Но, в связи с началом войны, было принято решение работы прекратить, технику и оборудование эвакуировать, а тоннели затопить.

Война ещё не закончилась, когда в Москве вспомнили о незаконченном строительстве. Постановлением Совнаркома от 5 августа 1944 г. предписывалось «приступить к изыскательским работам по трассе, к составлению технического проекта и генеральной сметы с тем, чтобы внести на утверждение Правительства СССР в IV квартале 1944 г. проектное задание по строительству Киевского метрополитена». Наркомфин СССР выделил Украине из резервного фонда Совнаркома Советского Союза 1 миллион рублей на проектно-изыскательские работы по сооружению Киевского метрополитена. Правда, опять надлежало начинать всё с чистого листа. В Киев была спешно направлена группа проектировщиков.

Учитывая то, что в Москве метрополитен функционировал с 1935 г. и там был накоплен опыт как строительства, так и эксплуатации метро, к прокладке подземной трассы в Киеве подключились московские специалисты. В частности, ими оказывалась помощь в разведывательных и проектных работах будущей трассы, разработке технической документации, позже – в проходке тоннелей и подготовке специалистов. Это была очень существенная помощь.

В 1947 г. проектное задание было утверждено, а уже в августе 1949 г. фактически началось строительство. Вновь созданные организации «Киевметрострой» и «Киевметропроект» приступили к работе.

Одиннадцать лет напряженного и самоотверженного труда тысяч людей ушло на то, чтобы создать новую мощную транспортную систему: 6 ноября 1960 г. был открыт первый участок Святошино-Броварской линии протяженностью 5,2 км с пятью станциями. Это было значительное событие как для Киева, так и для всей Украины. Сегодня на этой линии функционирует 18 станций.

С развитием города строился и метрополитен: открывались новые станции, прокладывались новые линии. Киевсовет стремился учесть постоянно растущую потребность жителей и гостей города в перевозках. Строительство велось широкими темпами и, как правило, каждый год вводилось по 2–3 станции. Так, с 1976 г. началась эксплуатация первого участка Куренёвско-Красноармейской линии (сейчас здесь 12 станций), а в 1989 г. открылось движение на Сырецко-Печерской линии (сейчас 14 станций).

Говорят, метро – зеркало своего времени. Наши архитекторы постарались, чтобы станции Киевского метрополитена отличались не только архитектурными акцентами, но и тематикой. Все они очень разные. Местонахождение многих из них легко определить по их названию, ему же соответствует и тематическое оформление станций. Каждая гармонично вписывается в архитектурный интерьер города и имеет неповторимый облик. Даже если станции однотипные, они всё равно отличаются внутренней облицовкой, светотехническим решением и т. д. А такие станции как «Вокзальная», «Университет», «Крещатик» и «Арсенальная» внесены в реестр историко-архитектурных памятников и монументального искусства Украины.

В настоящее время Киевский метрополитен – это три транспортные линии общей протяженностью 58,7 км, три пересадочных узла, 44 станции, 111 эскалаторов, действую-

Станция «Бориспольская»

щих на 23-х станциях. В 2006 г. начнут эксплуатироваться ещё две станции на Сырецко-Печерской линии.

К 2020 г. подземная магистраль Киева достигнет 110,5 км, здесь будет 84 станции и девять пересадочных узлов. А на карте метрополитена появится ещё две линии: Подольско-Воскресенская и Левобережная. Таким образом, все районы города будут соединены подземной транспортной сетью. Более близкая перспектива развития метро – до 2010 г. – предусматривает ввод в эксплуатацию 15,8 км дороги и открытие 16-и станций.

В текущем году ко Дню Независимости Украины была открыта станция «Бориспольская», которая имеет ряд преимуществ в пользовании социально-незащищёнными людьми. Теперь попасть на станцию без посторонней помощи могут инвалиды на колясках – для них смонтированы лифты-подъёмники, а для пассажиров с плохим зрением на краю платформы нанесено специальное ограничительное покрытие из объёмного пластика, что поможет им самостоятельно ориентироваться при посадке в вагон. Забота о пассажирах – наша святая обязанность.

Сегодня инвентарный парк вагонов Киевского метрополитена составляет 617 единиц: 266 вагонов обслуживают пассажиров Святошино-Броварской линии (максимальная интенсивность движения здесь 38 пар поездов в час), 192 – Куренёвско-Красноармейской (40 пар), 159 – Сырецко-Печерской линии (27 пар). Увеличить интервал движения на третьей линии пока невозможно ввиду того, что подвижной состав её и Куренёвско-Красноармейской линии обслуживает одно депо «Оболонь». Сейчас ускоренными темпами идет строительство электродепо «Червоный хутир». Святошино-Броварскую линию обслуживает депо «Дарница».

На данном этапе коллектив метрополитена совместно с Крюковским вагоностроительным заводом (Полтавская область) работает над серийным выпуском отечественных эскалаторов. Кстати, на открытой в прошлом году станции «Сырец» установлены четыре таких машины и две – в переходе на станции «Лисова», которые были сданы в эксплуатацию в середине октября этого года. Переход на выпуск украинских эскалаторов экономически оправдан, считают специалисты. Ведутся работы по модернизации рабочих мест диспетчеров служб движения, энергоснабжения, эскалаторной и электромеханической. Внедрена компьютерная система предрейсового осмотра локомотивных бригад. Освоены новые рекламные технологии – с использованием жидкокристаллических и плазменных мониторов на станциях и в вагонах метрополитена. В прошлом году мы реорганизовали объединённые мастерские в завод, где комплектуется подвижной состав и оснащается современным оборудованием.

У метрополитеновцев Киева много планов. Это и строительство мастерских по ремонту действующих эскалаторов, и создание современной системы технологической радиосвязи, которая будет способствовать повышению безопасности перевозки пассажиров, согласованию действий оперативного персонала и аварийно-восстановительных формирований в случае возникновения нештатных ситуаций. Создаётся система видеонаблюдения и система управления работой станций, разрабатывается современный вагон-лаборатория для проведения неразрушающего контроля рельс быстрыми методами, измерение габаритов, состояние контактного рельса, радиосвязи и других параметров. Кроме этого, у нас постепенно внедряется система оплаты проезда пассажиров с использованием бесконтактных карточек. В ноябре на рассмотрение Киевской городской администрации будет представлен пилотный проект оплаты проезда в зависимости от дальности поездки. В 2006 г. планируется ввод в эксплуатацию второй очереди депо «Червоный хутир».

Сегодня наши специалисты работают над усовершенствованием подвижного состава с тем, чтобы пассажирам было ещё комфортнее в метро. Известный киевлянам поезд «Столичный» был восстановлен из старых вагонов, после ремонта он вышел с мониторами, где размещается свежая общественно-политическая информация и реклама. Пасса-

Работы по устройству верхнего строения пути, 1962 г.

Новые метровагоны производства Крюковского вагонзавода

Видеонаблюдение на станции «Сырец»

Станция «Золотые ворота»

жирам с недостатком слуха мониторы помогают сориентироваться с остановками. Считаем целесообразным и в дальнейшем реконструировать старые вагоны, это обходится дешевле, чем покупка новых, а результат не хуже. Однако это не означает, что мы не заинтересованы в пополнении подвижного состава новыми вагонами. Сегодня на завершающей стадии находятся работы по изготовлению первого отечественного поезда, который по всем техническим параметрам и удачному дизайну не уступает лучшим зарубежным аналогам, но для нас обходится значительно дешевле. Изготавливает такой поезд Крюковский вагоностроительный завод, о котором здесь уже упоминалось.

Пассажиры Киевской подземки сегодня уверены в надёжности нашего метрополитена, так как мировым стандартам соответствует основная система обеспечения безопасности движения поездов – система автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости, а также оперативно-технологическая связь, сеть телевизионных экранов на станциях, управление стрелками и сигналами станций метро с центрального диспетчерского поста с компьютерным управлением, руководство работой станций с применением технадзора, стабильная мобильная связь со станций и электропоездов. Кроме всего перечисленного, линии метрополитена оборудованы устройствами автоматического выявления неполадок, которые могут привести к аварийным ситуациям.

С целью улучшения культуры обслуживания и повышения безопасности пассажиров у нас внедряются камеры видеонаблюдения, устройства ликвидации взрывоопасных предметов, металлоискатели и др. Специалисты метрополитена работают над применением самых современных технологий с тем, чтобы заранее избежать нестандартных ситуаций.

Метро – очень сложная структура, поэтому и к кадровому потенциалу у нас отношение особое. Мы высоко ценим высшее образование и желание сотрудников повышать свой профессиональный уровень. Из 7386 работающих в метро 3210 имеют высшее образование, ещё 415 сотрудников совмещают работу с учёбой в вузах страны. В целом же, у нас трудятся специалисты 240 профессий. Ежегодно наш коллектив пополняется тридцатью выпускниками университетов и техникумов. В то же время при метрополитене функционирует техническая школа, которая, согласно учебному плану, проводит как обучение будущих сотрудников метрополитена, так и повышение квалификации уже работающих.

Наши сотрудники любят свой метрополитен и гордятся им. Мы же, в свою очередь, заботимся об их досуге. К примеру, в этом году заканчивается капитальный ремонт семейной базы отдыха под Киевом, дети сотрудников каждый год отдыхают на море в Скадовске, для пенсионеров и инвалидов действует система социальных льгот и гарантий – это предусмотрено в Коллективном договоре. В текущем году для проведения праздничных мероприятий капитально отремонтирован актовый зал, причем его нынешнему состоянию могут позавидовать даже некоторые театры города. Гордость коллектива – команда «Метро» по мини-футболу, которая в этом году за победу в первенстве Украины награждена малыми золотыми медалями. Сейчас команда играет в Высшей лиге, и все мы очень надеемся, что ребята, кстати, работники метрополитена, смогут завоевать право выступать за границей и там защищать честь украинского футбола. Кроме этого, фольклорный коллектив «Червона калына» тоже выступает под эгидой Киевского метрополитена. Звание «народный» свидетельствует о том, что его творчество высоко оценено.

Нашему метрополитену есть чем гордиться. Но главное наше достижение – высокопрофессиональный коллектив, всецело отдающий себя родному предприятию. МТ

Станция «Сырец»

КНИГИ, ВЫПУЩЕННЫЕ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ «ТА ИНЖИНИРИНГ»

Выпущена новая книга о проходке тоннелей в зоне «Размыв» Санкт-Петербургского метрополитена .

Авторы книги — группа ученых и инженеров из Санкт-Петербурга, занимающихся проектированием метрополитенов и подземных сооружений, рассказывают об истории возникновения проблемы, предложенных технических решениях и их успешной реализации.

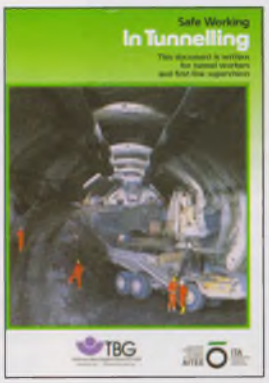
Книга предназначена как для специалистов, так и для людей, интересующихся подземным строительством.

Формат издания — А5, обложка — жесткая, цветные иллюстрации, количество страниц 120.

Цена 430 р.

По вопросам приобретения обращайтесь:
ООО «ТА Инжиниринг»
тел.: (095) 929-64-82, 929-66-73
факс (095) 929-65-48

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ



Тоннельной ассоциацией России совместно с ОАО «Мосметрострой» подготовлено к выпуску в свет русское издание иллюстрированного наглядного пособия **«Безопасность работ при строительстве подземных сооружений»**, которое в истекшем году было опубликовано Международной тоннельной ассоциацией.

В этом интересном практическом пособии на основе проделанного авторами анализа обстоятельств и причин многочисленных опасных и аварийных ситуаций, взятых из мировой практики подземного строительства, в простой доходчивой форме графически представлены необходимые и достаточные предупредительные меры, а также действующие нормативы безопасности, средства индивидуальной и коллективной защиты работающих.

Иллюстративный материал с необходимыми комментариями сгруппирован в десяти разделах.

Книга предназначена для организаторов подземного строительства, работников службы охраны труда и промышленной безопасности.

Ориентировочная стоимость одного экземпляра 420 р.

Для определения тиража указанного издания руководителям заинтересованных организаций необходимо направить заявку по адресу: *107078, Москва, Садово-Спасская ул., 21, для Тоннельной ассоциации России (тел.: (095) 208 80 32, 208 80 34, 208 81 72; факс (095) 207 32 76).*

НОВТЕХСТРОЙ
ПОСТАВКА МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЕ БЕЗУСАДОЧНЫЕ
СУХИЕ БЕТОННЫЕ СМЕСИ
И ГЕРМЕТИКИ

МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО, СОЗДАННЫЕ СЕГОДНЯ
УЛЬТРАПРОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ
И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЕТОНА
ТЕХНОЛОГИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ

МОСКВА ВАРШАВСКОЕ Ш. Д.36, КОРП.8 5 ЭТАЖ
ТЕЛ./ФАКС: 933-2754 INFO@NOVTEHSTROY.RU
WWW.NOVTEHSTROY.RU

ТУШЕНИЕ ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЙ В ТОННЕЛЕ МЕТРОПОЛИТЕНА ПРИ НАЛИЧИИ РАБОЧЕГО НАПРЯЖЕНИЯ НА КОНТАКТНОМ РЕЛЬСЕ

В. Н. Бордаков, к. т. н, **А. В. Карпышев**, к. т. н, **В. В. Матушкин**, НИИНТ при Московском авиационном институте
В. П. Прохоров, к. т. н, **А. В. Ершов**, ГУП «Московский метрополитен»
М. Д. Сегаль, д. т. н., ИБРАЭ РАН

В современных условиях нарастания негативных факторов техногенного, природного и террористического характера особую значимость приобретают проблемы повышения противопожарной защиты метрополитена, поскольку последствием крупных пожаров в нем может быть массовая гибель людей и транспортный коллапс города.

Пожары в подземных транспортных сооружениях метрополитена и тоннелях характеризуются быстрым распространением зоны воздействия опасных факторов на значительную часть объекта, быстрым ростом температуры в объеме тоннеля; блокированием путей эвакуации из подземных сооружений, прилегающих наземных территорий и зданий токсичными продуктами горения, повреждением конструкций тоннелей, прекращением эксплуатации транспортной магистрали.

Развитие пожара в вагонах метропоездов, на пассажирских платформах, эскалаторах, тоннелях и критически важных для безопасности объектах метрополитена имеет существенные особенности:

- ограниченность пространства, наличие большого количества людей и связанные с этим сложности при эвакуации пассажиров;
- значительная общая пожарная нагрузка, которая у вагонов различных серий составляет более 50 кг/м^2 и может включать в себя большое количество материалов, выделяющих при горении токсичные компоненты;
- наличие в тоннелях метрополитена значительного количества силовых кабелей под напряжением до 10 кВ,
- наличие в вагонах метрополитена большого числа электроустановок под напряжением,
- высокая скорость воздухообмена, обусловливающая высокую скорость повышения температуры до тысячи и более градусов; фактически через 3–5 мин после начала пожара ситуация для людей, находящихся в тоннеле, становится критической и при этом при возникновении пожара необходимо эвакуировать из тоннеля несколько сотен человек;
- возможность быстрого задымления путей эвакуации;
- значительные трудности, а в ряде случаев практическая невозможность подачи необходимых объемов и расходов огнетушащих веществ к очагам пожара в подземных объектах метрополитена;
- возможность возникновения паники среди пассажиров.

Измерение тока утечки по струе ОТВ при дистанционном запуске огнетушителя

Специфика пожаров на объектах метрополитена и тоннелях предъявляет жесткие требования к системам пожаротушения:

- огнетушащие вещества, используемые в системах пожаротушения в вагонах, на пассажирских платформах и эскалаторах, должны быть безопасны для людей;
- система должна быть быстродействующей, в том числе при условии блокирования движения в тоннеле;
- она должна обеспечить безопасность людей, находящихся в вагонах, на платформах и на эскалаторах, а также быстрое снижение температуры и осаждение продуктов горения;
- выполнение задачи ликвидации пожара не должно приводить к затоплению тоннеля и заливу кабельных лотков и инженерных помещений.

По мнению специалистов одним из наиболее эффективных способов пожаротушения для специфических условий метрополитена и тоннелей является применение систем пожаротушения тонкораспыленными огнетушащими составами, не представляющими опасности для людей.

Использование такой технологии позволяет осуществить тушение очага возгорания с максимальной эффективностью, высоким быстродействием и с минимальным количеством огнетушащего вещества.

Специалистами Научно-исследовательского института низких температур (НИИНТ) при Московском авиационном институте и ООО «Темперо» на основе последних достижений аэрокосмической техники разработаны эффективные технологии пожаротушения тонкораспыленной водой и тонкораспыленными огнетушащими веществами, и создан ряд действующих установок, успешно себя зарекомендовавших при эксплуатации.

Одна из последних разработок – воздушно-эмульсионный огнетушитель ОВЭ–6(з)–АВЕ-01, генерирующий струю тонкораспыленного вещества для оперативного подавления начальных очагов возгораний.

Запаса ОТВ в огнетушителе (6 л) достаточно для подавления очагов пожара класса 6А или ЛВЖ класса В183. Дальность струи тонкораспыленной жидкости составляет 5–7 м, расход жидкости – 0,3 л/с.

Огнетушитель может быть также использован для подавления очагов пожаров класса Е, что подтверждено результатами испытаний на электростенде при напряжении до 34 кВ переменного тока.

Огнетушитель прост в обращении, не требует специального обслуживания и может быть размещен в кабине машиниста. Возможно изготовление модельного ряда таких огнетушителей различной емкости от 2 до 10 и более литров.

Применяемое огнетушащее вещество абсолютно безопасно для людей, что подтвер-

ждено соответствующими гигиеническими сертификатами.

Это вещество – водный раствор «Темперо-1» сохраняет все свойства в широком температурном диапазоне от –30 до +50 °С, что позволяет хранить и эксплуатировать огнетушитель в зимних условиях.

С целью экспериментальной проверки возможности безопасного использования огнетушителя для тушения очагов возгораний при рабочем напряжении на контактном рельсе, которое составляет 825 В постоянного тока, была впервые проведена серия огневых испытаний на путях электродепо «Северное» и в тоннеле метрополитена на перегоне «Юго-Западная» – «Проспект Вернадского».

Безопасность применения огнетушителя определялась методом измерения тока утечки по распыленной струе огнетушащего вещества и напряжения прикосновения, возникающего на распылительном сопле и сопоставлением полученных значений с требованиями ГОСТ 12.1.038—82. Эффективность гашения устанавливалась подавлением характерных модельных очагов возгорания в соответствии с программой испытаний. Испытания проводились в соответствии с Указанием № 428 начальника Московского метрополитена Д. В. Гаева от 23.05.2005 г.

Атмосферные условия проведения испытаний в электродепо «Северное»

Температура окружающей среды, °С	23
Относительная влажность, %	65
Атмосферное давление, мм рт. ст.	750
Скорость ветра, м/с	10–12

Определение величины тока утечки и напряжения прикосновения

В соответствии с программой испытаний на первом этапе определялся ток утечки по струе огнетушащего вещества, направленной непосредственно на контактный рельс. Приведение огнетушителя в рабочее состояние осуществлялось дистанционно.

В испытании № 1 осуществлялась контрольная проверка работоспособности измерительного прибора.

Испытания № 2, 3, 4 проводились при номинальном напряжении на контактном рельсе равном 825 В постоянного тока. Перед испытаниями на шпалах рельсового участка была установлена специальная рама, на которой крепился огнетушитель. Несущая рама располагалась таким образом, что расстояние между распылительной форсункой огнетушителя и контактным рельсом составляло 1 м. Распыленная струя огнетушащего вещества (ОТВ) подавалась из сопла огнетушителя непосредственно на контактный рельс. Измерения тока утечки велись непрерывно до полной выработки огнетушителя. При этом моделировались условия повторно-кратковременного и непрерывного режимов подачи распыленной струи ОТВ на контактный рельс.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.038-82 измерение напряжения прикосновения (испытание № 4) проводились при последовательном включении в цепь измерения тока утечки сопротивления 6,7 кОм.

Результаты измерений электротехнических параметров, полученные в испытаниях № 1, 2, 3, 4, представлены в табл. 1.

Тушение очага возгорания, расположенного под контактным рельсом

Горение модельного очага под контактным рельсом

Таблица 1

Результаты измерений величины тока утечки по струе огнетушащего вещества

Номер испытания	Напряжение на контактном рельсе, В	Величина тока утечки по струе ОТВ, мкА	Напряжение прикосновения на форсунке, мВ	Огнетушитель, заводской номер	Примечание
1	825	5,9	-	00345	Контроль работоспособности приборов
2	825	0,2	-	00343	Измерение тока утечки
3	825	0,15	-	00417	Измерение тока утечки
4	825	0,2	менее 0,1	00419	Измерение тока утечки и напряжения прикосновения

Анализ результатов измерений, приведённых в табл. 1, показал, что наблюдаемые в испытаниях величины токи утечки по струе огнетушащего вещества и напряжение прикосновения не превышают допустимых по ГОСТ Р 51057-2002, ГОСТ 12.1.038-82.

Тушение очага возгорания под контактным рельсом в тоннеле

Результаты испытаний по подавлению модельных очагов возгорания

Модельные очаги возгорания разжигались в соответствии с утверждённой программой испытаний под защитным кожухом контактного рельса и на поддоне 350 × 500 мм. В качестве горючего материала использовалась хлопчатобумажная ткань, пропитанная керосином. Поджог очага возгорания осуществлялся после подачи на контактный рельс напряжения с помощью факела. Время свободного горения до гашения составляло около трех минут. После гашения давалась шестиминутная выдержка для выявления повторного возгорания или тлеющего горения хлопчатобумажного материала. Всего было проведено шесть экспериментов.

Результаты испытаний по подавлению модельных очагов возгорания под защитным коробом контактного рельса

На контактный рельс был установлен фрагмент деревянного короба длиной 1 м от его торца до опорной бобышки. Под коробом на контактном рельсе укладывалась в три слоя хлопчатобумажная ткань, пропитанная керосином. Затем на контактный рельс подавалось номинальное рабочее напряжение 825 В. После этого ветошь поджигалась. Время свободного горения до включения огнетушителя составляло 3 мин. Очаг возгорания тушил оператор с расстояния 2–3 м от очага при рабочем напряжении на контактном рельсе. Оператор использовал диэлектрические перчатки. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

После ликвидации очага в испытаниях № 1, 2, 3 повторного возгорания или появления задымления после выдержки в течение 6 мин не наблюдалось.

Результаты испытаний по подавлению очагов возгорания, расположенных под контактным рельсом

На жестком основании пути непосредственно под контактным рельсом разжигались очаги тлеющего вещества, которые моделировались также с помощью хлопчатобумажной ветоши, пропитанной керосином. Длительность свободного горения до начала гашения составляла 1–2 мин.

Тушение проводилось оператором с расстояния 2–3 м от модельного очага возгорания. Оператор использовал матерчатые перчатки. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

При всех испытаниях повторного возгорания или появления задымления не наблюдалось. При визуальном осмотре тления ткани не обнаружено.

Таблица 2

Результаты испытаний по подавлению очага возгорания, расположенного под защитным коробом контактного рельса

Номер испытания	Время тушения, с	Расход огнетушащего состава, л	Результат испытания
1	30	2,5	Очаг потушен полностью
2	25	2	Очаг потушен полностью
3	24	2	Очаг потушен полностью

Таблица 3

Результаты испытаний по подавлению модельных очагов возгорания, расположенных под контактным рельсом

Номер испытания	Размер очага, см	Длительность тушения, с	Расход огнетушащего состава, л	Результат испытания
1	30 × 30	25	1,0	Очаг потушен полностью
2	30 × 30	25	1,0	Очаг потушен полностью
3	56 × 46	35	2,0	Очаг потушен полностью

Атмосферные условия проведения испытаний в тоннеле на перегоне «Юго-Западная» – «Проспект Вернадского»

Температура окружающей среды, °С	20
Относительная влажность, %	65
Атмосферное давление, мм рт. ст.	750
Скорость ветра, м/с	0,3

Выводы

В результате проведённых испытаний получены следующие результаты:

- реально зарегистрированная величина тока утечки по струе распыленного огнетушащего вещества при всех режимах работы огнетушителя ОВЭ-6(з) АВЕ-01 составила 0,2 микроампера, что существенно меньше значения тока утечки, допускаемого по ГОСТ 12.1.038-82 (1000,0 микроампер для постоянного тока);
- величина напряжения прикосновения на распылительном участке форсунки огнетушителя оказалась значительно меньше 1,0 милливольта, фактически за пределами возможностей регистрирующего прибора;
- модельные очаги возгорания под коробом контактного рельса и на жестком основании пути под контактным рельсом были устойчиво погашены без появления повторного возгорания и задымления.

Таким образом, впервые была экспериментально подтверждена возможность безопасного применения воздушно-эмульсионного огнетушителя ОВЭ-6(з) АВЕ-01 для эффективного тушения очагов возгораний в тоннелях метрополитена без снятия рабочего напряжения с контактного рельса.

В дальнейшем возможно создание ряда систем и технических устройств на основе генерации тонкораспыленных огнетушащих составов или тонкораспыленной воды для оперативного подавления очагов возгораний и на других объектах метрополитена без снятия рабочего напряжения. В качестве приоритетной задачи следует рассмотреть возможность разработки системы противопожарной защиты вагонов метропоездов с помощью автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой. НИИНТ обладает значительными научными и практическими заделами в области создания таких установок, что позволит в сжатые сроки совместно со специалистами Московского метрополитена провести необходимый комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и создать головной образец системы противопожарной защиты вагонов метрополитена.

МОБИЛЬНАЯ ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ТОННЕЛЯХ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Ю. И. Плотников, д. т. н., гл. специалист ООО «САТУРН»
Ю. М. Федоришин, к. т. н., директор ССП ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО»
В. Ф. Грачев, начальник отдела ССП ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО»

Одним из способов повышения эффективности и надежности энергооборудования метрополитена является внедрение в практику его эксплуатации новейших методов и средств технического диагностирования. В этом случае появляется возможность проводить техническое обследование и ремонт (ТО и Р) не по регламенту, а по фактическому состоянию оборудования. Тем самым снижаются материальные, людские и финансовые ресурсы при одновременном повышении надежности, безаварийности и эффективности электроэнергетических систем и метрополитена в целом.

Возможность проведения тепловизионных обследований электрооборудования в динамике позволяет решать целый комплекс диагностических задач для метрополитена. ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» совместно с ООО «САТУРН» (Санкт-Петербург) успешно применяет быстродействующие компьютеризированные тепловизионные системы на базе вагонов-лабораторий (ВИКС) для оценки качества арматуры и изоляторов контактной сети электрифицированных железных дорог РФ. В 2001–2004 гг. модернизированы 15 ВИКС для соответствующего числа филиалов ОАО «Российские железные дороги» в части установки на вагоны ИК-систем. Опыт эксплуатации показывает, что их работоспособность обеспечивается на скоростях ЭПС до 120 км/ч при достоверности диагноза около 80 %.

С целью определения возможности практической реализации и эффективности тепловизионного метода диагностирования оборудования в тоннелях метрополитена специалистами ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» и ООО «САТУРН» была разработана, установлена на вагон путеизмеритель и испытана аналогичная, но специально доработанная, с учетом специфики метрополитена, цифровая инфракрасная диагностическая система.

Аппаратные средства тепловизионной системы диагностирования

Основным элементом тепловизионной системы является инфракрасная камера TH7102 фирмы Nec San-ei (Япония – США) со скоростным цифровым портом IEEE 1394.

Для получения и записи видеоизображений с целью более полной идентификации объектов диагностирования была использована цифровая видеокамера Panasonic NV-GS120 с разрешением 1,6 Мр, чувствительностью 1 лк.

На рис. 1а представлен внешний вид ИК и видеокамер, установленных в передней части с внешней стороны головного вагона ЭПС на специальном поворотном кронштейне, который с помощью болтов прикреплен к поручням передней двери. Подключение камер к компьютеру и источнику питания выполнено с помощью специальных кабелей, проведенных через проем передней двери головного вагона.

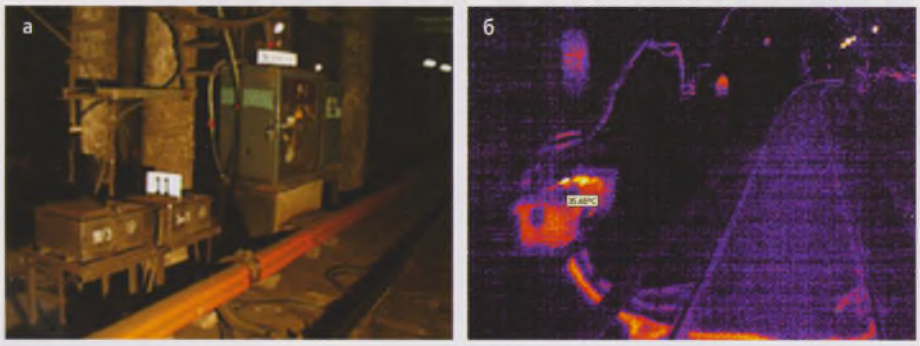
Камера TH7102 подключена к компьютеру по интерфейсу IEEE1394 (скоростной цифровой порт) с последующей записью на жесткий диск HDD емкостью 200 Гб. Потребность в скоростной тепловизионной съемке оборудования метрополитена при движении ЭПС обуславливала полную реализацию возможностей TH7102 по частоте вывода информации: 30 изображений/сек. Цифровая видеозапись производилась на магнитный носитель (микро видеокассету) ВК. Привязка и синхронизация ИК- и видеоизображений производилась по таймерам обеих камер, предварительно сверенных и скорректированных перед началом съемки.

Основные технические характеристики тепловизионной камеры

Диапазон измеряемых температур:	−40...+500 °С
Поле зрения	29 × 22 град
Мин. фокусное расстояние:	0,5 м
Чувствительность (при +30 °С):	0,08 °С
Точность измерения:	±2 %
Спектральный диапазон:	8–14 мкм
Выходной сигнал:	скоростной цифровой порт IEEE1394, PAL, NTSC
Детектор:	матричный, неохлаждаемый микроболометр 320 × 240 элементов
Частота кадров:	60 Гц (по каналу IEEE1394–30 Гц)
Питание:	аккумуляторы 12 В (в течение 1,5 ч без подзарядки), сеть 220/110 В через адаптер
Габариты/вес:	169 × 110 × 97 мм/1,6 кг

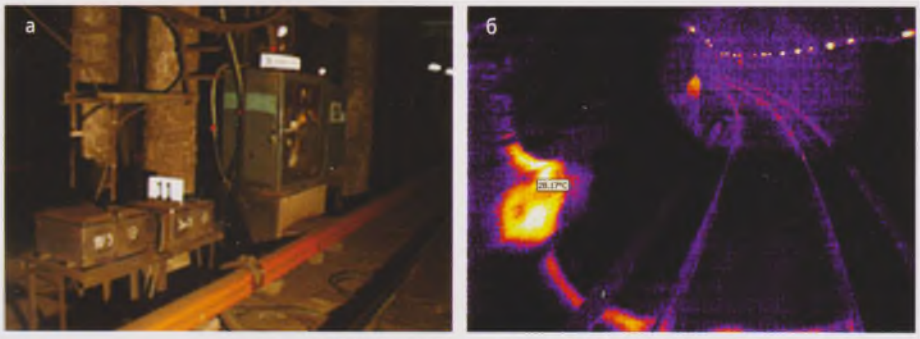
На рис. 1б показан внешний вид компьютера диагностической системы: Intel Pt IV, 3 ГГц, с HDD 200 Гб, с ЖКИ дисплеем 15 дюймов. Компьютер промышленного исполнения. Для привязки к пикетажу пути компьютер диагностической системы по COM порту подключался к бортовому ИВК вагона путеизмерителя. Для этого была написана специальная программы ThermGo, и применялся специальный аппаратный модуль усиления и согласования сигнала. В связи с тем, что на ЭПС отсутствует источник питания 220 В, для диагностической системы использовался автономный специальный источник, показанный на рис. 1б слева.

Рис. 1. Внешний вид компьютеризированной тепловизионной системы:
а – тепловизионная и видео камеры; *б* – компьютер системы тепловизионной диагностики



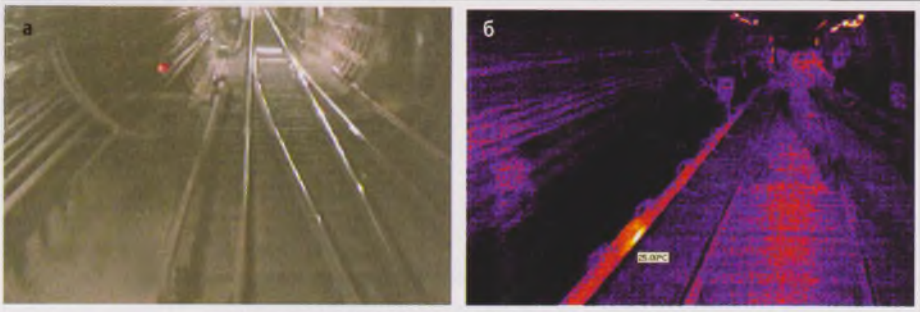
Tmax = 37,6 °С, перегрев (Tmax -Tв) = 13,9 °С
Оценка состояния дроссель-трансформатора: предаварийный дефект
Рекомендации: устранение дефекта при ближайшем ТО и Р

Рис. 2. Дроссель-трансформатор 825 В. Пикет: 105+26,2 м, «Проспект Ветеранов» – «Девяткино»:
а – видеоизображение; *б* – тепловизионное



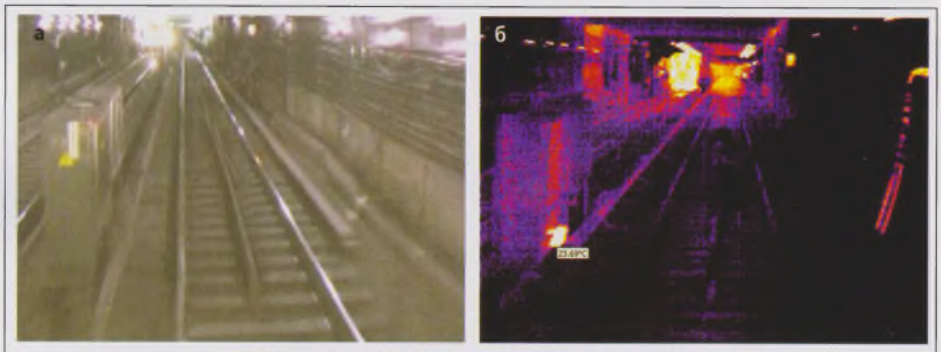
Tmax = 28,1 °С; перегрев (Tmax –Tв) = 7,2 °С
Оценка состояния дроссель-трансформатора: предаварийный дефект

Рис. 3. Дроссель-трансформатор 825 В. Пикет: 150+7,5 м, «Проспект Ветеранов» – «Девяткино»:
а – видеоизображение; *б* – тепловизионное



Tmax = 25,3 °С; перегрев (Tmax –Tв) = 6,2 °С
Оценка состояния электросоединителя: аварийный дефект
Рекомендации: немедленное устранение дефекта

Рис. 4. Электросоединитель контактного рельса 825 В. Пикет: 216+36,2 м, «Проспект Ветеранов» – «Девяткино»:
а – видеоизображение; *б* – тепловизионное



Tmax = 23,6 °С; перегрев (Tmax –Tв) = 10 °С
Оценка состояния контактного соединения: предаварийный дефект

Рис. 5. «Косынка» соединения линейного разъединителя с контактным рельсом 825 В. Кольцо после ст. «Девяткино»:
а – видеоизображение; *б* – тепловизионное

Диагностические параметры оценки состояния контактных соединений оборудования в тоннелях метрополитена

В процессе обработки тепловизионных изображений оборудования в тоннелях метрополитена использовались величины перегревов соответствующих контактных соединений:

$$\Delta T = (T\max - T\text{в}),$$

где $T\max$ и $T\text{в}$ – максимальная температура поверхности соединения и температура воздуха в тоннеле.

Предельные значения перегревов для различного оборудования были приняты в соответствии с РД «Объем и нормы испытаний электрооборудования», скорректированные с учетом технического задания на НИОКР, разработанного специалистами соответствующих служб Петербургского метрополитена:

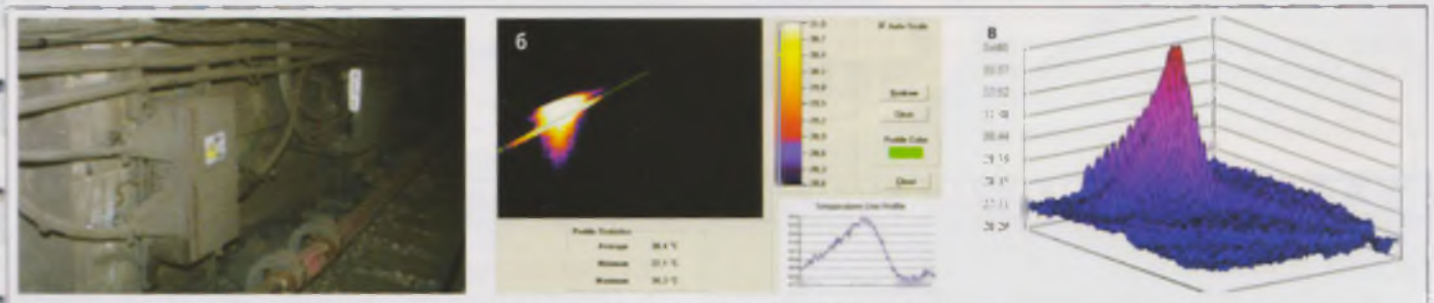
1. Кабельные линии, соединительные муфты – превышение температуры по отношению к температуре окружающей среды на 10 °С
2. Шкафы линейных разъединителей 825 В, путейские ящики 380 В – превышение температуры по отношению к температуре окружающей среды на 5 °С
3. Компенсаторные ящики 825 В, места присоединения компенсаторов к шинам линейных разъединителей 825 В и контактному рельсу – превышение температуры по отношению к температуре контактного рельса на 10 °С
4. Контактный рельс – превышение температуры по отношению к температуре окружающей среды на 10 °С
5. Стыковые соединения контактного рельса, включая места приварки электросоединителей – превышение температуры по отношению к температуре контактного рельса на 5 °С
6. Дроссель трансформаторы – превышение температуры по отношению к средней температуре ходовых рельсов этого перегона на 15 °С

Степень черноты диагностируемых поверхностей оборудования метрополитена принималась по опытным данным, в основном, в пределах 0,75–0,85 за исключением некоторых полированных (блестящих) поверхностей оборудования.

Результаты тепловизионных обследований оборудования в тоннелях первой и второй линий Петербургского метрополитена

Обследования осуществлялись в тоннелях на участках второй линии в декабре 2004 г. и первой линии метрополитена в январе 2005 г. Для обеспечения наибольшей токовой нагрузки обследования проводились в часы пик: с 8 до 10 и с 17 до 19 час. В работе принимали участие представители ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», ООО «САТУРН» и службы «Э» Петербургского метрополитена.

На рис. 2 представлены видео- и тепловизионное изображения дроссель-трансформатора 825 В в районе пикета 105+26,2 м между станциями «Проспект Ветеранов» и «Девяткино» первой (Кировско-Выборгской) линии метро. Видео- и тепловизионное изображения представлены в несколько различных ракурсах. В основном это связано с различны-



Tmax = 34,3 °С; перегрев (Tmax – Tв) = 7,2 °С
Оценка состояния контактного соединения: предаварийный дефект
Рекомендации: устранение дефекта при ближайшем ТО и Р

Рис. 6. Шинная коробка 380 В. Район платформы ст. «Выборгская» (первая линия):
а – видеоизображение; б, в – тепловизионные двумерное и трехмерное изображения

ми фокусными расстояниями и оптическими характеристиками соответствующих видео- и ИК камер.

Структура представления диагностической информации на рис. 3–5, 7 аналогична рис. 2 и в пояснениях не нуждается.

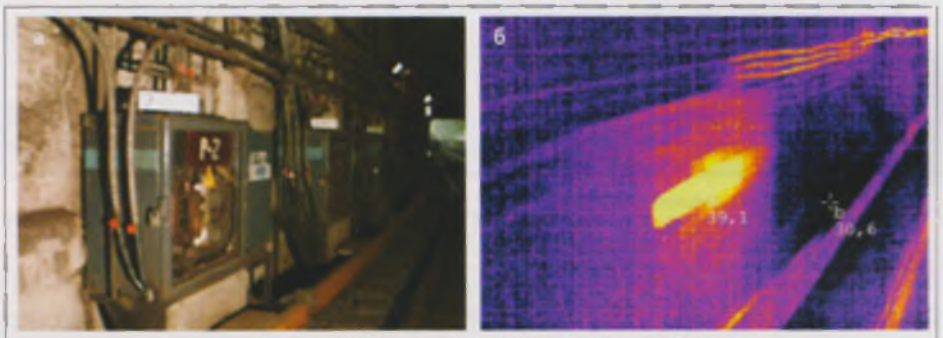
На рис. 6 в качестве примера приведены результаты более детальной цифровой обработки тепловизионной диагностической информации. На рис. 6б, внизу справа, представлена кривая изменения температуры по линии, проведенной вдоль входных и выходных кабелей шинной коробки 380 В. На рис. 6в представлено температурное поле, соответствующее распределению температуры по наружной поверхности шинной коробки. Максимум (пик) температуры приходится на область крышки шинной коробки, под которой расположены контактные соединения 380 В. Так как между контактными соединениями и внутренней поверхностью крышки имеется воздушное пространство, играющее роль теплового изолятора, то реальная температура контактов, в среднем, как правило, на 5–7 °С выше температуры наружной поверхности крышки шинной коробки.

Более точную оценку реальной температуры внутренних контактных соединений следует проводить с учетом конкретных геометрических размеров и взаимного расположения внутренних элементов оборудования.

Предварительный анализ результатов тепловизионных обследований оборудования в тоннелях 1 и 2 линий Петербургского метрополитена выявил 36 элементов оборудования, состояние которых классифицировано по величине их перегрева как дефектное, а один элемент (электросоединитель контактного рельса) – как аварийный. Проверка реального наличия дефектов в оборудовании путем его непосредственного осмотра специалистами метрополитена подтвердила выявление дефектов ИК системой с достоверностью 75–80 %.

Выводы

1. Рассмотренная компьютеризированная тепловизионная диагностическая система полностью обеспечивает требования к обследованию объектов в тоннелях метрополитена по следующим показателям: чувствительность – 0,3 °С; скорость движения ЭПС – до 80 км/ч; пространственная разрешающая способность – не хуже 1,5–2,0 мм; адаптация к резким перепадам температур воздуха по длине тоннелей, полная автоматизация измерений, цифровой записи и привязки к месту тепловизионной информации, наглядность и простота восприятия ИК-изображений для последующего анализа, отсутствие необходимости в специальной подготовке сотрудников метрополитена.



Tmax = 39,1 °С; перегрев (Tmax – Tв) = 10 °С
Оценка состояния контактного соединения: предаварийный дефект

Рис. 7. Линейный разъединитель 825 В. Район платформы ст. «Пушкинская» (вторая линия):
а – видеоизображение; б – тепловизионное

2. Проведенные тепловизионные обследования оборудования в тоннелях первых линий метрополитена вторично подтвердили практические возможности и эффективность тепловизионной системы диагностирования на базе ЭПС. По результатам ИК обследований обслуживающим персоналом службы «Э» были проведены соответствующие ТО и Р по фактическому состоянию оборудования. В значительной степени именно этим можно объяснить значительное снижение общего числа выявленного дефектного оборудования спустя 6–7 месяцев после проведения повторных тепловизионных обследований.

3. Для повышения качества видеоизображений необходимо организовать заранее, в зависимости от направления движения ЭПС, максимально возможное освещение тоннеля световыми приборами электрички параллельно с включением стационарного освещения.

4. С целью дальнейшего совершенствования системы необходимо откорректировать методику диагностирования, более точно оценить степень черноты поверхностей и предельные значения перегревов для широкого спектра оборудования, разработать специальные программы-архиваторы и базы данных в форме дефектных ведомостей на соответствующее оборудование метрополитена.

5. Необходимо наряду с совершенствованием аппаратно-програмных, методических и организационно-технических мероприятий по ИК-обследованиям проводить обучение и подготовку специалистов по тепловизионной диагностике из числа персонала соответствующих служб метрополитена. Особенно это касается этапа установки, настройки системы на ЭПС, сбора и первичной обработки диагностической информации. По аналогии с Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» целесообразно ввести штатную единицу для постоянной работы с диагностической системой как на ЭПС, так и для обработки результатов обследования, их архивации, получения прогностических данных для ТО и Р оборудования метрополитена по фактическому состоянию.

6. Практическая реализация перечисленных выше выводов и предложений, распространение полученного опыта тепловизионного диагностирования на метрополитены других городов РФ и СНГ будет способствовать снижению материальных, людских и финансовых ресурсов при одновременном повышении надежности, безаварийности и эффективности электроэнергетических систем и метрополитена в целом. МТ

ВЕНТПРОМ

АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

ВЕНТИЛЯТОРЫ

- для вентиляции тоннелей и станций метрополитенов;
- для вентиляции угольных шахт, в том числе, опасных по газу и пыли;
- для проветривания тупиковых выработок шахт;
- для удаления метановоздушных смесей из шахт.

А также вентиляционное оборудование для предприятий горной, металлургической, химической, энергетической, целлюлозно-бумажной промышленности и народного хозяйства.

КОНВЕЙЕРЫ

- для транспортирования калийных солей, горной массы, строительных материалов в подземных условиях и на поверхности.

ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

- для очистки воздуха сухим и мокрым способом.

Выпускаемая продукция имеет сертификаты соответствия по системе ГОСТ Р, гигиенические сертификаты на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, разрешения Госгортехнадзора России на применение на угольных шахтах и рудниках опасных по газу и пыли.

623785, Свердловская область, г. Артемовский, Садовая, 12
Телефон: (34363) 3-18-75, 3-24-35, 3-13-19, 3-27-18 **Факс: (34363) 3-18-80, 3-19-91**
Web: www.ventprom.com **e-mail: ventprom@ventprom.com**

CCT специальная строительная техника

ПРОДАЕМ комплект технологического оборудования для производства работ по **струйной цементации грунтов**, б/у, в составе:
- Цементировочный насос TW 351 (Tecniwell, Италия), цена 85 000 Евро;
- Миксерная станция с силосом для приема цемента, цена 19 000 Евро;
- Малогабаритный станок СБГ-ПМ2 "Стерх", модифицированный для производства работ по струйной цементации, цена 11 000 Евро;
- Запчасти для оборудования по струйной цементации: форсунки, буровые штанги, мониторы и др.

ВЫПОЛНЯЕМ шеф-монтаж технологического оборудования.
ПРОВОДИМ обучение персонала.

Тел./факс: (342) 219-61-45, 293-14-05, 219-61-03
www.cct.perm.ru **e-mail: cct@perm.ru**

КОНЦЕРН «КРЮКОВСКИЙ ВАГОНЗАВОД»

КРУПНЕЙШИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ УКРАИНЫ

Разрабатывает и производит эскалаторы собственной конструкции:
- поэтажные: с высотой подъема от 3 до 6 м;
- тоннельные: с высотой подъема от 15 до 45 м с различным исполнением балюстрад

39621, Украина, г. Кременчуг, ул. Ивана Приходько, 139
тел: +38 (0536) 76-94-74; 76-93-13
факс +38 (0532) 50-14-21
e-mail: kvsz@kvsz.com
www.kvsz.com

Фирма «Триада-Холдинг» – представитель английской фирмы Soil Instruments Ltd – предлагает приборы и системы для диагностики и мониторинга различных конструкций и видов работ при освоении подземного пространства.

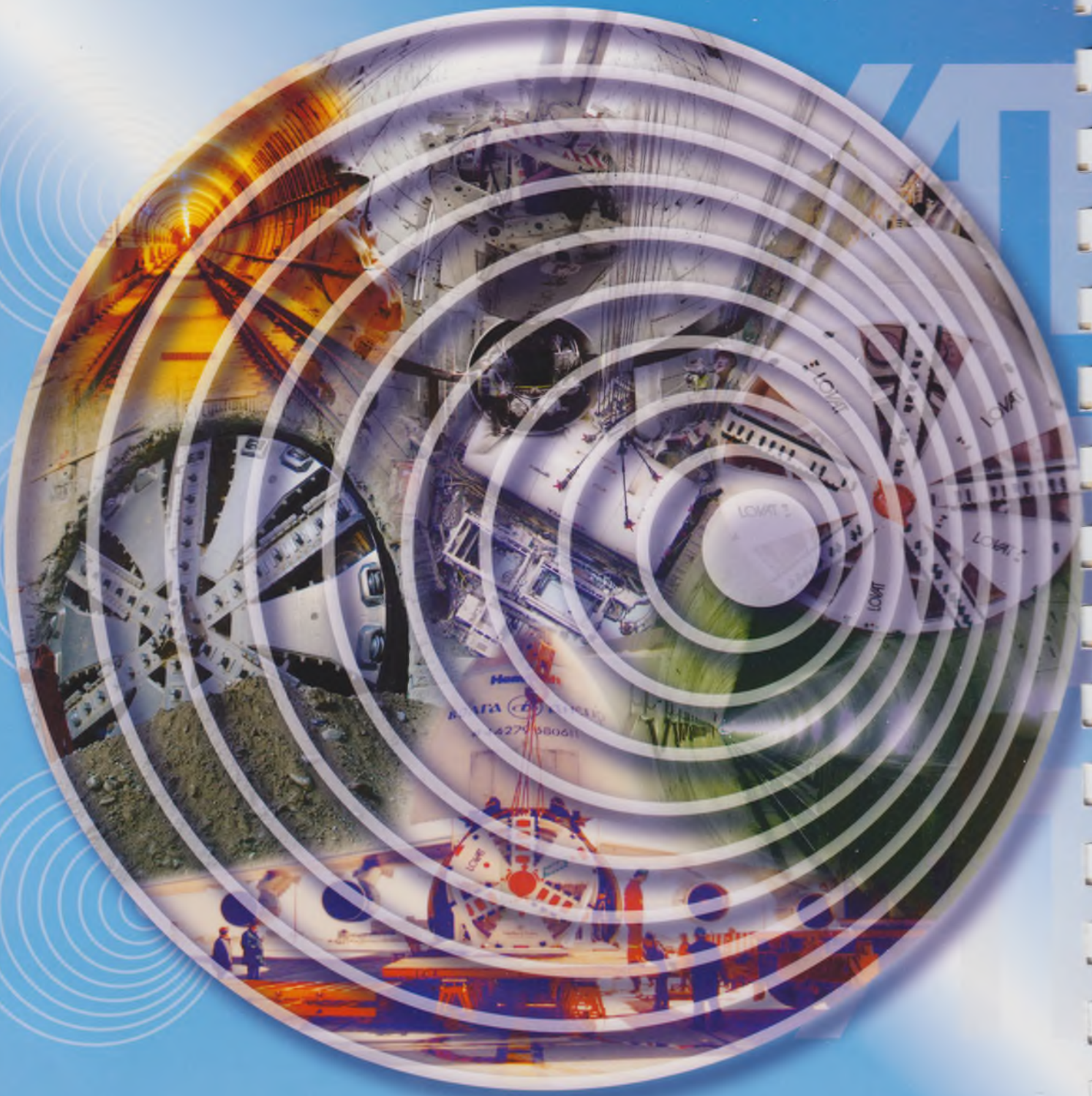
Более 40 лет оборудование фирмы Soil Instruments Ltd успешно применяется при контроле состояния грунтов и породных массивов, строительстве и эксплуатации сооружений различного назначения, в том числе гидротехнических, транспортных, трубопроводных, дренажных, противооползневых систем, проведении гидрологических и гидрогеологических исследований и т. д.

В основе работы приборов – самые современные технологии. Стандарты BS EN ISO 9001:2000; EN 50121.

Изображение прибора	Области применения	Эксплуатационные характеристики	Достоинства
Беспроводной датчик наклона для измерения относительных смещений конструкции			
	Измерение вертикальных перемещений, включая: • беспроводной мониторинг • мониторинг деформаций конструкций при проведении в непосредственной близости от них разработки грунта • мониторинг опор и устоев мостов • мониторинг ж/д тоннелей	• Диапазон работы приемника – до 1000 м • Для передачи данных в цифровом формате применяется система кодирования сигнала	• Беспроводная связь между датчиком и накопителем данных • Срок службы 10 лет (при считывании данных каждый час) • Простота и надежность работы • Минимальное количество потребляемой энергии • Возможность построения полного профиля вертикальных смещений
Вертикальный цифровой инклинометр			
	Измерение поперечных смещений грунтов/пород и мониторинг следующих сооружений: • природные склоны и искусственно сформированные откосы • плотины и насыпи • бетонные или асфальтовые крепления верхового откоса плотин • опоры и устои мостов, свайные фундаменты, подпорные стены/«стены в грунте» • стволы, тоннели и другие подземные выработки	• Длина датчика: 500 мм • Диапазон измерений: ±30° • Разрешающая способность: 0,1 мм (системы в целом) • Погрешность датчика: ±0,025 % (от полной шкалы) • Диапазон рабочих температур: –10…+50 °С • Воспроизводимость результатов измерений: ±0,03 % (от диапазона измерений) • Погрешность системы: ±5 мм на 30 м	• Считывание и представление данных с помощью карманного компьютера с установленным в нем специальным программным обеспечением • Беспроводная система управления с применением технологии Bluetooth и пульта дистанционного управления • Прочный легкий кабель инклинометра • Возможность зарядки от сети электропитания или автомобильного аккумулятора через адаптер
Магнитный экстензометр			
	Измерение перемещений пород/грунтов, включая: • деформации фундаментов и насыпей • просадки • перемещения природных склонов, откосов, стен котлованов, породного контура подземных сооружений • смещение опор мостов, подпорных стен • деформации приконтурной зоны породного массива вокруг тоннелей и других подземных выработок	• Пробник опускается в скважину сверху вниз по направляющей трубе, установленной в породе/грунте • Обычно используется до глубины 200 м. Рекомендуемый диаметр скважин 100–225 мм (минимальный – 60 мм)	• Надежность, точность, простота установки и считывания данных • Возможность проведения измерений во многих точках без необходимости увеличения диаметра скважины • Возможность наращивания направляющей трубы или ее укорачивания • Система идеально подходит для мониторинга проседания/выпучивания грунта при проведении земляных работ
Струнный пьезометр			
	Точное измерение давления поровой воды в сильно или умеренно обводненных породах/ грунтах: • мониторинг фундаментов, насыпей, подпорных стен, плотин • исследование устойчивости природных склонов или искусственно сформированных откосов • исследование напряженнодеформированного состояния обделок тоннелей, шахт и других подземных инженерных сооружений • контроль уровня воды в скважинах • мониторинг работ по водопонижению и устройству дренажа, тест по водопроницаемости • геолого-гидрологические исследования	• Диапазон измерений пьезометров и датчиков – до 40 бар • Точность 0,1 % от полной шкалы • Корпус прибора выдерживает давление, вдвое превышающее максимально измеряемое датчиком • Кабель экранированный, 2- или 4-жильный • Керамические фильтры с различным диаметром пор: 50 и 1 мкм, а также фильтр из нержавеющей стали 60 мкм	• Точность, компактность, высокая долговечность и стабильность работы • Точность работы не зависит от длины кабеля • Изменение давления поровой воды можно зафиксировать даже при небольших изменениях объема диафрагмы • Герметичный корпус • Нагрузки, воздействующие на корпус, не сказываются на показаниях датчика • Прочный, защищенный, гибкий соединительный кабель длиной до 1 км • Прибор оборудован защитой от перепадов напряжений • Возможность считывания и накопления данных в дистанционном режиме
Струнный трещиномер			
	Измерение трещин в следующих элементах и конструкциях: • обделка тоннелей и стволов • конструкции мостов • рабочие швы плотин • породные массивы • кладка	• Диапазон измерений – до 100 мм • Разрешающая способность – до 0,025 % диапазона • Точность ±0,2 % диапазона • Температурное воздействие – 0,02 мм/°С • Диапазон рабочих температур: –30…+70 °С • Кабель экранированный, 2- или 4-жильный	• Точность, прочность, высокая долговечность и стабильность работы • Точность работы не зависит от длины кабеля • Возможность считывания и накопления данных в дистанционном режиме • Прибор оборудован защитой от перепадов напряжений • Прочный, защищенный, гибкий соединительный кабель длиной до 1 км • Герметичный корпус

Триада-Холдинг
Россия, 123308, Москва, пр-т Маршала Жукова, дом 6, стр. 2
Тел.: (095) 234-16-10, 956-15-04, 956-18-52 Факс (095) 234-38-84
E-mail: trhold@comail.ru www.triada-holding.ru

Тоннелепроходческие комплексы



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

ИНТЕРТОРГ