



МЕГАЩИТ ХХ-Л

Самая современная техника для строительства тоннелей

Фирма «Херренкнехт АГ» создала самый большой в мире тоннелепроходческий комплекс с грунтовым пригрузом забоя. В июне 2005 г. «мегамашина» диаметром 15,2 м была поставлена в Мадрид для строительства Северной скоростной автомобильной магистрали М30.

Ротор, состоящий из двух концентрически-режущих рабочих органов и расположенных за ними трех шнековых конвейеров, будет обеспечивать безопасную и экологическую проходку в испанском мегатоннеле в черте города.

Свет в будущее в конце каждого нового тоннеля!



Подрядчик:

Necso Entrecanales Cubiertas S.A.
Ferrovial Agroman S.A.

Характеристики ТПМК:

Диаметр резанья: 15,2 м
Мощность привода рабочего органа: 12 000 кВт + 2 000 кВт
Длина тоннеля: 3 650 м

HERRENKNECHT



Tunnelvortriebstechnik

HERRENKNECHT AG
D-77963 SCHWANAU

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

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

ЗАО «ХЕРРЕНКНЕХТ ТОННЕЛЬСЕРВИС»

107497, Москва, Россия,

ул. Бирюсинка, д. 4

телефон: (+7) 495 462 38 78

факс: (+7) 495 462 57 44

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета
В. А. Брежнев

Заместители председателя:

Д. В. Гаев, С. И. Свирицкий

Члены совета:

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

Редакционная коллегия:

О. Т. Арефьев, Н. С. Булычев,
Д. М. Голыцкий, С. Г. Гринько,
Е. А. Демещко, А. И. Долгов,
Е. Г. Дубченко, О. В. Егоров,
С. Г. Елгашев, А. В. Ершов,
В. Н. Жданов, В. Н. Жуков,
А. М. Жуков, Н. Н. Кулагин,
В. В. Котов, В. Б. Меркин,
Ю. А. Кошелев, К. П. Никифоров,
А. Ю. Педчик, П. В. Пуголовок,
В. П. Самойлов, А. А. Севастьянов,
Л. К. Тимофеев, Б. И. Федунец,
Ю. А. Филонов, Ш. К. Эфендиев

Главный редактор

С. Н. Власов

Тоннельная ассоциация России

тел.: (495) 208-8032 208-8172

факс: (495) 207-3276

www.tar-rus.ru

e-mail: rus_tunnel@mtu-net.ru

Издатель

ООО «ТА Инжиниринг»

Лицензия ИД № 04404

Изменились номера телефонов:

тел.: (495) 797-5851, 775-9834

факс: (495) 797-5851

127051, Москва,

Цветной бульвар, 17, оф. 217

e-mail: tunnels@metrostroy.ru

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандуп

Компьютерный дизайн и верстка:

М. Б. Брилинг, А. В. Попов

Фотографы:

А. В. Попов, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован

Минчлата РФ ПИ № 77-5707

Перечень текста и фотоматериалов

журнала только с письменного

разрешения издательства

© ООО «ТА Инжиниринг», 2006

№ 2 2006

Панорама 3

В Тоннельной ассоциации России 6

Вопросы безопасности 8

Безопасность в столичном метрополитене

Д. В. Гаев

Технический надзор за строительством в охранных зонах метрополитена 9

Е. Г. Козин, Н. В. Тулина, О. А. Шнейдер

Городские тоннели 12

Реконструкция тоннеля под Ленинградским проспектом на пересечении с Беговой ул. в Москве

Д. А. Илькевич

Горные тоннели 16

Перспективы тоннельного строительства при реализации программы развития автодороги Джубга — Сочи

В. П. Полищук

Современные методы сооружения тоннелей горным способом в слабых скальных и полускальных грунтах 18

Ю. С. Фролов, Ю. А. Мордвинков

Щитовая проходка 22

Преодоление валунов при щитовой проходке коллекторного тоннеля в США

Микротоннелирование 26

Проходка микротоннелей под Москвой-рекой

А. Р. Штеклейн

Специальные способы работ 28

Опыт сооружения обделки тоннелей с применением «стены в грунте»

С. П. Преображенский

Метрополитены 32

Обоснование точности и достоверности контроля при тепловизионном диагностировании электрооборудования метрополитена

Д. С. Скороходов, Ю. И. Плотников

Технология тепловизионного контроля тоннельного хозяйства метрополитена 36

О. Н. Будадин, Т. Е. Троицкий-Марков,
Н. Н. Комиссаров, М. А. Почечун, В. Я. Пахомов

Системы дистанционного подвагонного тушения пожаров на станциях метрополитена 39

В. А. Голендер, П. З. Гулаков, Н. В. Хворост

Вопросы экономики 42

Основы управления экономикой строительной организации

М. М. Немилостивых

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Реконструкция тоннеля под Ленинградским проспектом на пересечении с Беговой улицей в Москве (читайте на с. 12)



Все из одних рук:
Проветривание и обеспыливание в тоннелестроении и горном деле (осевые вентиляторы, обеспыливатели сухого и мокрого принципа действия, гибкие вентиляционные трубы, инжиниринг для вентиляции и обеспыливания)

НАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ - ВОЗДУХ

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ



www.cft-gmbh.de

ВЫРАБОТКА



www.korfmann.com

СБЫТ ЧЕРЕЗ ФИРМУ

CFT GmbH
compactfiltertechnik

Beisenstraße 39 - 41
D-45964 Gladbeck

Tel. +49 2043 4811-0
Fax +49 2043 481120
E-Mail mail@cft-gmbh.de
Internet www.cft-gmbh.de

НАПРАВЛЕНИЕ



Schauenburg
Tunnel Ventilation GmbH



www.tunnel-ventilation.de

НОВОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Строительство Фрунзенского радиуса обойдется в 16 млрд р.

Как сообщают в Комитете по транспорту правительства Санкт-Петербурга объем финансирования строительства Фрунзенского радиуса Петербургского метрополитена в 2006 г. может составить 4 млрд р.

Изначально предполагалось, что он в 2006 г. не превысит 2 млрд р. Однако после двух корректировок городского бюджета – весенней и осенней – метростроители надеются получить вдвое больше. В тоже время чтобы ввести Фрунзенский радиус в урезанном виде (без станции «Площадь Мира-2») в декабре 2008 г., требуется не менее 16 млрд р., – поясняют в Комитете. По словам одного из его представителей ожидается, что в 2007–2008 гг. объем финансирования должен составить 6 млрд р. ежегодно. Он отметил также, что на прокладку Фрунзенского радиуса будут направляться все средства, а сооружение наклонного хода и наземного вестибюля станции «Адмиралтейская» временно будет приостановлено. Строительство второго на-

клонного хода станции «Спортивная», вероятно, будет финансироваться из средств федерального бюджета.

Транспортные объемы

(из ежегодного послания губернатора В. И. Матвиенко Петербургскому законодательному собранию)

В 2006 г. на петербургские объекты в бюджете страны предусмотрено 23,3 млрд р. Набирает темп сооружение второй очереди Восточного полукольца КАД. Динамика строительства КАД стала импульсом для ускорения прокладки Западного скоростного диаметра. Ввод Кольцевой автодороги и строительство Западного скоростного диаметра впервые создадут единую систему скоростных магистралей, без которой город давно задыхается. В 2006 г. в соответствии с соглашением с ОАО «РЖД» начнется реконструкция Американских мостов на Обводном канале и сооружение путепровода «Александровская ферма». В текущем году приступят и к долгожданному строительству Орловского тоннеля под Невой. Он соединит два берега реки в районе Пискаревского проспекта и Орловской улицы, обеспечит круглосуточное движе-

ние, что особенно важно в период навигации, и разгрузит городские дороги и мосты. Во второй половине года будет объявлен инвестиционный конкурс на создание надземного экспресса. Так же, как и Орловский тоннель, он вполне может претендовать на роль символа новых, действительно европейских стандартов модернизации городской среды. В 2006 г. начнется реконструкция проспекта Большевиков, прокладка Митрофаньевского шоссе – дублера Московского проспекта, развернется строительство подъездов к развивающимся промышленным зонам: Юго-Западной, Красносельской, Шушарам. После сооружения временной переправы начнется реконструкция моста Лейтенанта Шмидта.

В строительстве метро все ресурсы будут стянуты на Фрунзенском радиусе. В этом году будет введена в эксплуатацию станция «Парнаска», закуплено свыше 30 новых вагонов метро и проведена реконструкция свыше 20 эскалаторов.

«Трансмашхолдинг» будет сотрудничать с Санкт-Петербургом

Губернатор Санкт-Петербурга Валентина Матвиенко и предсе-

датель совета директоров ЗАО «Трансмашхолдинг» Дмитрий Комиссаров подписали 3 апреля соглашение о социально-экономическом сотрудничестве на 2006 год. Соглашение определит основные принципы взаимодействия между правительством Санкт-Петербурга и машиностроительным холдингом.

В декабре 2005 г. В. Матвиенко подписала аналогичное соглашение с группой «Дедал», которая контролирует петербургский «Вагонмаш» и Петербургский трамвайно-механический завод.

ЗАО «Трансмашхолдинг» контролирует ряд поставщиков продукции для ОАО «РЖД». Среди его активов – Коломенский, Тверской вагоностроительный, Демиковский машиностроительный заводы, а также петербургский «Октябрьский электровагоноремонтный завод». В 2005 г. Трансмашхолдинг решил заняться поставкой продукции для метрополитенов и выкупил «Метровагонмаш» (Москва). Крупными акционерами ЗАО «Трансмашхолдинг» являются ОАО «ХК Кузбассразрезуголь» и «ТрансГрупп».



СБОЙКА КОРШУНОВСКОГО ТОННЕЛЯ НА БАМе

15 марта в Иркутской области произошла сбойка второго Коршунского железнодорожного тоннеля Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД) – филиала ОАО «РЖД», строящегося в районе станции Коршуниха-Ангарская. В 12:00 (07:00 мск) на глубине 100 м был пробит последний метр, соединяющий Восточный и Западный порталы железнодорожного тоннеля Байкало-Амурской магистрали.

Первый Коршунский тоннель был построен в период с 1968 по 1973 г. В связи с увеличением грузооборота на трассе БАМа ОАО «РЖД» приняло решение о сооружении еще одного тоннеля протяженностью 950,5 пог. м, его сооружение началось в январе 2004 г. Наибольшая скорость работы шахтеров была достигнута в феврале 2005 г. и составила 3 пог. м/сут. Стоимость всего проекта составляет 4,5 млрд р. На се-

годняшний день освоено около 50 % этой суммы. Теперь строители приступят к внутренней отделке тоннеля. Первые поезда по новому Коршунскому тоннелю планируется пустить в 2007 г. Сдача в эксплуатацию нового тоннеля позволит увеличить скорость и безопасность движения пассажирских и грузовых поездов на северном ходе ВСЖД – западном участке БАМа. Это также обеспечит перевозку возрастающих объемов транзитных грузов на этом участке дороги. В настоящее время грузооборот БАМа составляет 568,8 млн т/км, что выше показателя прошлого года на 10 %. Планируется, что с вводом в эксплуатацию нефтеналивного терминала в Уаре (Красноярская железная дорога) грузооборот возрастет на 30 %. Благодаря загрузке БАМа будет обеспечено бесперебойное снабжение нефтью дальневосточных регионов России.



ВОЗВЕДЕНИЕ НОВОЙ СТАНЦИИ МЕТРО В ЧЕЛЯБИНСКЕ

В Челябинске начинается строительство очередной станции метрополитена. Это будет последняя остановка первой ветки подвезки: «Торговый центр» – «Площадь Революции» – «Комсомольская площадь». Станция возводится заблаговременно, – это необходимо для безостановочной работы тоннельно-проходческого комплекса «Ловат». Будут перенесены все расположенные в зоне строительства инженерные сети, вырыт котлован, перекрыто движение по проспекту Ленина. Схемы объезда и объемы финансирования на 2006 и три последующих года губернатор Петр Сумин утвердит на совещании, которое запланировано на 28 апреля.

На 2006 г. предполагается освоение 382,5 млн р. Из них из федерального бюджета будет выделено около 108 млн р., областного – 10 млн р., городского – около 4 млн р. Остальные средства не освоены еще с 2005 г. Между тем, областной министр по строительству, инфраструктуре и дорожному хозяйству Валерий Шопов считает, что этих средств хватит только на текущее содержание метро. Поэтому необходимо увеличить финансирование. Областной координационный совет по строительству метро уже готовит доклад губернатору, в котором намерен попросить на текущий год минимум миллиард рублей.



BALUM Inc.

ГОРНО-ШАХТНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Эксклюзивный представитель в России и странах СНГ фирм:



Американская компания BALUM Incorporated на протяжении ряда лет занимается поставкой как новой так и бывшей в употреблении спецтехники в Россию и страны СНГ. Опыт работы по всему миру и установившиеся связи с нашими партнерами позволяют нам предлагать технику широкого диапазона при кратчайших сроках доставки и по минимальным ценам. Наша компания является эксклюзивным дилером на поставки техники в Россию и страны СНГ многих заводов производителей из США, Канады, Австралии, Южной Кореи.

Оборудование для укладки бетона и набрызг-бетонирования фирмы **Blastcrete** (США)



Оборудование для укладки бетона и набрызг-бетонирования фирмы **Reed** (США)



Карьерные и шахтные локомотивы фирмы **Republic Locomotive** (США)



Тоннельные экскаваторы корейской фирмы **Daeseung Int. Co., Ltd.** (Корея)



Оборудование для укладки, доставки бетона и бетонирования фирмы **Jacon** (Австралия)



Оборудование для работы в шахтах, подземных выработках, тоннелях фирмы **Tracks&Wheels** (Канада)



BALUM INCORPORATED

560 South Blvd., Troy, MI 48085 USA Tel: +1 (248) 703-5864 Fax: +1 (248) 879-3935

www.baluminc.com e-mail: info@baluminc.com

Президент Vitaly Ushin

В КРАСНОЯРСКЕ ПРОДОЛЖИТСЯ СТРОИТЕЛЬСТВО МЕТРО

Соглашение о переводе средств из федерального центра на строительство Красноярского метро должно быть подписано в апреле текущего года. Об этом сообщил директор управления по строительству Красноярского метрополитена Игорь Иванов. По его словам, текст соглашения уже находится в краевом центре. 10 апреля он был передан в администрацию края для подписания. Игорь Иванов добавил, что для полной загрузки рабочих мощностей при сооружении метро в Красноярске до конца текущего года необходимо около 2–3 млрд р. «Эти средства позволят привлечь к строительству до 2 тыс. метростроителей, не считая рабочих смежных организаций города,

выполняющих задачи по возведению объектов подземки», – пояснил начальник управления.

В 2006 г. из федерального центра на прокладку Красноярского метрополитена планируется выделить 230,2 млн р. На эти деньги строители смогут пройти 400 м тоннеля на участке «Копылова» – «Высотная» и 100 м между станциями «Копылова» – «Вокзальная».

Ранее депутаты Красноярского Горсовета направляли обращение в Государственную Думу об увеличении финансирования строительства метро. В обращении говорилось, что на 2006 г. необходимо 1,9 млрд р., на 2007 г. – 2,4 млрд р., а на 2008 г. – 2 млрд р.

По словам Иванова, опыт Казани показывает, что за 2,5 года

можно завершить сооружение метро, если привлечь средства федерации. По его прогнозам, в Красноярске метро можно ввести в эксплуатацию уже к 2009 г. «На сегодняшний момент мы выполнили 10 % строительных работ, но это самые трудные проценты, поскольку за этот период мы сформировали коллектив и получили оборудование, – подчеркнул Иванов. – Надеемся, что за 2006 г. мы сможем освоить в срок не только средства федерации, но и 2 млрд р. из бюджета края».

По его мнению, г. Красноярск должен первым получить достаточное финансирование и закончить строительство метрополитена раньше Челябинска, Уфы, Омска.



О ПЕРСПЕКТИВАХ НОВОСИБИРСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Бюджетом Новосибирска, области и федерации на строительство Новосибирского метрополитена предусмотрено выделить в 2006 г. 200 млн р., но задолженность властей перед метростроителями уже превышает эту сумму на 150 млн. Заместитель генерального директора ООО «Новосибирскметрострой-БТС» Виктор Приходько отметил, что финансы, выделяемые из бюджетов, если будут, то пойдут в первую очередь на погашение долга перед метростроителями, которые авральными темпами закончили станцию «Березовая роща» к очередному Дню города, но денег за работу так и не получили. «Сейчас от «Станции имени Маршала Покрышкина» до «Березовой рощи» задействован лишь левый тоннель, – говорит Виктор Приходько. – Правый – частично: не пройден участок в 54 пог. м под ул. Ипподромская. При наличии средств его можно достроить за 3–4 месяца». Еще в середине 90-х гг. были уже намечены и спроектированы станции «Гусинобродская», «Доватора» на правом берегу и «Площадь Станиславского» – на левом. Уже тогда началась проходка тоннелей к будущей станции «Гусинобродская», но деньги закончились, стройка остановилась. При наличии объема финансирования в 200 млн р.

за год можно пройти оставшиеся 400 м тоннеля до ул. Кошурникова. Проблемы возникнут с участком от середины ул. Кошурникова до ст. «Гусинобродская», которой сейчас хотят дать новое, более благозвучное название «Золотая Нива». Здесь проходка будет затруднена обводненными грунтами, для которых необходимо специальное оборудование. У метростроителей есть проходческий щит канадской компании «Lovat», который сегодня стоит законсервированный. Но, как говорит Приходько, если в ближайшее время работы не начнутся, то новосибирцы могут лишиться этого щита: его желают заполучить многие стройки. И не только в России, но и за рубежом. По словам заместителя генерального директора Новосибирскметростроя, не факт, что ко времени, когда начнется финансирование в Новосибирске, будет необходимое количество специалистов. Для проходки тоннелей и возведения станций необходимо участие 200 метростроителей, а сейчас в городе их осталось меньше четверти, и они заняты на сооружении подземного торгового центра, реконструкции пригородных касс и других объектах, – остальные же отправились на строительство Коршунского железнодорожного тоннеля в Иркутскую область.



МЕТРОМОСТ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ ДОСТРОИТ ЗА ТРИ ГОДА

Метромост в Нижнем Новгороде планируется достроить в течение трех лет за счет средств федерального бюджета. Об этом заявил вице-губернатор Нижегородской области Виктор Ключай на пресс-конференции 31 марта.

По его словам, сегодня на уровне Правительства РФ рассматривается вопрос о выделении необходимых средств. Всего на завершение строительства метро в течение трех лет планируется направить 8–9 млрд р. Из них около 4 млрд р. в течение двух лет будут потрачены на прокладку ветки в Сормовский район Нижнего Новгорода. Остальные средства пойдут на достройку метромоста, а также на мероприятия, связанные с устранением строительных недоделок и приведением в порядок действующих тоннелей метро.

Также в Минтрансе РФ поддерживают идею о передаче Нижегородского метрополитена в федеральную собственность, сообщил В. Ключай.

Метромост, который соединит верхнюю центральную часть города с Автозаводским и Сормовским районами и увеличит пассажиропоток на 30 %, планировалось ввести в эксплуатацию в 2005 г. Но из-за отсутствия финансирования сроки сдачи объекта постоянно откладывались.



ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ НА УКРАИНЕ

Украина до 2010 г. направит \$1,9 млрд на строительство метро, при этом финансирование из госбюджета составит около \$1 млрд, а остальную сумму инвестируют местные бюджеты. Такие средства предусмотрены принятой правительством страны Программой развития метрополитенов.

Как сообщил журналистам министр транспорта и связи Виктор Бондарь, Программа предусматривает расширение строительства метро в Киеве, Харькове, Днепрпетровске и Донецке, а также оценку возможности создания и проектирование метрополитенов в Запорожье, Одессе и Львове. В 2006 г. на строительство метро в стране планируется выделить более \$250 млн. Программа предусматривает возведение 28 новых станций и 40 км тоннелей. Так, в Киеве будет построено 16 новых станций, Кольцевая ветка, новое депо и метро неглубокого заложения вместо скоростного трамвая. В Донецке до 2010 г. планируется завершить строительство метрополитена, который пока не эксплуатируется. В Харькове начнут работу четыре новые станции, а также будет завершено проектирование новой ветки.



ПРОКЛАДКА АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Между Китаем и Таджикистаном достигнуто соглашение о выделении кредита в \$900 млн для реализации трех крупных таджикских проектов в качестве помощи странам Шанхайской Организации Сотрудничества.

Самый большой из них касается реконструкции автодороги Душанбе – Худжанд (граница с Узбекистаном) и строительство тоннеля Шахристан на этой трассе. Реализация данного проекта позволит обеспечить круглогодичное наземное сообщение между центральной и северной частью Таджикистана.

Скорее всего, подрядчики будут определены из числа китайских компаний, которые имеют богатый опыт строительства тоннелей.



30 марта 2006 г. состоялось очередное заседание Президиума правления Тоннельной ассоциации России под председательством В. А. Брежнева.

На заседании были рассмотрены следующие вопросы.

1. О проведении Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию ОАО «Мосметрострой» «Метростроение России. История, опыт, будущее».

2. О работе по созданию первого отечественного микротоннелепроходческого комплекса – 1550 «Бирюза».

3. Проведение семинара по техническому регулированию.

4. Информация о проведении в Санкт-Петербурге 3-й Международной научно-технической конференции «Гидроизоляционные и кровельные материалы».

5. Вручение дипломов и знаков членам Тоннельной ассоциации России.

По первому вопросу выступил **главный инженер ОАО «Мосметрострой» Б. И. Яцков**. Он, в частности, отметил:



– За прошедшие 75 лет в сложных градостроительных и геологических условиях построено 280 км линий метрополитена и 171 станция, большое количество инженерных сооружений и различных технических систем и устройств, уложено более 700 км железнодорожных путей. Построенный метрополитен Москвы входит в число крупнейших метрополитенов мира и каждые сутки перевозит почти 9 млн пассажиров.

Сооружение Московского метрополитена открыло новый этап строительства тоннелей и подземных сооружений в нашей стране, позволило создать новую отрасль – метростроение, в результате чего к концу 1991 г. в стране были построены метрополитены в 14 городах, а общая протяженность проложенных линий составила 570 км.

За прошедшие годы накоплен огромный опыт тоннельной и подземного строительства, позволяющий строить и эксплуатировать метрополитен на мировом уровне, обеспечивать современным комфорта-

бельным транспортом жителей крупнейших городов нашей страны. В плане мероприятий Мосметростроя по подготовке и проведению празднования 75-летия Московского метростроя совместно с Тоннельной ассоциацией России намечено провести научно-практическую конференцию, посвященную этому знаменательному событию, 3–4 октября этого года под названием «Метростроение России. История, опыт, будущее» и пригласить для участия ОАО «Метрогипротранс» и АНО «Инвестстройметро» – общественную организацию заказчиков по метростроению России.

По результатам конференции предполагается обратиться в правительственные органы по решению проблем строительства метрополитенов.

О работе по созданию первого отечественного микротоннелепроходческого комплекса – 1550 «Бирюза» рассказал **генеральный директор фирмы «Альянс-КР» С. Р. Гильштейн**:



– Фирма «Альянс-КР» занималась созданием отечественного аналога микротоннелепроходческого комплекса диаметром 1550 мм под названием «Бирюза». Этот комплекс предназначен для сооружения тоннелей диаметром до 1600 мм методом продавливания железобетонных, полимербетонных и стальных труб в смешанных, в том числе водонасыщенных грунтах с коэффициентом прочности до $f \leq 6$ по шкале М. М. Протодьяконова при гидростатическом давлении до 0,3 МПа.

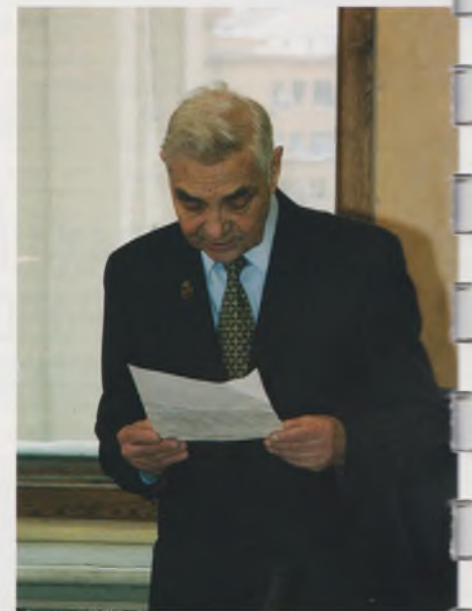
В настоящее время проведены заводские испытания этой машины, и она готовится к промышленным испытаниям – проходке микротоннеля на объекте строительства канализационного коллектора на ул. Б. Академическая длиной 900 м (УКС ИКСД Москапстрой и К-строитель).

Фирма «Альянс-КР» полагает, что проходка будет проведена успешно и обраца-

ется к членам Тоннельной ассоциации России с предложениями в ходе проходки постоянно следить за работой машины и всего комплекса с тем, чтобы иметь полную информацию о работе и всемерно содействовать применению этого микротоннелепроходческого комплекса «Бирюза» на своих объектах.

О проведении семинара по техническому регулированию рассказал **заместитель председателя правления ТА России С. Н. Власов**:

– Два года назад в России был принят закон «О техническом регулировании»



целью которого являлось упорядочение разработки и применения большого количества действующих нормативных документов, разрабатываемых разными ведомствами и структурами для работы с ними в рыночной экономике и поддержки предпринимательству. Этот закон регулирует отношения, возникающие при разработке, принятии и исполнении как обязательных требований к продукции, процессам ее производства, эксплуатации, хранению, перевозке и реализации, так и добровольном применении этих требований. Он определяет права и обязанности участников этого процесса, регулируемые принятым Федеральным законом.

В связи с этим упорядочивается и меняется работа многих ведомств, занимающихся строительным нормированием: прекращается хозрасчетная деятельность надзорных органов, сокращается непомерный объем различных видов сертификации и прочих платных процедур, чтобы не только снизить нагрузку на предпринимателей, но и позаботиться о реальной защите прав потребителей. В этом направлении был разработан новый СНиП 10-01-2003 взамен дей-

ствующего СНиП 10-01-94, который решает целый ряд организационно-правовых вопросов.

Госстандартом России был подготовлен проект программы разработки технических регламентов на 2003–2010 гг. В составе проекта 219 регламентов, в том числе около 20 – по строительству. Возможно, будет больше. Сложность состоит в том, как уложить в эти регламенты обязательные требования по безопасности из многих тысяч действующих нормативных документов.

Однако фактически ни одна из существующих проблем в области нормирования не решена за прошедшие два года. Из намеченных 23 Постановлений Правительства по реализации закона принято меньше половины. Действующие в настоящее время вступили в противоречие с законом «О техническом регулировании». Разработка технических регламентов по программе Правительства не начата. Пока совершенно не ясно, что будет с действующими в настоящее время СНиП и СП, и как этот закон спустя два года будет реализовываться в строительстве.

18–19 апреля 2006 г. в Санкт-Петербурге Академический научно-технический центр «АЛИТ» ЗАО «Балтэкспо» провел на территории Ленэкспо 3-ю Международную научно-техническую конференцию «Гидроизоляционные и кровельные материалы», на которой обсуждались следующие вопросы: гидроизоляция тоннелей и подземных сооружений, герметизация стыков бетонных и железобетонных конструкций, инъекции полиуретановых композиций за обделку тоннелей, технологии гидроизоляции подземных сооружений при ремонте, использование для целей изоляции специальных сухих смесей.

В конференции приняли участие и выступили с докладами специалисты – члены Тоннельной ассоциации из Санкт-Петербургского метрополитена, ОАО «Метрострой» Санкт-Петербурга, НПП «Спецгидроизоляция», ЗАО «Триада-Холдинг», ООО «Монолит» и ряда других организаций.

О подготовке и проведении этой конференции сделал сообщение **зам. заведующего Санкт-Петербургским отделением ТА России В. А. Ногин.**



На заседании правления были вручены дипломы и знаки членам Тоннельной ассоциации России, а руководителям предприятий: ООО «Интертехсервис» – заместителю генерального директора Кузнецову Владимиру Алексеевичу, ЗАО «Первомайский завод ЖБИ» – заместителю генерального директора Анисимову Алексею Вячеславовичу – свидетельства членов Тоннельной ассоциации России.



**БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЕ
БЕЗУСАДОЧНЫЕ
СУХИЕ БЕТОННЫЕ СМЕСИ,
ГЕРМЕТИКИ, ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ,
АНТИКОРЫ**

НОВТЕХСТРОЙ

www.novtehsstroy.ru

www.novtehsstroy.ru

тел./факс: (495) 933-27-54, 937-65-68
info@novtehsstroy.ru
www.novtehsstroy.ru

антискоррозионная защита • гидроизоляция • деформационные швы • набрызг-бетонная крошка • ремонт и усиление ж/б конструкций • наливные полы

цементные стяжки • цементная гидроизоляция • антикоррозионная защита • бетонная крошка

БЕЗОПАСНОСТЬ В СТОЛИЧНОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ

О состоянии безопасности в столичном метрополитене, а также о перспективах развития скоростного транспорта в Москве сообщил начальник ГУП «Московский метрополитен» Дмитрий Владимирович Гаев в рамках своей пресс-конференции 6 апреля текущего года.

По словам Д. В. Гаева, работа по обеспечению безопасности в метро ведется комплексно и включает в себя несколько направлений. По мере возникновения новых угроз разрабатываются специальные программы с учетом новых факторов. Финансирование работ ведется как из средств самого метрополитена, так и из целевых фондов городского и федерального бюджетов. «Многие авторитетные эксперты считают – это не только мое личное мнение, – что Московский метрополитен по степени обеспечения безопасности является одним из лучших в мире», – подчеркнул Гаев.

Ежедневно столичный метрополитен перевозит до 9 млн пассажиров. Большой процент станций – глубокого заложения, поэтому в метро 595 эскалаторов. Срок службы некоторых из них более 50 лет. В связи с тем, что ресурс выработан, требуется ремонт, но т. к. полностью закрыть станцию крайне сложно («Семеновская» – один из немногих тому примеров), то реконструкцию приходится проводить с частичным ограничением движения. Это также создает немало неудобств, но, подчеркнул Д. В. Гаев, этот дискомфорт в будущем будет компенсирован улучшившимися характеристиками безопасности и качества перевозок. В настоящее время программа ремонта эскалаторов реализуется: за 10 лет планируется избавиться от всех эскалаторов, выработавших свой срок службы.

Что касается подвижного состава, то парк столичного метро насчитывает около 4,5 тыс. вагонов, и среди них в настоящее время нет ни одного, работающего сверх положенного срока. При этом парк новых вагонов будет расширяться: впервые за пять лет подписан двухгодичный контракт на поставки с заводами, производящими вагоны; в 2007 г. планируется подписать аналогичный контракт на три года.

В середине 2007 г. планируется поменять все старые вагоны на Сокольнической линии. В 2006 г. завершится переоснащение Филевской линии – все вагоны там будут заменены новыми, типа «Русич». С учетом строительства нового участка метро в Строгино, постепенно заменят парк вагонов на Арбатско-Покровской линии – там также будут использоваться «Русичи», но, в отличие от Филевской линии, не 4-х, а 5-вагонные. Продолжится обновление составов на Люблинской линии, а также на Таганско-Краснопресненской. В целом, в ближайшие годы предстоит заменить примерно 120–150 вагонов.

Такой аспект системы безопасности, как пожарная, контролируется очень жестко, начиная с 1987 г., когда произошел пожар на станции «Павелецкая». По словам Д. В. Гаева, с тех пор модернизирован весь парк вагонов: теперь они оснащены сигнализацией,



Колонна экстренного вызова на станции «Улица 1905 года»

в них использованы максимально негорючие материалы. К 1994 г. была полностью завершена установка системы автоматического пожаротушения «Игла». Благодаря этому даже во время таких трагических происшествий, как теракты, происходивших за последние годы, возгораний удалось избежать.

С точки зрения криминальной безопасности Московский метрополитен также принимает меры по улучшению ситуации. В последнее время в два раза увеличено количество сотрудников милиции на метрополитене; за ним закреплены три полка внутренних войск. «Это серьезная сила, противодействующая криминалу в метрополитене», – подчеркнул Гаев. По его словам, ведется модернизация технических средств, в частности, установлены колонны, разделенные по цвету и оборудованные двумя кнопками: одна – для связи со справочной службой метрополитена, другая – для сигнала SOS. В 2006 г. установка такой системы на всех станциях будет завершена. В 2005 г. по этой системе связи диспетчерам поступило около 60 тыс. вызовов, около 10 тыс. из которых заслуживали внимания. «И если хоть один из них помог обеспечить безопасность пассажиров, это говорит о том, что эту систему стоило установить», – считает Д. Гаев. Что касается установки металлоискателей в метро, то такой технической возможности пока нет, т. к. это полностью оставило бы пассажиров в опасности, который и так с каждым годом становится все более плотным. «Перед нами стоит задача найти другие средства безопасности, не мешающие движению пассажиров», – пояснил Гаев. – Пока ни в одном метрополитене мира металлоискателей нет, включая и те, которые также подвергались террористическим атакам.

Проблема перегруженности метро стоит перед Москвой в течение нескольких лет, и с каждым годом только обостряется. Есть ли решение, которое могло бы преодолеть пробки,

особенно в центре, на станциях пересадок? По словам Д. Гаева, для того, чтобы разгрузить центр, было принято решение построить третий пересадочный контур метро (после пересадочных станций в центре и Кольцевой линии), который расположится на расстоянии одного-двух перегонов от Кольцевой линии. Сейчас разрабатываются технические и архитектурные решения; возможно, уже в 2007 г. начнется первый этап строительства.

В рамках пресс-конференции был поднят и актуальный вопрос: как избежать в дальнейшем ситуации, когда в тоннель метро забивают сваи рекламного щита? По словам начальника столичного метрополитена «меры по недопущению подобных ситуаций просты: каждый должен выполнять свои обязанности согласно инструкциям». В данном случае, несомненно, был нарушен запрет на проведение строительных работ в зоне Московского метрополитена, что и привело к подобной ситуации. По словам Дмитрия Гаева, после аварии участок тоннеля был обследован специалистами, которые дали свои рекомендации относительно его восстановления; несмотря на то, что необходимый ремонт уже проведен и безопасности пассажиров ничто не угрожает, тоннель все же будет укреплен дополнительно. В целом, ущерб, нанесенный метрополитену, составил 4 млн р., а убытки оцениваются в сумму примерно 70 млн, т. к. два поврежденных вагона пришлось списать.

Что касается перспектив повышения стоимости проезда, то, по словам Гаева, «метрополитен цены не повышает, а приводит их в соответствие с уровнем инфляции». Пока невозможно сказать, будет ли повышен тариф на разовую поездку в 2007 г., но будут введены новые тарифные планы. Пока в 2006 г. динамика развития экономики метрополитена соответствует планам Министерства экономического развития в целом по стране, констатировал Гаев.

ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ В ОХРАННЫХ ЗОНАХ МЕТРОПОЛИТЕНА

Е. Г. Козин, начальник службы тоннельных сооружений

Н. В. Тулина, начальник тоннельно-обследовательской испытательной станции службы тоннельных сооружений

О. А. Шнейдер, старший инспектор сектора технического надзора тоннельно-обследовательской испытательной станции службы тоннельных сооружений ГУП «Петербургский метрополитен»

От редакции: Проблема, поднятая в данной статье, очень актуальна. Несогласованные с метрополитеном строительные действия приводят порой к тяжелым последствиям.

Так, 19 марта 2006 г. в 14:29, в результате грубейших нарушений при производстве работ по установке рекламных щитов подрядными организациями Московской железной дороги (на их территории) была повреждена конструкция тоннеля на перегоне «Войковская» – «Сокол» Замоскворецкой линии Московского метрополитена, а также полностью был поврежден один из вагонов состава, следовавшего в этот момент по перегону. В результате почти на сутки было прервано движение поездов на данном участке.

По счастливой случайности, этот день был выходным, и пассажиров в вагоне поезда было мало, жертв и пострадавших не оказалось. Пожара и задымления не было. Все пассажиры поврежденного состава (около 500 человек) были эвакуированы.

В ликвидации последствий принимали участие Московский метрополитен, Мосметрострой, МЧС и Префектура САО г. Москвы.

Объем восстановительных работ оказался значительным.



Головной вагон №0176 после аварии



Интерьер промежуточного вагона №9380 после аварии

В последнее время развернулось широко-масштабное строительство объектов городской и транспортной инфраструктуры вблизи сооружений Петербургского метрополитена – на территориях, прилегающих к вестибюлям станций.

Исходя из предыдущего опыта, возведение крупных объектов в технических зонах сооружений метрополитена не может не иметь негативных последствий. Несмотря на все расчеты проектировщиков и применение современных технологий в строительстве, такое влияние может быть довольно значительным. В Санкт-Петербурге это можно наблюдать на примере размещения таких объектов, как транспортная развязка на проспекте Стачек вблизи ст. «Автово» (рис. 1); Ладожский вокзал, непосредственно над эскалаторным тоннелем ст. «Ладожская»; культурно-коммерческий комплекс «Французский бульвар» над ст. «Ленинский проспект» (рис. 2); коммерческо-торговый комплекс над эскалаторным тоннелем ст. «Достоевская» и др.

По окончании строительства транспортной развязки у вестибюля ст. метро «Автово» резко увеличилось количество течей и их интенсивность по путевым стенам станции и в камере съездов. Для обеспечения условий нормальной эксплуатации сооружений работы по нагнетанию изолирующих материалов (полиуретан, цементный раствор) за отделку ведутся в данной зоне уже более двух лет.

В период проведения работ по устройству фундаментной плиты культурно-коммерческого комплекса «Французский бульвар» над станцией мелкого заложения «Ленинский проспект» был нарушен согласованный ранее с метрополитеном регламент работ. Это вызвало смещение стыков балок и плит перекрытия, поднятие конструкций участка перехода и, как следствие, вспучивание облицовки (рис. 3). В итоге компания-застройщик понесла затраты на ремонт облицовки в пешеходном переходе и капитальный ремонт несущих конструкций перекрытия кассового зала.

При строительстве Ладожского вокзала в связи с дополнительными нагрузками произошли деформации отделки наклонного хода, следствием которых стали многочисленные течи, проявившиеся на зонтах наклонного хода ст. «Ладожская». Это негативно отразилось на работе оборудования и устройств эскалаторов. В настоящее время ремонт наклонного хода завершен (рис. 4).

С целью минимизации негативного влияния на сооружения на этапе согласования проектов метрополитеном в последнее вре-

мя выдвигаются дополнительные технические требования. К ним относятся: вынос коммуникаций из зоны строительства, вынос на поверхность контуров сооружений метрополитена и охранных зон, исключение дополнительных статических и динамических нагрузок путем использования щадящих технологий, обеспечение свободного доступа к объектам метрополитена для их осмотра и обслуживания. Обязательное условие на стадии производства работ – осуществление технического инспекторского надзора силами метрополитена и мониторинга состояния сооружений специализированными организациями по заключенным договорам с заказчиком (инвестором) строительства.

Обследование сооружений метрополитена, как правило, выполняется с целью зафиксировать их техническое состояние до начала работ, выявить «слабые места» в конструкциях, спрогнозировать возможные варианты развития неблагоприятных ситуаций и их последствия. В ходе анализа результатов обследований разрабатываются мероприятия, выполнение которых является обязательным для заказчика.

Так, до начала возведения коммерческо-торгового комплекса у вестибюля ст. «Достоевская» в результате прогноза распределения нагрузок от атмосферных осадков была выявлена возможность образования «снегового мешка» на пониженной части кровли. Следствием перегрузки перекрытий кассового зала могло стать их внезапное обрушение и гибель людей. Учитывая опасность развития ситуации, по требованию метрополитена до начала строительства инвестор разработал проект и осуществил усиление структурной плиты перекрытия вестибюля путем установки дополнительных колонн (рис. 5).

Исключение дополнительных нагрузок возможно с помощью применения системы экспертного картирования. Она позволяет проводить выбор потенциально возможного основания, типов фундаментов и рациональную технологию их сооружения. Апробирование данной системы, разработанной специалистами ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» и НПФ «Водные ресурсы», успешно прошло на Петербургском метрополитене.

Согласно Правилам технической эксплуатации метрополитенов Российской Федерации, порядок и сроки производства работ определяются совместными приказами по метрополитену и строительной организации. Приказ устанавливает также лиц, ответственных за технику безопасности, и обязывает застройщика предварительно выполнить обследование и дать оценку технического состояния сооружений метрополитена, попадающих в зону проведения работ, для дальнейшего мониторинга как во время строительства, так и на определенный срок после его окончания. Обследование и мониторинг осуществляются организациями, имеющими соответствующие лицензии. Мониторинг включает в себя геодезический контроль пространственного положения сооружений метрополитена, контроль дина-

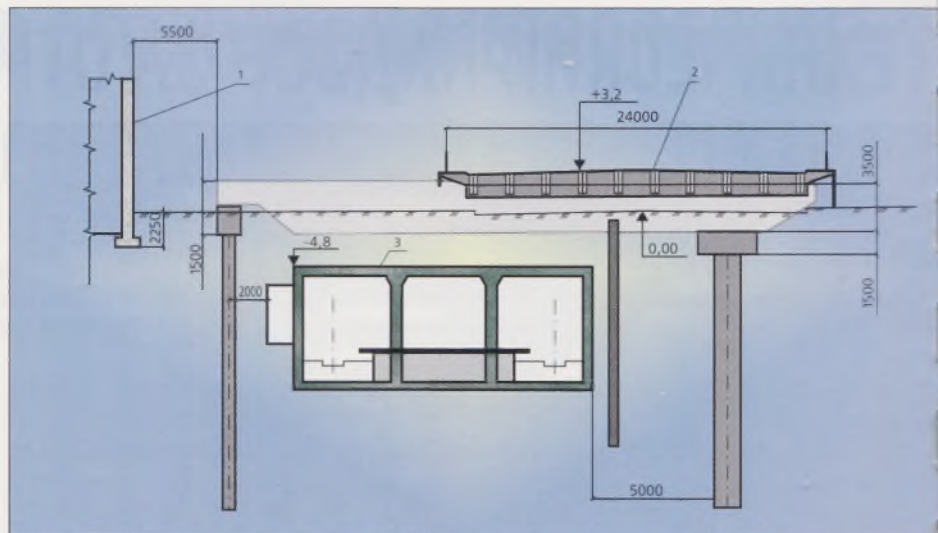


Рис. 1. Схема расположения конструкций путепровода над сооружениями ст. «Автово»:

1 – конструкция жилого здания; 2 – проезжая часть путепровода; 3 – перекрытие тоннеля мелкого заложения

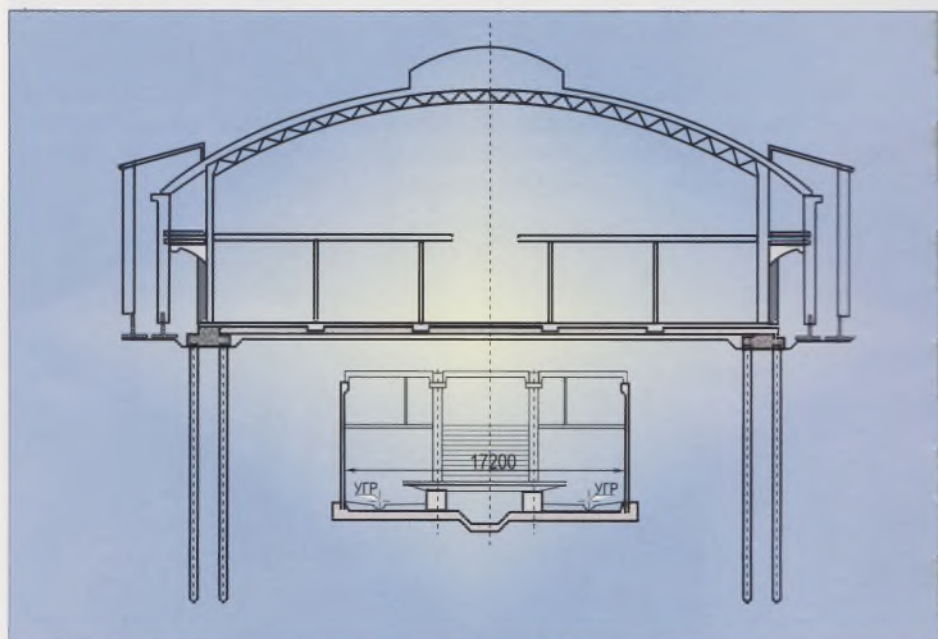


Рис. 2. Схема расположения торгового комплекса над ст. «Ленинский проспект»



Рис. 3. Смещение балок и плит перекрытия в пешеходном переходе ст. «Ленинский проспект»



Рис. 4. Вестибюль ст. «Ладовская» и здание Ладовского вокзала

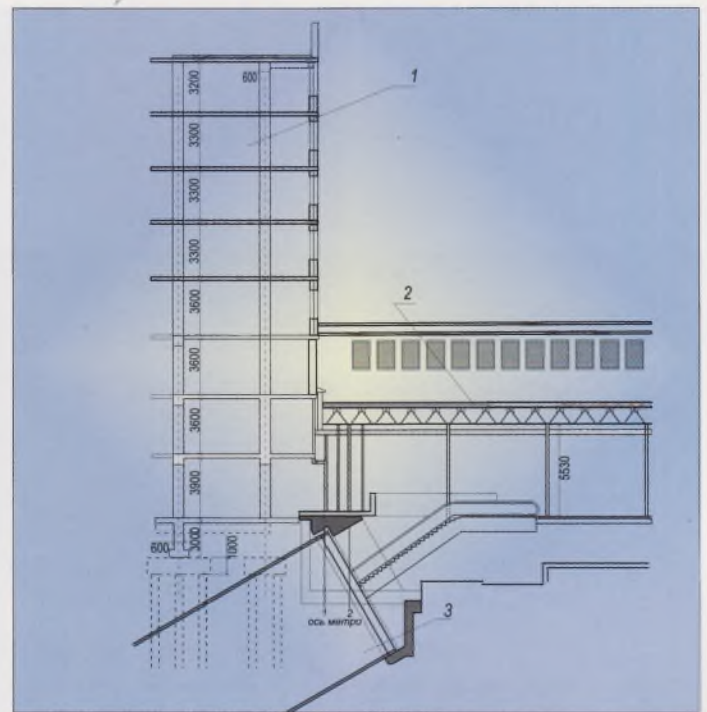


Рис. 5. Поперечный разрез коммерческо-торгового комплекса у вестибюля ст. «Достоевская»: 1 – коммерческо-торговый комплекс; 2 – пониженная часть кровли вестибюля; 3 – наклонный ход

мических параметров конструкций на стадии устройства свайного поля, визуальный осмотр состояния строительных конструкций, разработку отчетных материалов и т. д. Отчеты с выводами и рекомендациями по объектам наблюдения предоставляются как заказчику строительства, так и метрополитену. При возникновении дефектов и деформаций, превышающих допустимые нормы эксплуатации, работы приостанавливаются до выполнения дополнительных мероприятий, включая внесение изменений в проект, обеспечивающих сохранность и надежную эксплуатацию сооружений метрополитена.

Неотъемлемой частью для их устойчивой работы при возведении объектов городской инфраструктуры является ведение технического инспекторского надзора. Для этих целей в службе тоннельных сооружений Петербургского метрополитена в составе тоннельно-обследовательской испытательной станции имеется сектор технического надзора, основной задачей которого является контроль соответствия выполняемых работ согласованной с метрополитеном проектной документации, а также контроль строительства на территориях, прилегающих к объектам метрополитена.

Необходимо отметить, что зачастую бывают случаи ведения работ в технических и охранных зонах метрополитена без предварительного согласования проектной документации. Так, например, несанкционированное бурение скважины в зоне расположения наклонного хода ст. «Достоевская» привело к нарушению целостности несущей конструкции. Из пробуренного тубинга наклонного хода имел место вынос около 8 м³ обводненного грунта в пространство между обделкой и водоотводящими зонтами (рис. 6). Восстановительные работы планируется



Рис. 6. Пробуренный тубинг обделки наклонного хода ст. «Достоевская»

проводить за счет средств организации, выполнявшей несанкционированное бурение. Возведение Бизнес-центра до полной ликвидации последствий аварии приостановлено.

Как видно из приведенных выше примеров, надежная эксплуатация сооружений и устройств метрополитена во многом зависит от системы надзора в целом.

В Санкт-Петербурге вопросы строительства вблизи объектов метро рассматриваются на уровне Управления метрополитена и соответствующих служб. Важным звеном в этом деле является профильный сектор технического надзора,

отслеживающий выполнение технических условий и контролирующий ведение всех строительных работ.

Таким образом, при возведении объектов городской инфраструктуры в охранных зонах метрополитена определение четких требований при согласовании проектной документации, а также ведение инспекторского надзора и мониторинга технического состояния сооружений метро, попадающих в зону влияния строительно-монтажных работ, имеет огромное значение для обеспечения нормальной и безопасной эксплуатации подземного транспорта.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТОННЕЛЯ ПОД ЛЕНИНГРАДСКИМ ПРОСПЕКТОМ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ С БЕГОВОЙ УЛ. В МОСКВЕ

Д. А. Илькевич, зам. гл. инженера ЗАО «Объединение «ИНГЕОКОМ»



Новый пятиполосный тоннель

Тоннель под Ленинградским проспектом на пересечении с Беговой улицей являлся последним участком 3-го транспортного кольца Москвы, не обеспечивающим необходимую пропускную способность автотранспорта из-за недостаточной ширины проезжей части – три полосы в каждом направлении.

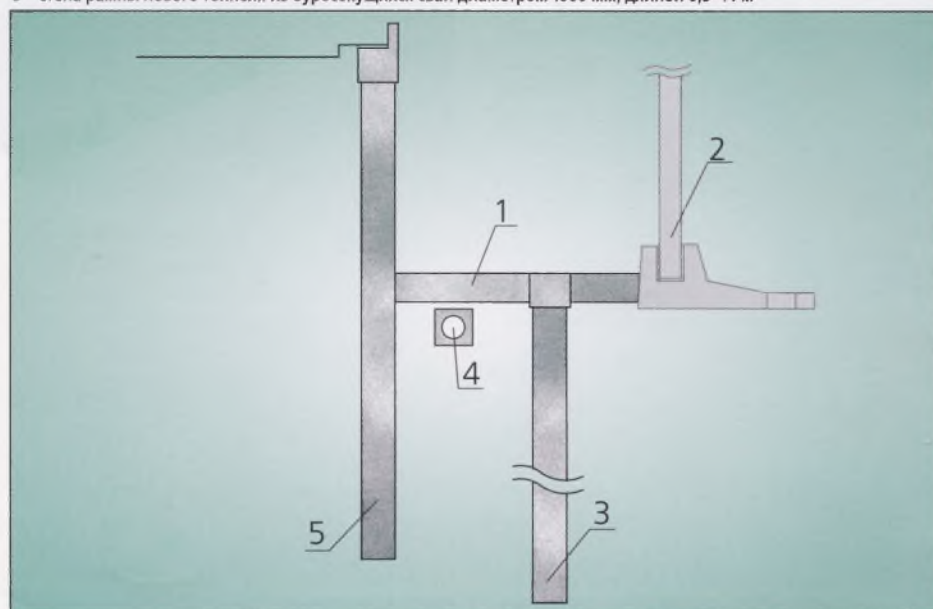
Проектом, разработанным институтом «Мосинжпроект», предусматривалась реконструкция 489-метрового тоннеля с уширением проезжей части с трех до пяти полос движения. Также для увеличения пропускной способности на данном пересечении предлагалось возведение двух новых эстакад: разворотной над Ленинградским проспектом протяженностью 577 м и эстакады съезда с Ленинградского проспекта на ул. Новая Башиловка длиной 236 м при движении из области.

В конце сентября 2004 г. после освобождения площадки от инженерных коммуникаций, ЗАО «Объединение «ИНГЕОКОМ» приступило к выполнению работ на рамповых участках тоннеля со стороны Беговой улицы. Возведение стен рамп из буросекущихся свай диаметром 1000 мм производилось с помощью буровых станков Casagrande C250, C600 и Bauer BG25. До начала земляных работ соорудили монолитный обвязочный пояс по верху буросекущихся свай. Параллельно выполнялась железобетонная стена на естественном основании на концевых участках рамп. Разработку грунта между новой и старой стенами тоннеля вели поэтапно с устройством от одного до трех рядов временных грунтовых анкеров длиной

от 20 до 24 м и шагом 1,7 м. Для демонтажа старой стены рампы в ночное время закрывали по одной правой полосе движения в каждом направлении. Эту стену резали на сегменты и вывозили с площадки грузовым транспортом. Также была демонтирована старая насосная станция, располагавшаяся около портала тоннеля между новой и старой стенами рампы. Поскольку новая насосная станция не была еще

готова к моменту демонтажа старой, на месте последней были установлены временные насосы «ГНОМ», обеспечивающие водоотлив из существующих водостоков. После завершения земляных работ и демонтажа элементов стены, прокладывали новый водосток тоннеля в железобетонной обойме, а затем возводили постоянную распорную конструкцию между буронабивными сваями и стеной из буросекущихся

Рис. 1. Конструкция рампы: 1 – железобетонная распорная конструкция; 2 – стена рампы старого тоннеля (демонтируется); 3 – буронабивные сваи диаметром 1000 мм, шагом 2400 мм, длиной 6–10 м; 4 – новый водосток; 5 – стена рампы нового тоннеля из буросекущихся свай диаметром 1000 мм, длиной 6,5–14 м



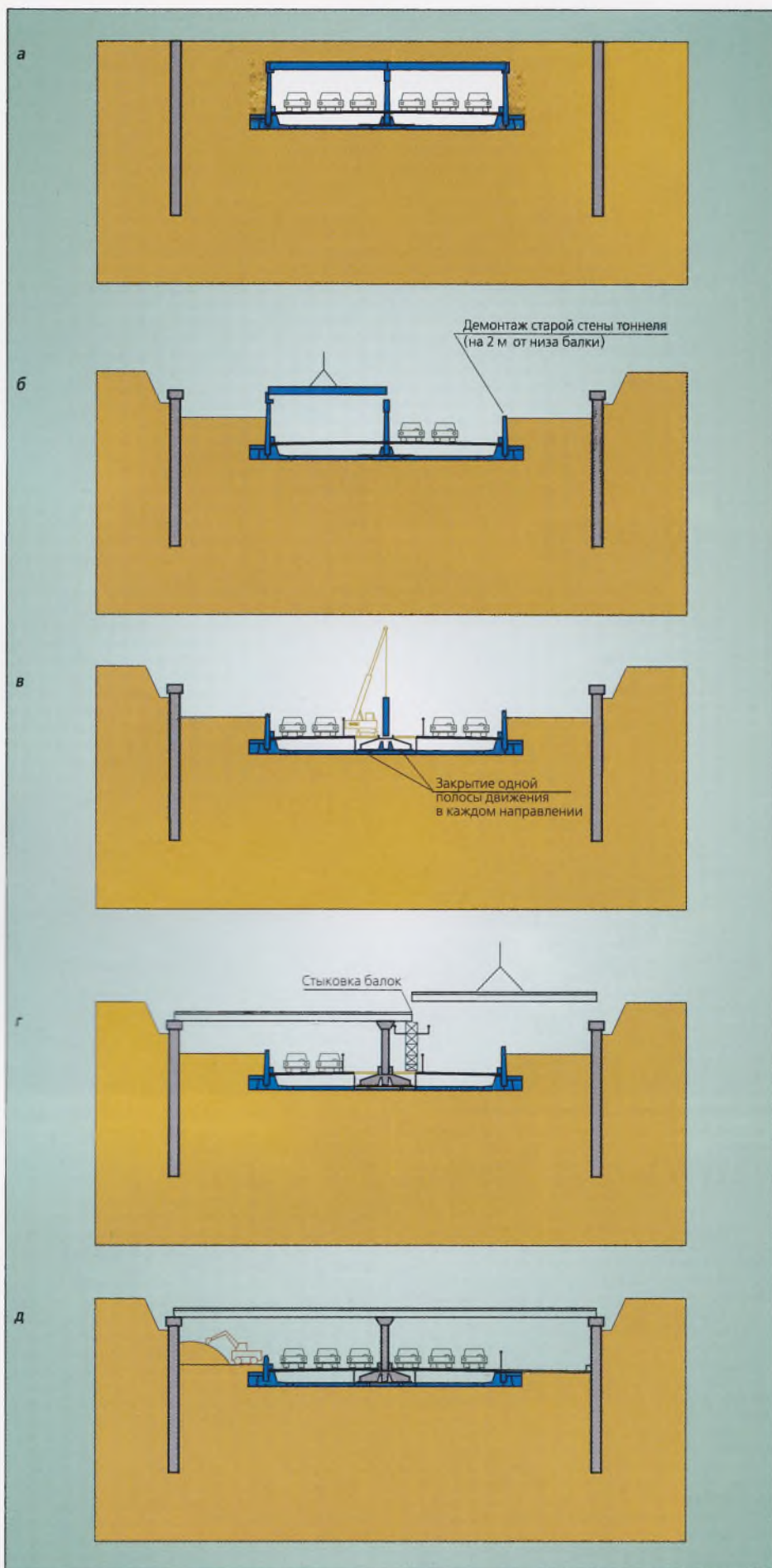


Рис. 5. Последовательность реконструкции закрытой части тоннеля: а – сооружение «стены в грунте» из буросекущихся свай диаметром 1000 мм; б – демонтаж балок перекрытия старого тоннеля в ночное время; в – демонтаж старой и строительство новой центральной опоры; г – монтаж нового пролетного строения тоннеля в ночное время; д – разработка грунта между новой и старой стенами тоннеля, устройство водостока, дороги, архитектурной отделки

На подготовительном этапе работ первой очереди движение по центральной части Ленинградского проспекта было перенесено на уширенные боковые части за счет газонов. Учитывая большую стесненность строительной площадки, а также весьма ограниченные зоны въезда-выезда, особое внимание было уделено доставке оборудования и стройматериалов: завоз крупногабаритной техники и балок осуществлялся в ночное время, при минимальном движении автотранспорта. После разборки проезжей части Ленинградского проспекта и сооружения форшахт приступали к возведению новых ограждающих стен тоннеля из буросекущихся свай диаметром 1000 мм и глубиной 15,7 м с последующей срубкой их оголовков и устройством монолитного обвязочного пояса с подферменниками и шкафной стенкой. Далее производилась выемка грунта на 2 м от поверхности земли с вскрытием конструкции перекрытия старого тоннеля и срежкой верхней части его стены. Демонтаж сборных железобетонных балок перекрытия осуществлялся в ночные пятчасовые «окна», с отключением контактной сети троллейбуса, осуществляемой бригадой Мосгортранса. При демонтаже балок было использовано специальное режущее оборудование с алмазными дисками – каждая балка весом 10,25 т отделялась резкой в местах омоноличивания с соседними балками и с помощью крана разбиралась. На стройплощадке, из-за стесненных условий, не допускалось складирование конструкций старого тоннеля, поэтому его элементы сразу грузили и вывозили автотранспортом (рис. 6).

Для демонтажа старой центральной опоры было необходимо закрыть крайние левые полосы движения в тоннеле, поскольку проектом предусматривалось удаление старых фундаментов, находившихся ниже проезжей части, и устройство новых – из монолитного железобетона с подошвой шириной 5 м. Для сооружения фундаментов вырыли траншею глубиной 1,7 м с креплением стенок металлическими трубами диаметром 319 мм с деревянной затяжкой. После набора прочности бетона фундаментов соорудили тело центральной опоры и объединяющий ригель также из монолитного железобетона, после чего производили обратную засыпку траншеи. Полная высота центральной опоры тоннеля составляла 5,35 м от верха фундаментов.

Следующим, наиболее трудоемким этапом реконструкции, было устройство нового перекрытия тоннеля, представляющего собой сталежелезобетонную балочно-неразрезную конструкцию и выполнявшего функцию постоянной распорной, удерживающей боковые стены нового тоннеля (рис. 7).

Металлические балки (сталь 15ХСНД) изготавливались на Чеховском заводе металлоконструкций и доставлялись на площадку автотранспортом с уже нанесенной огнезащитой. Каждая полная балка по ширине тоннеля состояла из двух частей, монтаж которых производился стреловыми кранами Grove и Liebherr грузоподъемностью 130 и 150 т, размещенными на бровке котлована, в ночные «окна» при закрытии движения по 3-му транспортному кольцу. Для объединения балок была выполнена временная опора из мостовых ин-

вентарных конструкций, располагавшаяся около центральной опоры и занимавшая одну левую полосу движения в тоннеле. Стыковка частей балок, а также установка продольных связей между ними, выполнялась на высокопрочных болтах. Всего на первой очереди реконструкции тоннеля было установлено 15 балок с расстоянием между осями 1650 мм. Они опирались на центральную опору тоннеля и на опорные части ТВП 75±30 мм боковых стен, а между торцами балок и шкафной стеной боковых стен устанавливались опорные части ТВП 135±30 мм. После завершения сборки металлической части перекрытия временную опору разбирали и приступали к сооружению монолитной железобетонной плиты перекрытия. С целью снижения трудоемкости работ была применена несъемная опалубка из стеклофибробетонных плит толщиной 4 см, устанавливаемых между верхними поясами металлических балок. Бетонирование плиты размером в плане 49,5 × 42,48 м производили с помощью двух автобетононасосов с двух сторон тоннеля. В качестве гидроизоляции использовали мастичнополимерное покрытие «Полиуреа SS-100», которое наносили механическим способом с применением оборудования SPI-Gusmer 25/25 NP. Затем выполняли защитный слой и укладывали асфальтобетонное покрытие. После этого движение по Ленинградскому проспекту перенесли на новое перекрытие и приступили к сооружению второй очереди реконструкции тоннеля, состоящей из двух участков, по аналогичной технологии выполнения работ. Её суммарная длина составила 67 м. Здесь было смонтировано 20 металлических балок.

Следует отметить некоторую особенность работ по второй очереди: к моменту монтажа металлических балок нового перекрытия было выполнено пролетное строение разворотной эстакады над Ленинградским проспектом, расположенное в плане над порталами тоннеля. В связи с этим монтаж крайних балок вели двумя кранами, с установкой одного из них на проезжей

Рис. 6. Работы по реконструкции тоннеля первой очереди



Рис. 7. Сооружение нового металлического перекрытия тоннеля

части тоннеля, другого – на бровке котлована на Ленинградском проспекте и служившим для подачи балок первому крану.

После сооружения нового перекрытия тоннеля обеих очередей и «включения» его в работу конструкции приступили к разработке грунта между новой и старой стенами тоннеля с удалением старой методом резки на сегменты и вывоза со стройплощадки. Разработку грунта вели прямым забоем сразу по двум сторонам тоннеля одновременно экскаватором с обратной лопатой. Вывоз грунта осуществлялся через рамповую часть.

Для сооружения нового водостока вскрывался котлован с устройством водопонижения с иглофильтрами и сбросом воды в городскую водосточную сеть, после чего про-

изводились обратная засыпка с послойным уплотнением, планировка основания под дорожку, бетонное основание, сооружение банкетки у центральной опоры и боковых стен и укладка асфальтобетонного покрытия.

Последним, завершающим, этапом была архитектурная отделка тоннеля, окраска бетонных конструкций и устройство освещения. Боковые стены тоннеля, также как и стены рампы, облицовывались материалом «Краспан», парапеты портала – гранитом.

Для освещения тоннеля предусмотрены четыре ряда светильников ЖСУ-22-400, по два с каждой стороны. Подводка кабелей освещения выполнена в металлических перфорированных оцинкованных лотках, расположенных вдоль боковых стен. Светильники размещены между нижними поясами металлических балок перекрытия.

10 ноября 2005 г. состоялось торжественное открытие движения по новому, расширенному тоннелю и всей развязке в целом.

Приобретенный опыт ЗАО «Объединение «ИНГЕОКОМ» в реконструкции этого тоннеля позволит в будущем рассматривать возможность расширения подобных сооружений, требующих большей пропускной способности автотранспорта, в стесненных городских условиях, с сохранением движения.

В заключение необходимо отметить, что успеху реализации этого проекта сопутствовала слаженная работа заказчика ОАО «Москапстрой», генпроектировщика ГУП «Мосинжпроект», основных подрядчиков ООО «СМУ Ингеоком» и ООО «ЭЛГАД», подрядчика по переустройству инженерных коммуникаций ОАО «Гордорстрой», а также субподрядных организаций: ООО «Мостотоннельстрой», ООО «Светсервис», ЗАО «Инжспецстроймонолит», ООО «УСР Мосметрострой», ООО «Магистраль Т» и др.

ПЕРСПЕКТИВЫ ТОННЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ АВТОДОРОГИ ДЖУБГА – СОЧИ

В. П. Полищук, гл. инженер проекта ОАО «Минскметропроект»



Автомобильная дорога Джубга – Сочи проходит вдоль Черноморского побережья через населенные пункты г. Туапсе, пос. Лазаревское, пос. Дагомыс, г. Сочи, г. Адлер и обеспечивает реализацию связей центральных регионов России, Украины, а так же отдельных субъектов Южного федерального округа с крупным морским портом – Туапсе, курортной зоной Черноморского побережья, государствами Закавказья.

По трассе осуществляются значительные объемы перевозок грузов и пассажиров по обслуживанию многочисленных курортов и здравниц. Сама дорога является одним из популярнейших туристических маршрутов Черноморского побережья.

Экономический рост Краснодарского края, развитие курортного бизнеса на Черноморском побережье в районе г. Сочи, а так же соответствующий рост автомобилизации населения привели к значительному увеличению транспортного потока. На отдельных участках (г. Туапсе, пос. Лазаревское, г. Сочи) интенсивность движения уже сейчас соответствует требованиям к автодороге I–II категории, в то время как ее параметры удовлетворяют III–IV категории.

С каждым годом все больше ощущается потребность в реконструкции автодороги.

Природные условия и проблема выбора трасс

Почти на всем протяжении автодорога проходит по узкой прибрежной полосе, по склонам Главного Кавказского хребта в сложных природных, градостроительных, топографических и инженерно-геологических условиях.

Топографические условия характеризуются резкими и значительными перепадами рельефа горного и предгорного типа.

Существующая автодорога и трассы планируемых обходов населенных пунктов проходят, преимущественно, по территориям лесов первой категории, включая земли Сочинского национального парка.

Органы государственного контроля в области охраны окружающей среды предъявляют все более высокие экологические требования к разрабатываемым проектам, не допуская вторжения автодороги на охраняемые лесные массивы Южного Кавказа.

Фактором, осложняющим прокладку трасс по новым направлениям, является то, что генпланы крупных населенных пунктов, вокруг которых проектируются обходы, не утверждены и не учитывают перспективы развития автодороги. Пологие участки местности, пригодные для прокладки трассы, как правило, застроены или имеют владельцев на правах долговременной аренды.

Природные и инженерно-геологические условия характеризуются развитием на рассматриваемых территориях опасных поверхностных геологических процессов, а так же угрозой возникновения смерчей, паводков и землетрясений. Сам процесс строительства и реконструкции

автодорог так же может вызвать активизацию или возникновение оползней, обвалов, камнепадов и снежных лавин.

Все перечисленные выше факторы приводят к тому, что наиболее предпочтительным с точки зрения всех заинтересованных сторон является прокладка трассы на удалении 2–5 км от побережья с минимальным нарушением поверхности и вторжением в уникальную экосистему Южного Кавказа.

О проектах

В период 2000–2005 гг. по заказам ДСД «Черноморье» разрабатывались обоснования инвестиций, проекты и рабочая документация на строительство автодороги Джубга – Сочи, в том числе на обходах г. Туапсе, пос. Лазаревское, г. Сочи.

Наиболее крупным объектом на автодороге Джубга – Сочи до настоящего времени является **обход центра г. Сочи**, который берет свое начало от примыкания к федеральной автодороге на участке Адлер – Сочи около населенного пункта Агура и заканчивается выходом на федеральную автодорогу в районе пос. Нижняя Хобза. Общая протяженность обхода – 30,29 км, глубина – до 3 км от побережья.

Обход разделен на три очереди строительства.

План трассы дороги для обходов г. Туапсе, пос. Лазаревское и г. Сочи



Таблица

Технико-экономические показатели по участкам обходов

| Наименование | Обход г. Туапсе | Обход пос. Лазаревское | Обход г. Сочи ПК0-ПК134 | Обход г. Сочи ПК134-ПК164 | Обход г. Сочи ПК164-ПК326 |
|---|-----------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Категория дороги | II | II | II | II | II |
| Строительная длина, км | 19,05 | 10,1 | 8,9 | 4,62 | 16,77 |
| Расчетная скорость, км/ч | 60-80 | 80-100 | 80 | 80-100 | 120 |
| Мосты, эстакады, путепроводы, шт. общая длина, м | 12 2327 | 8 2563 | 4 2297 | 3 540 | 8 1434 |
| Тоннели, шт. общая длина, м | 7 8065 | 4 4140 | 3 894 | 1 2607 | 8 12015 |
| Соотношение длины тоннельных участков к общей протяженности трассы, % | 42 | 41 | 10 | 56 | 72 |

Длина **I очереди обхода** от реки Агура до ул. Пластунская – 8,9 км. В 2000 г. введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс с Мацестинским тоннелем протяженностью 1300 м.

Продолжается проектирование и строительство второго пускового комплекса – с выходом на ул. Пластунская и тремя тоннелями.

ОАО «Минскметропроект» по проекту, разработанному ОАО «Ленметрогипротранс», ведет рабочее проектирование **II очереди обхода** от ул. Пластунская до р. Псахе с сооружением съезда на федеральную автодорогу за пределами центральной части города. Длина участка – 4,2 км, глубина – до 3 км. Генподрядчиком на его строительстве является ООО «Тоннельдорстрой».

В состав **II очереди обхода** входит **тоннельный участок** через Мамайский хребет. Он представляет собой комплекс подземных сооружений и состоит из транспортного отсека длиной 2600 м, эвакуационной штольни – 2500 м, восьми эвакуационных сбоек, комплекса вентиляционных штолен, двух вентиляционных стволов глубиной 170 и 180 м.

На участках штольни у южного и северного порталов возводятся конструкции перспективного правого тоннеля длиной по 50 м.

В текущем году ОАО «Минскметропроект» заканчивает разработку обоснования инвестиций в строительство завершающего этапа – **III очереди обхода г. Сочи**.

Трасса начинается от северного портала тоннеля, расположенного на **II очереди**, и в обход пос. Дагомыс выходит к пос. Нижняя Хобза.

На протяжении 16,8 км предусмотрено сооружение **восьми тоннелей** общей длиной 12 км, что составляет 71,8 % трассы. Самый протяженный тоннель – 3140 м расположен на уклоне 18 %. Инженерно-геологические условия весьма сложные, особенно с точки зрения поражения территорий опасными геологическими процессами.

В 2004 г. было выполнено обоснование инвестиций в строительство **обхода пос. Лазаревское**. Начало трассы принято на 101-м км существующей автодороги перед ущельем Мамедова Щель, далее пересекает пойму реки Псеузапсе северо-восточнее пос. Лазаревское и по правому склону ущелья Фокина Щель выходит на 112-й км автодороги перед пос. Солоники. Глубина обхода – до 2 км от побережья.

В 2005 г. начата разработка стадии «Проект» на участке **обхода г. Туапсе**. В настоящее время ведутся инженерные изыскания.

Трасса в плане отмыкает от автодороги Джубга – Сочи за пос. Агой на 52-м км, пересекает Агойский перевал и гору Прожекторную, проходит севернее с. Мессажай с пересечением р. Туапсе, автодороги Майкоп – Туапсе и железной дороги Краснодар – Туапсе. Далее в обход с. Холодный Родник пересекает Дедеркойский перевал и примыкает к 72-му км федеральной автодороги перед пос. Дедеркой. Глубина обхода – до 5 км от побережья.

Участок обхода г. Туапсе сложный во всех отношениях: по перепадам рельефа, градостроительным условиям, пересечению инженерных коммуникаций, распространению по трассе различных видов геологичес-

ких и природных осложнений. В этой связи выбор технического решения по трассированию участка является многовариантной инженерной задачей.

До сих пор, учитывая уровень развития строительного комплекса и особенности инженерно-геологических условий Южного Кавказа, проекты прокладки тоннелей основывались на традиционных технологиях, буровзрывном способе с аркобетонной крепью и бетонированием постоянной обделки по частям.

В настоящее время подрядчики, выполняющие работы по сооружению тоннелей на автодороге Джубга – Сочи, например ООО «Тоннельдорстрой», уже имеют оборудование для механизированной комбайновой разработки породы и выполнения набрызг-бетонной анкерной крепи. Накоплен опыт устройства гидроизоляции и бетонирования постоянной обделки на все сечение тоннеля. Таким образом, созданы материально-технические предпосылки для полномасштабного внедрения прогрессивных способов строительства горных тоннелей.

Учитывая это обстоятельство, при проектировании нескольких тоннелей, расположенных последовательно друг за другом на участке обхода г. Туапсе, проектировщики ставят перед собой задачу поиска оптимальных технических решений, обеспечивающих снижение стоимости и сокращение сроков строительства на основе применения тоннельных технологий мирового уровня.

Для этого потребуется определиться в выборе:

- вариантов трасс на основе детального изучения инженерно-геологических условий и условий строительства;
- оптимальных схем организации и механизации работ;

- унифицированного компоновочного и конструктивного решения тоннелей, отвечающего всем требованиям по обеспечению транспортной функции, безопасности и в соответствии с наиболее эффективной технологией.

Выбор организационной схемы производства работ будет осуществляться путем анализа технико-экономических показателей, полученных для альтернативных технологий сооружения тоннелей, основанных на традиционных способах, новоавстрийском тоннельном методе, механизированной проходке при помощи ТПМК большого диаметра и их комбинации.

Компоновочные решения будут выбраны из следующих вариантов:

- традиционная компоновка с параллельной многофункциональной штольней;
- комплексное решение с размещением в одном сечении всех функциональных отсеков.

Заключение

Автодорога Джубга – Сочи – ключевое звено в транспортной инфраструктуре региона, поэтому существует объективная необходимость в ее развитии. Наиболее важным направлением является строительство обходов крупных населенных пунктов и ее спрямление на участках сложных топографических и инженерно-геологических условий.

При выборе вариантов прокладки трасс все чаще выбор делается в пользу пересечения естественных преград (горных перевалов и мысовых горных участков) тоннелями.

Для обеспечения более высокой скорости движения и пропускной способности возникает потребность в проектировании трассы более спокойного плана и профиля, что приводит к увеличению протяженности тоннельных участков.



СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ ГОРНЫМ СПОСОБОМ В СЛАБЫХ СКАЛЬНЫХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ГРУНТАХ

Ю. С. Фролов, д. т. н., проф. ПГУПС

Ю. А. Мордвинков, генеральный директор ОАО «Тоннельдорстрой»



Резкое увеличение объемов строительства транспортных тоннелей во многих странах мира, начиная со второй половины прошлого столетия, связано с существенными изменениями в освоении новой техники и внедрения высоких технологий.

Высокими считают такие технологии, по которым решения приняты в результате анализа эффективности, достигнутой на многочисленных объектах, и обоснованы совокупностью экспериментально-теоретических разработок. Высокие технологии позволяют: максимально механизировать, а в некоторых случаях и автоматизировать большую часть элементов проходческого цикла, либо полностью проходческий процесс; достичь высоких темпов при высоком качестве строительных работ; обеспечить

технологическую безопасность; снизить негативное воздействие на окружающую среду и минимально стеснить сложившиеся условия жизни в пределах возводимого объекта.

Анализ мирового опыта строительства транспортных тоннелей горным способом в сложных инженерно-геологических условиях (сильнотрещиноватые скальные и полускальные грунты, плотные гравелистые грунты) позволяет выделить два способа, которые отвечают на современном этапе развития тоннелестроения требованиям «высоких технологий»: **новоавстрийский (NATM)** и **норвежский (NTM)**.

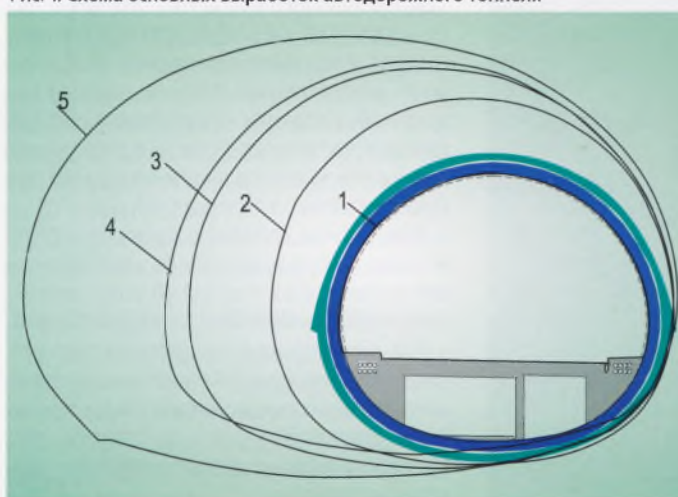
Новоавстрийский получил свое название в противовес классическому «старому» австрийскому способу сооружения тоннелей

в слабых неустойчивых грунтах, который до 60-х гг. прошлого столетия описывался и в нашей литературе. Позднее его стали называть способом полностью раскрытого профиля без ссылки на его австрийское происхождение.

Сущность **старого** «австрийского способа», разработанного для проходки тоннелей в слабых грунтах, заключается в поэтапном раскрытии выработки до проектного профиля в пределах небольшого по длине участка (кольца). По мере раскрытия выработки кровлю и стены закрепляют деревянной крепью в виде веерообразных рам. Под её защитой на этом участке бетонируется обделка по всему сечению за один прием, начиная с фундамента и кончая сводом.

При проходке **новым** австрийским способом выработка также раскрывается по частям на полный профиль и поддерживается на временной крепи до возведения обделки, которую бетонируют также за один прием, начиная с фундамента и кончая сводом. Новация заключается в переходе на поточную схему организации работ и применении контурной податливой крепи. Проходку ведут одним или двумя опережающими забоями и с незначительным оставанием поэтапно дорабатывают выработку до проектного профиля. Временное крепление каждой выработки осуществляется контурной крепью из набрызг-бетона, как правило, в комбинации с анкерами или с арками, устанавливаемыми с различным шагом. NATM наиболее применим для сооружения тоннелей в полускальных мягких грунтах, когда не грозит большой перебор

Рис. 1. Схема основных выработок автодорожного тоннеля



| Позиция на схеме | Площадь сечения выработки, м ² | Пролет выработки, м | Высота выработки, м | Толщина набрызг-бетонной крепи, усиленной решетчатыми арками, мм | Толщина бетонной обделки, мм | Максимальные деформации временной крепи в своде, мм |
|------------------|---|---------------------|---------------------|--|------------------------------|---|
| 1 | 130,0 | 12,69 | 11,08 | 300 | 400 | 35 |
| 2 | 166,2 | 14,66 | 13,26 | 350 | 450 | 40 |
| 3 | 217,0 | 17,60 | 14,53 | 400 | 500 | 42 |
| 4 | 222,0 | 18,36 | 14,23 | 400 | 600 | 35 |
| 5 | 322,0 | 23,78 | 15,90 | 700 | 600 | - |



Рис. 2. Проходка основного тоннеля пролетом 12,69 м уступным способом

за проектное очертание контура. С учетом податливости контурной крепи форму поперечного сечения тоннеля рекомендовано принимать возможно близкой к овалному очертанию. При новоавстрийском способе большую роль играет систематическое инструментальное наблюдение за состоянием напряжений и деформаций временной крепи выработки и вмещающего ее породного массива для решения вопросов корректировки крепи и отставания отработки от забоя.

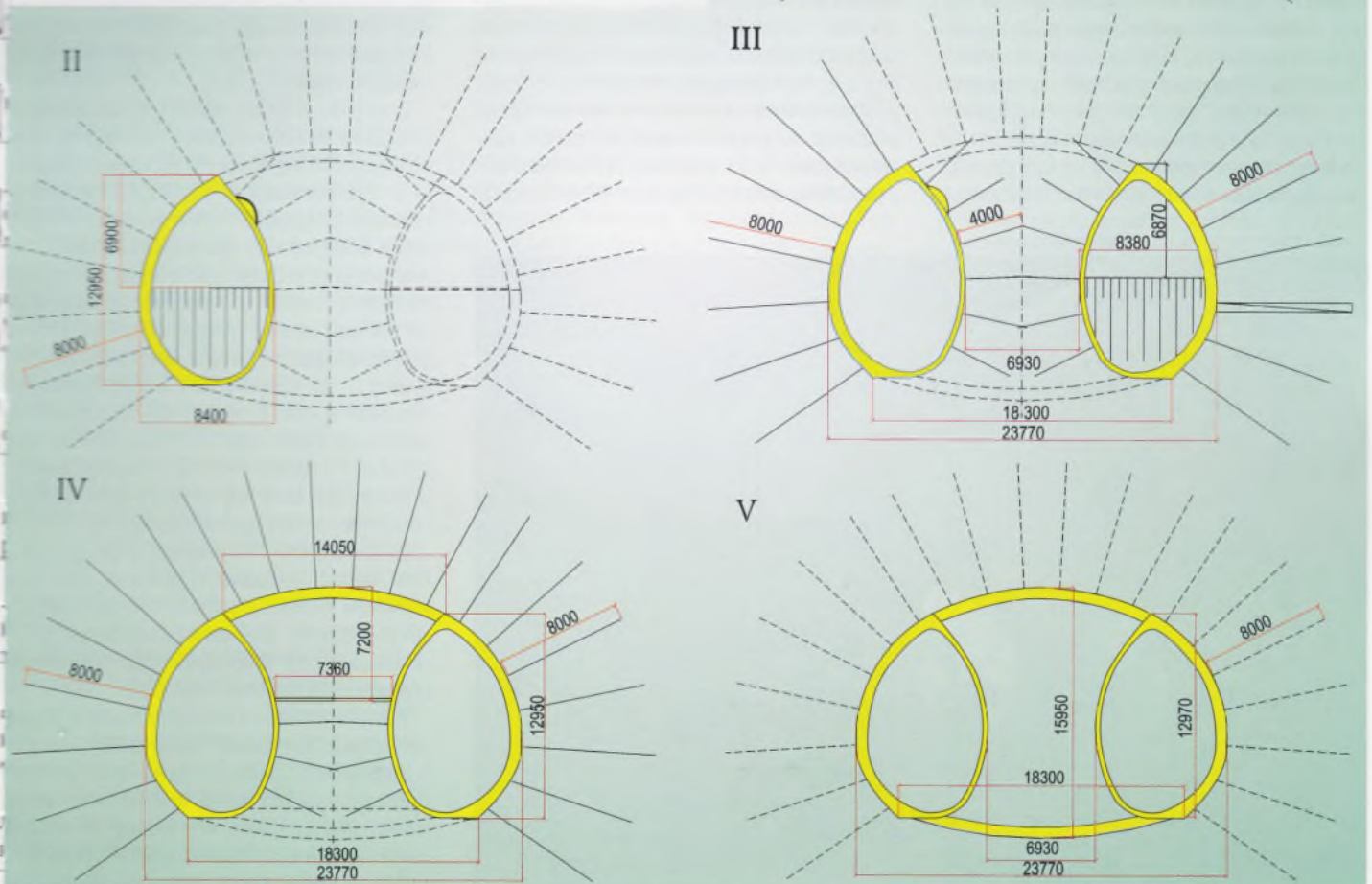
Концепция NATM, сформулированная его разработчиками и в дальнейшем дополненная эволюцией метода, содержит не менее двух десятков положений, определяющих конструктивно-технологические требования

при его практическом использовании, достаточно полно изложена в многочисленных публикациях. В рамках данной статьи рассмотрим примеры его практического применения.

Раскрытие большепролетной выработки на полное сечение с поддержанием ее на временной крепи ведется по различным схемам.

В относительно благоприятных условиях сечение тоннеля разбивается на две-четыре ступени, и разработка забоя растягивается по длине, причем продвижение каждой нижерасположенной ступени ведется с отставанием по длине (15–20 м) от разработки ступени, находящейся выше. На каждой из них разработку забоя ведут одновременно. Грунт вывозится либо автосамосвалами по наклонным съездам в отвал, либо погрузочно-доставочными машинами и разгружается в большегрузные вагоны, расположенные на уровне лотка тоннеля. Именно по такой схеме в начале 70-х гг. прошлого века впервые новоавстрийским способом был сооружен автодорожный тоннель Таурн в Австрии. В этом случае скорость проходки мало отличается от скорости проведения работ по методу сплошного забоя.

Рис. 3. Этапы раскрытия камеры: I – проходка и крепление калотты левого пилот-тоннеля; II – разработка и крепление уступа; III – проходка и крепление калотты правого тоннеля; IV – разработка и крепление свода калотты камеры; V – разработка средней штрассы и лотка



В слабых неустойчивых грунтах раскрытие выработки большого пролета начинают с более устойчивых элементов профиля с проходки боковых штолен, придавая их сечению очертание «готической арки», затем с отставанием на 15–30 м последовательно раскрывают калотту, разрабатывают уступ и лотковую часть тоннеля. При этом крепь каждого раскрываемого элемента должна быть замкнута.

Показателен в этом отношении чешский опыт строительства подземной автодорожной развязки в пригороде Праги. Она включает помимо основного тоннеля выработки различного пролета, большепролетную камеру в местах развилки автодороги и вспомогательные выработки, обеспечивающие надлежащие эксплуатационные качества тоннеля (рис. 1).

Проходка всех выработок осуществлялась в слабых мергелях по технологии NATM с разработкой грунта комбайном со стреловым исполнительным органом.

Сооружение основного тоннеля и камер пролетом до 18 м вели уступным способом, разделяя забой на два-три уступа (рис. 2).

На рис. 3 показаны этапы раскрытия выработки пролетом 23,8 м, высотой 15,9 м и длиной 54 м на участке развилки автодороги. Вначале на всю длину камеры были пройдены способом уступа боковые пилот-тоннели с очертанием сечения в виде «готической арки». Крепление со стороны проектного контура камеры осуществлялось решетчатыми арками, омоноличенными набрызг-бетоном в два слоя (толщиной 300–400 мм) и железобетонными анкерами длиной 8 м. Со стороны оси тоннеля набрызг-бетон наносили в один слой толщиной до 150 мм и усиливали крепь фиброглассовыми анкерами длиной 4 м, стержни которых легко срезались фрезерной головкой проходческого комбайна при разработке грунта в средней части сечения камеры.

После проходки пилот-тоннелей (рис. 4) разрабатывали грунт калотты, закрепляли

Рис. 4. Пилот-тоннель на временной крепи



Рис. 5. Раскрытие калотты

ее свод набрызг-бетоном, наращивали арматурные арки, устанавливали железобетонные анкера и наносили второй слой набрызг-бетона (рис. 5). На следующем этапе разрабатывалась средняя штросса и лоток камеры. После завершения проходческих работ и устройства пленочной гидроизоляции по всему периметру снизу вверх бетонировалась обделка тоннеля.

Концепция норвежского метода первоначально разрабатывалась для сооружения тоннелей в крепких скальных, но сильно трещиноватых грунтах, разрушаемых буровзрывным способом, как правило, с перебором пород, или при комбайновом способе с более ровным контуром. Комбинированная крепь включала набрызг-бетонное покрытие разной толщины и анкеров, установленных с различным шагом. Однако в 1990-х гг. диа-

пазон инженерно-геологических условий, на которые распространяются рекомендации по применению метода, расширился в область слабых неустойчивых грунтов. Соответственно были внесены изменения в рекомендации по устройству комбинированной крепи с включением армированного стальной фиброй набрызг-бетона вместо требующего большого времени армированного сеткой. Использование последнего в начале 80-х гг. в Норвегии было прекращено и повсеместно практическое применение нашел фибронабрызг-бетон, усиленный в слабых грунтах системой анкеротурными арками.

При NTM делается акцент на тщательном описании геологических и геотехнических особенностей проекта. На основании анализа и статистической обработки большого количества данных, полученных по результатам мониторинга при строительстве подземных сооружений (1050 выработок различного сечения в разнообразных инженерно-геологических условиях), разработаны рекомендации (на уровне официального документа) для обоснования конструктивного решения крепи. При участии Норвежского геотехнического института выполнено подробное геологическое картирование и классификация пород, и на этой основе предложен метод *Q-тестирования*.

Сущность его заключается в следующем. Для оценки качества грунтового массива и выбора соответствующей крепи выработки пользуются эмпирической системой *Q*, основанной на классификации RQD (Rock Quality Determination) (рис. 6).

В соответствии с классификацией RQD качественное состояние грунтового массива определяют по выходу керна при бурении скважин: оно тем выше, чем больше выход керна, следовательно, меньше нарушенность пород трещинами и пустотами. К этому показателю добавляются пять параметров, ха-

рактически характеризующих степень трещиноватости грунтового массива (J_n), материал заполнения трещин (J_r), характеристики несвязного грунта и условия на контакте «крепь – грунтовой массив» (J_a), степень обводненности и давление воды (J_w), начальное напряженное состояние массива (SRF). Каждый из этих параметров имеет от 10 до 17 количественных показателей.

Величина Q определяется по формуле:

$$Q = RQD/J_n \times J_r/J_a \times J_w/SRF$$

Значения Q могут быть от 0,001 для грунтов исключительно ослабленных, с высоким градиентом начального поля напряжений, до 1000 – для крепких скальных грунтовых массивов, не имеющих трещин.

Для принятия решений по конструкции крепи величина пролета или высота выработки корректируется делением на показатель ESR (см. рис. 6). Эта величина принимается в зависимости от уровня эксплуатационной безопасности подземного сооружения. Так, для подземных атомных электростанций, железнодорожных вокзалов, магистральных газовых трубопроводов эта величина устанавливается 0,5–0,8. Для автодорожных и железнодорожных тоннелей на магистральных трассах ее значение рекомендуется принимать 0,9–1,1, на второстепенных трассах и для вспомогательных выработок – 1,2–1,3.

Как следует из опубликованных материалов, при сооружении транспортных тоннелей по методу NTM повышаются скорости проходки (не менее 150 м/мес) и безопасность производственного процесса, снижаются финансовые затраты. В частности, подчеркивается, что при высоком качестве строительства железнодорожных и автодорожных тоннелей с поперечным сечением от 45 до 110 м² затраты составляют порядка \$5–10 тыс. за метр.

Завершая краткий обзор двух прогрессивных методов сооружения тоннелей большого сечения в относительно слабых грунтах, отметим, что оба они основаны на применении высокопроизводительного горнопроходческого оборудования и современных видов временной крепи, которая является частью постоянной, однако подход к принятию конструктивно-технологических решений имеет существенное различие.

При новоавстрийском методе вопрос об определении устойчивости грунтового массива, схемы раскрытия выработки, конструкции временной крепи и отставания постоянной обделки зависит от мониторинга во время проходки тоннеля. Метод, в полной мере реализующий принципы управления горным давлением, позволяет снизить нагрузку на обделку. Здесь следует отметить, что выполнение проходческих работ требует не только высокой культуры производства, использования современного горнопроходческого оборудования и надежных средств измерения, но и определенного уровня знаний от технического персонала о геомеханических процессах, возникающих в грунтовом массиве при его нарушении выработкой, современного представле-

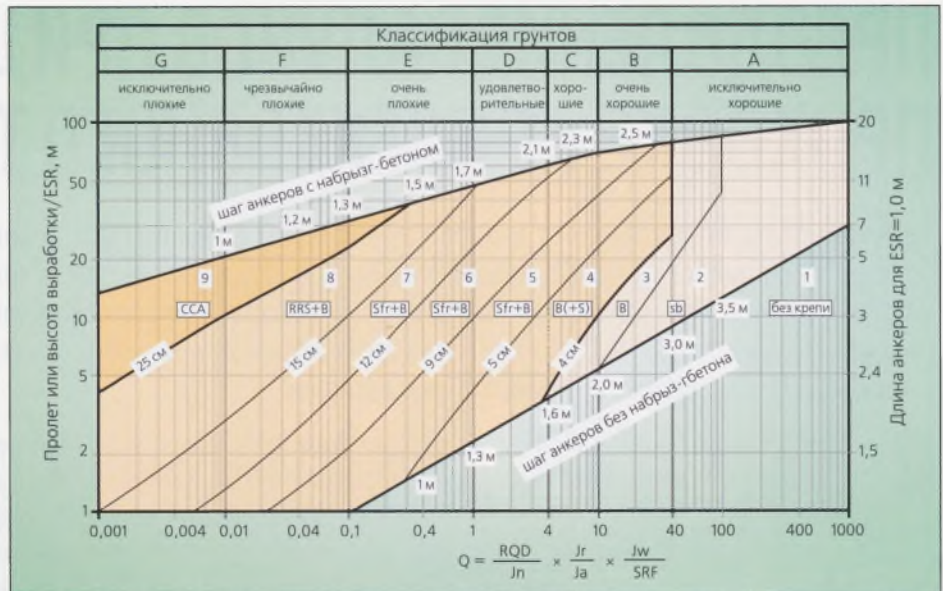


Рис. 6. Q-система норвежского метода строительства тоннелей: 1 – без крепления; 2 – одиночные анкеры; 3 – система анкеров; 4 – набрызг-бетон, система анкеров; 5–7 – армированный стальными фибрами набрызг-бетон, система анкеров; 8 – армированный стальными фибрами набрызг-бетон, система анкеров, арматурные арки; 9 – опережающая крепь, армированный стальными фибрами набрызг-бетон, система анкеров, арматурные арки

ния о механизме взаимодействия системы «крепь – грунтовой массив».

При норвежском методе для оценки качества породного массива и необходимого типа временной крепи тоннеля пользуются эмпирической системой Q . Конструктивные параметры крепи практически детерминированы этим обобщенным критерием, который количественно выражен многочисленными показателями, характеризующими физико-механические свойства грунтового массива, вмещающего выработку (мониторинг выполняют только в критических ситуациях). Отсюда следует, что NATM является не способом строительства тоннелей, а совокупностью методик, определяющих только конструктивные параметры крепи в конкретных инженерно-геологических условиях прокладки тоннеля. Чем они благоприятнее, тем с большей эффективностью могут быть реализованы рекомендации методики.

Анализируя зарубежный опыт подземного строительства, можно констатировать, что во многих странах мира широко внедряются современные высокие технологии сооружения транспортных тоннелей горным способом. Мощное мобильное оборудование, контурная крепь из набрызг-бетона в сочетании с анкерами или решетчатыми арками и четкая организация труда обеспечивают темпы проходки тоннеля площадью 80–100 м² в мягких полускальных грунтах не менее 120 м/мес.

Для поэтапного освоения высоких технологий строительства горных транспортных тоннелей специалисты Тоннельдорстроя разработали комплексную целевую программу, в соответствии с которой приобретено современное горнопроходческое оборудование, ведутся исследования по подбору состава набрызг-бетона на местных материалах, обеспечивающего заданные прочностные и деформационные

характеристики, а также добавки – ускорители схватывания и твердения, аналоги дорогостоящих импортных.

Проходит испытания проходческий комбайн с рабочим органом избирательного действия Raugat T3.20. Стрела машины снабжена съемным телескопическим устройством, что обеспечивает ширину резания 9 м и высоту 7,7 м. Средняя производительность комбайна в грунтах с прочностью на сжатие 150–200 МПа составляет 150–120 м³/ч.

Технологическая схема включает установку для нанесения набрызг-бетона мокрым способом модели SIKAPUTZMEISTER на пневмоходу. Максимальная высота подачи сопла при наклоне телескопической стрелы 60° составляет 14,8 м, дальность по горизонтали – 13,3 м. Управление соплом можно осуществлять как со стационарного пульта, установленного на шасси машины, так и посредством дистанционного кабельного или радиоуправления. Производительность бетононасоса установки 30 м³/ч.

Для анкерного крепления выработок высотой до 11 м приобретена самоходная установка MBU 34.9. Система анкерного крепления способна выполнять три операции: бурение шпура, нагнетание раствора, установку анкерных болтов длиной от 1,5 до 6 м. Электронная система расстановки анкеров с заданным шагом и полностью автоматизированная операция бурения с постоянным контролем параметров процесса повышают производительность и безопасность работ.

В соответствии с принятой концепцией Тоннельдорстроем совместно с Минскметропроектом на строительстве одного из тоннелей на автодорожной магистрали обхода г. Сочи организован экспериментальный участок, где предполагается определить оптимальные параметры производственного процесса и отработать систему мониторинга напряженно-деформированного состояния крепи выработки.

ПРЕОДОЛЕНИЕ ВАЛУНОВ ПРИ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКЕ КОЛЛЕКТОРНОГО ТОННЕЛЯ В США

Данная статья представляет интерес для специалистов с точки зрения реализации возможностей современных тоннелепроходческих комплексов по преодолению участков трассы, где встречаются крупные ледниковые валуны. Проходческие работы в рамках проекта расширения канализационной сети Биг-Уолнат в Колумбусе (США, штат Огайо), похоже, полностью отрицают вероятность малой скорости и простоев, связанных с преодолением крупных валунных формирований.

Преодоление больших ледниковых валунов было наиболее вероятной причиной возможных задержек в реализации проекта, когда муниципалитет г. Колумбус пересмотрел свое первоначальное решение об открытом способе работ, изменив его на более экологически чистую проходку тоннеля закрытым способом (рис. 1).

Проектирование было начато в 1997 г., а в 2000 г., когда после принятия решения о проходке закрытым способом, начались геотехнические изыскания, которые продолжались 16 месяцев.

Большую часть этого времени потратили на оценку предполагаемого количества валунов, с которыми пришлось бы иметь дело, их размера, состава, а так же способов и времени, которое могло бы потребоваться на преодоление этих участков. При проведении местных карьерных работ, а так же при бурении шахтных стволов в ходе геотехнических изысканий регистрировались все обнаруженные включения. Было пробурено 36 скважин для отбора керна вдоль всей трассы тоннеля (11 км). Из земли были извлечены валуны из осадочных и гранитных пород объемом до 2,7 м³, однонаправленной плотностью на сжатие до 44 тыс. кгс и плотностью до 2,77 г/см³.

В отчете о геотехнических изысканиях проблема валунов описывается очень точно, вплоть до указания их количества и размеров, с которыми предположительно предстоит столкнуться подрядчикам. Так, для участка 1 прогнозируется список из 7 тыс. валунов на протяжении 6,7 км (рис. 2).

В проектно-сметной документации борьба с угрозой валунов также оговаривалась отдельно. Были рекомендованы новые, не подвергавшиеся ремонту проходческие щиты с закрытым забоем как с гидротранспортом породы (гидропригруз), так и с компенсацией давления горных пород (грунтопригруз), оснащенные породоразрушающим органом с резаками для водонасыщенных отложений песка, гравия и валунной глины, и с дисками для дробления валунов.

Оба подрядчика выбрали для работы новый проходческий комплекс с компенсацией давления горных пород фирмы «Lovat».

Тоннель залегает на глубине в среднем 18–21 м ниже уровня земли; на участке 1 для подземного перехода под р. Биг-Уолнат-Крик глубина уменьшается до 4,5 м. Среднее

«Хотя нам приходилось приостанавливать работы, чтобы убрать валуны со шнекового конвейера, мы ни разу не останавливались, чтобы убрать их с породоразрушающего органа. Дробим ли мы их или отодвигаем в сторону, но щит просто переваривает попадающийся навстречу грунт», – так Майк Ди Понио, глава СП «Jay Dee/Michels/Traylor», подрядной организации занятой строительством на участке 1, охарактеризовал успехи по состоянию на конец ноября 2005 г., когда из 6705,6 м выработки было пройдено 2743,2 м.

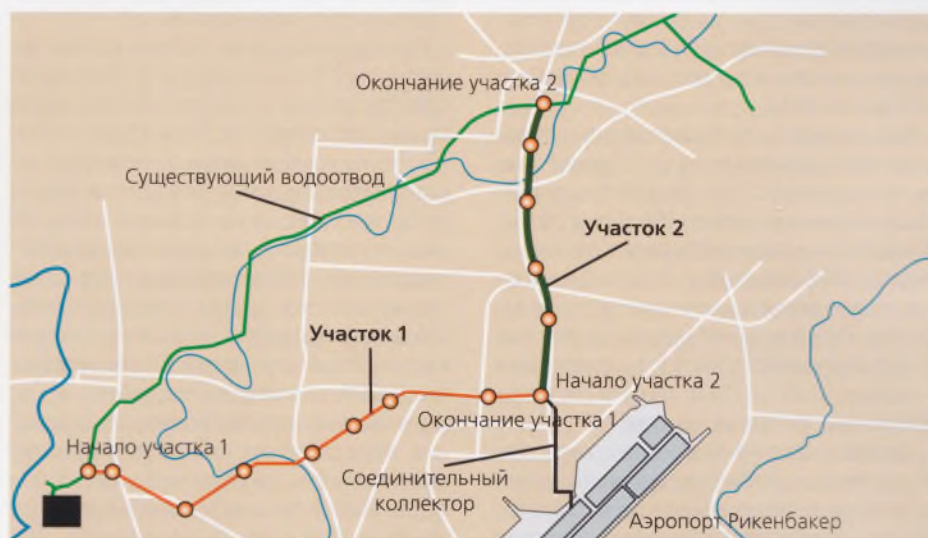


Рис. 1. План проходки участков 1 и 2 в рамках проекта расширения канализационной сети Биг-Уолнат/Рикенбакер

Участок 1 – разгрузочный коллектор расширения канализационной сети Биг-Уолнат
Тоннель длиной 6,7 км и внешним диаметром 4,9 м + 8 канализационных шахт
Подряд на работы продолжительностью 53 месяца сдан СП «Jay Dee/Michels/Traylor» в результате лучшего ценового предложения из пяти вариантов стоимостью 91 млн долл. (заявленная стоимость 81 млн долл. + 12,5 % резерва предусмотрительности)

Инженерная смета – 116,63 млн долл.
Извещение о начале работ – 3 декабря 2004 г.
Срок окончания контракта – 27 мая 2008 г.

Участок 2 – выводной коллектор расширения канализационной сети Биг-Уолнат
Тоннель длиной 4,3 км и внешним диаметром 4,3 м + 6 канализационных шахт и соединительный коллектор длиной 1,676 м и диаметром 1 м

Подряд на работы продолжительностью 44 месяца сдан СП «McNally/Kiewit» в результате лучшей цены из четырех вариантов стоимостью 79 млн долл. (заявленная стоимость 70 млн долл. + 12,5 % резерва предусмотрительности)

Инженерная смета – 89,16 млн долл.
Извещение о начале работ – 27 октября 2004 г.
Срок окончания контракта – 27 июня 2008 г.

Заказчик: Отдел канализации и водоснабжения муниципалитета г. Колумбус

Проектирование и управление строительством: СП URS и HR Gray

Субконсультант по проектированию тоннеля и геотехнике: Lachel Felice&Associates

Окончание проекта: предположительно к концу 2008 г.



Рис. 2. Типичный геологический разрез вдоль трассы строящегося тоннеля

рабочее давление на закрытом забое в высокопроницаемых отложениях ниже горизонта высоких вод составляет 2 бар. Только один участник тендера по участку 1 (наиболее дорогое предложение) предложил способ проходки с гидротранспортом породы.

Кроме того, на проходческих комплексах требовалось наличие системы регистрации данных для пересылки накопленной информации в офис прораба о ходе проходки в режиме реального времени. Эти данные включают информацию об уровне, скорости проходки, компенсируемом давлении (измеряется четырьмя датчиками в камере каждого ТПМК и двумя на шнековых конвейерах) и о крутящем моменте исполнительного органа, резкие изменения которого будут указывать на столкновение с валунами.

Муниципалитет г. Колумбус очень осторожно отнесся к этому проекту. Заказчик оплачивал подрядчику не только время и деньги, потраченные на геотехническую программу, но и полную стоимость проходческих комплексов, начиная со дня поставки. Такая оплата вместо фактической покупки оборудования позволила избежать претензий, связанных с простоем или задержками в работе ТПМК.

Подход к проблеме валунов в процессе проектирования сводился к попытке распределения рисков подрядчика, связанных с задержками в проходческих работах из-за геологических условий, как можно более «справедливым образом». Главный инженер проекта от «Lachel Felice & Associates», фирмы, которая проводила проектирование и геотехнические изыскания, сказал, что при выполнении заказа они сделали упор на соблюдение следующих четырех стратегий с целью повышения вероятности того, что наименьшее ценовое предложение по-



Рис. 3. Нанесение антикоррозионного покрытия Linabond Co-Lining



Рис. 4. Линия по изготовлению преднапряженных армированных сталефибробетонных сегментов для установки на участке 2

кроет реальные затраты, связанные с проходкой в таких сложнейших геологических условиях:

- опытный подрядчик;
- максимально точное описание существующих геологических условий;
- проходческое оборудование с самыми современными возможностями именно для выполнения такого вида работ;
- оплата стоимости оборудования в процессе строительства.

Комплексный подход

Осторожность муниципалитета объясняется наличием предыдущего опыта прокладки тоннеля в верховьях р. Сайото, где были сорваны сроки строительства и возник непредвиденный рост затрат, когда исполни-

тельный орган ТПМК неожиданно погрузился в погребенную долину.

Проходка нового тоннеля намного превосходит по масштабам все проекты, ранее предпринимавшиеся в г. Колумбус, и прошлый опыт оказывал влияние на все аспекты работ, включая конструкцию тоннельной обделки.

Изначальная задача сооружения нового отводного коллектора и тоннеля-хранилища состоит в том, чтобы обеспечить возможность перекрытия и ремонта существующего коллектора Южной водоочистой станции диаметром 274,3 см, построенного в 1970-е гг., который подвергся агрессивному воздействию сероводорода и коррозии.

Устанавливая расчетную долговечность нового тоннеля на уровне 100 лет, докумен-

тация по проекту предусматривает также устройство сегментной обделки из преднапряженного бетона высокой плотности и очень малой проницаемости с последующим нанесением специального антикоррозийного покрытия Linabond Co-Lining для внутреннего свода тоннеля (рис. 3).

Согласно контрактам, проходческие бригады для этих целей должны предварительно устранить появившиеся выступы и неровности при монтаже колец. После окончания проходки заполняются отверстия под болты. Внутренняя поверхность тоннеля должна обеспечивать сцепление между покрытием Co-Lining и сегментами бетонной обделки.

Нанесение покрытия Linabond входит в объем работ по контрактам на проходку и может быть выполнено как бригадами самих подрядчиков после соответствующего обучения, так и лицензированным субподрядчиком.

К проектированию и производству сегментной обделки переменного диаметра на участке 1 компания-подрядчик привлекла фирмы «CSI Tunnel Systems» и «Hanson Concrete». Каждое кольцо шириной 1,5 м состоит из шести сегментов (четырёх больших и двух маленьких), а бетонная смесь содержит 5 % кремнеземной пыли, что позволяет добиться низкой проницаемости, высокой плотности и долговечности бетона.

На участке 2 подрядчик установил собственную линию по производству сегментов и поручил компании «Hatch Mott MacDonald» проектирование сталефибробетонных сегментов, которые могли бы стать альтернативой традиционной обделке (рис. 4).

Одобрённый проект, по существу, представляет собой гибрид, основанный на сочетании стального волокна и арматурного стержня. По словам подрядчика, легкий арматурный каркас необходим для сопротивления силам, действующим на сегменты во время монтажа колец и поступательного движения щита. Добавление 30 кг/м³ стального волокна Dramix RC-80/60-BN обеспечивает как первоначальное укрепление, так и высокую прочность в долгосрочной перспективе. На участке 2 шесть сегментов для кольца переменного диаметра отливаются на двух стационарных технологических линиях, поставленных компанией «СВЕ». Использование таких сталефибробетонных сегментов повторяет опыт первого применения этого метода в США на строительстве канализационных коллекторов Алкаи в Сизтле в 1996 г.

Согласно требованиям контрактов, в обоих случаях оба подрядчика установили электронную систему кольцевой закачки тампонажного раствора и кондиционирования грунта. Для участка 1 она была поставлена компанией «Team Mixing Technologies» из Британской Колумбии (Канада), тогда как на участке 2 подрядчик использовал систему собственного производства.

Система, примененная на участке 1, впервые управляет процессами закачки тампонажного раствора и кондиционирования



Рис. 5. Врезка в первую канализационную шахту участка 1



Рис. 6. В январе 2005 г. работам СП «Jay Dee» на участке 1 угрожало наводнение

грунта с одного компьютерного операторского места. Добавка, улучшающая свойства грунта, подается через систему пеногенерации фирмы «Lovat», а оттуда – на пять точек нагнетания в забое и еще на четыре – на породоразрушающем органе. Кроме того, в качестве реагента может добавляться бентонит; он нагнетается через оболочку щита, когда необходимо заполнить кольцевое пространство вокруг щита, чтобы избежать излишней осадки грунта и уменьшить трение. Обязательным требованием ко всем добавкам, используемым на объекте, является способность к биологическому разложению в течение 24 ч.

Team Mixing, система кольцевой закачки тампонажного раствора на участке 1, со-

зданная на базе смесителя для коллоидных растворов Tornado, закачивает тампонажный раствор с дозаторной установки, находящейся на поверхности, в бак объемом 6 м³ в корпусе проходческого комплекса. Отсюда шланговыми насосами со 100-процентным запасом производится кольцевая закачка. По данным подрядчика, потребление тампонажного раствора на участке 1 составляет около 1,9 м³ на кольцо при максимальном внешнем диаметре обделки 4,9 м.

На обоих участках закачка осуществляется через сегменты нагнетанием давления примерно до уровня 3,1 бар. При этом оно не должно превышать 4,1–4,8 бар, т. к. слишком высокое давление создаёт сосредоточенную нагрузку и может привести к разрушению

сегментов. На обоих участках системы оборудованы программируемым синхронизатором проходки с операциями кольцевой заправки тампонажного раствора. Это должно предотвратить продвижение проходческого комплекса без соответствующего заполнения кольцевых пустот.

Успехи проходки

В сентябре 2005 г. подрядчик участка 1 уже прошел 1830 м из 6700 м выработки и приблизился к подземному переходу под р. Биг-Уолнат-Крик. «Мы знаем, что нам встретятся валуны, но не знаем их количество и размеры, – говорит представитель подрядной организации. – Износ дисковых шарошек небольшой, поэтому мы не уверены в том, что они по-настоящему работают. Шарошки сантиметров на десять посажены глубже, чем резцы, которых нам пришлось немало заменить. Исходя из производительности ТПМК, износа режущего инструмента или анализа вынутого грунта, сложно судить о том, попадутся ли нам валуны и, если да, то когда. Количество замененных резцов – более достоверный показатель. У нас на стройплощадке есть компрессорный блок, но мы надеемся, что он нам не понадобится. Напор грунтовых вод пока не такой большой, и мы проводили проверки породоразрушающего органа в свободной воздушной среде в зонах крепких пород и под защитой створок ТПМК «Lovat». Семь канализационных колодцев, предусмотренных контрактом, уже предварительно смонтированы с интервалами примерно по 1 км, и в них мы планируем производить замену инструмента и необходимые ремонтные работы по машине» (рис. 5).

В ноябре 2004 г., когда этот подрядчик запустил свой щит, старт оказался довольно медленным: скорость проходки составляла 7–9 м/сут. Впоследствии она возросла до 18–23 м и даже до 26 м за 10-часовую смену (в сутки). «Мы могли бы работать 24 ч в сутки и семь дней в неделю, – говорит представитель подрядчика, – но наша расчетная скорость составляет 14 м или 9 колец в сутки, так что мы ограничимся одной 10-часовой сменой в сутки».

Серьезная остановка произошла в самом начале работ на участке 1 в январе 2005 г., когда из-за сильных дождей затопило канализационный коллектор, и возникла угроза заполнения рабочей шахты (рис. 6). «К счастью, подъем воды прекратился до того, как она успела затопить шахту, а мастерские были спасены благодаря нашему решению строить их на платформе из отбитого грунта, – сообщает представитель подрядчика. – Через несколько дней наводнения вода начала отступать».

Параллельно с этим в сентябре 2005 г. подрядчик участка 2 приступил к пуску своего тоннелепроходческого комплекса. Запуск из небольшой рабочей шахты диаметром 12 м и глубиной 61 м оказался очень сложной задачей. Поскольку места для полной сборки щита вместе с защитным оборудованием (длиной 18 м) на дне шахты не хватало, обшивка хвостовой части была



Рис. 7. Запуск проходческого комплекса на участке 2

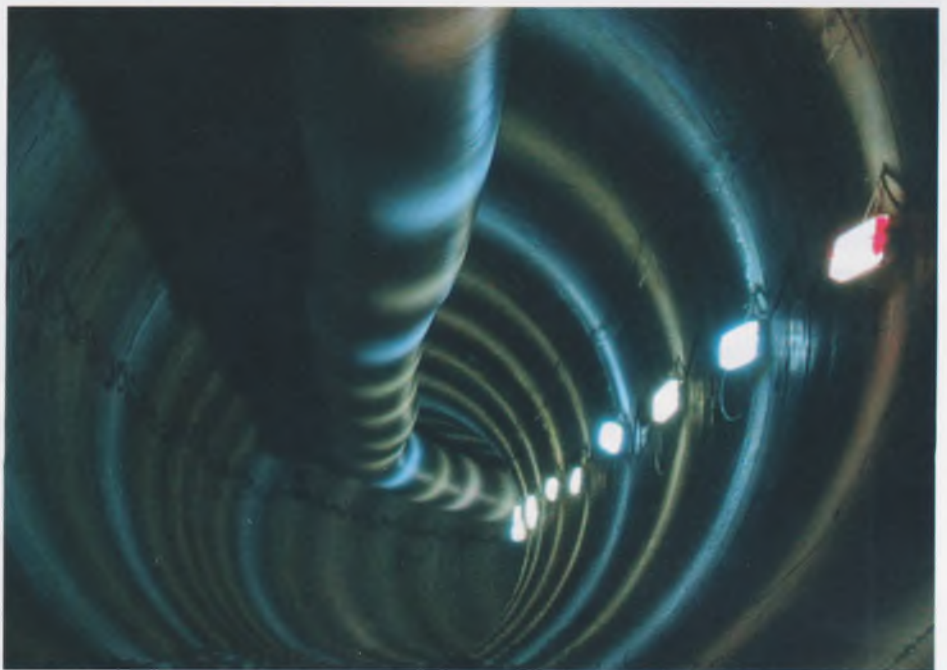


Рис. 8. Участок готового тоннеля

прикреплена к стенке шахты над породоразрушающим органом составными шлангами, подсоединенными к блокам питания и другим вспомогательным устройствам на дне шахты и на поверхности (рис. 7). После проходки каждые 6 м обшивку хвостовой части опускали ниже и устанавливали резервную рабочую платформу.

К концу ноября щит был погружен лишь частично: было установлено 20 колец и 50 % защитного оборудования. Помимо общей сложности запуска, на начальном этапе возникли ещё и механические проблемы, поэтому начало проходки в обычном режиме задерживалось. Скорость была очень низкой – 8 см/ч. Проходка велась под углом через отверстие для тоннеля в армированной стале-

фибробетонной стенке шахты. После преодоления стенки шахты, поддерживаемой 21 панелью «стена в грунте» производства фирмы «Soletanche» (США), щиту предстояло пройти зону цементированного грунта толщиной 4,5 м, прежде чем он окажется в естественных геологических условиях.

Ожидается, что как только строители наберут нужный темп, они будут стремиться сохранить среднюю скорость 20 колец на уровне 15,24 м или 10 колец в день при двух 10-часовых сменах в сутки и пятидневной рабочей неделе, чтобы закончить проходку к ноябрю 2006 г. (рис. 8).

Предполагается, что оба участка нового коллектора будут введены в эксплуатацию к 1 июля 2008 г.

ПРОХОДКА МИКРОТОННЕЛЕЙ ПОД МОСКВОЙ-РЕКОЙ

А. Р. Штеклейн, генеральный директор ООО «Трансстройтоннель-99»



«Данный объект для Москвы является уникальным. И мы гордимся тем, что несмотря на трудности с проходкой, связанные со сложной геологией, нашей организации удалось выполнить его строительство в кратчайшие сроки и с надлежащим качеством», - говорит А. Р. Штеклейн.

О проектных решениях строительства закрытого перехода под руслом Москвы-реки «Метро и тоннели» писал в № 5 за 2005 г. Надо сказать, что проходка под водоемами относится к категории особо сложных работ и данный объект это полностью подтвердил. Предполагалось, что тоннель будет полностью находиться в известняках. Но пройдя первые 50 м строители вышли в придонное отложение, представленное водонасыщенным песчаным грунтом. Данный факт является для проходки механизированным комплексом весьма неблагоприятным явлением, т. к. существенно ухудшается управляемость микрощита. На определенном этапе возникла даже угроза того, что щит может провалиться в этих грунтах или наоборот подняться вверх.

Проектом пересечения кабельных линий 110 кВ «ТЭЦ-12 ПС «Сити-1» русла Москвы-реки, разработанным институтом «Мосэнергoproject» и ГУП «Мосинжпроект» при участии ООО «Трансстройтоннель-99», предусматривалось строительство закрытого перехода из двух микротоннелей диаметром 1200 мм от наб. Тараса Шевченко до Шелепихинской набережной. Протяженность участка составила 231 м, глубина заложения коллекторов – от 3,5 до 7 м под руслом реки и от 7 до 13,5 м – на береговых участках. Расстояние между осями параллельных коллекторов было принято 3,7 м.

Инженерно-геологические условия участка строительства оценивались как сложные, что в полной мере подтвердилось в процессе строительства котлованов камер и при

проходке микротоннелей. При сооружении камер разрабатывались насыпные песчано-суглинистые грунты, аллювиальные пески, юрские и аллювиальные супеси и суглинки, каменноугольные глины, а также каменноугольные известняки и доломиты.

В гидрогеологическом отношении на участке строительства развиты подземные воды надъюрского водоносного горизонта и двух каменноугольных: перхуровского и ратмировского. Грунтовые воды надъюрского водоносного горизонта заключены в аллювиальных песках, в песчаных прослоях среди суглинков, а также в насыпных грунтах. Уровень грунтовых вод превышал отметки днища тоннеля и камер на величину до 12 м. Кроме того, нижняя часть камер располагалась в сильно обводненных перхуровских извест-

няках. На участке строительства приемной камеры и микротоннеля под руслом Москвы-реки подземные воды надъюрского и перхуровского водоносных горизонтов объединены.

Строительство камер осуществлялось под защитой водопонижения, для чего на каждой из них было выполнено по 8–9 глубинных водопонижительных скважин, общий дебит которых на каждой камере составлял около 200 м³/ч. Кроме того, одновременно открытым водоотливом из зумпфов-водосборников откачивалось до 300 м³/ч воды. Следует отметить, что при углублении шахт ниже отметок уровня воды в Москве-реке приток воды значительно возрос, что свидетельствует о прямой гидравлической связи перхуровского водоносного горизонта на этой территории с руслом Москвы-реки. Это подтвердилось

в дальнейшем при проходке микротоннеля, когда микроцит неожиданно вышел из известняков в придонные отложения, представляющие загрязненными иловатыми песками.

При проходке шахт в известняках приходилось разрабатывать сильно окремненные водонасыщенные известняки, крепость которых достигала 1500 кг/см². Разработка таких пород предполагает применение буровзрывных работ, которые на участке строительства были категорически запрещены из-за нахождения объекта в охранной зоне кабелей 110 кВ. В связи с этим разработка и погрузка породы производились миниэкскаваторами с навесным оборудованием (гидромолот и обратная лопата).

Расположенная на наб. Тараса Шевченко стартовая камера глубиной 17 м и габаритами 6 м длиной по оси тоннеля и около 8 м шириной была построена в ограждении из буросекущихся свай диаметром 630 мм. Приемная камера (на Шелепихинской наб.) примерно таких же габаритов, как и стартовая, сооружалась методом крепления котлована при помощи опережающего защитного экрана из труб диаметром 325 мм. Эта конструкция аналогична той, что применялась при проходке горизонтальных штолен на минимальных глубинах. Такой способ в данных условиях оказался достаточно эффективным и позволил надежно обеспечить крепление шахты в слабых водонасыщенных грунтах и сократить срок строительства камеры. В то же время проходка приемной камеры в нижней части была осложнена наличием сильно обводненной коры выветривания на контакте с перхуровскими известняками и выносом грунта на контакте слоев. При помощи экранов из труб вынос грунта удалось предотвратить.

После завершения строительства камер последовательно началось сооружение тоннелей из железобетонных труб диаметром 1200 мм с применением микротоннелепроходческого комплекса AVN-1200 фирмы «Херренкнехт» с микроцитом, оборудованным скальным рабочим органом. Прокладка тоннелей велась круглосуточно без выходных дней, остановки делались только на технологические перерывы, а также на вынужденные работы, связанные с решением проблем, которые неизбежно возникают при строительстве в сложных условиях, и которые хотелось бы кратко отметить.

После проходки первых 10–15 м стартовой уплотнение перестало обеспечивать герметизацию строительного зазора, т. к. при снятии нагрузки со стартовой пресс-рамы для монтажа очередной трубы имело место обратное движение тоннеля, в результате через разгерметизированное уплотнение в камеру поступало до 50 м³/ч. В этом случае, по нашему мнению, микротоннель с проходческим щитом является поршнем в выработанном пространстве, заполненном водой под давлением около 1 атм, поэтому после разгерметизации уплотнения и падения давления воды обратное движение тоннеля прекратилось. В связи с этим было изготовлено специальное устройство для фиксации тоннеля при наращивании труб.

Большие водопритоки и высокая гидродинамика в зоне тоннеля приводили к интенсив-



Готовый тоннель

ному вымыву бентонитовой суспензии и заполнению строительного зазора буровой мелочью и песком и, как следствие, – к резкому увеличению давления продавливания. Поэтому на первом тоннеле были применены три промежуточные домкратные станции, а на втором – четыре, в том числе одна непосредственно за щитом, обеспечивавшая регулирование давления скального рабочего органа на забой, что является обязательным условием эффективного использования шарошек.

Специально для этого объекта в ООО «Трансстройтоннель-99» были разработаны и изготовлены промежуточные домкратные станции, конструкция которых предусматривала применение отечественных гидроцилиндров, рассчитанных на давление до 600 атм и развивавших суммарное усилие до 600 тс, уплотнение зазора телескопического устройства обеспечивало водонепроницаемость 1,2 атм.

Давление воды до 1 атм в выработанном пространстве обусловило водопроявления в нескольких стыках труб. После завершения проходки течи были устранены путем первичного и контрольного нагнетания, однако в процессе проходки вода, попадая на нагретые гидравлические шланги, вызывала парообразование и перебои в работе лазерной видеоизмерительной системы на удалении более 180 м.

Предполагалось, что тоннель будет полностью располагаться в известняках, но после проходки первых 50 м микроцит полным забоем вышел в придонные наносные отложения, после проходки которых потребовалось снова вводить его в крепкие известняки. Известно, что данные условия для проходки микроцитами являются весьма неблагоприятными, т. к. управляемость щита значительно ухудшается и возникает угроза его отклонения от проектной трассы. В этом случае нам удалось удерживать щит на трассе, снизив до минимума скорость проходки и вновь врезаться в массив известняка, при этом участок со смешанным забоем, когда в нижней части забоя «подрезался» восходящий пласт крепких известняков, а в верхней располагались песчано-иловатые отложения, составил около 15 м.

На некоторых участках трассы абразивность известняков была столь велика, что износостойкие импортные шланги системы гидротранспорта грунта выходили из строя через 10–15 м проходки. Поэтому все криволинейные участки шлангов в стартовой камере и на поверхности были заменены стальными отводами, чего, к сожалению, нельзя было сделать на участках промежуточных телескопических станций, у тоннельного грунтового насоса и микроцита.

После проходки в проложенных микротоннелях были смонтированы трубы ПНД для кабелей и выполнено нагнетание мелкозернистого бетона.

Подготовительные работы на объекте начались в первых числах февраля 2005 г., а строительство камер, проходка двух микротоннелей по 230 м каждый, прокладка в них труб ПНД, возведение постоянных конструкций и устройство инженерных систем камер были завершены в начале ноября 2005 г. Успешное завершение проходки микротоннелей стало возможным благодаря безупречному качеству микротоннелепроходческого комплекса AVN-1200 фирмы «Херренкнехт АГ» и всемерной помощи, которую оказывали специалисты ЗАО «Херренкнехт тоннельсервис».

Преодолев все трудности, связанные с проходкой в сложнейших инженерно-геологических условиях, коллектив построил и передал объект тресту «Москабельсъемонтаж» (директор В. С. Артамонов, гл. инженер А. А. Кокорин) и филиалу ОАО «Московская областная электросетевая компания» (директор Г. Э. Трахтенберг, гл. инженер В. И. Буртовой) для монтажа кабельных линий 110 кВ и выполнения пусконаладочных работ, которые были произведены в кратчайшие сроки, и КЛ 110 кВ «ТЭЦ-12 подстанция Сити» была поставлена под нагрузку, обеспечив электроснабжение Московского международного делового центра «Москва-Сити».

Данный объект для Москвы является уникальным. И мы гордимся, что нашей организации удалось выполнить его строительство в кратчайшие сроки и с надлежащим качеством.



ОПЫТ СООРУЖЕНИЯ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ «СТЕНЫ В ГРУНТЕ»

С. П. Преображенский, гл. специалист УС «Тоннельметрострой»

Настоящую статью следует рассматривать как продолжение темы «Стена в грунте», затронутой автором в материале, опубликованном в журнале «Метро и тоннели» № 1 за 2006 г.

В 2005 г. была сдана в эксплуатацию подземная ж.-д. станция Аэропорт Внуково с подходным двухпутным тоннелем. Общая протяженность подземного участка составила 1442 м. Строительство велось открытым способом, глубина залегания 15–20 м.

Учитывая возрастающий рост устройства глубоких котлованов в крупных городах (га-ражи, заглубленные фундаменты для высотных зданий, подземные торговые комплексы, строительство метро и прочее), представляет интерес опыт, полученный при прокладке тоннеля во Внуково.

Отличительной стороной объекта от ранее выполненных аналогов являлась высокая скорость его сооружения. В условиях действующего аэропорта, при большой насыщенности подземными коммуникациями и в стесненных условиях, тоннель был построен за семь месяцев.

Полученная скорость обусловлена выбранной стратегией:

• *максимальное совмещение работ:*

- проектирование со строительством;
- вынос коммуникаций одновременно с проходкой;

• развертывание работ по всему фронту;

- совместное ведение отдельных этапов работ;
- использование «стены в грунте» и как ограждение котлована, и как элемент обделки с усилением её в процессе вскрытия котлована грунтовыми инъекционными анкерами с тягой типа «Титан» (рис. 1).

Гидроизоляция тоннеля выполнялась только по его перекрытию. Для этого применялись два вида изоляции:

- оклеечная (два слоя изопласта);
- геомембрана, полученная путем нанесения «Полиуреа SS-100™».

Подготовка под изоляцию для «Полиуреа SS-100™» осуществлялась по такой же технологии, как и для рулонных материалов, но при этом требования по влажности поверхности менее жесткие – не более 10 %. Нанесение геомембраны толщиной 1 мм выполнялось в два слоя: первый «Уимпрайм-2К» – праймер; второй – «Полиуреа SS-100™» (табл. 1).

Защита изоляции «Полиуреа SS-100™» велась так же, как и для рулонных материалов. Стоимостные показатели оклеечной изоляции и по системе «Полиуреа SS-100™» примерно равны. Преимуществом же её является высокопроизводительное нанесение изоляционного ковра, в семь раз превышающее выполнение из рулонных материалов (два слоя).

Конструкции «стены в грунте» за 3,5 месяца сооружено 2400 м, при этом уложено 44 тыс. м³ монолитного железобетона. Устройством «стены в грунте» занимались шесть организаций, и у каждой из них были свои технологические отличия:

• *в конструкции вертикальных рабочих швов между захватками* (рис. 2):

• *трапецевидный* выполняется путем использования инвентарной торцевой опалубки (в);

• *цилиндрический* – путем крепления сваркой к арматуре стальных полутруб диаметром 700 мм, которые остаются в конструкции стены (а) и (б);

• *сухой стык* – путем подрезки бетона ранее замоноличенной захватки (г);

• *в технологии разработки грунта в траншее под бентонитовой суспензией с помощью:*

• грейфера прямоугольного в плане при трапецевидном рабочем шве. Как показали исследования методом ИНАД, выполненные ЦНИИСом, сплошность стыка была пониженной и составляла 39 %. Это объясняется неудачным подбором грейфера, не имеющего возможности тщательно проработать от грунта и бентонита рабочий шов трапецевидного сечения;

• грейфера прямоугольного в плане с установленными зубьями при цилиндрическом стыке. Сплошность стыка составляла в среднем 50 %, т. е. проработка стыка грейфером также недостаточно качественная;

• грейфера цилиндрического в плане – сплошность составляла до 64 %;

• фрезы – сплошность стыка до 68 %.

Обследования «стены в грунте» показали, что в случае сплошности стыка более 50 % водопровывлений нет, при менее 50 % – таковые явления не исключены.

Таким образом, с позиции сплошности «стен в грунте» и её герметичности, наиболее удачное решение: при цилиндрическом стыке с использованием цилиндрического в плане грейфера и «сухой стык».

Наиболее ответственный этап – это пересечение «стеной в грунте» зон культурного слоя и трещиноватых пород, включающих в себя старые незабученные коллекторы трубы, полости в грунтах. При недостаточной информации о состоянии подземного хозяйства и, соответственно, неполной их предварительной герметизации бентонитовая суспензия может попадать в телефонную канализацию, заполнять подвалы, коллекто-

Рис. 1. Конструкция тоннелей: 1 – «стена в грунте»; 2 – грунтовые инъекционные анкера; 3 – обвязочная балка; 4 – лоток; 5 – перекрытие

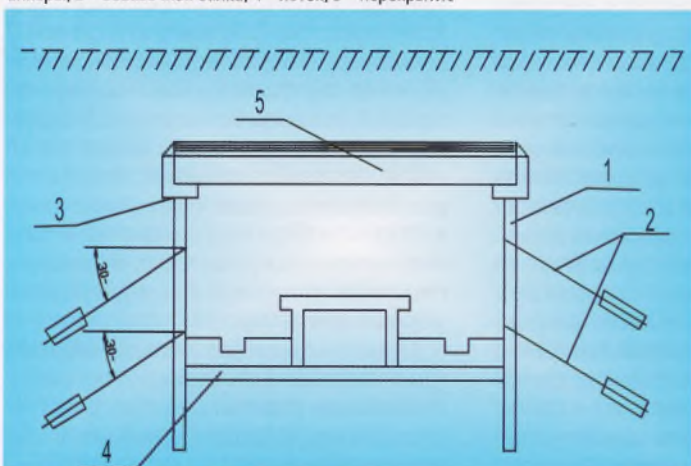


Таблица
Основные технические характеристики «Полиуреа SS-100™»

| | |
|--|----------|
| Условная прочность, МПа (кгс/см ²), не менее | 8(80) |
| Относительное удлинение при разрыве, % не менее | 300 |
| Прочность сцепления с основанием, МПа, (кгс/см ²) не менее | 0,4(4) |
| Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более | 2 |
| Гибкость на брусе с закруглением R=5,0±0,2 мм при температуре °С, не выше | Минус 30 |
| Время высыхания до отлипа, с | 8–12 |
| Водонепроницаемость в течение 10 мин, МПа (кгс/см ²), не менее | 0,03 (3) |

Контроль параметров бентонитовой суспензии

Таблица 2

| Измеряемые характеристики | Значение параметра | Контроль | |
|---|--------------------|------------------------------------|---|
| | | Рекомендуемый прибор | Метод и объем контроля |
| Плотность (консистенция) суспензии, г/см ³ | ≥1,03 | Ареометр АБР-1 Рычажные весы | Измерительный. Не менее одного раза в смену из накопительной емкости и из траншеи после проходки каждой захватки и перед бетонированием. С трех уровней по глубине сверху, с середины и до дна. |
| Условная вязкость, с | ≤30 ≤45 | Вискозиметр ВБР-1 Воронка Марша | |
| Структурная прочность (предельное статистическое напряжение сдвига), н/м ² | ≥3,0 ≤8,0 | СНС-2 «Шараки» | Измерительный. При подборе состава, перед началом работ, для каждой новой партии бентонита. Не реже одного раза в месяц. |
| Содержание песка, % | ≤4 | Отстойник ОМ-2 | |
| Стабильность, г/см ³ | ≤0,05 | Цилиндр ЦС-2 | |
| Водоотдача, см ³ | ≤17 ≤22 | ВМ-6 Фильтр-пресс | |
| Толщина глинистой корки, мм | ≤4 | | |
| Суточный отстой воды, % | ≤4 | Мерный цилиндр | |
| Величина показателя реакции среды, рН | 7,5–12 | Индикаторная бумага | |

* Объем и периодичность оперативного контроля параметров растворов дополнительно уточняются в процессе производства работ по согласованию с ОАО «ЦНИИС»

ры и прочее. При несвоевременном обнаружении эти полости могут быть и забетонированы. В силу этого, одной из неперемняемых операций является контроль над проектным уровнем верха уложенного бетона в процессе всего бетонирования и минимум двух часов после его окончания.

Опасность представляет ситуация, когда бентонитовая суспензия (или бетонная смесь) может хлынуть в полость лавинообразно, при этом обнажаются вертикальные стенки траншеи и, как следствие, происходит их обрушение. Соответственно возникает угроза близко расположенным сооружениям (оборудованию) как подземным, так и наземным. Для максимальной нейтрализации этих негативных моментов во Внуково в местах, особенно насыщенных коммуникациями, глубина пионерной траншеи и бетонного «фахверка» доходила до 4 м.

Интересен опыт, реализующийся в настоящее время при устройстве котлованов для высотных зданий в Центр-Сити в Москве: выполнение опережающей цементации грунтового массива в зоне «стены в грунте». Важным является выдерживание параметров бентонитовой суспензии

(табл. 2), т. к. нарушение её качества может повлечь за собой обрушение стен траншеи, частичное перемешивание бентонитовой суспензии с бетоном и, соответственно, последующие протечки воды сквозь «стену в грунте», уменьшение за-

щитного слоя, неполный контакт арматуры с бетонной смесью, каверны на поверхности «стены в грунте».

При устройстве **арматурных каркасов** имели место случаи выхода их из плоскости:

- вследствие недостаточного контроля при изготовлении (неотнивилованный стол заготовки);

- из-за неправильного хранения: неудовлетворительная установка прокладок (не в одной плоскости, не по одной вертикали, при хранении каркасов в несколько ярусов, допускалось складирование и в три яруса).

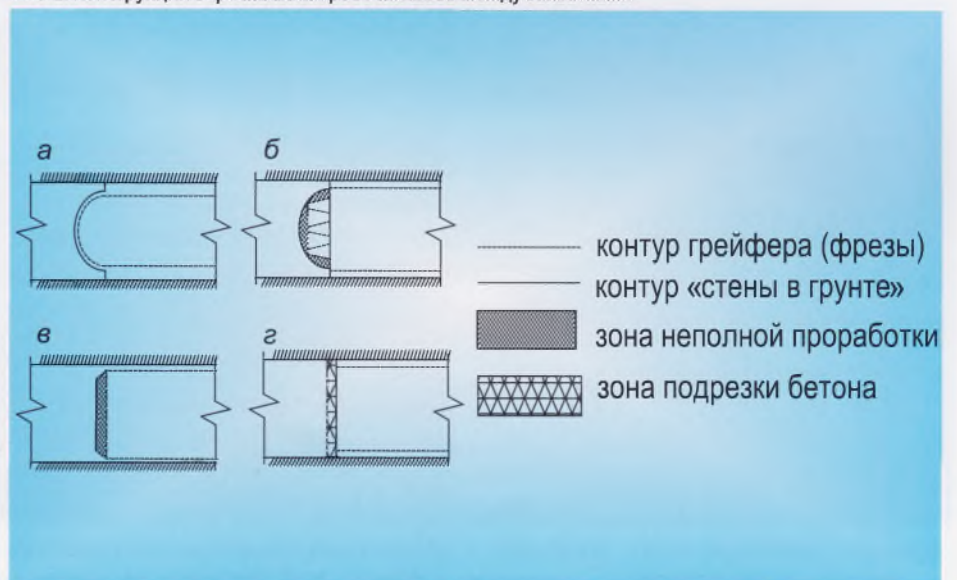
При укладке первой порции **бетона** обязательным требованием является принцип двойного клапана, проверка качества стыкования элементов ВПТ (вертикально перемещенная труба). Был случай неудовлетворительного их крепления, который привел к отрыву части ВПТ, перемешиванию бетона с бентонитовой суспензией и необходимости последующей вырубке бракованного бетона.

Проводившиеся ЦНИИСом обследования «стены в грунте» в процессе ее возведения и вскрытия показали, что геометрические и прочностные характеристики бетона на всем участке работ имеют параметры равные и выше проектных. Заглублений, в соответствии с проектом, непробетонированных участков, включая зону защемления, не обнаружено.

Темпы выполнения «стены в грунте» зависят от многих факторов, при этом определяющими являются принятая конструкция холодного стыка и, соответственно, применяемое оборудование для устройства траншеи. Технические данные по производительности использовавшихся во Внуково комплектов оборудования приведены в табл. 3.

В процессе разработки котлована «стену в грунте» крепили анкерами с тягой типа «Титан». Эта новая технология предусматривает бурение скважин штангами, являющимися также и тягами анкеров. Бурение велось с постоянной промывкой цементным раствором, попадающим через отверстия в коронке на первом стае, по мере за-

Рис. 2. Конструкции вертикальных рабочих швов между захватками



Технические данные по темпам выполнения «стены в грунте»

| Наименование работ | Год выпуска | Дата работы на объекте | | Время экспл., сут | Вып., п. м | Скорость, м/сут | Глубина, м |
|---|-------------|------------------------|-----------|-------------------|------------|-----------------|------------|
| | | начало | окончание | | | | |
| Гидрофреза «Бауэр» ВС-30 на гусеничном ходу Кран «Либхерр»883НД | 1975 | 29.01.05 | 1.04.05 | 61 | 181 | 3 | 18,6–20,4 |
| Ковшовый грейфер «Леффер» HSWG Кран «Либхерр»883НД | 2002 | 10.03.05 | 1.04.05 | 22 | 146 | 6,64 | 18,6–20,4 |
| Установка регенерации BE-500 | 1998 | 29.01.05 | 1.04.05 | 61 | – | – | – |
| Грейфер С-690 КРС-2 | 2001 | 27.01.05 | 30.03.05 | 60 | 150 | 2,5 | 23 |
| Установка регенерации СД-2000НР | 1999 | 27.01.05 | 30.03.05 | 60 | – | – | – |
| Тросовой грейфер «Либхерр»852 | 1993 | 23.12.04 | 30.03.05 | 67 | 343 | 5,11 | 25,3–25,6 |
| Установка регенерации | 1994 | 23.12.04 | 30.03.05 | 67 | – | – | – |
| Касагранда С-60 | 1990 | 1.02.05 | 3.04.05 | 62 | 205 | 3,27 | 23,6 |
| Установка регенерации Д-14 | 2003 | 1.02.05 | 3.04.05 | 62 | – | – | – |

буривания стволы наращивали с помощью муфт. Через 3,5–4 ч после окончания бурения нагнетали раствор для формирования рабочей части анкера (корня). Благодаря специально подобранному составу через 3,5 сут. (84 ч) проводили испытания анкеров с последующей фиксацией на «стене в грунте». Всего во Внуково было установлено 3484 анкера.

На основании полученного опыта могут быть сделаны следующие выводы. Анкеры типа «Титан»:

- обеспечивают высокую несущую способность, при этом четко формируется рабочая зона анкера (корень) и свободная длина;
- в сравнении с анкерами типа «Бауэр» они сокращают время установки на 17 %;
- устанавливать анкер можно в стесненных условиях. Например, в зоне диагонального расположения подвесок крупногабаритный станок UBW разместить не удаётся, тогда как здесь можно поставить малогабаритный (ДВ-515) и выполнить анкер практически с продольного пояса.

В период приемочных испытаний во Внуково одновременно произошел обрыв туг муфтам у 16-ти анкеров. Расследованием установлено, что причиной явились бракованные муфты и формально осуществляемые входной и операционный контроль. При соблюдении Технологического регламента выбраковка производится до испытаний и с минимальными потерями.

В соответствии с проектом, в зоне заложения тоннеля преобладают суглинки с включением валунов и небольших водонасыщенных линз; уровень грунтовых вод ниже лотка тоннелей. В силу этих предпосылок гидроизоляция стен и лотка не была предусмотрена.

Однако, как показали дополнительные исследования, проводившиеся в процессе строительства и вскрытия котлована, уровень грунтовых вод в отдельных местах поднялся до 8 м выше проекта. Это привело к водопроявлениям разной интенсивности через «стену в грунте», главным образом, по холодным швам (между захватками, «стеной в грунте» и обвязочной балкой).

Инструментальный контроль за деформациями «стены в грунте» в процессе вскрытия котлована выявил смещение верха бетона, местами до 300 мм. Пришлось на отдельных участках установить стальные распорки, а где-то стену усилить дополнительной железобетонной конструкцией.

Причинами деформаций стен котлована явились:

- нарушение исполнителем ППР (опережение разработки грунта от его крепления);
- непредусмотренная проектом обводненность грунтового массива и, как следствие, уменьшение сцепления грунта и угла его внутреннего трения, возрастание горного давления и превышение расчетных нагрузок на обделку;

• увеличение пластичности суглинков привело к частичной потере несущей способности анкеров по грунту.

Согласно обследованию «стены в грунте», главным её дефектом является наличие водопроявлений, что еще раз подтверждает необходимость закладывать в проект мероприятия по гидроизоляции конструкции (даже если грунтовой воды нет), т. к. в зоне строительства происходят нарушения сплошности грунтового массива, сложившегося стока внешних вод и баражный эффект.

Выводы

1. Целесообразно применение изоляции по системе «Полнуреа SS-100™», показавшей высокую производительность.
2. Сплошности вертикальных швов между захватками «стены в грунте» зависят от рабочего органа по разработке грунта.
3. Необходим строгий лабораторный анализ за качеством бентонитовой суспензии.
4. При укладке первой порции бетонной смеси эффективен принцип двойного клапана.
5. Подтверждена конструктивная и технологическая целесообразность применения грунтовых анкеров с тягой типа «Титан».
6. При использовании «стены в грунте», как элемента обделки, необходимо в любых гидрогеологических условиях закладывать в проект специальные мероприятия по её гидроизоляции.

Ведущий российский форум GEOFORM+ теперь в Казани!

GEOFORM+. KAZAN

Международный форум

**24 – 27 мая
2006 года**

**ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КАДАСТР И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И
СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ
ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

**Более подробную информацию Вы можете получить на официальном сайте форума
www.geoform-kazan.ru**

Одновременно будут проходить:

**Международная специализированная выставка «Аналитика. Химия. Казань» | www.anchemexpo.ru
2-й Экологический форум «Человек. Природа. Наука. Техника» | www.eco-forum.ru**

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Выставочный холдинг MVK, г. Москва
MVK-Волга, г. Казань
Федеральное Агентство Геодезии и Картографии

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства транспорта и дорожного хозяйства
Республики Татарстан
Министерства экологии и природных ресурсов
Республики Татарстан

ОБОСНОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ КОНТРОЛЯ ПРИ ТЕПЛОВИЗИОННОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

Д. С. Скороходов, д. т. н., зам. директора по науке Института проблем транспорта РКН
Ю. И. Плотников, д. т. н., проф., гл. специалист ООО «САТУРН», Санкт-Петербург

Повышение надежности и эффективности электрооборудования метрополитена в значительной степени зависит от научно обоснованного перехода к стратегии технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) оборудования по его фактическому состоянию. Особенно актуальной эта проблема становится в связи с тем, что в настоящий период значительная часть электрооборудования выработала свой ресурс на 60–70 % и более.

Тепловизионный метод диагностирования электрооборудования в тоннелях метрополитена и тяговых подстанций (ТП) в последнее время находит все большее применение вследствие ряда его преимуществ. Дистанционный, бесконтактный и высокопроизводительный метод позволяет получать наглядную диагностическую информацию в реальном масштабе времени как в статических, (путем обхода оборудования ТП), так и в динамических (с использованием вагона путеизмерителя) режимах тепловизионной съемки. Постоянное совершенствование аппаратных и программных средств получения и обработки тепловизионной информации о состоянии электрооборудования способствует дальнейшему росту мобильности, степени автоматизации и производительности процесса диагностирования (см. «Метро и тоннели» № 5/2003 и № 5/2005 г.). Применение метода регламентировано отраслевым руководящим документом РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Оценка влияния достоверности контроля на эффективность эксплуатации оборудования

Успех решения задачи обслуживания и ремонта энергетического оборудования по фактическому состоянию существенно зависит от точности и достоверности контроля параметров объекта диагностирования. Под достоверностью контроля D понимается степень объективного отображения результатами контроля действительного технического состояния оборудования. Достоверность оценки неразрывно связана с так называемыми ошибками первого и второго рода. В первом случае, при «риске изготовителя», исправное оборудование принимается за неисправное. Эта ошибка объясняется неоправданными затратами, связанными с выводом фактически исправного оборудования из действия или с ограничением режимов его эксплуатации с последующим осмотром, ремонтом или заменой. Во втором случае, при «риске заказчика», неисправное оборудование принимается исправным.

При этом последствия и затраты от эксплуатации фактически дефектного оборудования могут быть самыми серьезными, например, возгорание муфты высоковольтного кабеля вследствие дефекта изоляции или неудовлетворительного контактного соединения и т. п. В общем случае, при повышении достоверности (снижении «рисков заказчика и изготовителя») снижаются суммарные затраты от последствий ошибочного контроля. Однако повышение достоверности контроля вызывает неизбежные затраты на изготовление (закупку) соответствующих аппаратных средств измерения, вычислительной техники, разработку программного обеспечения и т. д. Таким образом, суммарные затраты условного ресурса (например, финансовые) можно представить в виде выражения:

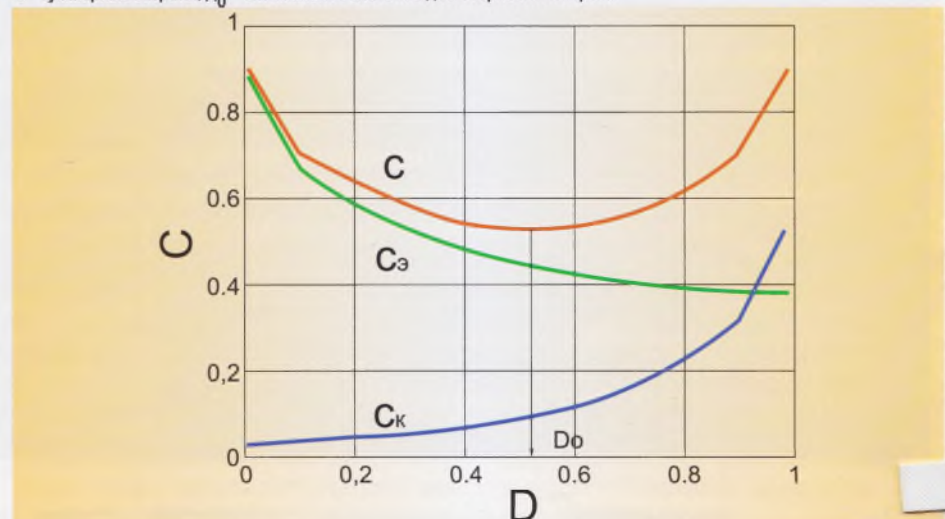
$$C = C_{\Sigma} + C_{\kappa}, \quad (1)$$

где C_{Σ} , C_{κ} – затраты, связанные с эксплуатацией объекта диагностирования, и затраты на систему контроля, соответственно. В общем случае, достоверность контроля D лежит в пределах от 0 до 1 ($0 \leq D \leq 1$). При D стремящемся к нулю ($D \rightarrow 0$), C_{Σ} стремится

к максимальному, а C_{κ} – к минимальному значению. В свою очередь, при $D \rightarrow 1$, C_{Σ} стремится к минимуму, а C_{κ} – к максимуму (бесконечности).

Поскольку с ростом достоверности контроля D затраты C_{Σ} снижаются, а C_{κ} увеличиваются, то функция $C = f(D)$ имеет экстремум, точнее минимум, которому соответствует оптимальное значение D_0 . На рис. 1 представлена графическая интерпретация качественной зависимости $C = f(D)$. Для количественной оценки зависимости суммарных финансовых затрат (1) от достоверности контроля и оценки оптимального значения необходимо иметь соответствующие статистические данные по зависимостям $C_{\Sigma} = f_1(D)$ и $C_{\kappa} = f_2(D)$ для конкретного объекта контроля и системы диагностирования. В общем случае, функции f_1 и f_2 можно аппроксимировать квадратичными зависимостями. Тогда количественная оценка суммарных затрат (1) является чисто технической задачей, которая, при необходимости, может быть практически решена с помощью метода наименьших квадратов и технико-экономической статистической информации.

Рис. 1. Графическая интерпретация качественной зависимости затрат на контроль и эксплуатацию объекта от достоверности контроля: C_{κ} – затраты на систему контроля; C_{Σ} – затраты на эксплуатацию объекта; C – суммарные затраты; D_0 – оптимальное значение достоверности контроля



Основные диагностические показатели, используемые при тепловизионных обследованиях электрооборудования

В руководстве «Объем и нормы испытаний электрооборудования» при тепловизионных обследованиях оценка технического состояния широкого спектра оборудования, в основном, сводится к контролю разности температур. При этом предусматривается контроль следующих диагностических показателей.

1. Превышение температуры поверхности объекта диагностирования t_n над температурой окружающего воздуха t_B :

$$\Delta t = (t_n - t_B). \quad (2)$$

2. Избыточная температура при оценке состояния аналогичного оборудования, находящегося под напряжением различных фаз А и Б:

$$\Delta t_{изб} = \Delta t_A - \Delta t_B = t_A - t_B. \quad (3)$$

3. Коэффициент дефектности:

$$K_d = \Delta t_{кз} / \Delta t_{нр}, \quad (4)$$

где $\Delta t_{кз}$, $\Delta t_{нр}$ – превышение температуры в месте контактного соединения и провода на расстоянии не ближе 1 м от соединения над температурой воздуха.

В зависимости от величин Δt , $\Delta t_{изб}$, K_d и токовой нагрузки электрооборудования принимаются решения о техническом состоянии объекта и его соответствующем обслуживании и ремонте. Для этого величина превышения температуры Δt (2) пересчитывается на номинальную токовую нагрузку оборудования, квадрат которой прямо пропорционален Δt . Полученное значение на номинальной нагрузке $\Delta t_{ном}$ сравнивается с наибольшим допустимым значением, принимаемым для соответствующего оборудования по РД: $\Delta t_{ном} < \Delta t_{доп}$. В случае выполнения неравенства контактное соединение считается исправным. В противном случае необходимо проведение соответствующего ТО и Р.

Избыточная температура $\Delta t_{изб}$ (3) пересчитывается на 50-% токовую нагрузку с получением значения $\Delta t_{0,5}$. При этом, в соответствии с РД различают следующие области по степени неисправности:

$5 \leq \Delta t_{0,5} \leq 10 \text{ }^\circ\text{C}$ – начальная степень, которую следует держать под контролем и принимать меры по ее устранению во время проведения ремонта, запланированного по графику;

$10 < \Delta t_{0,5} \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ – развившийся дефект, следует устранить неисправности при ближайшем выводе электрооборудования из работы;

$\Delta t_{0,5} > 30 \text{ }^\circ\text{C}$ – аварийный дефект, требует немедленного устранения.

При оценке теплового состояния токоведущих частей по коэффициенту дефектности K_d различают следующие степени неисправности:

$1 < K_d < 1,2$ – начальная степень, которую следует держать под контролем;

$1,2 \leq K_d \leq 1,5$ – развившийся дефект, необходимо принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе электрооборудования из работы;

$K_d > 1,5$ – аварийный дефект, требует немедленного устранения.

Формулы (2)–(4) и приведенные выше равенства содержат разности температур, которые на практике, по абсолютной величине, представляют достаточно малые значения – от нескольких градусов до нескольких десятых долей градусов. Так, например, для трансформаторов тока и напряжения температуры фарфоровых покрышек, измеренные в аналогичных зонах покрышек трех фаз, не должны отличаться между собой более чем на $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ (см. РД). Помимо малых значений, диагностические показатели представляют собой величины косвенных измерений, являющиеся функциями параметров непосредственного измерения – температур поверхностей объектов диагностирования и окружающего воздуха.

Влияние малой разности параметров на точность диагностических показателей

При проведении тепловизионного контроля, по мнению авторов, оценке методической погрешности (включающей погрешности косвенных измерений параметров) не уделяется должного внимания, так же как и в методических рекомендациях и нормах по тепловизионным обследованиям электрооборудования. Вместе с тем, метрологический аспект в процедуре диагностирования играет очень важную роль. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Уравнение взаимосвязи диагностического показателя Y , как величины косвенного измерения, и соответствующих параметров прямого измерения представим в следующем виде:

$$Y = F(x_1, x_2, \dots, x_m), \quad i = 1, \dots, m, \quad (5)$$

где x_i – i -й параметр непосредственного измерения; m – количество параметров непосредственного измерения.

Среднеквадратическая относительная погрешность диагностического показателя, как величины косвенного измерения, определяется по формуле:

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^m k_i^2 \cdot \sigma_{x_i}^2, \quad (6)$$

где $k_i = \frac{\partial Y}{\partial x_i} \cdot \frac{x_i}{Y}$ – коэффициент влияния

i -го параметра непосредственного измерения x_i на диагностический показатель Y ;

σ_{x_1} – среднеквадратическая относительная погрешность измерения параметра x_1 .

Для иллюстрации влияния малой разности параметров на погрешность оценки диагностических показателей рассмотрим простой пример:

$$Y = \Delta x = x_1 - x_2. \quad (7)$$

Формулы для коэффициентов влияния параметров x_1 и x_2 на показатель Y соответственно имеют вид:

$$k_1 = x_1 / \Delta x, \quad k_2 = -x_2 / \Delta x. \quad (8)$$

При $x_1 = 10, x_2 = 9, \Delta x = 1, \sigma_1 = \sigma_2 = 1\%$ в соответствии с (6) получим:

$$\sigma_y = \sqrt{(10^2 + 9^2)} = 13,45\%,$$

а при $x_1 = 100, x_2 = 99, \Delta x = 1, \sigma_1 = \sigma_2 = 1\%$, уже имеем $\sigma_y = 140,72\%$.

Погрешности малой разности параметров, по сравнению с погрешностями параметров непосредственного измерения, увеличились более чем в 13 и 140 раз!

Рассмотренные примеры подтверждают существоющее простое практическое правило приближенной оценки погрешности малой разности параметров: относительная погрешность разности примерно во столько раз больше относительных погрешностей каждого из параметров, во сколько раз разность параметров меньше каждого из них. Влияние малой разности параметров на точность и достоверность диагностических показателей свойственна не только для электрооборудования, но и для оборудования теплоэнергетики и других технических объектов контроля и диагностирования.

Оценка точности и достоверности диагностических показателей электрооборудования

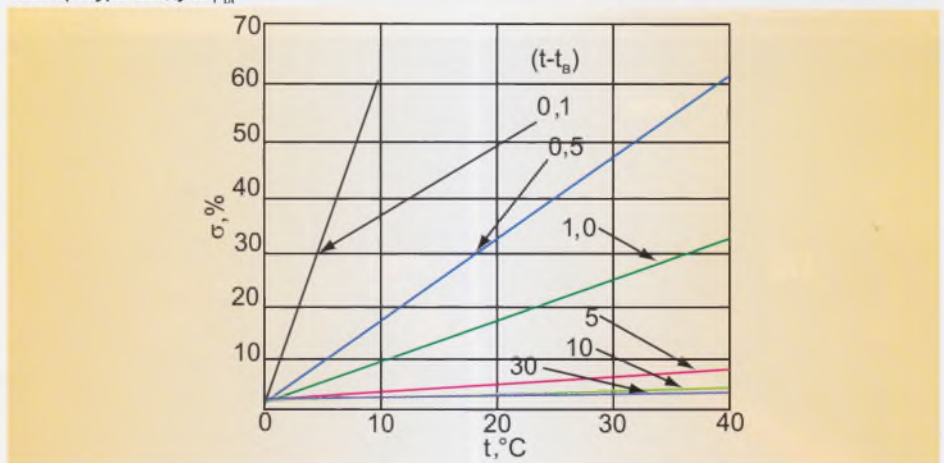
Используя уравнения (2) и (6), запишем выражение для оценки погрешности измерения превышения температуры поверхности объекта:

$$\sigma_{\Delta} = [(\frac{t_n}{\Delta t} \cdot \sigma_{t_n})^2 + (\frac{t_B}{\Delta t} \cdot \sigma_{t_B})^2]^{-0,5}, \quad (9)$$

где σ_{t_n} , σ_{t_B} – среднеквадратические относительные погрешности измерения температуры диагностируемой поверхности и воздуха, соответственно.

Выражение для приближенной оценки погрешности измерения коэффициента дефектности (4) имеет вид:

Рис. 2. Графики зависимости погрешности измерения σ_{Δ} от величины Δt и абсолютного значения температуры воздуха $|t_B|$



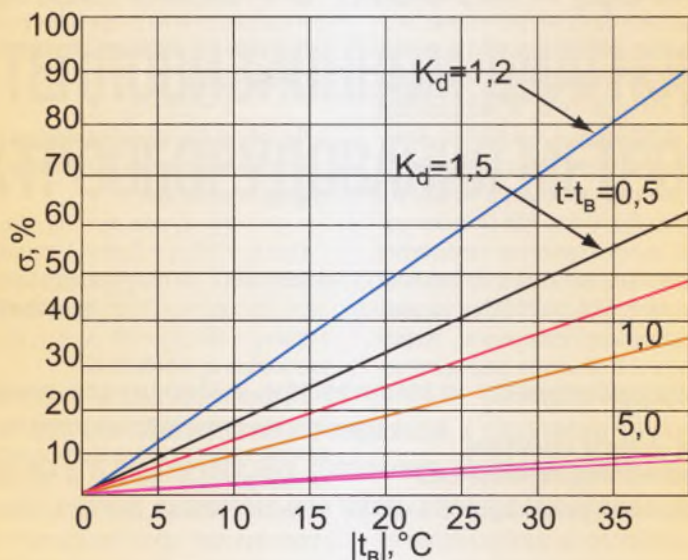


Рис. 3. Графики зависимости погрешности измерения σ_k от величины K_d и абсолютного значения температуры воздуха $|t_B|$

$$\sigma_k = (1 + 1/K_d^2)^{-0.5} \cdot \sigma_{\Delta} \quad (10)$$

Формула выведена из (9) с учетом выражения (4) и допущения о равенстве погрешностей измерения тепловизором температур поверхности контактного соединения t_k и провода $t_{пр}$.

Для оценки количественных значений погрешностей (9) и (10) примем относительную допустимую в измерении температуры поверхности $3\sigma_{пр} = 2\%$, (что обеспечивается современными тепловизионными камерами, например ТН7102), а относительную допустимую погрешность измерения температуры воздуха $3\sigma_{тв} = 1\%$, (что обеспечивается, например, стеклянным термометром типа ТС100). Тогда относительная среднеквадратичная погрешность измерения поверхности объекта с помощью тепловизора

$$\sigma_{пр} = 2/3 = 0,67\%, \quad (11)$$

а соответствующая измерения температуры воздуха

$$\sigma_{тв} = 1/3 = 0,33\%. \quad (12)$$

На рис. 2 и 3 представлены результаты расчетов погрешностей σ_{Δ} и σ_k в виде графиков, соответственно для превышения температуры поверхности Δt и коэффициента дефектности K_d . Расчеты произведены для различных значений температуры воздуха t_B с учетом величины диагностических показателей Δt и K_d .

Анализ графиков на рис. 2 показывает, что при $\Delta t = \text{const}$ погрешность превышения температуры σ_{Δ} практически линейно увеличивается с ростом абсолютного значения температуры воздуха $|t_B|$ от 0 до 40 °C. При $t_B = 0$ °C, погрешность косвенного измерения $\sigma_{\Delta} = \sigma_{пр} = 0,67\%$. При $\Delta t = 5$ °C с ростом температуры воздуха от 0 до 40 °C, погрешность измерения Δt увеличивается почти в 10 раз: от 0,67 до 6,5 %, а при $\Delta t = 1$ °C – в 50 раз: с 0,67 до 29 %. При анализе малых значений превышения температуры, например, при $\Delta t = 0,1$ °C, погрешность измерения σ_{Δ} уже при $|t_B| = 5$ °C, составляет более 30 %, а при $|t_B| > 20$ °C – $\sigma_{\Delta} > 140\%$! Физическую сущность графиков на рис. 2 поясняет выраже-

ние (9) для погрешности измерения σ_{Δ} и соответствующих коэффициентов влияния k_i . Величина коэффициентов k_i ($i = 1, \dots, 2$) прямо пропорциональна величине температуры воздуха t_B и обратно пропорциональна превышению температуры Δt .

Из графиков на рис. 3 видно, что характер изменения σ_k соответствует графикам для σ_{Δ} , представленным на рис. 2. Погрешность измерения σ_k увеличивается практически линейно с ростом абсолютной величины $|t_B|$.

Оценка технического состояния электрооборудования и принятие решения о ТО и Р производится исходя из сравнения диагностических параметров (2)–(4) с их допустимыми значениями. Чем выше оценка вероятности нахождения диагностического параметра в поле допустимых значений, тем выше вероятность принятия правильных решений по ТО и Р оборудования и тем выше достоверность контроля.

Примеры оценки достоверности контроля параметров тепловизионного диагностирования электрооборудования в тоннелях метрополитена и ТП

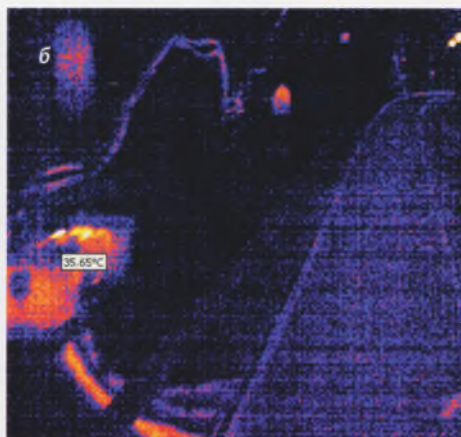
На рис. 4 представлены видео и тепловизионное изображения дроссель-трансформатора 825 В в районе пикета 105+26,2 м между станциями «Проспект Ветеранов» и «Девяткино» первой (Кировско-Выборгской) линии Петербургского метрополитена. Съемка производилась в январе 2005 г. с помощью специальной компьютеризированной тепловизионной системы, установленной на вагоне путеизмерителя. В нижней части ИК изображения представлены данные о привязке к пикетажу. Максимальная температура трансформатора: $T_{\max} = 37,6$ °C, $T_B = 23,7$ °C, перегрев ($T_{\max} - T_B$) = 13,9 °C. Оценка состояния дроссель-трансформатора в соответствии с РД – предаварийный дефект, требуется его устранение при ближайшем ТО и Р. Расчеты показывают, что при этих условиях погрешность превышения температуры $\sigma_{\Delta} = 3\%$, а достоверность контроля Д = 98 %.

На рис. 5 представлены видео и тепловизионное изображения электросоединителя контактного рельса 825 В. Дата поездки: 21.01.2005, время: 8:55:09, пикет: 216+36,2 м «Проспект Ветеранов» – «Девяткино». Максимальная температура $T_{\max} = 25,3$ °C; перегрев ($T_{\max} - T_B$) = 6,2 °C. Так как $\Delta t > 5$ °C, состояние электросоединителя оценивается как аварийное, требующее немедленного устранения дефекта. Расчеты показывают, что при этих условиях погрешность превышения температуры $\sigma_{\Delta} = 4\%$, а достоверность контроля – 96 %.

На рис. 6 представлена термограмма шинного разъединителя ШР 110 (линия С54 фаза А) распределительного устройства РУ–110 кВ тяговой подстанции. В правой нижней части рисунка представлен график изменения температуры по линии, проведенной вдоль оси ножей разъединителя. Температура воздуха $t_B = +25$ °C, $t_{кк} = 34,3$ °C, $t_H = 32$ °C, $K_d = 1,38$. С учетом того, что

Рис. 4. Дроссель-трансформатор 825 В. Пикет: 105+26,2 м, «Проспект Ветеранов» – «Девяткино»:

а – видеоизображение; б – тепловизионное



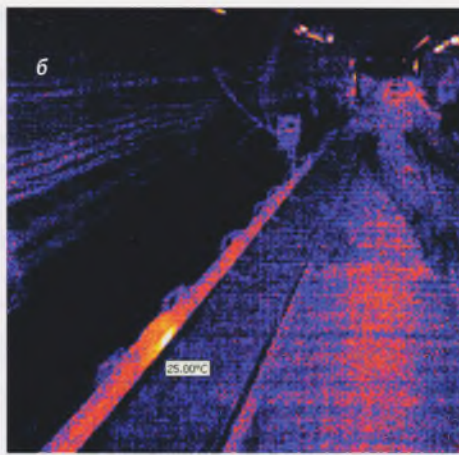


Рис. 5. Электросоединитель контактного рельса 825 В. Пикет: 216+36,2 м, «Проспект Ветеранов» – «Девяткино»: а – видеоизображение; б – тепловизионное

$1,2 < K_d < 1,5$ и оценки $\sigma_k = 5\%$ расчетная достоверность контроля составляет $D = 97\%$. В соответствии с рекомендациями РД принимается решение о наличии развивающегося дефекта. При непосредственном осмотре были выявлены следы обжога и коррозии ножей разъединителя, которые впоследствии были заменены.

На рис. 7 представлена тепловизионная диагностическая информация о техническом состоянии контактных соединений для трех фаз высоковольтного выключателя РУ-27,5 кВ тяговой подстанции. В правой нижней части рисунка показана кривая изменения температуры контактов выключателя для фаз А, В и С. Температура воздуха $t_b = 18^\circ\text{C}$, избыточная температура контакта фазы В, по сравнению с фазами А и С составляет $\Delta t_{изб} = 5,7^\circ\text{C}$ при 55%-токовой нагрузке, погрешность измерения $\sigma_\Delta = 4\%$. Так как $5 < \Delta t_{изб} < 10^\circ\text{C}$, то в соответствии с РД принимается решение о наличии начальной стадии дефекта. Расчеты показывают, что достоверность контроля в этом случае достаточно низкая и составляет $D = 78\%$. Фактическая проверка состояния контактных соединений на месте дефекта не подтвердила.

Приведенные выше примеры практически подтверждают работоспособность и практическую значимость изложенной выше методики оценки точности и достоверности тепловизионного контроля.

Основные направления по совершенствованию методики и средств диагностирования электрооборудования по инфракрасному излучению

Исходя из проведенного выше краткого анализа по оценке точности и достоверности контроля, можно выделить следующие основные пути для дальнейшего совершенствования методики и средств тепловизионного диагностирования электрооборудования.

1. Целесообразно проводить тепловизионные обследования, по возможности, на режимах наибольшей мощности работы оборудования метрополитена (в часы «пик»), обеспечивающие превышение температуры поверхностей диагностиру-

емого оборудования Δt на максимально возможную величину, тем самым снижая влияние погрешности малых разностей параметров.

2. Необходимо учитывать влияние температуры воздуха t_b на точность и достоверность контроля. При постановке диагноза, исходя из анализа ожидаемых значений $\Delta t < 1^\circ\text{C}$, для обеспечения погрешности $\sigma_\Delta < 10\%$ тепловизионные обследования целесообразно проводить при температуре воздуха $t_b < 12^\circ\text{C}$. В противном случае следует учитывать, что вероятность принятия правильного решения о техническом состоянии соответствующего электрооборудования по результатам контроля может быть низкой.

3. Следует всячески стремиться к снижению инструментальной погрешности измерения температур поверхности t_n и воздуха t_b . Особенно это актуально для малых значений Δt при диагностировании изоляторов, трансформаторов тока, напряжений, выявлении неисправного электрооборудования на самых ранних стадиях развития дефектов. Для этого следует использовать новейшие тепловизионные камеры типа ТН7102 фирмы Nec San-ei (Япония – США), с телескопическим объективом, частотой дискретизации 60 Гц, обеспечивающие точность измерения температуры до $0,08^\circ\text{C}$ и выше. Для этой цели целесообразны образцовые малоинерционные термпары с вторичным электронным показывающим прибором.

Рис. 6. РП РУ-110 кВ, разъединитель ШР 110

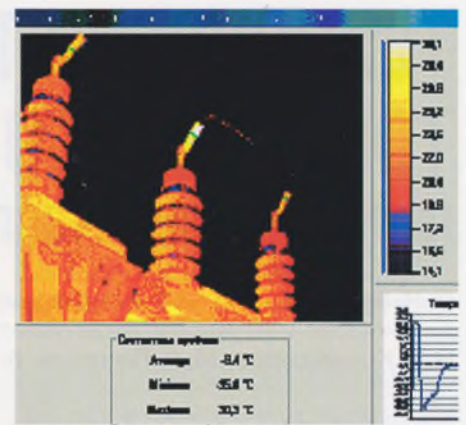
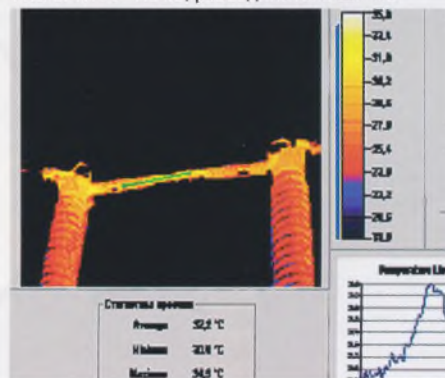


Рис. 7. Высоковольтный выключатель РУ-27,5 кВ, контакты фазы В: $t_{bc} = 30,3^\circ\text{C}$, $\Delta t_{изб} = 5,7^\circ\text{C}$, $D = 78\%$

4. Наряду с методической и инструментальной погрешностями измерения следует снижать случайную составляющую погрешности за счет проведения многократных измерений параметров, эффективной вероятностной обработки статистической информации с оценкой метрологической надежности (достоверности) результатов контроля.

5. При назначении граничных значений (допусков) на диагностические параметры, необходимо учитывать ожидаемую вероятность попадания в них соответствующих параметров и точность их измерения, определяющие, в конечном счете, достоверность и правильность принятия решений по ТО и Р оборудования.

6. Необходимо совершенствовать алгоритмическое и программное обеспечение тепловизионной диагностической системы. С целью минимизации погрешностей измерения и повышения достоверности контроля в ООО «САГУРН» разрабатываются возвратно-поступательные алгоритмы расчета параметров диагностирования с использованием метода малых отклонений. Исходя из методов анализа размерностей, физических аналогий и термоэлектрического подобия, совершенствуется структура тепловизионных диагностических параметров, минимизирующая влияние малой разности температур на точность и достоверность контроля и повышающая чувствительность метода тепловизионного диагностирования.

7. Наряду с разработкой и совершенствованием методики и программно-аппаратных средств тепловизионной системы диагностирования электрооборудования, проведением соответствующих НИОКР, необходимо повышать организационно-технический уровень тепловизионных обследований, совершенствовать подготовку соответствующих специалистов служб электроснабжения и путевого хозяйства.

Реализация перечисленных выше основных направлений и мероприятий по обеспечению точности и достоверности тепловизионного диагностирования будет способствовать дальнейшему повышению надежности, безопасности и эффективности электрооборудования и метрополитена в целом.

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ ТОННЕЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА (в режиме реального перемещения поезда)

О. Н. Будадин, д. т. н., Т. Е. Троицкий-Марков, Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»

Н. Н. Комиссаров, М. А. Почечун, В. Я. Пахомов, Московский метрополитен

Одной из важнейших задач, стоящих в настоящее время перед службами, эксплуатирующими сложные технические системы, является сохранение и повышение надежности и безопасности их эксплуатации.

По заключению экспертов, наиболее перспективный и экономически целесообразный способ решения таких проблем заключается в периодическом оперативном инструментальном определении реального технического состояния оборудования с последующей разработкой и реализацией оптимальной технологии его восстановления и продления ресурса эксплуатации в соответствии с нормативной документацией.

Применение такого подхода актуально к критически опасным объектам метрополитена, одним из важнейших из которых является электрооборудование. Это связано с достаточно большой скоростью его износа из-за экстремальных условий эксплуатации – наличия периодических критических моментов времени (часы «пик») с наиболее тяжелыми условиями работы электрооборудования. Это также значительно повышает вероятность выхода его из строя и может спровоцировать процесс выхода всей систе-

мы; наличия реальной потенциальной опасности жизни и здоровью людей при возникновении аварийных ситуаций.

Одним из эффективных методов диагностики, наиболее пригодным для решения задач дистанционного неразрушающего контроля электрооборудования, вследствие своих эксплуатационных и технических достоинств, является тепловой метод, основанный на регистрации и анализе температурных полей контролируемых объектов в реальных условиях их эксплуатации. В связи с этим в последнее время активизировались работы в этом направлении, а в печати появился ряд публикаций, посвященных как контролю электрохозяйства метрополитена, так и общим вопросам диагностики технического состояния электрооборудования.

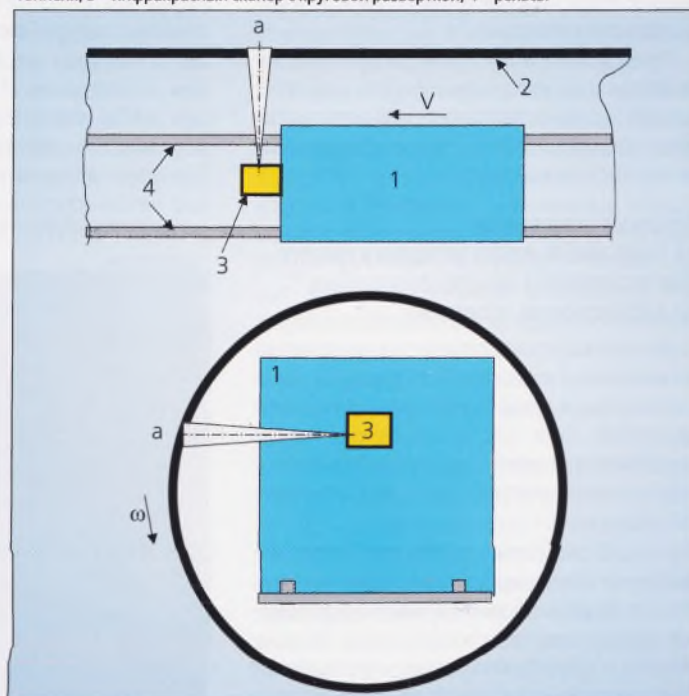
Следует отметить, что тепловой (тепловизионный) метод неразрушающего контроля (ТНК) является одним из «молодых», но наиболее интенсивно развивающихся методов неразрушающего контроля и диагностики технического состояния объектов. Благодаря современному техническому, методическому и программному оснащению, к настоящему времени, ТНК облада-

ет рядом уникальных эксплуатационных качеств, что резко расширяет область его применения в промышленности, на транспорте, в энергетике, строительстве.

Наиболее интересная система теплового контроля электрооборудования метрополитена описана в работе Ю. И. Плотникова, Ю. М. Федоришина, В. Ф. Грачева «Мобильная тепловизионная система диагностирования электрооборудования в тоннелях Петербургского метрополитена» (журнал «Метро и тоннели» № 5, 2005). Большой интерес представляет опыт практического применения теплового контроля и комплекс технических средств. Однако в данной работе недостаточно подробно приведена технология теплового контроля объектов тоннельного хозяйства, например, пространственной разрешающей способностью, достаточно большой скоростью взаимного перемещения объектов контроля и тепловизионной камеры, влияния механической вибрации измерительной аппаратуры. Опыт решения данных задач в Московском метрополитене будет полезен для повышения эффективности практического применения ТНК.

| Основные технические характеристики системы контроля (по результатам проектирования и экспериментальных натурных измерений) | |
|---|---|
| Минимальный выявляемый дефект с вероятностью 0,99 и изменением температуры 1,2° | 13 x 13 мм |
| Рабочая (оптимальная) скорость перемещения тепловизионной системы | 60 км/ч |
| Оперативное определение реального технического состояния объекта | имеется (с вероятностью 0,95) |
| Оценка остаточного ресурса функционирования объекта | имеется (для определенной номенклатуры электрооборудования) |
| Частота кадров | 25 Гц |
| Поле обзора в плоскости изображений (на стенке тоннеля) в направлении, перпендикулярном скорости перемещения | 700 мм |
| Расстояние от тепловизионной системы до плоскости изображения (стенки тоннеля) | 2500 мм |
| Компенсация «смазанности» видеоизображения температурного поля | имеется (специальными программно-аппаратными средствами до взаимной угловой скорости 8,5 1/с) |
| Компенсация влияния вибрации и случайных отклонений (перемещений) тепловизионной системы в произвольной плоскости | имеется (специальными программно-аппаратными средствами) |
| Тепловизионная камера | Thermovision-550 (допускается применение другого типа с аналогичными техническими характеристиками) |

Рис. 1. Схема с круговой разверткой: а – поле обзора или мгновенное линейное поле зрения (для круговой развертки); v – скорость перемещения; w – угловая скорость сканирования инфракрасного сканера; 1 – головной вагон метрополитена; 2 – стенка тоннеля; 3 – инфракрасный сканер с круговой разверткой; 4 – рельсы



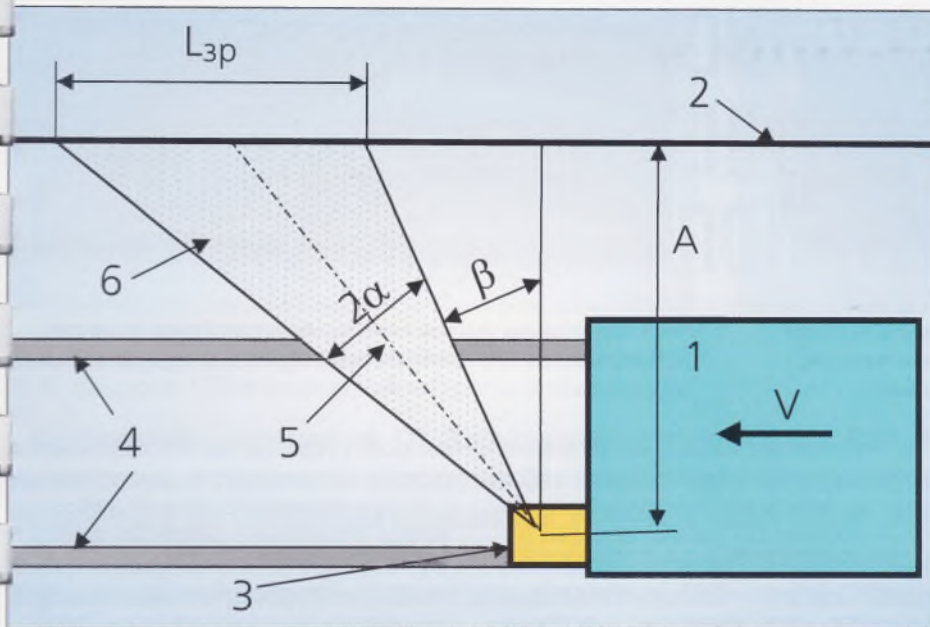


Рис. 2. Схема с покадровой регистрацией информации: 1 – головной вагон метрополитена; 2 – стенка тоннеля; 3 – тепловизионная система; 4 – рельсы; 5 – оптическая ось; 6 – поле обзора оптической системы

Во-первых, это касается пространственной разрешающей способности системы контроля и качества термограмм.

Проведенные расчеты показывают, что при описанном способе установки тепловизионной камеры и ее технических характеристиках минимальная геометрическая разрешающая способность на стенке тоннеля в расчете на элемент разрешения не может быть менее 4 мм. (В статье приведена величина геометрической разрешающей способности 1,5–2,0 мм). Учитывая, что в соответствии с теорией распознавания, применительно к тепловому (тепловизионному) контролю для достоверного обнаружения аномальных участков, должно существовать не менее трех-пяти рядом расположенных элементов, реальная геометрическая разрешающая способность не может быть менее 12–20 мм. При этом она возможна только при установке оптической оси тепловизионной камеры перпендикулярно стенке тоннеля. При положении тепловизионной камеры как описано в статье (судя по термограммам, под углом 45–60° к стенке тоннеля), геометрическая разрешающая способность увеличивается еще в 5–10 раз.

Следующей технологической задачей, требующей решения, является компенсация вибрации, возникающей при движении вагона. Трудности решения этой проблемы заключаются в случайности перемещения тепловизионной системы как во времени, так и в пространстве, а также амплитуды и частоты перемещения. Как показали исследования, данные факторы также оказывают влияние на достоверность результатов контроля, что практически же может значительно их исказить.

Такой же важной технологической проблемой является компенсация угловой скорости перемещения объектов, расположенных на стенках тоннеля, относительно тепловизионной камеры. Известно, что при угловой скорости больше критической, зависящей от расстояния между тепловизионной камерой и объектом либо стеной тоннеля, скоростью

перемещения состава, требуемой разрешающей способностью, изображение будет «смазанным» и непригодным для дальнейшей обработки и дает недостоверную информацию об объекте контроля.

К организационным аспектам проведения теплового контроля следует отнести решение следующих задач: наличие аттестованных специалистов, лаборатории, методических материалов теплового неразрушающего контроля, соответствующей нормативной документации.

Эти и другие задачи решаются Технологическим институтом энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» в процессе создания технологии теплового контроля объектов тоннельного хозяйства метрополитена совместно с Московским метрополитеном и Институтом машиноведения им. А.А.Благонравова РАН при содействии Ростехнадзора РФ. Авторы считают целесообразным поделиться накопленным теоретическим и экспериментальным опытом по обнаружению и распознаванию дефектов и диагностикой технического состояния как объектов электроэнергетики, так и тоннельного хозяйства по анализу их температурных полей, полученными результатами и проблемами, возникающими при решении данных задач, а также провести анализ результатов, полученных другими авторами.

Работы проводились в соответствии с Протоколом технического совещания от 15 января 2002 г., утвержденным главным инженером Московского метрополитена А. В. Ершовым «О возможности применения разработок Технологического института «ВЕМО» для температурного контроля кабелей, рельсов, дросселей в тоннелях метрополитена с помощью установки оборудования тепловизионной диагностики на вагоне-путеизмерителе» и согласованным техническим заданием на проведение указанной работы на участке «Планерная» – «Сходненская».

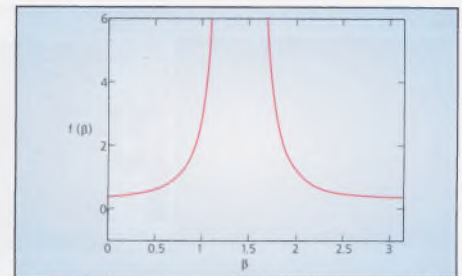


Рис. 3. Соотношения основных параметров технологического контроля

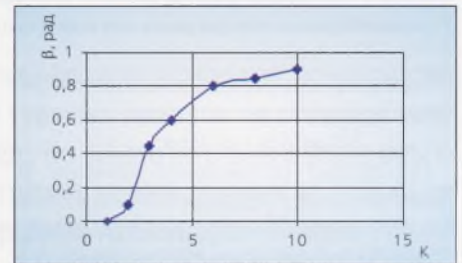


Рис. 4. Зависимость угла наклона тепловизора (β) от коэффициента наложения кадров (K)

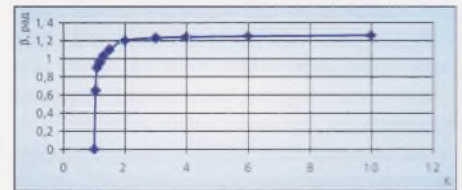


Рис. 5. Зависимость оптимального угла наклона тепловизионной системы к направлению движения от коэффициента наложения кадров

Проведенные исследования показали, что на качество результатов контроля наиболее сильно оказывают влияние первый и третий факторы. Они ограничивают скорость перемещения тепловизионной камеры на головном вагоне, достоверность обнаружения и распознавания дефектов контролируемого оборудования.

Проведенный анализ методик и технических средств теплового контроля перемещающихся объектов показывает, что в большинстве случаев применяются две основные схемы сканирования:

- **схема с круговой разверткой.** В этом случае развертка пространственного изображения формируется по одной из осей – за счет круговой развертки сканирующего луча, по второй оси – за счет продольного перемещения сканирующей системы вдоль объекта контроля;

- **схема с покадровой регистрацией информации.** Регистрация температурного поля осуществляется по кадрам, которые формируются внутренней системой тепловизионного устройства. Контроль объекта по всей площади осуществляется путем перемещения тепловизионной системы (и соответственно кадра).

Применительно к условиям контроля объектов метрополитена эти схемы представлены на рис. 1 и 2.

Ниже рассмотрены одни из наиболее важных – кинематические условия технологии обнаружения дефектов.

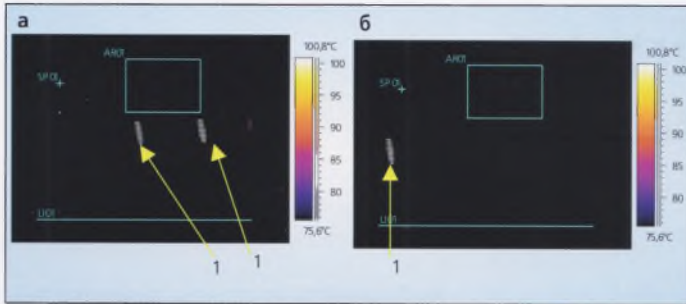


Рис. 6. Термограммы регистрации температурной аномалии на стенке тоннеля: а – при стандартной регистрации; б – по разработанной технологии; 1 – видеоизображение температурного поля искусственного дефекта

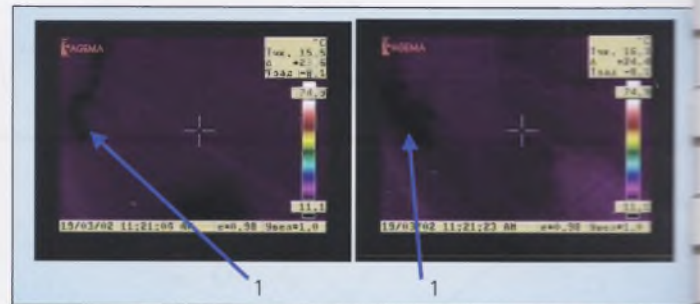


Рис. 9. Термограммы участков тоннеля с повышенной влажностью стен (после предварительной математической обработки): 1 – участки повышенной влажности

Выведены соотношения, описывающие основные параметры технологии контроля:

$$V < \alpha A f / [FK \cos^2(\beta + \alpha)]. \quad (1)$$

Определено оптимальное значение β , удовлетворяющее условиям 100-% вероятности регистрации температурных аномалий:

$$A f [\operatorname{tg}(\beta + 2\alpha) - \operatorname{tg}\beta] / K = m A f / [F \cos^2(\beta + \alpha)], \quad (2)$$

или с учетом соотношения $m/F \cong 2\alpha$ получаем трансцендентное уравнение для определения β :

$$\operatorname{tg}(\beta + 2\alpha) - \operatorname{tg}\beta = 2\alpha K \cos^2(\beta + \alpha). \quad (3)$$

В зависимостях (1–3) использованы следующие обозначения:

$L_{\text{зр}}$ – поле зрения оптической системы тепловизора;

2α – угловое поле обзора оптической системы тепловизионной аппаратуры;

V – скорость перемещения тепловизионной системы;

β – угол наклона тепловизора;

A – расстояние от тепловизионной системы до контролируемой стены тоннеля (по нормали);

f – частота регистрации кадров тепловизионной системы;

F – фокусное расстояние оптической системы тепловизионной аппаратуры;

m – размер приемника лучистой энергии (матрицы) тепловизионной системы в направлении перемещения тепловизионной системы;

K – коэффициент наложения кадров (условие достоверного обнаружения дефектов).

На рис. 3–5 приведены графические зависимости, иллюстрирующие выведенные зависимости.

Проведенные стендовые экспериментальные исследования подтвердили выводы по определению оптимальных режимов теплового

Рис. 8. Видеоизображение температурного поля стенки тоннеля, зарегистрированное в процессе движения поезда: 1 – участок силового кабеля со сверхштатной температурой на контакте с дроссельной коробкой

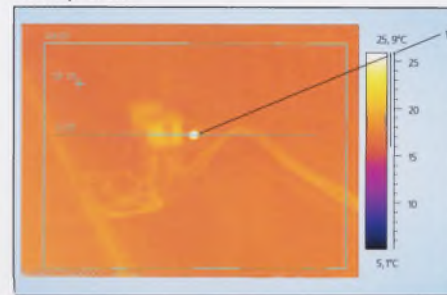
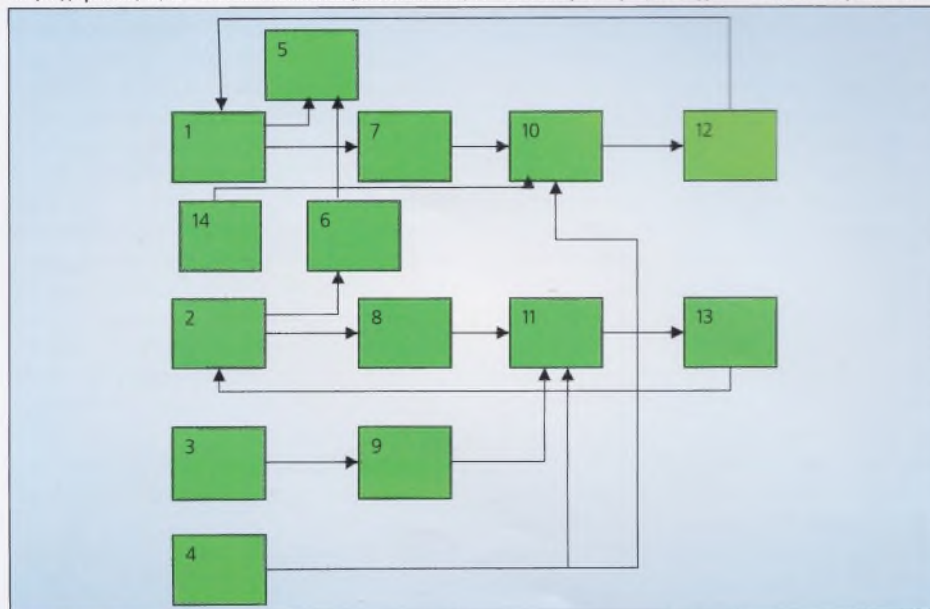


Рис. 7. Функциональная схема разработанных и испытанных программных средств контроля:

1, 2 – тепловизионные системы (например, Thermovision-550) – необходимы для контроля двух противоположных стен тоннеля одновременно; 3 – ИК сканер – для контроля контактного рельса; 4 – комплекс датчиков скорости и пройденного пути; 5 – монитор отображения информации тепловизионной и видеосистем; 6 – монитор отображения информации тепловизионной системы; 7, 8, 9 – специальные контроллеры; 10, 11 – ЭВМ регистрация и идентификация дефектов; 12, 13 – системы компенсации искажений; 14 – система регистрации цифрового видеоизображения



контроля в реальных условиях перемещения системы контроля в составе электропоезда.

На базе проведенных исследований разработаны оптимальные алгоритмы функционирования программно-аппаратных средств теплового контроля. Созданные технические решения защищены патентами России.

На рис. 6 представлены термограммы регистрации температурной аномалии на стенке тоннеля при скорости перемещения электропоезда 60 км/ч при стандартной регистрации и по разработанной технологии.

Из рис. 6а видно, что стандартная регистрация приводит как к «смазыванию» изображения, так и к его удвоению (что согласуется с разработанной выше теорией). В соответствии с разработанными алгоритмами (рис. 6б) обеспечивается достоверная качественная регистрация температурных аномалий, пригодная для дальнейшей обработки (определение реального технического состояния объекта, оценка остаточного ресурса его функционирования и т. п.).

На рис. 7 приведена функциональная схема разработанных и испытанных программно-аппаратных средств контроля.

Программное обеспечение регистрации и обработки видеоизображений температурных полей реализовано в виде пакета системных и прикладных программ «ELEKTRO-WEMO», функционирующего в системе Windows.

Результаты натурных испытаний технологии и программно-аппаратных средств приведены на рис. 8 и 9.

Выводы

1. Разработана технология теплового (тепловизионного) неразрушающего контроля и диагностики технического состояния объектов тоннельного хозяйства метрополитена в реальном времени движения поезда с учетом реальных условий контроля – вибрации, большой скорости перемещения и т. п.

2. Экспериментальные и натурные испытания подтвердили эффективность созданной технологии, алгоритмов и программ обработки информации и программно-аппаратных средств.

3. Необходимо объединить научные и производственные силы Московского, Петербургского метрополитенов и других организаций для создания автоматизированной диагностики тепловых режимов в тоннеле метрополитена.

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ПОДВАГОННОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СТАНЦИЯХ МЕТРОПОЛИТЕНА

В. А. Голендер, П. З. Гулаков, НПП ИТ «Локомотив-01»
Н. В. Хворост, ГП «Харьковский метрополитен»

Коллективом специалистов ГП «Харьковский метрополитен» и ООО «Научно-производственное предприятие инновационных технологий «Локомотив-01» создана система подвагонного тушения пожаров на станциях метрополитена с дистанционным управлением, которая не имеет аналогов в мире. На заключительном этапе опытной эксплуатации уже определены ее преимущества и целесообразность использования не только на Харьковском метрополитене, но и в метрополитенах СНГ – членах Международной Ассоциации «Метро».

Некоторые материалы и оснащение вагонов метро допускают распространение пламени и характеризуются высокой дымообразующей способностью, чем создают угрозу людям токсичными продуктами возможного горения. Кроме этого, после пожара в вагоне, особенно в его подвагонном пространстве, единица подвижного состава (ПС) надолго, а иногда и навсегда, выбывает из парка ПС. Этот известный факт повышенной пожарной опасности вагонов метрополитена стал объектом пристального внимания со времен монреальских пожаров 70-х гг. прошлого столетия. Здесь уместно вспомнить и о трагедиях в Бакинском метрополитене в 1995 г., в метро Южной Кореи – 2003 г.

Актуальность

Анализ показывает, что пожарная нагрузка вагонов метро (с учетом перерасчета на древесину) колеблется в пределах 45–50 кг/м² и распределяется по базовой площади вагона почти равномерно. Сюда следует добавить перечень (всего около 35 наименований) потенциальных источников электрического зажигания, которые тоже практически равномерно расположены под вагоном: дополнительный резистор; разъединительное устройство; муфты соединений; блок питания собственных нужд (БПСН); соединительный короб; ящик с реле; аккумуляторная батарея и др. Отметим, что в подвагонном пространстве условия для поддержания и распространения горения исключительно благоприятны: скорость приточного движения воздушных масс под вагоном достаточно высока и поддерживается вентиляционной системой с помощью вентиляторов ВОМД.

Таким образом, конструктивно и пожарная погрузка, и источники зажигания, и интенсивное движение вентилируемого воздуха (классический треугольник пожара) сосредоточены в подвагонном пространстве. Вследствие этого, загорание и развитие пожара, как правило, начинается и распространяется, прежде всего, под вагоном. Именно

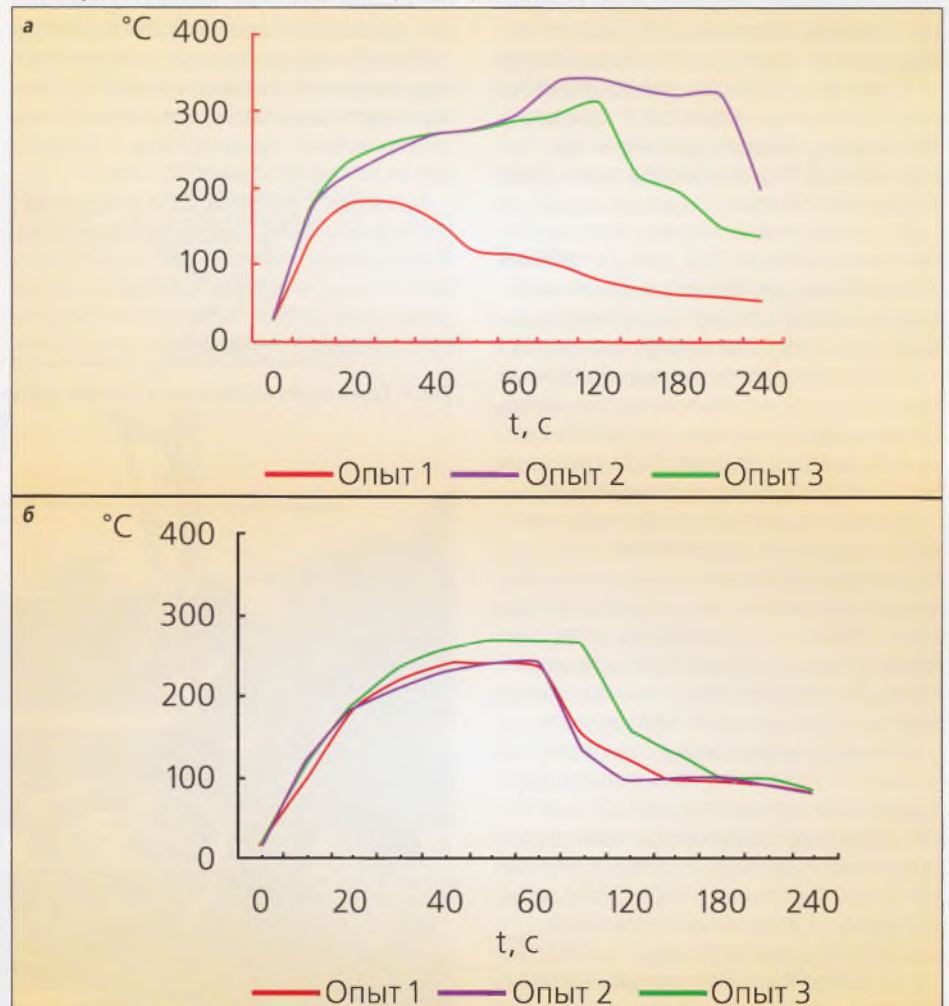
эта зона в наибольшей степени требует противопожарной защиты.

Действительно, возможный пожар в кабине машиниста может быть ликвидирован силами и средствами машиниста; в пассажирских салонах – тоже машинистом при поддержке пассажиров. В подвагонном пространстве до настоящего времени практически ничего нельзя было сделать. Поэтому задача тушения пожаров в подвагонном пространстве не теряет своей актуальности.

Постановка задачи и пути решения

В соответствии с действующей инструкцией ЦУО-4095 предусмотрена следующая схема тушения пожаров на станциях метрополитена. Обслуживающему персоналу станции инструкцией предписано по прибытию и остановке загоревшегося электропоезда сначала обесточить контактную сеть, одновременно осуществляя эвакуацию пассажиров из вагонов. После получения команды на тушение, порошковые огнетушители ОП-50 (или дру-

Рис. 1. Тушение модельных очагов: а – в ящике БПСН; б – в отсеке АРС



го типа) вручную доставляются к горящему вагону. Затем оператор открывает запорное устройство и направляет огнетушащее вещество (ОВ) на очаг пожара в доступные места, осуществляя защитные действия вплоть до прибытия личного состава подразделений пожарных и горноспасателей. Однако такой подход к задействованию сил и средств не позволяет эффективно тушить возгорания и пожары, возникающие в подвагонном пространстве. Это связано с тем, что конструктивное исполнение существующих устройств пожаротушения не дает возможности в принципе осуществлять подачу ОВ в подвагонное пространство непосредственно на очаг.

С целью защиты подвагонного пространства вагонов метро от пожаров в 1990 г., тогда еще Ленинградский филиал, ВНИИПО проводил исследования разработанной установки подвагонного тушения. Экспериментальная установка, смонтированная в конце тупикового тоннеля, оказалась громоздкой, дорогой и малоэффективной вследствие того, что огнетушащая пена (высокой кратности) хотя и непрерывно заполняла подвагонное пространство, однако не достаточно активно: пена разрушалась, не достигая подвагонного оборудования. Кроме того, подобные устройства могут быть использованы только на станциях путевого развития.

Начиная с 1995 г. появляются первые попытки применения импульсного пожаротушения на рельсовом транспорте. В частности, в 1997 г. для защиты от пожаров отсека БПСН и шкафа автоматического регулирования скорости движения (АРС) оценивалась возможность использования ОСП-1 фирмы «Эпос» (огнетушители самосрабатывающие, порошковые, импульсного действия – РФ), которые надежно срабатывали при температуре 100 °С и тушили модельные очаги в замкнутых объемах.

Это и естественно. Процесс импульсного тушения порошком, при его достаточной концентрации, стабильный и имеет характерные особенности периодов развития, локализации и прекращения горения (рис. 1).

Однако здесь идет речь только о загорании (а не о пожаре) и лишь в замкнутом объеме. Поэтому и масса порошка в одном ОСП-1 всего 1 кг. То есть, с помощью ОСП-1 защитить все подвагонное пространство невозможно.

Вместе с тем, следует сказать, что на вагонах Московского метрополитена идея использования ОСП-1 нашла дальнейшее развитие в виде системы «Игла» (адресное тушение), которая в последние годы успешно эксплуатируется и защищает от возгораний около 20 пожароопасных мест на каждой единице ПС (всего около 5 тыс. вагонов).

Хотя, если учесть технико-экономические показатели внедрения такой системы (суммарное число огнетушителей ОСП-1 не менее 30 в каждой подсистеме; количество систем, смонтированных по всему вагонному парку; невозможные потери ОСП-1, которые могут срабатывать и по необходимости, и ошибочно; стоимость одного – 130 грн.; невозможность их перезарядки; «слеживание» порошка вследствие его прессования

от динамики вагонов; трудности и материальные затраты ежедневного обслуживания и постоянного контроля за всеми системами и подсистемами), становится понятным, почему система «Игла» не нашла распространения в метрополитенах Украины.

Были и другие, нереализованные на практике, направления.

В основе одного из них (АПБУ, 1998 г., г. Харьков) была заложена идея использования установки типа ОПА, дооборудованная распределительной сетью с распылителями, которые предусматривалось располагать в дренажном лотке вдоль станции, остальные элементы – в подплатформенном помещении. При задействовании такой системы под горящим вагоном, который прибыл на станцию, электропоезду необходимо осуществлять возвратно-поступательное движение относительно неподвижных распылителей для того, чтобы ОВ непрерывно подавалось в очаг под вагоном, а там создавалась требуемая его концентрация. Но и это предложение по причинам дороговизны, громоздкости и трудности реализации, связанными с согласованием оперативных действий по эвакуации пассажиров, снятию напряжения с контактного рельса, осаждению электропоезда, а также из-за нежелательного заполнения технологического пространства дренажного лотка элементами распределительной сети, так и осталось одним из возможных путей решения задачи.

Не менее трудной для осуществления, и еще более затратной, была попытка объединить две предыдущие идеи (УкрНИИПБ, 1999 г., г. Киев). Для защиты большого количества пожароопасных мест на вагоне предлагалось изготавливать автономные распределительные пневмосистемы с распылителями и монтировать их на каждой единице ПС метро.

Заслуживает внимания одно из предложений (филиал ВНИИПО, 2001 г., Санкт-Петербург), которое лишний раз подтверждает злободневность решаемой задачи. Здесь, как дополнение к тележечному ОП-50, предлагается использовать специальный насадок в ви-

де «кюшки», который должен вводиться в подвагонное пространство оператором через естественный промежуток между остановившимся вагоном и платформой. А затем практически «вслепую», подавать туда ОВ, соблюдая упомянутую инструкцию ЦУО-4095.

Предлагаемое решение

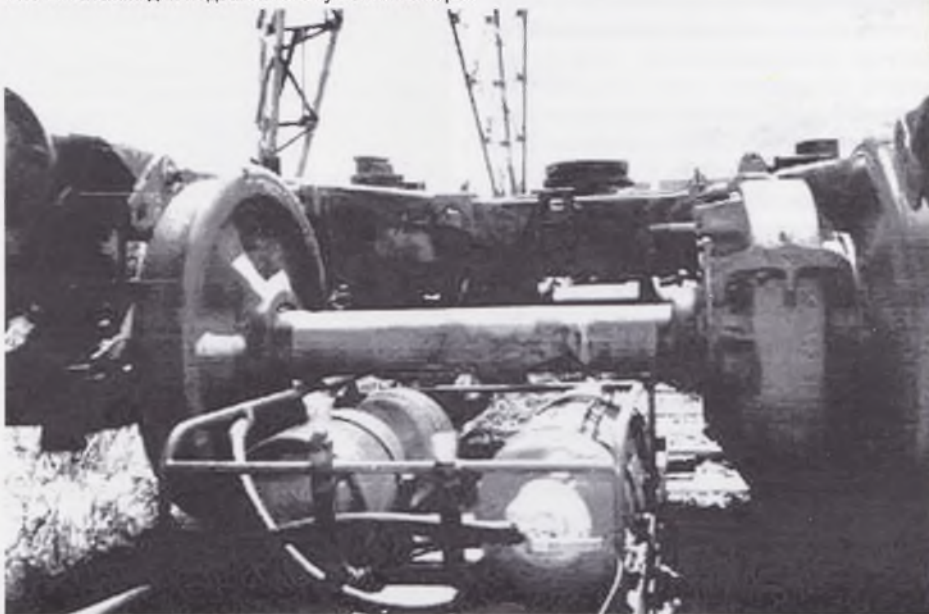
Подключившись к решению этой задачи авторы в 2000 г. доказали принципиальную возможность воплощения предложенной идеи подвагонного тушения с помощью разработанной и изготовленной в РМС Харьковского метрополитена экспериментального образца тележки, оборудованной двумя ОП-50 (рис. 2), которыми в настоящее время оснащены станции метрополитенов СНГ.

На полигоне Салтовского депо были проведены огневые испытания (рис. 3) экспериментального образца запатентованной системы подвагонного тушения пожаров (заявка на патент РФ № 99120191). Надо сказать, что эти исследования носили характер качественного эксперимента, т. к. модельный очаг пожара разжигался в подвагонном пространстве на списанном железнодорожном вагоне, который уже не имел кузовной части и был открыт «всем ветрам». Тем не менее, их позитивные результаты были более чем убедительными.

Это, в принципе, грубое приближение к тушению в полужакрытом подвагонном пространстве, которое образуют днище вагона и нижняя часть обшивки кузова, высокая платформа станции, соседние вагоны электропоезда, все же позволило экспериментально-теоретическим путем наметить и сконструировать идейно «архитектуру» подвагонного тушения.

Прошло пять лет, как эта идея, апробированная под составом электропоезда на канаве отстоя вагонов метро в Салтовском депо была доработана и подготовлена к внедрению. За это время произошли другие резонансные пожары, которые начинались именно в подвагонном пространстве из-за возгорания там электрооборудования: пожар в Ленинском трамвайном депо на площади

Рис. 2. Тележка для подвагонного тушения пожаров



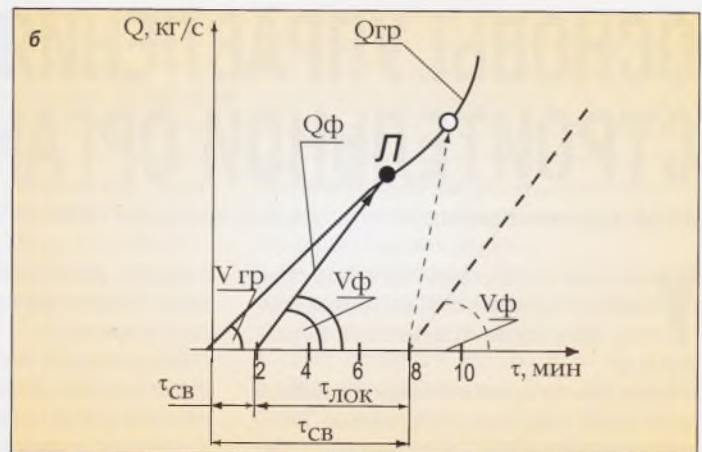
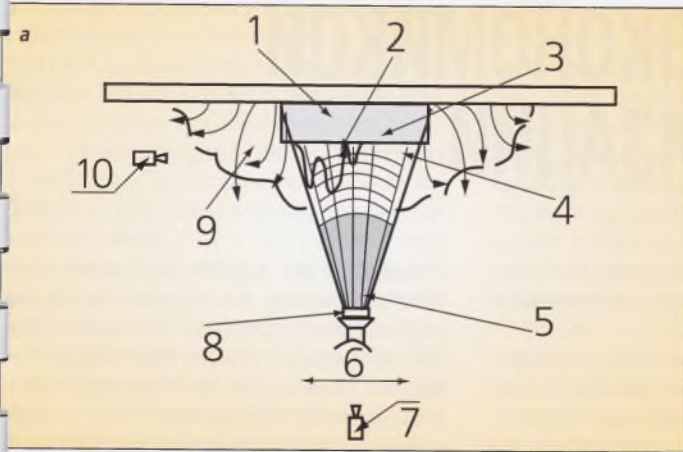


Рис. 3. Огневые испытания: а – схема проведения: 1 – днище вагона, 2 – очаг пожара, 3 – объект пожаротушения, 4 – взаимодействие потока ОВ с очагом пожара, 5 – свободное истечение потока ОВ, б – челночное движение тележки, 7 – видеокамера 1, 8 – отпирание огнетушителя пиропатроном, 9 – деструкция потока и рассеивание ОВ под вагоном, 10 – видеокамера 2; б – фрагмент совмещенного графика тушения (т. Л соответствует моменту локализации пожара)

2800 м² (2000 г., г. Харьков) с потерей девяти единиц ПС трамвая, трагический случай пожара в тоннеле фуникулера (2002 г., Австрия – Жиге Альпы), унесший 160 человеческих жизней и др. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что подобные системы подвагонного тушения могут быть пригодны в случаях пожаров в подкузовной части практически всех транспортных средств.

Полученные результаты

На заключительном этапе внедрения системы по патенту РФ № 2180253 на станции метро «Завод им. Малышева» были учтены особенности и пусконаладочных работ, и результатов опытной эксплуатации. Они обсуждались среди заинтересованных лиц и организаций, в том числе и со специалистами пожарной безопасности на научно-

практической конференции, организованной Международной Ассоциацией «Метро».

Приведем краткий перечень достигнутых результатов.

1. Смонтированная система эксплуатируется и обслуживается на станции в соответствии с требованиями технического описания и инструкции по эксплуатации 1434.00.00.000. ТО, а также согласно паспорту на Комплект оборудования для подвагонного тушения пожаров с дистанционным управлением 1434.00.00.000. ПТ.

2. Конструктивное исполнение системы дает возможность залпами или последовательными импульсами создавать требуемую концентрацию огнетушащего порошка под любым вагоном электропоезда непосредственно в месте пожара на протяжении необходимого времени, при движении поезда и при

его полной остановки на станции, со снятием и без снятия напряжения с контактной сети.

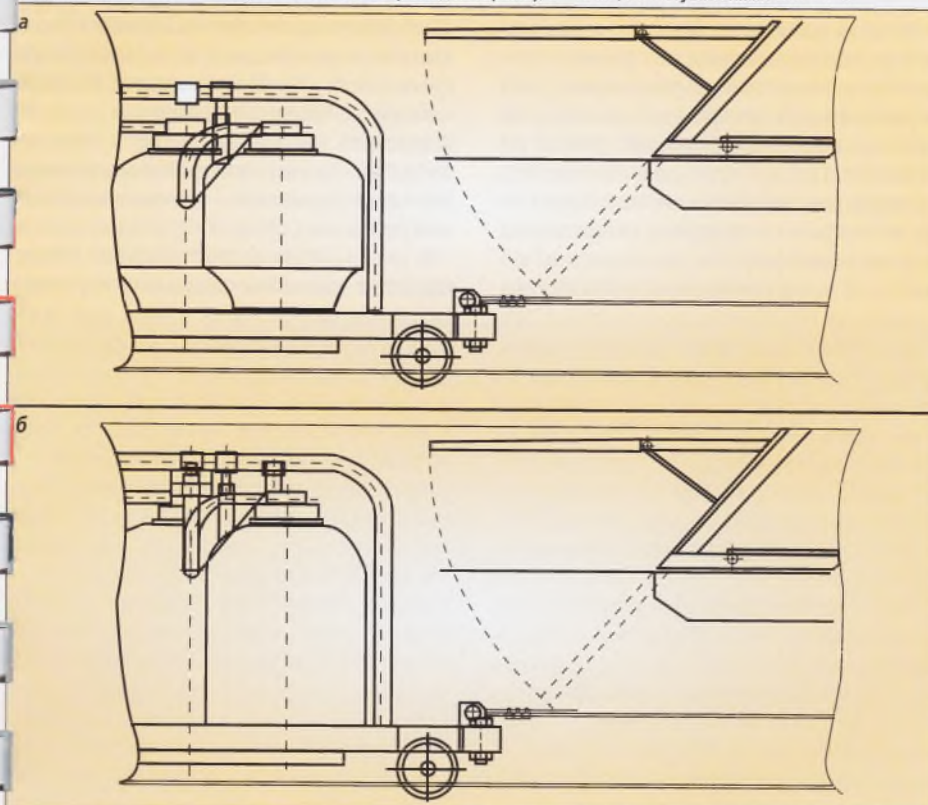
3. Подсистемы дистанционного управления движением рабочего органа – тележка с порошковыми огнетушителями и инициирования запуска огнетушителей – в одном случае с модернизированными огнетушителями ОП-5Б в количестве 12 штук (рис. 4а), в другом – с четырьмя огнетушителями СПРУТ-6 (рис. 4б) – действуют по команде оператора в зависимости от факта приближения тележки к очагу. Челночное движение тележки осуществляется на станции по дренажному лотку в подвагонном пространстве поезда от хвостового до головного вагонов.

4. Регулярно проводится регламентные работы, связанные с ремонтом и техническим обслуживанием всей системы в целом и ее подсистем.

5. Для персонала станции разработаны инструкции о порядке задействования всех элементов системы.

Рис. 4. Тележка с порошковыми огнетушителями:

а – фрагмент тележки с огнетушителями ОП-5Б (выезд из гаража), б – то же, с огнетушителями СПРУТ-6



Выводы

Опытная эксплуатация показала, что система подвагонного тушения пожаров с дистанционным управлением работоспособна, может быть оперативно и эффективно задействована на станции, безопасна в эксплуатации и для операторов, и для пассажиров, и для персонала станции. Системой обеспечиваются следующие возможности:

- готовность к локализации и тушению пожара за 2–3 минуты после обнаружения возгорания, быть незамедлительно задействованной по прибытию электропоезда на станцию (оперативность);
- продолжительность по времени тушения подвагонного оборудования под любым вагоном состава при создании требуемой для прекращения горения концентрации ОВ (эффективность);
- быть задействованной без пребывания операторов в опасной зоне в непосредственной близости к очагу пожара (безопасность операторов);
- избегание сложности при координировании действий машиниста, персонала станции и панически возбужденных пассажиров (безопасность пассажиров и персонала).

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

М. М. Немилостивых, к. т. н., доцент кафедры ТОЭС СГУПС

Управляют государством, производством, персоналом, машинами, ресурсами, сбытом, финансами, технологией, качеством и др.

Нас же интересует механизм управления экономикой на уровне предприятия. Потому что предприятие – это основное звено национальной экономики. А экономика в целом, как известно, является сутью, смыслом, основной функцией государства, основанием и каркасом здания цивилизации.

При всех своих превратностях век XX, очевидно, войдет в историю не только внедрением поточного производства, открытием и освоением атомной энергии, изобретением компьютерного чуда, но и как время, когда человечество, наконец, осознало истину: чтобы повышать качество жизни, нации не нужно стремиться к захвату чужих территорий и природных ресурсов сопредельных государств под видом борьбы за «жизненное пространство», не следует покорять и другие народы, безжалостно уничтожая при этом тысячи и миллионы людей, и результаты труда целых поколений. Дамоклов меч ядерного апокалипсиса заставил задуматься о бренности подобных идей.

Мир в своем развитии подошел к рубежу не только возможной ядерной катастрофы, но и к черте, когда человечество реально ощутило, что его производительные силы уже настолько развиты, что вполне способны обеспечить ему достойное существование. Но для этого каждому государству необходимо создать свою экономику и умело ею управлять. Подобное уже осуществлено в промышленно развитых странах, в частности, в странах «большой семерки».

В этой связи поучительно проследить историю Японии XX века. Имея скудные природные ресурсы, Япония в 30-х гг. прошлого столетия пыталась решить проблему за счет захвата чужих территорий. Однако после жестокой войны 1941–1945 гг. была повержена и лежала в руинах, впервые в истории человечества испытав на себе страшную силу атомного удара. Отказавшись от военной доктрины, Страна восходящего солнца за 40 лет, умело применяя передовые технологии и менеджмент, восстановила экономику на принципах Запада и по объему промышленного производства вышла на второе место в мире. Кроме мощи экономической Япония заняла лидирующие позиции в обеспечении грамотности, социальной политики, качества жизни. Не менее показательна в этом отношении и история послевоенной Германии.

Достигнутый уровень жизни в развитых странах – это самый весомый аргумент в доказательстве того, что именно экономика и управление – тот «тандем», умело по-

строив и эффективно используя который, нация может обеспечить себе достойное существование.

Следовательно, знать экономику предприятия и уметь ею эффективно управлять – ныне становится общенациональной проблемой.

В нашей стране, в связи с затяжным системным экономическим и финансовым кризисом, эта проблема приобретает особое звучание. Действительно, небывалый по глубине (сокращение промышленного производства более чем в два раза, подрядных работ – в три раза, капитальных вложений – в четыре раза) и продолжительности, к тому же, сопровождаемый финансовыми «обвалами» и всеобщим социальным «кипением», экономический кризис имеет много причин. Но одна из них, на наш взгляд, лежит на поверхности явления – это низкий уровень управления экономикой на всех этапах управленческой иерархии, обусловленный слабыми знаниями того и другого руководящим корпусом.

В условиях полной самостоятельности и риска, нарождающихся конкуренции и банкротства приходится работать строительным организациям в рыночной среде. На смену плану пришли другие ориентиры: закон, контракт, прибыль, рентабельность, платежеспособность и другое, знать и уважать которые руководитель просто обязан, чтобы отвечать своему назначению. А это все связано с экономикой и управлением.

Только в условиях свободной экономической системы выяснилось, что фирма не может быть лучше, чем ее руководитель, что первопричиной банкротства являются не рабочие, а, как правило, низкий уровень управления. Потому что успех (и неуспех) предприятия сегодня зависит не только и даже не столько от трудовых, материальных и финансовых ресурсов, благоприятной социальной и экономической конъюнктуры, сколько от управления, его качества и эффективности. Где низкий уровень управления, там плохо используются труд, средства производства, там большая экономика, производителя подкарауливает банкротство. Поэтому нынешний студент – будущий технический специалист, наряду с профессиональными знаниями, должен четко представлять, что в хозяйстве все оплодотворяется эффективным управлением, что без него любое производство мертво. При неудовлетворительном руководстве не помогут ни люди, ни деньги, ни материальные ресурсы. Все превратится в прах. Проще говоря, решают не только и даже не столько силы, сколько умение их применять. В США, например, это осознали еще более ста лет назад, где первая школа менеджеров была

открыта в 1886 г. И до сих пор Соединенные Штаты лидируют по производительности общественного труда, по показателю, уровень и темпы роста которого являются основным индикатором экономического здоровья и процветания нации.

В связи с переходом к рынку в нашей стране резко изменился экономический климат, пошел на слом старый хозяйственный механизм. Экономические знания, полученные специалистами в вузах до экономических реформ оказались малоприменимыми. В новых условиях потребовались и новые экономические знания. А для этого нужно элементарно учиться даже не переучиваться, а именно учиться.

А как подготовлены наши управленческие кадры для работы в рыночной среде? Собственную подготовленность в области экономики оценивают, как весьма основательную – 4 % опрошенных (из 3 тыс. руководителей); в области управления – 3,5 %; в области права, психологии – менее чем 4 %. Но самое поразительное, что вполне подготовленными к работе в условиях рынка считают себя только 0,7 % опрошенных, т. е. меньше одного из сотни руководителей! Возможно, за прошедшие годы реформ эти оценки как-то повысились, и, тем не менее, нельзя не согласиться с тем, что общее состояние подготовленности нашего управленческого корпуса для работы в рыночных условиях – удручающее. Надо признать, что, в связи с переводом экономики на рыночные рельсы, у руководителей производства оказался очень низкий уровень экономической и управленческой грамотности. Похожая оценка прозвучала и в адрес российских чиновников в послании Президента к Федеральному Собранию 18.04.2002: «знание чиновниками современной науки управления – все еще очень большая редкость» («Труд», 2002, 19 апреля).

В связи с этим следует обратить внимание, что в подготовке специалистов, руководителей в высшей школе в годы вялой текущих экономических реформ созрела проблемная ситуация, которая, на наш взгляд, уже переросла в серьезную проблему. Дело в том, что в новых экономических реалиях до боли стало понятно, что теперь качество жизни, как и деятельность производственных структур всех уровней, зависят, в первую очередь, от состояния экономики от эффективности её управления на всех этапах хозяйственной иерархии. Пришло также сознание, что вуз сегодня должен готовить не просто ученых строителей (инженеров), но в их лице и руководителей, значение роли которых в рыночных условиях хозяйствования неизмеримо возросло.

А что изменилось за десять лет в высшей школе в области экономико-управленческой

подготовки **технических специалистов-строителей?** По-прежнему читается пресловутый ОПУС (организация, планирование и управление строительством). К рыночным условиям приближен курс «Экономика строительства». Появились дисциплины «Маркетинг» и «Логистика». Подается все это студентам, как правило, в описательно-информационном, повествовательном стиле, т. е. в режиме – «что это?», особо не задумываясь, какова же конечная цель этих дисциплин, в какие основные знания технического специалиста они должны кристаллизироваться в рыночных реалиях? Конечно, экономические дисциплины, которые ныне преподаются студентам, нужны. Но процесс обучения в этом направлении, на наш взгляд, не доведен до логического конца.

Например, в **техническом направлении** подготовки специалиста есть определенная система: он должен уметь рассчитать, запроектировать, построить объект (здание, мост, тоннель и др.). А что должен уметь технический специалист в **экономико-управленческом направлении**, заканчивая вуз, какова цель его подготовки в нынешних условиях? Судя по существующему стандарту, он, как и прежде, в основном должен уметь составлять сметный расчет, сравнивать варианты и иметь представление о том, что такое экономика, менеджмент, маркетинг. В дипломных проектах нынешних выпускников технических факультетов экономико-управленческое направление не отражается, дипломник не демонстрирует комиссии своих знаний в этой части: преподаватели-экономисты (управленцы) в состав ГАКов, как правило, не назначаются, дипломные работы они не консультируют и не подписывают. В результате из стен вуза по-прежнему, как и 10, и 20(!) лет назад, выходят прекрасные технические специалисты, но, смею утверждать, *никудашные экономисты и менеджеры*, не умеющие анализировать деятельность хозяйства и не знающие, как управлять экономикой предприятия. Иными словами, как не грустно признавать, *высшая образовательная система продолжает тиражировать специалистов, которые просто не отвечают рыночному спросу, т. е. современной жизни*. Ныне студенту, образно выражаясь, даются только «детали машины», а сама «машина» остается за кадром. Настало время при

подготовке *технических специалистов* *особо обратить внимание на значимость экономико-управленческого направления. Миссией этого направления должно быть: готовим специалистов, способных решать не только технические проблемы, но и знающих, как управлять экономикой предприятия в рыночных условиях*. Для этого следует студентам 5-го курса, будущим техническим специалистам, читать спецкурс «**Основы управления экономикой предприятия**» (34 часа и 17 часов практики), в котором собрать в единую конструкцию «детали машины»: объяснить, **как и почему «машина» работает**, показать, **как ею следует эффективно управлять**. Необходимо, чтобы будущий инженер-руководитель четко понимал, образно выражаясь, что экономика – это автомашинка, а управление – её двигатель, от качественной работы которого зависит процветание хозяйственной системы на любом уровне со всеми вытекающими из этого последствиями. Или, по-другому, *экономика и управление* – это сплав, синтез «материи и духа», которые существуют в неразрывном единстве на любом уровне хозяйственной иерархии. Вместе с лекционным материалом следует также ввести курсовую работу: «Анализ хозяйственной деятельности предприятия» и экономико-управленческий раздел в дипломный проект. Таким образом экономико-управленческое направление в учебном процессе обретет миссию, а будущие инженеры-руководители – высокий уровень понимания роли экономики и управления в жизнедеятельности хозяйственных структур, что так необходимо для работы в рыночных условиях.

Действительность свидетельствует о том, что наши строительные организации, как правило, не умеют и не занимаются анализом своей деятельности, т. е. хозяйственная машина ведется по интуиции, вслепую, без знания истинного положения дел в области производства и финансов, чего рыночные отношения не приемлют и не прощают. Действительно, банкротство и кризисная ситуация не наступают внезапно. Это результат, как правило, затяжной экономической болезни организации, которая своевременно не диагностируется и потому – не лечится. *Этот недуг в основном малограмотного управления*. Зная

это, в экономически развитых странах бухгалтерская отчетность фирмы считается не законченной и приему не подлежит, если на основании баланса и других форм отчетности не проведен *комплексный экономический анализ с целью оценки экономического и финансового положения фирмы, и принятия соответствующих управленческих решений для корректировки ее курса*.

По свидетельству Б. Мильнера – нашего специалиста по менеджменту, качественный уровень системы управления в России продолжает оставаться низким. В то же время в США при ежегодном отборе 500 лучших фирм используются критерии, среди которых на первом месте стоит качество управления. Международный институт развития управления в Лозанне следит за уровнем конкурентоспособности стран по сводной квалификации почти из четырех сотен показателей, и *опять на первом месте выступает управление*. По рейтингу конкурентоспособности по данным названного института в 1994 г. из сорока стран впереди были США, Сингапур, Япония, Гонконг, Германия и т. д. России в этом списке нет. В 1996 г. показатель конкурентоспособности Японии составил 82 единицы, США – 72, а России – только 0,08.

Наша страна в 2–3 раза превосходит США и в 16–18 раз Японию по величине природных ресурсов в расчете на человека, однако по ВВП на душу населения отстает в 3,6–4 раза, а по показателю жизненного уровня мы отстали от этих стран в 10 раз и занимаем 60-е место в мире.

Специалисты считают, повторимся, Япония, имея скудные ресурсы (только нефти ежегодно ввозит до 300 млн т), вышла в промышленные лидеры *благодаря менеджменту и высоким технологиям*. Наша же страна пришла к печальной действительности, а если говорить прямо – к банкротству, не по вине народа и, конечно, не потому, что имеет громадную территорию и богатейшие природные ресурсы, а по причине расточительного хозяйствования и малограмотного, а порой, просто корыстного и даже преступного управления. Поэтому для нас *учиться управлять экономикой* – это уметь работать, эффективно использовать трудовые, материальные и природные ресурсы, а. значит, достойно жить. 

Издательством Сибирского государственного университета путей сообщения выпущено учебно-практическое пособие

М. М. Немилостивых «Основы управления экономикой строительной организации».

Управление экономикой является основополагающим процессом в жизнедеятельности предприятия в современных условиях хозяйствования. Проблема управления экономикой предприятия, которой, собственно, посвящается учебное пособие, исследуется широко и многогранно на фоне макроэкономических процессов и постоянной связью с рыночной действительностью. Экономика и управление представляется как единое целое, как сплав материального и духовного начала.

В трех частях пособия (Экономика. Основы анализа хозяйственной деятельности. Управление.) автор исследует и подчеркивает роль и значение управления как двигателя хозяйственной системы, утверждая, что экономика сама по себе не может быть хорошей или плохой, таковой ее делает система управления в лице предпринимателей, менеджеров, чиновников всех уровней.

Учебное пособие органично соединяет теорию и практику управления с конкретными вопросами руководства строительной организацией, содержит методики анализа и решения ряда экономико-управленческих задач. Особый вес работе придает ее практическая направленность.

Книга адресована студентам экономических и технических специальностей очной и заочной форм обучения, слушателям ФПК, преподавателям, руководителям-практикам, а также всем интересующимся вопросами экономики, анализа, управления предприятием.

degussa.

creating essentials

Химические добавки
для торкретирования



MEYCO® - оборудование
для торкретирования

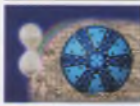


Гидроизоляция



Подземное строительство:
a la carte

Материалы для щитовой
проходки и ТПК



Противопожарная защита



Инъекционные материалы



Материалы и оборудование
для горнодобывающей
промышленности



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



**ДИСКИ, РЕЗЦЫ И ОСНАСТКА
РЕЖУЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ ТПК
РЕЖУЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ МИКРОТОННЕЛЬНЫХ МАШИН
ЗАМЕНЯЕМЫЕ РЕЖУЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ БУРОШНЕКОВЫХ МАШИН
ТОННЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ЗАЩИТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ
ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ
СИСТЕМЫ ПРОДАВЛИВАНИЯ ТРУБ**

Представительство в России ПАЛМИЕРИ СПА ООО «Торговый Дом «Развитие»
192007 Россия Санкт-Петербург ул. Днепропетровская, 14
Тел.: (812) 909-81-29 Тел./Факс: (812) 766-47-58 e-mail: tdrazvitie@mail.ru

CCT специальная строительная техника



ПРОДАЕМ комплект технологического оборудования для производства работ по **струйной цементации грунтов**, б/у, в составе:
- Цементировочный насос TW 351 (Tecnipwell, 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

Корпорация Нормет разрабатывает и производит самоходную технику на пневмоколесном ходу с дизельным приводом для использования в подземных условиях на горнорудных предприятиях, а также при строительстве подземных сооружений и тоннелей. Производство Корпорации Нормет расположено в средней Финляндии в г. Иисалми.

Благодаря надежности и качеству продукция пользуется заслуженным признанием у горняков и тоннелестроителей всех континентов на протяжении уже более 40 лет. Корпорация Нормет является признанным лидером в своем сегменте мирового рынка горных машин.

Производственная программа включает самоходные машины и производственные комплексы для механизированных работ по оборке кровли и креплению подземных выработок набрызгбетоном, а также подъемники, машины для перевозки и зарядки взрывчатых веществ, машины для перевозки людей, горной массы и других грузов в подземных условиях и при строительстве тоннелей.



Представитель в Российской Федерации:
ООО «Интертехсервис», 119270, Москва, Фрунзенская наб., 50-509
тел. (495) 242 00 13, (495) 248 19 34, факс (495) 242 04 23



ВСЕГДА

НА ШАГ ВПЕРЕДИ

Проект – Крольский тоннель, Россия: машина сконструирована досрочно



LOVAT Inc.

Ловат Инк. представлен в России

«Интерторг Инк.»: 123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63
тел.: (495) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162
факс: (495) 253-9771

