

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета

А. Н. Левченко

Заместитель председателя

Д. В. Гаев

Члены совета:

В. П. Абрамчук, В. Н. Александров,
А. М. Земельман, П. Г. Василевский,
С. М. Воскресенский, В. А. Гарюгин,
Г. М. Животинский, Б. А. Картозия,
В. Г. Лернер, Г. И. Рязанцев, Г. Я. Штерн

Редакционная коллегия:

Н. С. Булычев, А. И. Долгов,
О. В. Егоров, С. Г. Елгаев,
А. В. Ершов, В. Н. Жданов,
В. Н. Жуков, А. М. Жуков,
Н. Н. Кулагин, В. В. Котов,
В. Е. Меркин, К. П. Никифоров,
А. Ю. Педчик, П. В. Пуголовок,
А. А. Севастьянов, А. Ю. Старков,
Л. К. Тимофеев, Б. И. Федунец,
Ю. А. Филонов, Ш. К. Эфендиев

Тоннельная ассоциация России

тел.: (495) 608-8032, 608-8172
факс: (495) 607-3276
www.tar-rus.ru
e-mail: rus_tunnel@mtu-net.ru

Издатель

ООО «Метро и тоннели»

тел.: (499) 267-3514, 267-3425
факс: (499) 265-7951
107078, Москва,
Новорязанская, 16,
подъезд 5, оф. 20
e-mail: metrotunnels@gmail.com

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандул

Компьютерный дизайн и вёрстка

С. А. Славин

Фотограф

С. А. Славин

Журнал зарегистрирован

Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «Метро и тоннели», 2010

№ 5 2010

Панорама

2

Олимпийские тоннели

Очередное заседание Научно-технического
экспертного совета Тоннельной ассоциации России

6

Б. Г. Крохалев

Строительство дублера Курортного проспекта в г. Сочи

8

Л. В. Гоглидзе, А. В. Алексеев, К. В. Абрамчук

Интенсивная технология сооружения
транспортных тоннелей горным способом

10

В. Е. Меркин, Е. В. Щекудов, В. В. Чеботаев,
И. В. Пиренко, Л. В. Гоглидзе,
А. В. Алексеев, А. Л. Бабалян

Экспертиза несущей способности обделки
сервисной штольни комплекса сооружений
тоннеля № 6 автомобильной дороги Джубга – Сочи

13

В. А. Гарбер, А. А. Кашко, А. В. Кашко

Отделочные материалы

Система защитной облицовки ФРОНТОН
для новых скоростных магистралей г. Сочи

16

Микротоннелирование

Тоннель под Сайменским каналом

18

В. И. Ходосов, Е. И. Игиния

Защита бетона

Эффективное использование возможностей
вторичной защиты бетона. Тоннель в Рендсбурге

20

Система управления

Становление саморегулирования.
Особая роль специализированных СРО

22

С. Н. Алпатов

Мониторинг

Непрерывная инклинометрическая съемка
строительных скважин с взаимной привязкой траекторий

24

Я. И. Биндер, В. М. Денисов,
В. А. Маслак, Д. Ю. Артюхов

Метрополитены

35 лет работы Харьковского метрополитена –
непрекращающийся процесс развития

28

С. А. Штанько

Подвижной состав нового поколения для метрополитенов

32

В. Н. Крючков

Выставки и конференции

Международная научно-техническая конференция

34

Г. М. Сандул

Семинар-совещание специалистов
служб электроснабжения метрополитенов

39

В. Ф. Иванов

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Панорама эстакадного
участка обходной дороги
вокруг г. Сочи

ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН: ЗАВЕРШАЮЩИЕ ЭТАПЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУСКОВОГО УЧАСТКА

Ю. И. Дозорец, генеральный директор ПТС «Метро – строительство»

28 августа 1980 г. был вынут первый ковш грунта на возведении станции «Уральская». Это явилось началом строительства первого на Урале метрополитена в г. Свердловске, которое пришлось на самые сложные годы в новейшей истории нашей страны: период застоя, затем перестройка, развал Советского Союза, кризисы, дефолты. Все это наложило свой отпечаток на ход проведения работ: первый пусковой участок включал шесть станций (8,2 км), затем ввиду резкого сокращения финансирования его разбили на этапы. В 1991 г. были сданы в эксплуатацию участок от ст. «Проспект Коммунаров» до ст. «Машиностроителей», в 1992 г. – ст. «Уралмаш» с перегонными тоннелями, в 1994 г. станции «Динамо» и «Площадь 1905 года» и в 2002 г. – ст. «Геологическая» с камерой оборота составов.

Сегодня, не смотря на все трудности и проблемы (в основном связанные с финансированием), коллектив метростроителей продолжает осуществлять строительство. В работе находятся станции «Чкаловская» (глубокого заложения), «Ботаническая» с камерой съезда и тупиками отстоя (мелкого заложения) и участок линии протяженностью 4,1 км.

В последнее время метрополитен стал объектом пристального внимания со стороны городской и областной власти: проводились выездные совещания Губернатором Свердловской

области А. С. Мишариным совместно с Главой Екатеринбурга А. М. Чернецким, Городской думой Екатеринбурга. Была определена дата ввода в эксплуатацию двух станций – «Чкаловская» и «Ботаническая» – конец 2011 г. Тем самым завершится строительство I очереди метрополитена.

На сегодняшний день для своевременной сдачи пускового участка активно ведется работа на всех объектах:

- возведены конструкции и выполнена обратная засыпка по ст. «Ботаническая»;
- закончена наружная отделка и ведется сооружение внутренних конструкций ст. «Чкаловская»;
- с помощью горнопроходческого комплекса «Вирт» осуществляется проходка правого перегонного тоннеля между станциями «Чкаловская» и «Ботаническая» в высокоточной железобетонной отделке с резиновым уплотнением;
- ведутся гидроизоляционные работы по наклонному ходу и в следующем году планируется приступить к монтажу эскалатора;
- с опережением графика осуществляется возведение вестибюля ст. «Чкаловская»;
- активно ведется работа по гидроизоляции перегонных тоннелей в чугунной обделке с привлечением субподрядных организаций (Тоннельного отряда № 50 УС-30, Транстоннельстроя, Челябинметростроя и др.);
- начаты укладка и бетонирование верхнего строения пути.



Проект станции «Ботаническая»



Проект станции «Чкаловская»

Для сдачи пускового участка в срок требуется в 2010–2011 гг. освоить 8,4 млрд руб. В текущем году необходимый объем финансирования обеспечен за счет городского бюджета и привлечения кредитных ресурсов. Нет сомне-

ния, что при достаточном финансировании в 2011 г. коллектив метростроителей успешно выполнит свою задачу по вводу в эксплуатацию последнего пускового участка I линии Екатеринбургского метрополитена. **MT**

Выход щита на станции «Чкаловская»



Строительство станции «Чкаловская»



УНИКАЛЬНЫЙ ПОДВОДНЫЙ ТОННЕЛЬ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Уже более полувека компания ОАО «Метрострой» является лидером по строительству подземных сооружений, главным образом, метрополитена и автодорожных тоннелей.

За этот период компания накопила большой опыт работы на объектах, находящихся в тяжелых геологических и гидрогеологических условиях.

Этот опыт оказался особенно полезным при строительстве Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений.

Комплекс защитных сооружений – это гидротехнический объект протяженностью 27,6 км, состоящий из одиннадцати дамб, шести водопропускных сооружений и двух судопропускных – С-1 обеспечивает прохождение судов водоизмещением до 100 тыс. т в течение круглого года, С-2 открыто только на летний период навигации, а также автомагистрали с мостами, транспортными мостами и подводным тоннелем.

24 сентября 2010 г. в конструкцию автодорожного тоннеля Комплекса защитных сооружений (КЗС) были уложены последние кубометры бетона. Это значит, что стройка, которая длится уже более 30 лет, подходит к своему завершению.

В 2004 г. после долгих лет простоя при поддержке В. В. Путина на КЗС снова закипела работа. В 2006 г. Метрострой выиграл конкурс на строительство судопропускного сооружения С-1 и автодорожного тоннеля. Это самый сложный с точки зрения работ и геологических условий участок. Тем не менее, в 2008 г. метростроевцы сдали уникальное гидротехническое сооружение КЗС, главные морские ворота нашего города – судопропускное сооружение С-1 и сразу приступили к прокладке тоннеля, проходящего под плитой его основания.

В 2006 г., когда Метрострой приступил к работам, здесь уже была построена центральная часть тоннеля под будущим новым фарватером, а также часть судопропускного сооружения и доковые камеры. Однако все это находилось в очень плачевном состоянии, и первое, что необходимо было выполнить метростроителям, – это реконструировать конструкции, которые долгое время стояли практически без консервации под открытым небом. После проведения экспертизы была проделана огромная работа по уборке и замене старой арматуры и бетона там, где это требовалось, а также разработан новый проект строительства, в который были заложены современные ма-



Вид на локальный котлован Д-3 секции тоннеля Т5-Ю

териалы и технологии. За два года силами метростроителей были перемещены и вывезены миллионы тонн грунта, песка и скальных пород, уложено в конструкции С-1 и тоннеля сотни тысяч тонн бетона, забиты тысячи шпунтин, ограждающих строительный котлован от вод Финского залива и Невы, сварены десятки километров сварных швов.

После сдачи в 2008 г. С-1, метростроители сосредоточились на проходке автодорожного тоннеля. Для этого была намыта новая территория к югу от уже готовых сооружений и конструкций и сформированы новые локальные котлованы по Финской и Невской стороне, где развернулось строительство южной части автодорожного тоннеля в сторону Бронки (северная часть тоннеля к тому времени уже была сооружена в основных конструкциях). Она состоит из девяти рамповых, двух порталных и девяти тоннельных секций. Длина каждой – 30–40 м. Конструкции герметичных деформационных швов между секциями впервые в отечественной практике тоннелестроения выполнены с использованием двух специальных резиновых уплот-



Строящийся автодорожный тоннель

нителей «ОМЕГА». Длина всего тоннеля – 1961 м, глубина заложения – 28 м, ширина – 43 м. Габариты поперечного сечения тоннеля обеспечивают пропуск шести полос движения транспорта в двух отсеках по три полосы в каждом, которые разделены средним служебно-эвакуационным. Ширина их составляет по 15,25 м каждый. Кроме того, предусмотрены четыре кабельных отсека для прокладки транзитных коммуникаций.

И вот, силами Метростроя выполнена последняя заливка бетона в перекрытия тоннеля.

Далее по контракту Метрострою предстоят работы по его инженер-

ному обеспечению. В состав этих работ входит устройство постоянной вентиляции, систем пожаротушения, водоотведения, видеонаблюдения, оповещения, сигнализации, связи и управления дорожным движением. Весь этот комплекс работ со строительством зданий вентиляционных шахт, насосных станций и прокладкой коммуникаций необходимо закончить к октябрю 2011 г. А пока строители готовятся к предстоящему гидронамыву и обратной засыпке южной части тоннеля, которая произойдет в течение ближайшего времени.



Информация предоставлена пресс-службой ОАО «Метрострой»

В НОВОСИБИРСКЕ ОТКРЫТА НОВАЯ СТАНЦИЯ

В г. Новосибирске сдана в эксплуатацию станция «Золотая Нива». Она стала тринадцатой в сети Новосибирского метрополитена и будет принимать до 15–20 тыс. человек. Интервал движения поездов составит до 6 мин. С вводом этой станции образован комплексный транспортный узел на стыке Дзержинского и Октябрьского районов.

«Развитие метрополитена – это развитие города. Сегодня нужны и новые наземные дороги, дорожные инфраструктурные сооружения – мосты, тоннели, развязки. Но метро всегда имеет особое значение», – подчеркнул полномочный представитель Виктор Толоконский. Он отметил также, что нужно получить максимальный результат от начала работы новой станции, для чего необходимо оптимальное развитие наземных пассажирских перевозок. «В этой части города большие микрорайоны, и надо очень точно и эффективно соединить все виды наземного транспорта с метрополитеном», – считает полпред.

Глава города Владимир Городецкий поздравил метростроителей и новосибирцев с этим важным событием и вручил директору МУП «Новосибирский метрополитен» Владимиру Кошкину символический ключ от новой станции. Он отметил, что реализация проекта была непростой – сложные гидрогеологические ус-



ловия потребовали от метростроителей уникальных технических и инженерных решений. Работы на станции были организованы в круглосуточном режиме.

Проект второго пускового комплекса II очереди метрополитена предусматривал возведение ст. «Золотая Нива» и перегона до ст. «Березовая роща» протяженностью 1,548 км. Его реализация проходит в два этапа: в настоящее время движение организовано по одному тоннелю, открыты входы в метро № 5 и 6. На втором этапе, в следующем году начнется

отделка вестибюля на другой стороне ул. Бориса Богаткова, завершится проходка второго тоннеля и благоустройство территории у входа на станцию.

«Наше твердое намерение – продолжать строительство метро. Но это во многом зависит от позиции федерального центра в вопросе софинансирования. Мы надеемся, что мы все – города, в которых строится метро, – будем убедительными в отстаивании своей позиции и найдем взаимопонимание: без поддержки федерального центра возве-

дение подобных объектов – непосильная для местных бюджетов задача», – считает мэр. «Необходимость продолжения строительства метро – очевидна, – заявил губернатор Новосибирской области Василий Юрченко. – Мы будем рассчитывать на свои силы, но надеяться на помощь федерального центра».

По поводу перспективы дальнейшего развития метро в городе мэр Новосибирска Владимир Городецкий подчеркнул, что следующей станцией запланирована «Площадь Станиславского». **ИТТ**

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРО В ОМСКЕ

24 сентября состоялся визит в Омскую область министра экономического развития Российской Федерации Эльвиры Набиуллиной. Она провела заседание оргкомитета по подготовке к празднованию 300-летия г. Омска, осмотрела ряд объектов, строящихся в рамках программы подготовки к этому событию.

Визит Эльвиры Набиуллиной начался с осмотра станции «Библиотека им. А. С. Пушкина» строящегося Омского метрополитена и главного корпуса Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского.

Эльвира Набиуллина в сопровождении губернатора области Леонида Полежаева спустилась в метро, осмотрела уже

построенную станцию и ознакомилась с планами дальнейшего развития метрополитена. Проектировщики внимательно изучают передовой мировой опыт в метростроении и рассматривают возможность использования новейшего подвижного состава, действующего в автоматическом режиме без машинистов. Подобные поезда работают в метрополитенах Южной Кореи и Канады. Они более экономны в эксплуатации, пригодны для метрополитенов, построенных на разных уровнях, – под землей, на земле и на эстакадах.

Первый пусковой участок Омского метрополитена – глубокого заложения. Он соединит центр города с Левобережьем. В перспективе,

на левобережной окраине линия выйдет на поверхность и перейдет в линию наземного экспресса, соединяющего Омск с будущим аэропортом Омск-Федоровка.

Сооружение Омского метрополитена начато в 1992 г. Объем вложенных средств с начала строительства составил 8,946 млрд руб., в том числе из бюджета Омской области – 74,2 %, из Российской Федерации – 25,8 %. За этот период введен в эксплуатацию совмещенный с метрополитеном мостовой переход через Иртыш протяженностью 1905 пог. м, проложено 2 973 пог. м подземных тоннелей, ведется возведение трех станций, инженерного корпуса, электродепо и других объектов. **ИТТ**

В Москве в районе Новокосино началось строительство метро

В октябре дан старт строительству тоннеля, который свяжет расположенный за МКАД район Новокосино со станцией «Новогиреево» Калининской линии Московского метрополитена. Длина его составит более 3 км. Проходка будет осуществляться с помощью тоннелепроходческого щита фирмы «Херренкнехт».

Как заявил ранее мэр Москвы Юрий Лужков, завершить строительство метро в Новокосино планируется к середине 2012 г. При этом стоимость строительства этого участка составит примерно 12,5 млрд руб. «Впоследствии линия будет продолжена в район Кожухово, также находящийся за пределами Кольцевой дороги, и далее – в район Косино-Ухтомский. Одновременно планируется вести прокладку метро в район Жулебино», – пояснил Лужков. **ИТТ**

Уважаемый Александр Николаевич!

Правление Тоннельной ассоциации России и Исполнительная дирекция ТАР сердечно поздравляют Вас со знаменательной датой – 55-летием со дня рождения!

Ваша работа в подземном строительстве Москвы связана со специализированным управлением № 19, где Вы прошли большой трудовой путь от горного мастера до начальника Управления. В этом коллективе Вы приобрели большой опыт подземных работ, стали высококвалифицированным специалистом – тоннельщиком. С коллективом этого Управления Вы возвели крупнейшие подземные сооружения Москвы, в числе которых: подземный комплекс «Охотный Ряд», подземная часть ММДЦ «Москва-Сити», первая подземная автостоянка в центре Москвы на Площади Революции.

Все это позволило Вам заслуженно стать руководителем Департамента дорожно-мостового и инженерного строительства, осуществлять руководство строительным комплексом Москвы, координировать работу по сооружению тоннелей и уникальных объектов городской инфраструктуры, наиболее значимыми из которых являются исторический комплекс «Царицыно», Большой театр, транспортная развязка Ленинградского и Волоколамского шоссе у станции метро «Сокол» и др.

Выражаем надежду, что наша совместная работа в Тоннельной ассоциации России будет такой же плодотворной и востребованной.

Желаем Вам, Александр Николаевич, крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших трудовых успехов!

*Первый заместитель председателя правления
Тоннельной ассоциации России*

Г. М. Синецкий

**Первому заместителю генерального директора МУП «Челябметротранстрой»
Анатолию Григорьевичу Запрудину исполнилось 60 лет.**



После окончания в 1977 г. Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта по специальности мосты и тоннели, он продолжил свой трудовой путь на строительстве Северомуйского тоннеля Байкало-Амурской магистрали в качестве горного мастера, начальника участка, заместителя главного инженера по охране труда.

С 1983 г. Анатолий Григорьевич работал на сооружении подземных объектов в Башкирской АССР в подразделениях Управления строительства № 30, а с 1992 по 2004 г. на прокладке метрополитена в г. Челябинске в должности главного инженера Тоннельного отряда № 45 ОАО «Челябметрострой». С 2005 г. – в службе заказчика по строительству метрополитена в г. Челябинске – генеральным директором МУП «Челябметротранстрой», а с 2007 г. по настоящее время – первым заместителем генерального директора.

Богатый профессиональный опыт складывался как результат его деятельности в качестве непосредственного исполнителя подземных работ, и в качестве подрядчика, и заказчика. В строительных организациях он прошел путь от начальника смены до главного инженера, а в системе заказчика – до первого заместителя генерального директора. А. Г. Запрудин по праву занимал высокие должности на ответственных участках работ.

Он зарекомендовал себя талантливым инженером, руководителем, способным решать сложные технические задачи.

Защитил кандидатскую диссертацию.

В настоящее время принимает активное участие во введении специальности «Строительство подземных сооружений» на кафедре СКИИС (строительные конструкции и инженерные сооружения) Южно-Уральского государственного университета г. Челябинска и читает лекции по дисциплинам этого профиля.

Трудовая деятельность А. Г. Запрудина – это свидетельство целеустремленности, широкой эрудиции, профессионального мастерства и неиссякаемой энергии.

От всей души желаем Анатолию Григорьевичу, здоровья, счастья и дальнейших успехов в его многогранной деятельности.

Тоннельная ассоциация России

ОЧЕРЕДНОЕ ЗАСЕДАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ТОННЕЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ РОССИИ

Б. Г. Крохалев, зам. председателя правления Тоннельной ассоциации России

В Москве 16 сентября 2010 г. состоялось заседание Научно-технического совета, на котором присутствовали представители Тоннельной ассоциации России, филиала ОАО «ЦНИИС» НИЦ ТМ, ОАО «Ленметрогипротранс», ТО-44, ООО «Сочитранстоннельпроект» и др.

Повестка дня: о проведении вневедомственной экспертизы проектных решений, принимаемых на стадии разработки рабочей документации тоннеля № 1 в г. Сочи, на предмет соответствия действующим строительным нормам и правилам в части обеспечения требуемых характеристик надежности и безопасности конструкций первичной крепи при проведении горнопроходческих работ и для постоянной эксплуатации тоннельных сооружений, сохраняя заданные проектные параметры.

На заседании рассматривались вопросы строительства тоннеля № 1 и дренажно-эвакуационных штолен тоннелей № 1 и № 2 (геологический мониторинг по напряжениям горного давления, стабилизация горного давления, составление поверочных расчетов по изменению временной крепи, нормативное обеспечение и др.)

После обсуждения данных вопросов было установлено следующее.

1. Расчетные усилия в анкерах основного тоннеля на конечной стадии его сооружения во всех случаях превышают их несущую способность (по материалам инженерного проекта).

2. Несущая способность первичной крепи штольни и сбойки достаточна для восприятия крепью возможных нагрузок.

3. Рабочая документация на первичную обделку тоннеля № 1 и № 2 дублера Курортного проспекта в г. Сочи разработана с учетом новейших тенденций в тоннелестроении, направленных на повышение скоростей проходки и снижение стоимости строительства (НАТМ, учет прочности первичной крепи в составе постоянной обделки, контроль качества грунтов перед забоем и т. п.).

4. Анализ рабочего проекта первичной обделки тоннелей № 1 и № 2, выполненного СТТП ТО № 44, показал, что она удовлетворяет всем требованиям действующих нормативных документов.

5. Применение по рекомендациям НИЦ ТМ составов набрызг-бетона и других материалов обеспечивает надежность и долговечность принятой в рабочей документации первичной обделки.

6. Конфигурацию дренажно-эвакуационных штолен тоннелей № 1 и № 2 рекомендуется принять размерами 4,8×5,9 м.

7. Одним из основных требований при строительстве подземных сооружений методом НАТМ является проведение мониторинга за поведением грунтового массива как в зоне горной выработки, так и на земной поверхности.

Объектом вневедомственной экспертизы являлись проектные решения, принимаемые на стадии разработки рабочей документации «Строительство центральной автомагистрали г. Сочи «Дублер Курортного проспекта» от 172 км Федеральной автодороги М-27 Джубга – Сочи (р. Псахе) до начала обхода города Сочи ПК О+О (р. Агура) с реконструкцией участка автомобильной дороги от ул. Земляничная до Курортного проспекта, Краснодарский край (1 очередь от р. Агура до ул. Земляничной)».

На стадии «Проектная документация» были определены срок строительства – 48 мес. и стоимость – 26,057 млрд р. Подготовив свое тендерное предложение, ТО-44 обозначил следующие параметры: стоимость – 22,5 млрд р., срок проведения работ – 26 мес. (до 31.12.2011 г.).

В основу тендерного снижения стоимости и сокращения сроков строительства ОАО «Тоннельный отряд № 44» были заложены следующие показатели:

- за счет оптимизации организации строительства появляется возможность значительно снизить расходы по главе «Временные здания и сооружения»;

- применение новейших технологий и методов сооружения объекта, а также внедрение новейших материалов;

- оптимизация проектных решений на стадии «рабочая документация» снижает трудоемкость работ и сокращает сроки ввода объекта в эксплуатацию.

Для обеспечения необходимых сроков строительства в рамках контрактной стоимости было принято решение взять за основу Новоавстрийский метод крепления первичной обделки тоннелей (НАТМ), но с определенными уточнениями, которые инициированы детальными проработками на стадии «рабочая документация» и связаны с научно-техническим сопровождением строительства и опережающей детальной гидрогеологи-

ческой разведкой разрабатываемого горного массива.

В основе нового тоннельного метода строительства заложены следующие принципы:

- опережающая оценка инженерно-геологических условий проходки геофизическими методами (РАП, СШП, сейсморазведка);

- наблюдение за напряженно-деформированным состоянием первичной обделки;

- учет совместной работы породного массива, окружающего подземную выработку, с собственно несущими конструкциями возводимой обделки, существенно облегчающий конструкцию последней;

- решающим фактором для вовлечения в работу породного массива является технология проходческих работ, т. к. ею определяется как период нарастания горного давления, так и его максимальное значение и стабилизация;

- для уменьшения опасных концентраций напряжений в породе выполнена оптимизация формы выработки и первичной обделки;

- взаимодействие системы «горный массив – первичная обделка – крепь» будет способствовать достижению состояния равновесия до возведения постоянной обделки, что позволит облегчить её конструкцию;

- анкерную крепь можно считать элементом постоянной конструкции только при условии надежной защиты от коррозии.

Основным условием при проведении мониторинга является немедленное представление результатов измерений специалистам и органам технического надзора для принятия неотложных мер в забое.

Для своевременного сбора и анализа данных горно-экологического мониторинга, включающего наблюдения как за выработкой, так и за дневной поверхностью земли над тоннелем и напряженно-деформированного состояния первичной обделки, Тоннельный отряд № 44 организовал Центр управления проходкой (ЦУП).

ЦУП оснащается видеонаблюдением за производством работ в тоннелях и возможностью отображать в 3D модели напряженно-деформированное состояние

в первичной и постоянной обделках, а также их деформаций. Для этой цели в тоннеле устанавливается система видеонаблюдения и система датчиков, фиксирующих деформации.

Разработка программы горно-экологического мониторинга поручена филиалу ОАО «ЦНИИС» НИЦ «Тоннели и метрополитены», выполнение оперативного прогноза инженерно-геологической ситуации в призабойной зоне – СТТП ТО-44.

Учитывая недостаточную изученность инженерно-геологических условий региона строительства, проведение геомониторинга является важным звеном цепи технологического процесса проходки. Тоннельный отряд № 44 совместно с СТТП ТО-44 разработал программу проведения геомониторинга.

Тоннельный отряд № 44, имеющий большой опыт сооружения тоннелей в данном регионе, при формировании тендерного предложения учитывал возможность изменения некоторых конструктивных элементов обделки, которые не приведут к уменьшению надежности сооружения. По всем предлагаемым изменениям НИЦ ТМ проведены исследования, которые позволили уточнить расчетом и оптимизировать принятые на стадии «проектная документация» решения.

Результаты проведенной экспертизы

Рабочая документация СТТП ТО-44 содержит уточненный инженерно-геологический разрез по оси тоннеля с привязкой первичной обделки к конкретным пикетам.

Очертания сечения тоннеля криволинейные, разработка ведется двумя уступами, свод калотты опирается на уширенные пяты. Крепление забоя осуществляется набрызг-бетоном.

Площадка для врезки портала тоннеля № 1 находится в слабых грунтах ($f = 0,8-0,9$). Поэтому проектом предусмотрено закрепление грунтов буронабивными сваями в почве и боках и экран защитных труб в кровле тоннеля.

Отметки площадок бурения скважин соответствует низу подошвы подпорной стены портала. Буронабивные сваи должны буриться диаметром 1000 мм с помощью станка типа «Бауэр» с использованием инвентарных штампов.

В пробуренную скважину предусматривается автокраном опускать металлический каркас и бетонолитную трубу, оборудованную приемной воронкой. Бетонирование свай должно производиться методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ). При этом обсадная труба постепенно будет подниматься из скважины автокраном грузоподъемностью не менее 16 т.

При подаче бетона в скважину нижний конец бетонолитной трубы погружается в свежее залитый бетон не менее чем на 1 м.

На участке врезки тоннеля в существующий склон со стороны Северного портала предусматривается закрепление свода опережающим экраном из металлических труб. Он состоит из одного ряда труб с перфорацией для дальнейшего нагнетания в грунт цементно-песчаного раствора.

Технология проходки начального участка тоннеля предусматривает следующее.

Из припортальной выемки по контуру будущего тоннеля создаётся защитная крепь (первый экран из одного ряда труб).

Работы по бурению экрана осуществляются под защитой подпорных стен на свайном основании из буронабивных свай.

Поярусная разработка грунта площадок производится поэтапно, после завершения всех работ предшествующего этапа с устройством естественного бокового откоса без дополнительного крепления.

Бурение скважины опережающего экрана ведется колонковой трубой диаметром 146 мм с промывкой глинистым раствором и подъемом в $1,5^\circ$ относительно точки забуривания. Затем в скважину устанавливается труба диаметром 127×9 мм.

Проходка верхней части тоннеля ведется сплошным забоем с разработкой породы проходческим комбайном «Sandvik» захватками по 0,5 м.

После разработки породы на длину заходки наносится набрызг-бетон на лоб забоя толщиной 30 мм, стенки и кровлю – 50 мм. Набрызг-бетон включает металлическую стружку. Затем монтируется арматурная сетка, после чего устанавливается рама из двутавровой балки № 36 (тип обделки III В). На неё наносится завершающие шесть слоев набрызг-бетона толщиной 50 мм. Бетон доставляется автобетоносмесителями.

При применении проектного состава бетона, очередной слой набрызг-бетона наносится через 20 мин на стены и через 40 мин на свод, после нанесения предыдущего слоя.

В проекте предполагается вести постоянный контроль качества грунтов впереди забоя с корректировкой типа крепи.

В соответствии со ст. 52 п. 7 Градостроительного Кодекса РФ от 29.12.2004 г. и его дополнений, с учетом имеющейся инженерно-геологических и гидрогеологических обстоятельств и выполнения тендерных условий, ТО-44 и проектный институт, базируясь на положениях нормативных документов, правомерно внесли некоторые изменения при разработке проекта на стадии «РД».

1. Прямолинейные элементы обделки заменены криволинейными, поскольку аргиллиты обладают свойством ползуче-

сти и могут создавать большие горизонтальные и вертикальные нагрузки.

2. Трехстадийная разработка грунта в сечении стала двухстадийной, что способствует увеличению скорости проходки.

3. Опорные анкера заменены уширенной пятой свода калотты. Это исключает целый рабочий процесс проходки.

4. Замена длинных 17-метровых анкеров короткими 4-х и 7-метровыми, а в устойчивых грунтах предусмотрена полная их отмена, что ускоряет проходку и не снижает несущую способность крепи в полном объеме.

Результаты расчетов вариантов первичной обделки СТТП ТО-44 достаточно близки к результатам расчетов, выполненных НИЦ ТМ с учетом требований нормативных документов.

Указанные уточнения не снижают параметров надежности в эксплуатации тоннелей и несущей способности их обделки и соответствуют всем нормативным документам.

Выводы вневедомственной экспертизы

1. Расчетные усилия в анкерах основного тоннеля на конечной стадии его сооружения во всех случаях превышают их несущую способность (по материалам инженерного проекта).

2. Несущая способность первичной крепи штольни и сбойки достаточна для восприятия крепью возможных нагрузок.

3. Рабочая документация на первичную обделку тоннелей № 1 и № 2 Дублера Курортного проспекта в г. Сочи разработана с учетом новейших тенденций в тоннелестроении, направленных на повышение скоростей проходки и снижение стоимости строительства (НАТМ, учет прочности первичной крепи в составе постоянной обделки, контроль качества грунтов перед забоем и т. д.).

4. Анализ рабочего проекта первичной обделки тоннелей № 1 и № 2, выполненного СТТП ТО-44, показал, что она удовлетворяет всем требованиям действующих нормативных документов.

5. Применение по рекомендациям НИЦ ТМ составов набрызг-бетона и других материалов обеспечивают надежность и долговечность принятой в РД первичной обделки.

6. Конфигурацию дренажно-эвакуационных штолен тоннелей № 1 и 2 рекомендуется принять размерами $4,8 \times 5,9$ м.

Заключение вневедомственной экспертизы проектного решения на стадии разработки рабочей документации строительства тоннелей № 1, № 2 и дренажно-эвакуационных штолен было доложено 16 сентября 2010 г. на Научно-техническом экспертном совете Тоннельной ассоциации России, который утвердил ее и рекомендовал для внедрения на строительстве других тоннелей и подземных сооружений.



СТРОИТЕЛЬСТВО ДУБЛЕРА КУРОРТНОГО ПРОСПЕКТА В г. СОЧИ

Л. В. Гоглидзе, генеральный директор ОАО «Тоннельный отряд № 44»

А. В. Алексеев, главный инженер

К. В. Абрамчук, руководитель комплекса тоннельных работ

Федеральная трасса М27 проходит через центр Сочи по основным городским улицам, что затрудняет и без того сложнейшую транспортную ситуацию в городе. Транзитные потоки возьмет на себя проектируемый обход города Сочи. Основной внутригородской магистралью призван стать дублер Курортного проспекта. Его трасса пройдет от реки Агура до реки Псахе и соединит все основные улицы Сочи.

Первая очередь прокладки автомагистрали будет завершена в 2012 г, вторая и третья – в 2013 г.

Первая очередь строительства берет свое начало от существующей развязки на реке Агура. Дорога на этом участке сооружается двухполосной и пройдет параллельно уже существующей первой очереди обхода. Завершится трасса примыканием к улице Земляничной и к обходу города.

Вторая очередь строительства выйдет на развязку Раздольная, где будет организовано примыкание к Транспортной улице и улице 20-й Горнострелковой дивизии. В этом месте предусмотрена развязка на пересечении с улицей Фабрициуса. Далее трасса выйдет к железнодорожному вокзалу. Здесь будут организованы съезды на улицы Горького и Пластунскую. Рядом с существующим железнодорожным мостом через реку Сочи запроектирован четырехполосный автомобильный мост.

Третья очередь начнется от реки Сочи и трасса пройдет параллельно железнодорожным путям вдоль улицы Чайковского. Здесь будут организованы съезды на улицу Гагарина. Проходя далее в тоннелях, третья очередь завершится на реке Псахе, где примкнет к существующей трассе М27.

Общая протяженность новой дороги около 16 км, из них 7 км она пройдет в десяти тоннелях, шесть из которых парные. Будет также возведено 13 мостовых сооружений. Свыше 8 км магистрали будет четырехполосной. Ширина проезжей части под каждое направление – 10,5 м. Расчетная скорость движения по трассе – 75 км/ч. С учетом, что оно будет непрерывным, весь центральный Сочи можно в будущем преодолеть всего за 13 мин.

На всем протяжении движения автомагистраль «Дублер Курортного проспекта» будет оснащена информационными табло с переменной информацией.

Характерные опоры эстакад, опоры освещения, тоннельные порталы и мост через реку Сочи предадут трассе узнаваемый архитектурный облик.

Дублер Курортного проспекта обновит всю транспортную инфраструктуру города Сочи.

ОАО «Тоннельный отряд № 44» на первой очереди дублера Курортного проспекта ведет сооружение трех тоннелей общей протя-



Портал существующего Мацестинского тоннеля (слева), южный портал строящегося тоннеля № 1 (справа)

женностью 2,4 км и эвакуационно-дренажных штолен – 1,5 км.

Длина тоннелей составляет:

- № 1 – 1472,5 м, эвакуационно-дренажной штольни – 498,7 м;
- № 2 – 671,61 м, эвакуационно-дренажной штольни – 995 м;
- № 2а – 259,2 м.

Строительство тоннелей первой очереди Дублера осуществляется в грунтах, представленных преимущественно трещиноватыми аргиллитами и песчаниками, трассы тоннелей пересекают зоны тектонических разломов. Физико-механические свойства встречающихся грунтов при проходке тоннелей колеблются от 0,9 до 3,0 величины коэффициента крепости по Протодюяконову. Грунты не устойчивы и обводнены.

Особенность строительства тоннеля № 1 заключается в том, что он сооружается рядом с существующим Мацестинским автодорожным тоннелем (см. фото) и имеет сбойки с его эвакуационно-дренажной штольней.

В соответствии с условиями проведения работ и с учетом имеющегося опыта, в качестве отделки выбрана двухслойная конструкция, состоящая из арочно-набрызг-бетонной крепи (первичной отделки) и вторичной отделки из монолитного железобетона, разделенных пленочной гидроизоляцией.

Крепление забоя при слабых грунтах осуществляется набрызг-бетоном, а в некоторых случаях – с добавлением стальных анкеров Ш25 А-III длиной 20 м во лбу забоя. Класс набрызг-бетона принят В25.

Разработка грунта в забое ведется комбайном в два этапа: на I высота забоя составляет 6,3 м, на II разрабатывается уступ высотой 4,4 м. Сразу после разработки грунта на каждом этапе производится крепление забоя, установка анкеров, монтаж арок и набрызг-бетонирование первичной отделки. При наличии грунтов с коэффициентом крепости

0,8–2,0 используются трехветвевые арки 1Ш32 + 2Ш28 А-III, в более крепких породах 2,0–3,0 арки 1Ш12 + 2Ш18 А-III.

В местах пересечения трассой тоннеля разломов предполагается применять специальные способы работ – сооружение экрана из труб.

Проектом предусмотрены три типа отделки и определены условные границы перехода на тот или иной тип. Так же при изменении характера грунтов может быть изменен и шаг между арками (от 1 до 0,5).

При строительстве тоннелей используется высокотехнологическая техника:


- проходческие комбайны SANDVIK MT720, MT520, MR360;
- анкероустановщики DS510;
- набрызг-бетонные машины фирмы CIFA PAS 307, JECON;
- подземные погрузо-доставочные машины SANDVIK LH 307;
- для разведочного горизонтального бурения – буровые установки SANDVIK DE 130;
- для доставки породы от забоя до портала – МоАЗы;

• для возведения постоянной отделки предусмотрены тоннельные опалубки типа CIFA с 12-метровой заходкой;

• вентиляция и пылеотсос осуществляются оборудованием фирмы «Korfmann».

Кроме этого, монтируется автоматизированная система, позволяющая осуществлять:

- слежение за деформацией массива и за изменениями напряженно-деформированного состояния отделки;
- контроль нахождения рабочего органа проходческого комбайна в тоннеле;
- видеонаблюдение за проходкой, включая удаленный доступ к получаемой информации.

Применение высокопроизводительной техники с автоматизированным контролем на всех стадиях проведения работ позволит в короткое время, по сравнению с проектными сроками, соорудить эти автодорожные тоннели. 



COGEMACOUSTIC®

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯТОРОВ И ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ

ПОЛОЖИТЕСЬ НА НАШ ТРИДЦАТИЛЕТНИЙ ОПЫТ

Имеющая более чем тридцатилетний опыт решения проблем вентиляции и улучшения качества воздуха в шахтах, тоннельных выработках и других подземных сооружениях, компания Cogemacoustic превратилась в одного из наиболее известных в мире поставщиков специальных вентиляционных систем и пылеулавливающего оборудования.

Причины успехов Cogemacoustic многообразны. Компания предлагает решения, хорошо адаптированные к конкретным условиям объектов. Это, а также разнообразие выпускаемой продукции, позволяет компании удовлетворять практически все потребности своих клиентов.

Cogemacoustic предлагает:

- экономичные и бесшумные установки. Эти качества обеспечиваются благодаря использованию электрических шкафов, оборудованных частотным преобразователем, что позволяет существенно (на 25 %) снизить затраты энергии. Модульная конструкция выпускаемых компанией вентиляционных и шумозащитных установок дает возможность добиваться исключительно высокой производительности при низком уровне шума;
- прочные и надежные изделия. Вся выпускаемая компанией продукция проходит электрические, аэродинамические, вибрационные и акустические испытания, проверку в полевых условиях; повышению качества и производительности оборудования способствует система обмена информацией с клиентами.

Системы постоянной вентиляции

Удовлетворение всех ваших требований

Наши вентиляторы, выполненные из стали, в том числе нержавеющей, могут выдерживать температуру 400° С в течение 2 часов.

Системы вентиляции и обеспыливания для тоннелей и метро - это пример того, как мы используем свои «ноу-хау» на всем пути от замысла до реализации на объектах.



Шахты

К вашим услугам – наш богатый опыт

Отзывы наших клиентов из разных стран мира подтверждают принятие ими технологий, используемых Cogemacoustic.

Первичная или вторичная вентиляция, регенерация воздуха и обеспыливание - над решением этих вопросов работают в тесном взаимодействии наши инженеры и техники.

Каждый вентилятор подлежит скрупулезной регулировке на испытательных стендах с целью точного соответствия требованиям ISO. Надежность и безопасность продукции - это наша первейшая забота.

Адрес во Франции:

42, route du Palais
B.P. 11575
87022 LIMOGES Cedex 9, France
Tel. +33 (0)5.55.37.35.37
Fax. +33 (0)5.55.37.18.00
www.cogemacoustic.com

Представительство в России:

107078, Москва,
ул. Новорязанская, 16, оф. 20
Тел.: (495) 724-74-81
Факс: (499) 265-79-51

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ ГОРНЫМ СПОСОБОМ

(на примере строительства тоннельного комплекса № 1 на дублере Курортного проспекта в г. Сочи)

В. Е. Меркин, Е. В. Щекудов, В. В. Чеботаев, И. В. Гиренко, филиал ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены»
Л. В. Гоглидзе, А. В. Алексеев, ОАО «Тоннельный отряд № 44»
А. Л. Бабалян, ООО «Сочитранстоннельпроект ТО44»



Разработка забоя в тоннеле №1 со стороны южного портала

Из практики тоннелестроения известно, что используя для крепления выработок податливые конструкции, можно, за счет их совместной деформации с окружающим горным массивом, управлять горным давлением на обделку и, как следствие этого, снизить требования к величине ее несущей способности. При проходке горным способом наиболее полно этот подход отражен в технологии Новоавстрийского метода (НАТМ), в основе которого лежит применение контурной крепи из набрызг-бетона, как правило, в сочетании с анкерами и/или металлическими арками и оценка изменения во времени нагруженности крепи по данным мониторинга ее напряженно-деформированного состояния (НДС). По величине и характеру изменения НДС принимается решение о целесообразности и параметрах корректировки предусмотренных проектом конструкций временной крепи, обделки и технологии работ. Несущая способность обделки при ее возведении должна соответствовать полученным по результатам мониторинга в данный период и с учетом тенденций их изменения во времени значениям горного и гидростатического давлений.

Очевидно, что наибольший эффект от применения такой технологии по стоимости и скорости строительства, в т. ч. за счет сокращения объемов разработки грунта и расхода материалов на обделку при обеспечении безопасности горнопроходческих работ, может быть получен при комплексном решении следующих задач.

1. Оптимизация проектных параметров обделки для характерных условий заложения отдельных участков трассы тоннеля с учетом принятой технологии работ.

Она представляется многослойной конструкцией, состоящей из наружной первичной обделки (арочно-набрызг-бетонная крепь) и внутренней, вторичной железобетонной, разделенных гидроизоляции.

2. Разработка критериев оценки и методов опережающего прогноза устойчивости выработки для обоснованного определения границ характерных участков трассы тоннеля и назначения конструктивных и технологических параметров их проходки.

3. Создание и организация системы непрерывного мониторинга НДС обделки и оперативного принятия решений.

4. Разработка составов набрызг-бетона, отвечающих требованиям к постоянным

конструкциям (обделкам). Здесь уместно отметить, что учет крепи из набрызг-бетона с арками и/или анкерами в составе постоянной конструкции, при условии обеспечения ее долговечности, предусмотрен действующими нормами проектирования транспортных тоннелей (ВСН 126-90 «Крепление выработок набрызг-бетоном и анкерами при строительстве транспортных тоннелей и метрополитенов») и реализован в отечественной практике (межтоннельные сбойки на ряде метрополитенов СССР, односводчатая станция метро «Чкаловская» в г. Екатеринбург, в Армении Меградзорский железнодорожный тоннель).

Имея в виду очевидную перспективность данного направления для практического решения указанных задач и отработки новых технологий в полном объеме, в качестве объекта по предложению НИЦ ТМ и ТО-44 был определен тоннельный комплекс № 1 тоннеля длиной 1,5 км под две полосы движения, сооружаемый в сложных инженерно-геологических условиях, а также штольня длиной 500 м на трассе строящегося дублера Курортного проспекта в г. Сочи (рис. 1).

Горный массив, вмещающий тоннельный комплекс, представлен преимущест-

венно трещиноватыми аргиллитами и песчаниками разной степени раздробленности и обводненности и характеризуемых, соответственно, как участки с относительно благоприятными условиями проходки (коэффициенты крепости по Протодякову от 1,0 до 3,0).

Трасса тоннеля, расположенная в зоне расчетного 9-тибалльного землетрясения, пересекает несколько зон тектонических разломов.

Выполненное на математических моделях с использованием современного комплекса геотехнических программ «Plaxis» исследование (рис. 2) позволило получить представление о статической работе и несущей способности проектных крепей и дать ряд следующих рекомендаций.

1. Проектное очертание стен и лотка тоннеля заменить криволинейным (рис. 3).

2. Для обеспечения требуемой несущей способности временной крепи на участках с весьма неблагоприятными условиями необходимо либо, сохранив ее проектную толщину в 300 мм, усилить введением в набрызг-бетон класса по прочности В35 стальной фибры из расчета 60 кг/м³, либо принять конструкцию из набрызг-бетона класса В30 толщиной 350 мм с шагом анкеров по своду 0,5 м в продольном направлении и 1,2 м в поперечном.

Проектное положение основания калотты обеспечить либо устройством на уровне свода с шагом 150 мм опорных железобетонных анкеров в скважинах 0,5 м и длиной 4 м, либо расширить пяты свода за контур тоннеля.

3. Для относительно благоприятных грунтовых условий принять крепь без анкеров из набрызг-бетона класса В25 толщиной 300 мм и арками через 1 м.

4. Постоянную обделку тоннеля принять как двухслойную конструкцию, состоящую из крепи по п. 1 и 3 (первичная обделка) и внутренней железобетонной конструкции (вторичная обделка) из бетона класса В30 толщиной 350 мм, разделенных по своду и стенам гидроизоляцией.

5. Уменьшить, в связи с изменением толщины вторичной обделки (350 мм вместо 500 мм), ширину тоннельной выработки на 100–150 мм в зависимости от условий проходки.

6. С целью уточнения на стадии рабочего проектирования технологических параметров проходки, для ориентировочной оценки устойчивости выработки по длине тоннеля, использовать диаграмму изменения показателя устойчивости (рис. 4), вычисленного по методу интегральной оценки устойчивости обнажений Н. С. Бульчева и Н. Н. Фотиевой с учетом данных инженерно-геологических изысканий.

Учитывая высокую степень ответственности сооружения и пионерный характер рекомендуемых решений, внедрение новой технологии было решено начать, сохранив предусмотренные проектом основные габариты сечения тоннеля (ширину и высоту) по наружному контуру, имея ввиду получение экономии за счет соответствующего сниже-

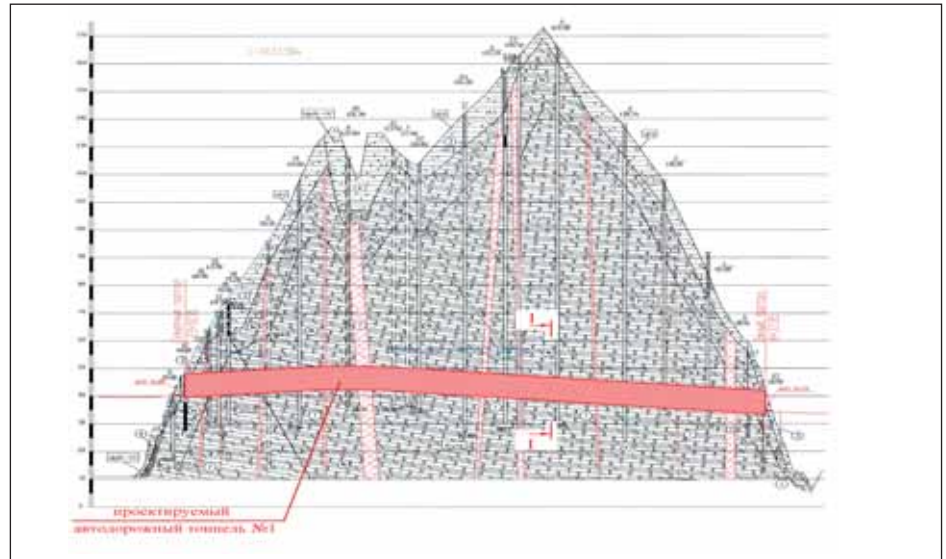


Рис. 1. Расчетное сечение тоннеля № 1 на продольном разрезе

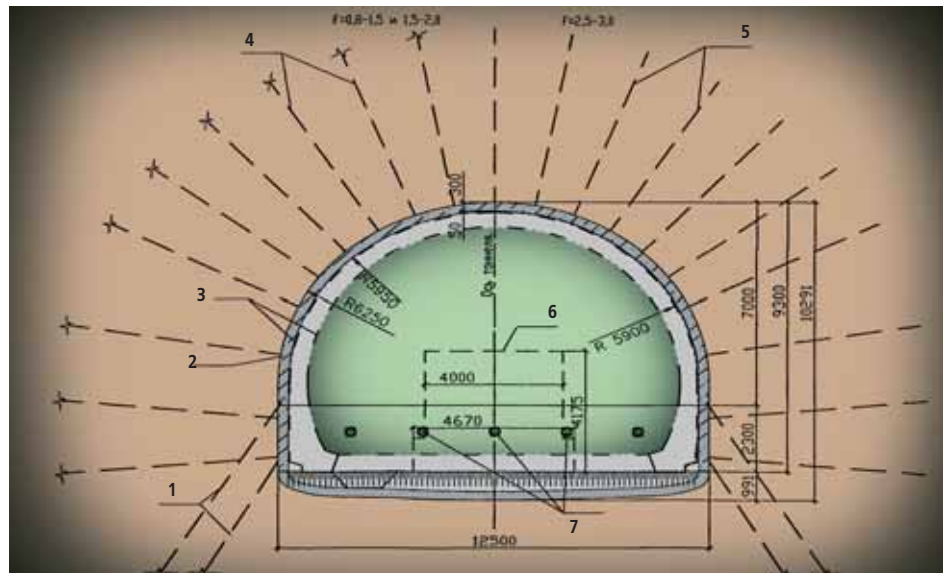
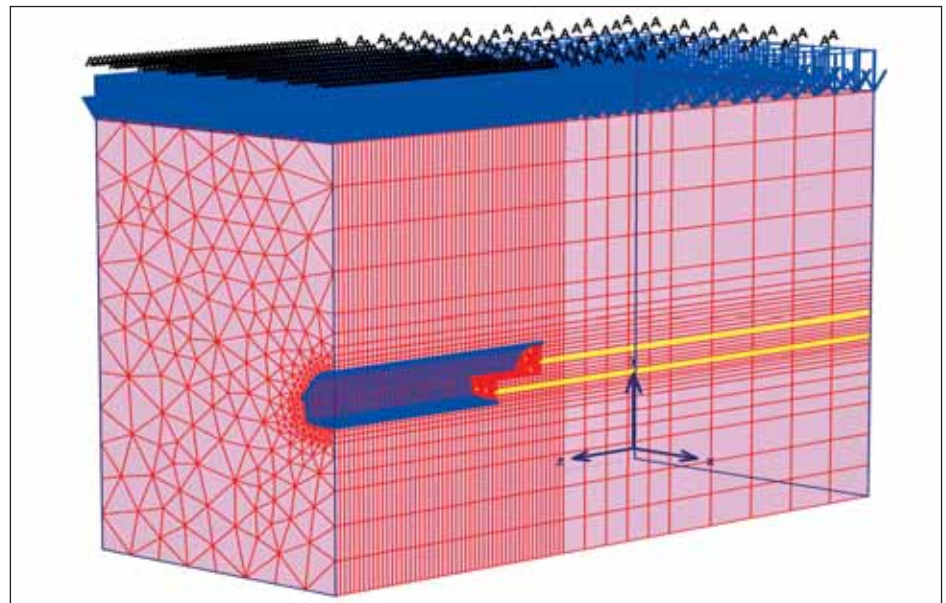


Рис. 2. Временная крепь тоннеля для условий $f = 0,8-2,0$, $f = 2,5-3,0$: 1 – опорные анкеры (скв. Ø105 мм; $l = 10,0$ м; труба Ø57×3); 2 – набрызг-бетон; 3 – контуры постоянной обделки тоннеля; 4 – металлические анкеры (Ø40 мм; $l = 17$; кл. А-III); 5 – металлические анкеры (Ø25 мм; $l = 6$; кл. А-III); 6 – габарит (Paurat Т3.20); 7 – металлические анкеры (Ø25 мм; $l = 20$; кл. А-III)

Рис. 3. Расчетная пространственная модель



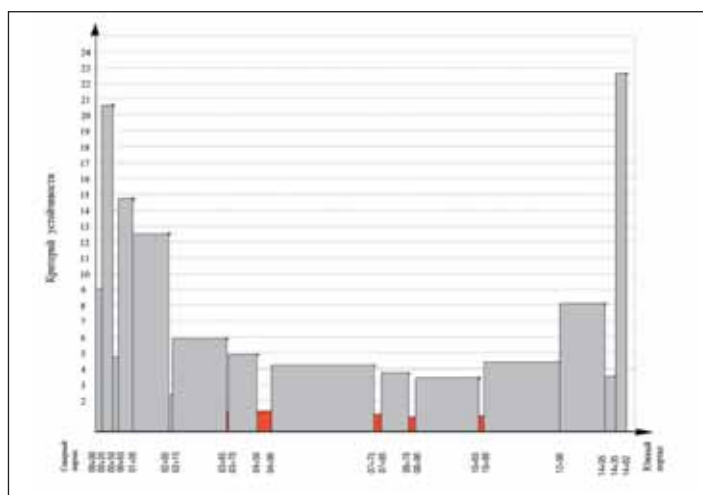


Рис. 4. Диаграмма изменения значений показателя устойчивости выработки $K_{ст}$ по длине тоннеля

ния процента армирования и класса бетона вторичной обделки и связанное с этим сокращение времени выполнения работ, а также материальных и трудовых затрат на возведение обделки. Кроме того, для оценки адекватности принятых решений реальным условиям строительства и возможности оперативной корректировки в направлении повышения безопасности работ и надежности обделки в состав мониторинга НДС «крепь – массив» включен опережающий прогноз состояния массива геофизическими методами.

Текущая оценка НДС конструкции осуществляется с помощью тензометрических и струнных датчиков, опрашиваемых в разное время в зависимости от интенсивности изменения показаний, а также съемными индикаторными приборами высокой точности. По специально разработанной в НИЦ ТМ программе (рис. 5, автор – к. т. н. Л. Л. Старчевская) «Sochi_T1» выполняется обработка и анализ данных измерений. Полученные в процессе мониторинга деформации и усилия в обделке сравниваются с их расчетными значениями. Если измеренные значения не превышают расчетных, то НДС крепи не внушает опасений (уровень опасности 0).

В случае превышения (1-й уровень опасности) организуют более частые наблюдения с целью определения изменений скорости деформаций. Увеличение их во времени свидетельствует о том, что обстановка становится опасной и требуется оперативный анализ и возможное применение дополнительных мер по усилению крепи. При необходимости по деформациям должны быть определены усилия и напряжения в конструкции (последние сравниваются с нормативными прочностными показателями материала). При повышении прочностных показателей (2-й уровень опасности) проектировщики с участием подрядчика и организации, осуществляющей научное сопровождение строительства (в данном случае НИЦ ТМ), принимают решение об усилении крепи (об установке дополнительных анкеров, стоек или дополнительном набрызг-бетонировании).

В связи с тем, что определяющим условием практической реализации предложенной

концепции строительства автодорожного тоннеля является наличие состава набрызг-бетона, отвечающего всем требованиям к бетону постоянных конструкций по прочности и долговечности, большой объем исследований был выполнен именно в этом направлении. В результате разработано три состава набрызг-бетона на основе местных материалов (цемента, песка, щебня) и добавок отечественного и зарубежного производства.

Все составы в полной мере удовлетворяют предъявляемым требованиям по срокам схватывания, скорости набора прочности и долговечности во всем диапазоне инженерно-геологических условий походки тоннеля.

При этом несущая способность рекомендованной конструкции первичной обделки, зависящая от прочности набрызг-бетонного покрытия, для всех трех составов превосходит требуемую с момента его нанесения (рис. 6).

Выводы

1. Разработана и реализуется при строительстве тоннельного комплекса № 1 на дублере Курортного проспекта в г. Сочи интенсивная технология горнопроходческих работ, основанная на использовании временной арочно-набрызг-бетонной крепи, как элемента постоянной конструкции, возможности оперативной корректировки параметров в обделке и технологии работ по результатам мониторинга НДС системы «крепь – массив».

2. Разработана математическая модель для оценки НДС тоннельной обделки на всех этапах ее возведения. Исследование на модели позволило оптимизировать параметры конструкций первичной и вторичной обде-



Рис. 5. Блок-схема мониторинга НДС тоннеля

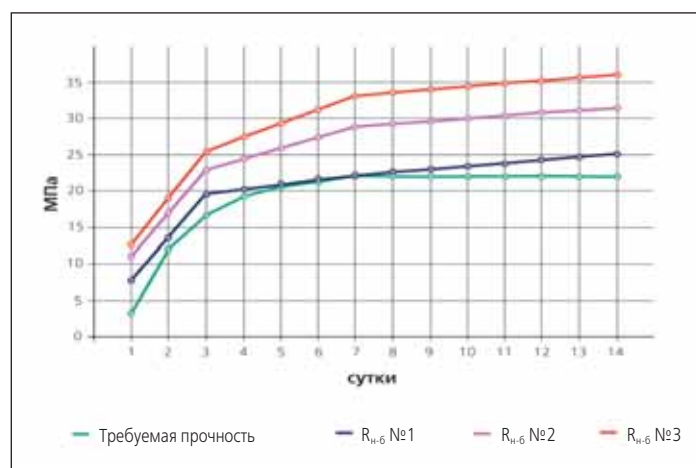


Рис. 6. Требуемая и фактические скорости набора прочности набрызг-бетонного покрытия комбинированной крепи

ок и предложить соответствующие изменения в проектные решения.

Ожидаемый при этом технико-экономический эффект может составить до 30 % по расходу железобетона, более 50 % – металла, 8 % – по объему разработки при увеличении расхода набрызг-бетона на 14 %. Можно ожидать также сокращения времени строительства.

3. На теоретических расчетах и использовании геофизических методов разработана комплексная методика оценки и прогнозирования устойчивости выработки, позволяющая на стадии проектирования более обоснованно назначать соответствующие данным изысканий безопасные методы проходки и одновременно уточнить прогноз в процессе строительства.

4. Разработаны и введены в действие элементы системы автоматизированного мониторинга, позволяющей с помощью специализированной компьютерной программы «Sochi_T1» выполнять в режиме реального времени сбор, обработку и анализ информации об изменении НДС крепи при проходке.

5. Разработаны и применяются на строительстве составы набрызг-бетона, удовлетворяющие требованиям к материалу (бетону) постоянных несущих конструкций (обделок) транспортных тоннелей.

ЭКСПЕРТИЗА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОБДЕЛКИ СЕРВИСНОЙ ШТОЛЬНИ КОМПЛЕКСА СООРУЖЕНИЙ ТОННЕЛЯ № 6 АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ДЖУБГА – СОЧИ

В. А. Гарбер, А. А. Кашко, А. В. Кашко, филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

Комплекс подземных сооружений тоннеля № 6 автомобильной дороги Джубга – Сочи расположен на участке, являющимся второй очередью обхода центральной части г. Сочи. Трасса участка проходит от ул. Пластунская до р. Псахе. В состав комплекса входят транспортная часть (левый тоннель) длиной 2607 м, многофункциональная (эвакуационно-вентиляционная) штольня длиной 2518 м, выполняемая в габаритах калотты перспективного правого тоннеля, эвакуационно-вентиляционные сбойки между тоннелем и штольней, комплексы припортальных выработок и вентиляционные шахты глубиной до 180 м с пристволовыми выработками.

Расстояние между осями левого тоннеля и штольни изменяется вдоль трассы тоннеля в пределах от 15 до 40 м. Тоннель поэтапно раскрывается на полное сечение с установкой сначала временной, а затем постоянной крепи. Проходка штольни осуществляется с установкой временной обделки. Учитывая долгосрочность перспективы ее переустройства в автодорожный тоннель, проектом предполагается выполнить эту обделку в виде постоянной несущей конструкции. В этом качестве на участках глубокого заложения предложена обделка из набрызг-бетона с армированием, имеющая толщину в верхней части свода и лотке 300 мм, в пяте – 900 мм (тип 3). Бетонирование обделки штольни осуществляется между первичными стальными арками, установленными с шагом 1 м и отставанием от забоя на 1–3 м.

В связи с тем, что рассматриваемый участок автомобильной дороги находится в сейсмически опасном районе, возникает необходимость в определении несущей способности предлагаемой конструкции штольни. Поскольку обделка фактически является постоянной, она должна выдерживать на стадии эксплуатации максимально возможное в данной местности сейсмическое воздействие силой 9 баллов. Также важна оценка взаимного влияния левого тоннеля и штольни, в особенности влияния проходки тоннеля, ведущейся с отставанием от забоя штольни на несколько сотен метров, на запас прочности материала обделки штольни.

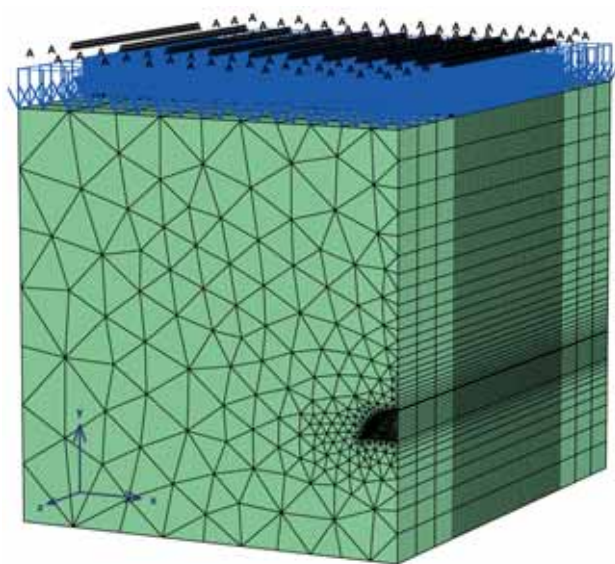
Еще одна из проблем связана с необходимостью получения оценки влияния снижения прочности горных пород на ее поведение. В частности, снижение прочности пород может быть вызвано их намочением. Вмещающий подземные сооружения массив представлен переслаиваемыми известковистыми аргиллитами, мергелями, песчаниками

и аргиллитами. Большая часть проходки осуществляется в относительно благоприятных условиях. Породы трещиноватые, малопрочные и средней прочности, с водопритоком в виде каплежа до 1 м³/ч. Они обладают удельным весом 23 кН/м³, сцеплением 4–7 МПа, углом внутреннего трения 27–28°, коэффициентом Пуассона 0,3, модулем деформации 1300–2000 МПа и модулем упругости 8000–9000 МПа.

Экспертиза обделки штольни проведена в филиале ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены» (Москва) по заказу ООО «Тоннельдорстрой» (г. Сочи). Для решения поставленных задач применяется математическое моделирование, основанное на одном из методов механики сплошных сред – методе конечных элементов. Расчеты проводятся с использованием конечно-элементных программных комплексов для геотехнических исследований Plaxis 3D Tunnel, реализующего пространственную постановку задач, и Plaxis 2D, предназначенного для построения плоских моделей.

В процессе численного моделирования производится начальное напряженное состояние полускального массива, которое предшествует строительству и сформировалось под действием массовых сил, обусловленных гравитацией. На этапах проведения работ также учитывается собственный вес конструкций временной и постоянной обделок.

Поведение пород описывается упруго-пластической моделью грунта с упрочнением. Модель основана на тех же параметрах прочности, что и модель Мора-Кулона: сцепление, угол внутреннего трения и угол дилатансии. В описании жесткости породы участвует несколько модулей, в частности модуль упругости. Одной из основных особенностей модели является зависимость жесткости породы от напряжений. Значения модулей жесткости, используемые в расчете, определяются данными лабораторных испытаний, а также рекомендациями СНиП 2.01.09-91 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах» и разработчика программного обеспечения PLAXIS. Трещиноватость горных пород



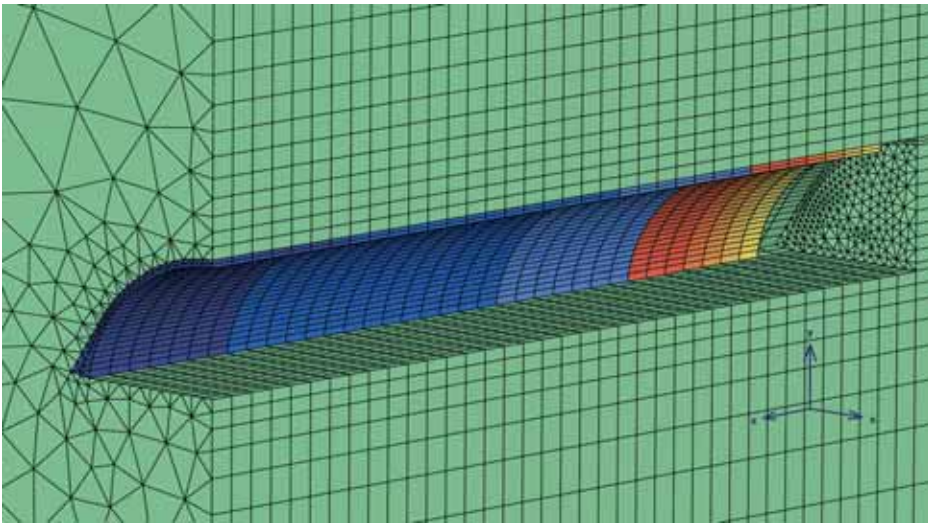
Трехмерная расчетная модель

учитывается согласно СП 32-105-2004 «Метрополитены».

Поэтапное моделирование проходки штольни с бетонированием свода выполняется на основе трехмерной расчетной модели. Моделируется сооружение штольни на участке ее наиболее глубокого заложения (207 м в шельге свода), где расстояние между ее осями и левого тоннеля составляет около 30 м. Модель имеет размеры: 70 м в поперечном к штольне сечении, 70 м по высоте и 86 м вдоль оси. Большая часть массива над штольней заменена равномерно распределенными по верхней границе модели поверхностными силами. Предполагаемая скорость сооружения – 1 м в сутки. Бетонирование 1 м обделки по оси штольни осуществляется когда расстояние между забоем и уже существующей конструкцией достигает 2 м.

При моделировании этапов проходки учитывается изменение прочности набрызг-бетона по истечении времени. Свойства набрызг-бетонной обделки и их изменения взяты на основе данных НИЦ «Тоннели и метрополитены» по динамике твердения набрызг-бетона «мокрого» способа нанесения обделки станции метрополитена «Чкаловская» Екатеринбурга. Принимается, что на 28-е сутки его прочностные параметры соответствуют аналогичным параметрам бетона класса В25.

В процессе моделирования предполагается, что двутавровая балка, из которой изготовлены первичные арки, не работает в составе сечения набрызг-бетонной обделки по причине возможного снижения со временем



Изменение свойств обделки при поэтапной проходке штольни

ее несущей способности в результате процессов коррозии.

В силу того, что бетон лотка штольни укладывается со значительным отставанием от забоя (около 1 км), основная нагрузка от массива будет воспринята обделкой штольни еще до устройства лотка. Поэтому при

моделировании этапов проходки лотковая часть обделки в модели отсутствует. Наличие прямого лотка принимается во внимание при моделировании сейсмического воздействия на штольню.

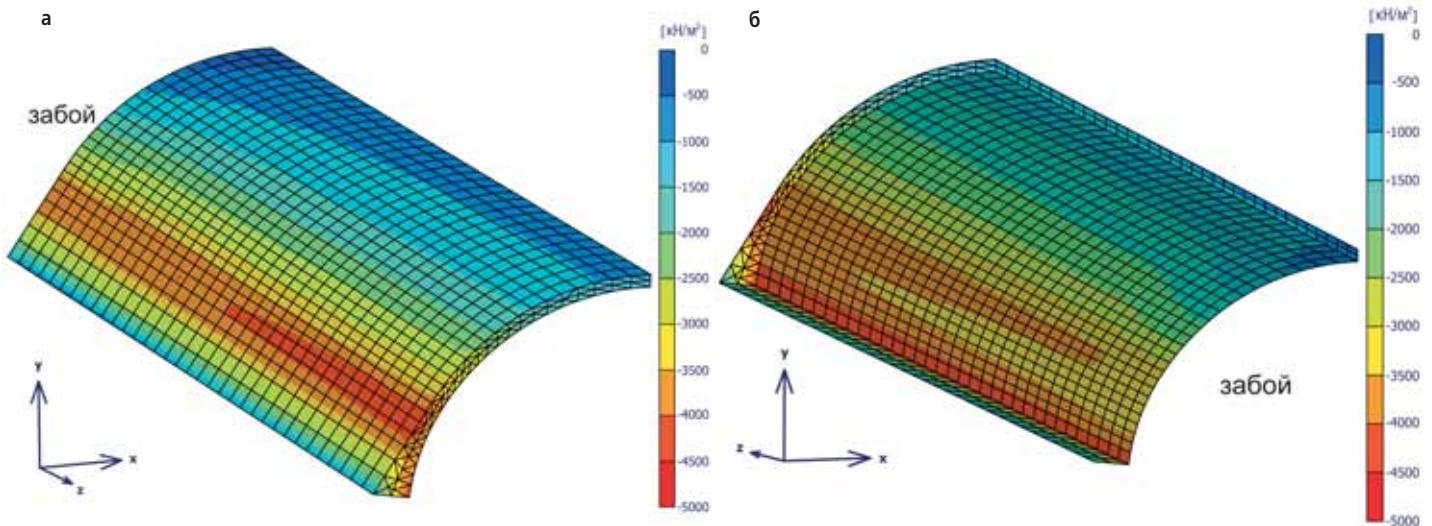
Влияние сеймики на обделку моделируется в соответствии с Методическими рекоменда-

циями по учету сейсмических условий при проектировании горных транспортных тоннелей, разработанными ЦНИИС (М., 1975 г.) и монографией «Сейсмостойкость транспортных тоннелей» И. Я. Дормана (М., 2000 г.).

В результате проведенного 3D моделирования определено напряженно-деформированное состояние конструкции штольни и включающего ее массива на каждом из этапов строительства и по его завершению с учетом сейсмического воздействия.

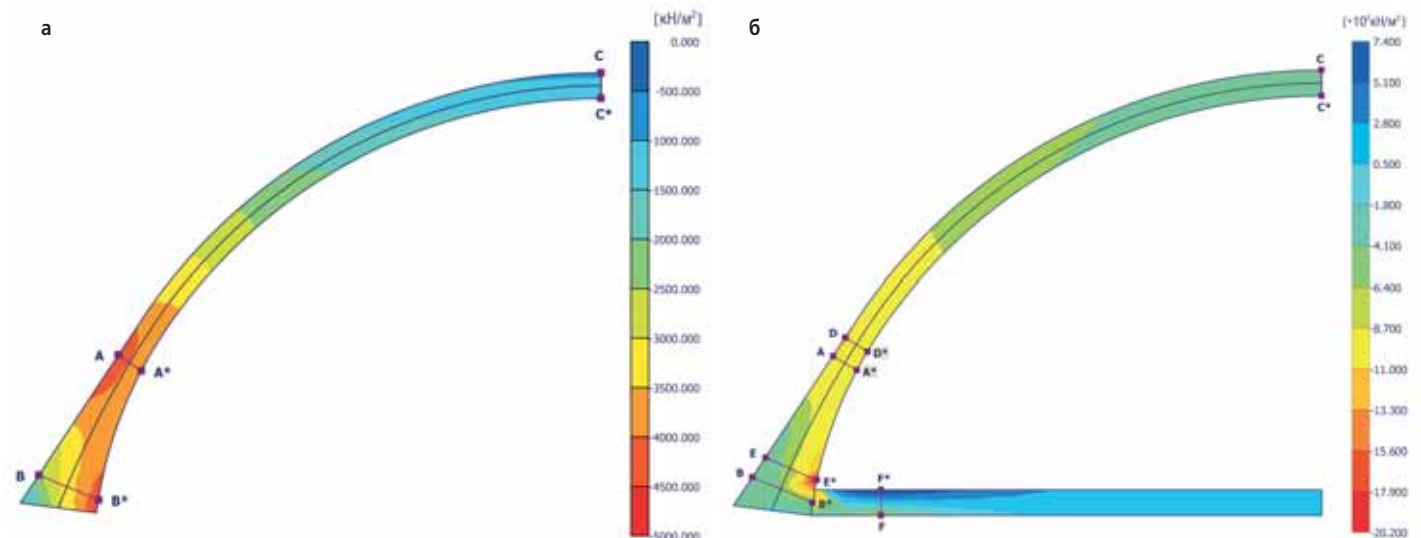
Значения напряжений, возникающих в конкретном поперечном сечении штольни, увеличиваются по мере удаления от него забоя от этого сечения. Наиболее напряженные сечения обделки штольни (А-А* и В-В*), полученные в расчете без учета сеймики, расположены в области опор свода. Вся обделка работает в области действия сжимающих напряжений. Максимальные вертикальные перемещения свода составляют около 10 мм.

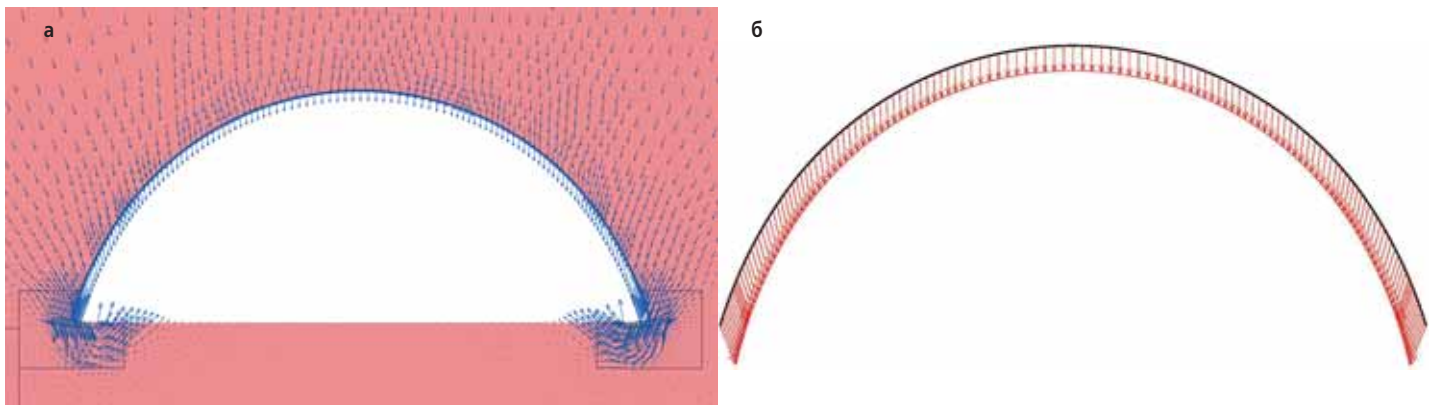
В результате сейсмического воздействия наблюдается существенный рост напряжений в обделке. Наиболее напряженные сечения смещаются вверх на 25–30 см (сечения А-А* и В-В* переходят в сечения D-D* и E-E*



Средние значения напряжений на поверхности обделки: а – наружной (вид сверху); б – внутренней (вид снизу)

Наиболее напряженные сечения обделки: а – без учета сеймики; б – с учетом сеймики





Полные перемещения при снижении сцепления и угла трения породы: а – в массиве; б – в обделке штольни

Таблица

Напряжения и коэффициенты запаса прочности обделки штольни

Элемент обделки	Толщина сечения, м	Учет сеймики	Напряжения на наружной поверхности обделки, кН/м ²	Напряжения на внутренней поверхности обделки, кН/м ²	Коэф. запаса прочности по Баксану
Опора свода (сечения А-А* и D-D*)	0,33	нет	9433	7567	1,87
		есть	27539	22015	0,64
Опора свода (сечения В-В* и Е-Е*)	0,76	нет	3649	9484	1,95
		есть	4731	39555	0,51
Свод (сечение С-С*)	0,30	нет	1709	1803	9,73
		есть	8337	8268	2,03
Лоток (сечение F-F*)	0,30	нет	–	–	–
		есть	15694	-17359	0,18

соответственно). На внутренней стороне лотка на некотором расстоянии от опор свода образуется зона значительных растягивающих напряжений (сечение F–F*). Максимальные вертикальные перемещения свода возрастают до значений около 25 мм.

Проверка прочности с определением коэффициента запаса прочности (К) наиболее напряженных сечений штольни производится по программе «Баксан», разработанной в ОАО ЦНИИС в соответствии со СНиП 2.03.01-84*. Проверка выполняется для случая армирования набрызг-бетонной обделки стержнями арматуры класса А3 диаметром 16 мм.

Материал наиболее напряженных сечений при отсутствии сеймики обладает почти двукратным К: 1,87 и 1,95. В результате сейсмического воздействия К принимает значения существенно меньше 1: 0,64 и 0,51. Коэффициент запаса прочности сечения, расположенного в своде обделки (сечение С–С*), остается больше 1 и после сейсмического воздействия: 9,73 и 2,03. В наиболее напряженном сечении лотка (сечение F–F*) отмечены значительные растягивающие напряжения, К для этого сечения составляет 0,18. Сказанное означает, что землетрясение большой силы приведет к разрушению обделки штольни в области сечений, обладающих коэффициентами запаса прочности существенно меньших 1.

Не изменяет результата и использование арматуры диаметром 28 мм, которая лишь повышает запас прочности указанных сечений в опорах свода до значений 0,9 и

0,63. Следует отметить, что наличие лотка усиливает негативное влияние сеймики на опоры свода. Об этом свидетельствуют результаты расчета на сейсмическое воздействие в отсутствие лотка. Для указанных сечений К принимает значения 0,97 и 1,03, что было бы достаточно для безопасной эксплуатации штольни.

Но отсутствие лотка может привести к крайне нежелательным последствиям при снижении прочности породы в результате ее намокания или при большом боковом давлении в полускальном массиве из аргиллитов. Для получения качественной картины поведения незамкнутой обделки штольни и вмещающего ее массива проведен дополнительный расчет, в котором моделировалось снижение прочностных характеристик породы: сцепления и угла трения. При существенном уменьшении их значений происходит перемещение породы внутрь штольни, сближение опор обделки и значительное увеличение изгибающего момента в верхних элементах свода (растяжение с внешней стороны), приводящее к разрушению обделки.

Оценка взаимного влияния левого тоннеля и штольни, а также несущей способности постоянной обделки тоннеля в условиях сеймики, выполнялась на основе двух плоских расчетных моделей. Получено, что проходка левого тоннеля приводит к снижению коэффициента запаса прочности элементов обделки штольни приблизительно на 10 %. Постоянная конструкция левого тоннеля обладает достаточным для ее эксплуатации коэффициентом запаса прочности.

Выводы

Обделка штольни из набрызг-бетона с армированием (тип 3) обладает достаточным коэффициентом запаса прочности для ее эксплуатации в отсутствие сильных сейсмических воздействий. Вся конструкция работает в области действия сжимающих напряжений, не приводящих к ее разрушению.

Использование обделки с прямым лотком в качестве постоянной несущей конструкции вызовет ее разрушение в области опор свода при возникновении сейсмических воздействий большой силы. В результате наблюдается значительный рост сжимающих напряжений в обделке, а на внутренней поверхности лотка вблизи опор – растягивающих. Наличие прямого лотка усиливает негативное влияние сеймики на опоры свода. Максимальные вертикальные перемещения обделки, отмеченные в области шельги свода, увеличиваются приблизительно в 2,5 раза.

При существенном уменьшении значений прочностных характеристик породы в отсутствие лотка происходит перемещение породы внутрь штольни, сближение опор свода и значительное увеличение изгибающего момента в верхних элементах свода.

Таким образом, вместо прямого лотка следует использовать конструкцию с обратным сводом кругового очертания.

Сооружение левого тоннеля влияет на значение коэффициента запаса прочности элементов обделки штольни и приводит к его снижению приблизительно на 10 %.

Постоянная обделка левого тоннеля обладает достаточным для ее эксплуатации коэффициентом запаса прочности.



СИСТЕМА ЗАЩИТНОЙ ОБЛИЦОВКИ ФРОНТОН ДЛЯ НОВЫХ СКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ г. СОЧИ

на правах рекламы

Сегодня автодорожный тоннель – это неотъемлемая часть городской инфраструктуры. Подземные магистрали не просто разгружают город, но и делают движение транспорта по ним максимально безопасным и комфортным. Не последнюю роль здесь играет облицовка тоннелей.



Современные технологии облицовки при строительстве тоннелей

Одним из важнейших конструктивных элементов любого современного тоннеля является его внутренняя отделка. Проходка тоннеля, осуществляемая либо открытым способом с применением «стены в грунте», либо закрытым с использованием щитовых комплексов, а также восстановление и реконструкция существующих транспортных тоннелей привели к необходимости устройства вторичной облицовки. Очевидно, что вести речь об облицовке лишь как о декоративной отделке непрофессионально, ведь она позволяет скрыть размещенные за ней кабели электроосвещения, видеонаблюдения, диспетчеризации и сухотрубов при минимальном использовании пространства тоннеля, и в то же время обеспечивает легкий доступ ко всем коммуникациям. Вторичная облицовка дает возможность значительно снизить потери энергии на вентиляцию, а в случае протекания основной отделки – направлять воду в водоотводящую дренажную систему.

Материал, использующийся в качестве облицовки, решает ряд таких конкретных практических задач, как повышение степени освещенности тоннеля за счет отражающей поверхности. Кроме того, применение механической чистки значительно упрощает процесс мытья внутренних стен тоннелей.

На сегодняшний день существует ряд базовых критериев, которым должна отвечать

современная облицовка, чтобы максимально соответствовать предъявляемым к ней требованиям. Помимо того, что она должна быть прочной и легкой, недорогой и рентабельной в обслуживании, необходима быстрая локальная замена ее фрагментов. Также облицовка характеризуется высокими оптическими показателями, позволяющими экономить энергию для освещения и повышающие безопасность дорожного движения. Кроме того, монтаж должен занимать минимум времени и иметь низкие трудозатраты при ее снятии или замене. Однако основное требование к облицовочному материалу – негорючесть и безопасность при пожаре.

Изучив достижения ведущих европейских производителей, требования, предъявляемые эксплуатационными организациями, а также собственный опыт использования различных вариантов материалов для облицовки, специалисты Группы компаний «Фронт Инжиниринг» разработали систему для отделки транспортных тоннелей ФРОНТОН, которая состоит из несущего каркаса и облицовочной плиты.

В зависимости от требований, предъявляемых к конкретному тоннелю, несущий каркас изготавливается из оцинкованной стали с полимерным покрытием или из коррозионноустойчивой стали.

Облицовочные плиты «Фронтон» выпускаются в двух вариантах: с поверхностной окраской и окрашенные в массу.

Для производства плиты с поверхностной окраской используется армированный фиброволокнами цементный лист без содержания асбеста и устойчивое к воздействиям агрессивной среды и истиранию поверхностное полуматовое цветное покрытие.

Для изготовления окрашенной в массу плиты используется фиброцементный лист и защитное покрытие, обеспечивающее дополнительную, устойчивую к истиранию при механизированной чистке и прочим агрессивным внешним воздействиям, поверхность.

Плита «Фронтон», окрашенная в массу, на сегодняшний день не имеет аналогов на строительном рынке.

Эту уникальную по своим характеристикам плиту специалисты компании разработали в сотрудничестве со своими стратегическими партнерами – ведущим европейским производителем фиброцементных плит концерном Cembris и лидером в отрасли разработки промышленных лакокрасочных материалов компанией Teknos.

Основной областью применения данной плиты стали транспортные сооружения, к которым предъявляются особые требования по эксплуатации или находящиеся в особой климатической зоне.

Прочная, легкая и рентабельная в обслуживании облицовка с возможностью оперативной локальной замены плит быстро обрела популярность и стала широко исполь-

зоваться в строительстве тоннелей различного назначения.

Лефортовский тоннель – уникальное сооружение не только для Москвы, но и для России, стал первым опытом компании «Фронт Инжиниринг» в строительстве тоннелей. После успешного старта, практически на всех транспортных тоннелях Москвы внедрены системы, поставляемые Фронт Инжиниринг.

Одни из последних транспортных объектов, на которых уже эксплуатируется система ФРОНТОН:

- тоннели Боровского шоссе;
- «Большой Ленинградки»;
- автодорожный тоннель на улице Народного Ополчения;
- автодорожный тоннель по улице Мневники;
- тоннель на пересечении Краснопресненского проспекта с МКАД.

Как отмечает Тоннельная ассоциация России, созданная эффективная отечественная система архитектурного оформления тоннеля, соответствующая международным стандартам, за время своего применения доказала, что ее внедрение не просто рекомендовано, а необходимо.

Оптимально для Сочинской застройки

Очевидно, что тоннелестроение в г. Сочи в преддверии Олимпиады-2014 – одна из главных задач, призванных обеспечить удобную доступность к олимпийским объектам.

При выборе облицовочного покрытия и подоблицовочной металлоконструкции необходимо учитывать несколько факторов и, прежде всего, – климатические особенности региона г. Сочи, относящегося к приморской климатической зоне, которую можно охарактеризовать как сейсмически опасную с повышенной ветровой нагрузкой. Также среди отличительных черт сочинского региона, которые нельзя игнорировать при выборе материала для отделки, можно выделить следующие:

- тип атмосферы – приморско-промышленный;
- 4-я группа агрессивности;
- сейсмичность – 9 баллов;
- влажность воздуха – до 95 %;
- климат субтропический, морской, влажный.

В соответствии с типом климата в г. Сочи, специалисты Центрального научно-исследовательского и проектного института строительных металлоконструкций ЦНИИПСК им. Н. П. Мельникова определили, что срок службы облицовки должен быть не менее 50 лет. Именно такой срок безремонтной эксплуатации могут обеспечить только окрашенные в массу плиты и элементы каркаса из коррозионностойких сталей как для кронштейнов и направляющих, так и для крепежных элементов.

Система ФРОНТОН успешно прошла испытания и имеет заключение ЦНИИПСК им. Н. П. Мельникова о коррозионной стойкости металлоконструкций ее несущего



Серебряноборский тоннель

каркаса, подтверждающее, что система защитной облицовки транспортных тоннелей ФРОНТОН обеспечивает коррозионную стойкость не менее 50 лет.

В данном конструктивном исполнении она прошла испытания в Лаборатории сейсмостойких конструкций Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко и получила положительное заключение о возможности использования в районах с сейсмичностью 7–9 баллов, в том числе и в городе Сочи.

Отдельно стоит упомянуть, что система ФРОНТОН и окрашенная в массу плита «Фронтон» – оптимальное решение для облицовки не только тоннелей, но и подпорных стен, порталов и противооползневых сооружений.

Наряду с ценой и качеством, время, необходимое для выполнения работ, может стать решающим фактором при выборе того или иного отделочного материала.

Оптимальная скорость монтажа и возможность круглогодичного проведения работ делают систему ФРОНТОН экономически рентабельной для применения при строительстве тоннельных сооружений.

Для оптимизации трудозатрат на проведение монтажа в компании создан конструкторский отдел по разработке проектной документации на систему ФРОНТОН.

В качестве специалистов в конструкторский отдел были привлечены профессионалы с действительным стажем работы в транспортной отрасли.

Рассказывает руководитель отдела проектирования Игорь Романович Рыжков: «Надёжность, долговечность, скорость монтажа и эстетика завершенного объекта во многом зависят от грамотно разработанной, тщательно просчитанной проектной документации. Особое внимание необходимо уделить качеству проведения работ, ведь неквалифицированный монтаж неопытными специалистами без предварительных консультаций и технического надзора может погубить любой проект».

Компания «Фронт Инжиниринг» при тесном сотрудничестве с научно-исследо-

вательским центром и монтажными организациями разработала и внедряет систему контроля качества проектных и монтажных работ. Она состоит из нескольких этапов. Первый включает в себя комплекс мер, направленных на профилактику ошибок, допущенных по незнанию или отсутствию необходимой технической и технологической информации. В первый этап входят:

- разработка «Рекомендаций по проектированию и монтажу системы защитной облицовки транспортных тоннелей»;
- обеспечение заказчика, генпроектной и монтажной организацией подробной технической информацией, проектной и технологической документацией;
- подбор обучающих программ для монтажных организаций;
- шефмонтажные работы.

Второй этап составляют меры, направленные на выявление и исправление допущенных ошибок:

- контроль проектных работ техническими службами, при необходимости экспертиза проекта;
- контроль монтажных работ со стороны технического надзора.

С учётом того, что компания «Фронт Инжиниринг» выполняет весь комплекс работ – от консультации по применению систем и разработки проектно-сметной документации до участия в сдаче в эксплуатацию, можно смело утверждать, что применение системы ФРОНТОН в рамках Сочинской застройки является наилучшим решением для создания тоннелей и тоннельных комплексов европейского уровня.



Тел./факс в Москве:
(495) 789-86-62/63

Тел. в Сочи:
(988) 186-22-54
www.e-fronton.ru

ТОННЕЛЬ ПОД САЙМЕНСКИМ КАНАЛОМ

В. И. Ходосов, зам. генерального директора ООО «Тоннельный отряд-4»
Е. И. Гигиняк, начальник пресс-службы ОАО «Метрострой»



фото В. Чумаков

20 августа 2010 г. в Выборгском районе Ленинградской области Метрострой г. Санкт-Петербурга сдал очередной объект, построенный с помощью микротоннелепроходческого комплекса AVN-2000D Herrenknecht AG (Германия). Непосредствен-

ным исполнителем работ стала организация, входящая в структуру Метростроя и специализирующаяся именно на микротоннелировании – ООО «Тоннельный отряд-4».

Тоннель длиной 250 м и глубиной более 20 м проходит под Сайменским каналом, арендуе-

мым Финляндией. Объект сооружался в рамках строительства Северо-Европейского газопровода (СЕГ) на участке Грязовец – Выборг. Первоначальный проект предполагал проходку тоннеля открытым способом с осушением части канала и прокладкой трубы по дну. Однако по просьбе финской стороны, из-за активного судоходства, которое на зимний период 2009–2010 гг. было продлено, от первого проекта отказались. Помимо этого, он потребовал бы закрытия автодороги на Брусничное, где находится пограничный переход российско-финской границы, и нанес существенный урон природе этого края.

Новый проект с применением микротоннелирования разрабатывался институтом «Ленгипроинжпроект». Первичная геология, исходя из первого проекта, предполагала, что на дне канала находятся только скальные породы. Специально под этот объект Метрострой совместно с Herrenknecht AG перепроектировал комплекс и создал новый режущий орган, предназначенный для работы в скальных породах.

Предполагалось, что проходка тоннеля начнется с более удобной позиции: на левом берегу канала рядом с автомобильной дорогой. Однако во время сооружения стартового котлована (глубина 8 м) вмес-

Стартовый котлован



фото В. Чумаков

то скалы строители наткнулись на глину. Разработка его была приостановлена для проведения дополнительной геологической разведки. Для этого на обоих берегах были пробурены скважины, а также выполнена геофизика Сайменского канала, которая показала, что одна половина предполагаемого тоннеля находится в скале крепостью больше 300 мегапаскалей, а вторая – в мягкой текучепластичной глине с валунами. При этом скальные породы размещались на правом берегу, где изначально планировался приемный котлован. Геологическая разведка также показала, что скала является пологой. И если бы старт был осуществлен, как и планировалось, с левого берега, то возникла бы сложность удержания комплекса на трассе. Поэтому было принято решение стартовый котлован соорудить на правом берегу канала, а приемный на левом и конструкцию его выполнить в шпунте.

При разработке стартового котлована, глубина которого составила 22 м, строители прошли через четыре разновидности грунта: глину, текучепластичный суглинок, валунный слой, галечник с водой и прямой связью с Сайменским каналом, а также слой скальных пород толщиной 10 м. Это потребовало дополнительного усиления котлована бетонными поясами, выполнения оголовка и инъектирования его конструкции специальными составами.

Из-за сложной геологической обстановки трудности возникали и во время проходки. Пока щит шел в скале, скорость составляла 6 м в сутки, что является очень неплохим результатом. Однако практически в самом начале работ пришлось остановиться на две недели из-за поломки гидромотора. Причиной тому стала дополнительная нагрузка из-за работы в скале. На ожидание нового мотора из Швеции ушло две недели.

По регламенту при проходке в скальных грунтах необходимо примерно через каждые 30 м производить замену режущих элементов: резцов, шарошек, ковшей. Первая замена в сухом забое прошла успешно. Вторая осуществлялась уже в условиях водоносных глин, что потребовало дополнительного тампонирующего затрубного пространства специальным составом. При этом специалисты ТО-4 усовершенствовали способ его замеса, благодаря чему после нагнетания грунт в забое становился гелеобразным, сохранялось давление, т. е. исключались осадки, и затем выполнялась замена необходимых элементов щита под водной гладью Сайменского канала.

Наиболее сложным оказался самый последний участок, проходящий в слое валунов попеременно с водой. На протяжении более 20 м приходилось регулировать скорость проходки, чтобы, с одной стороны, режущий орган успевал «грызть» валуны, а, с другой, чтобы вода, во избежание изменения давления, не успевала заполнять освободившееся пространство. Помимо этого, за 8 м от приемного котлована потребовалась дополнительная замена режущих элементов щита,



фото В. Чумачков

Очередное кольцо готово к установке

произвести которую в таких условиях было очень трудно. Однако специалисты ТО-4 справились с этой задачей.

Кроме того, накануне проходки тестирование оборудования, а также проведенные совместно с Herrenknecht AG мероприятия по доработке водяного контура, окна для промывки деталей щита от штыба (мелкой фракции), а также своевременное реагирование и принятие нужных решений способствовали удачному завершению работ.

Опыт тоннельщиков, которые уже построили десятки микротоннелей различного назначения в г. Москве, Гатчине, Петербурге и Ленобласти, позволил реализовать

этот по-своему уникальный и единственный в своем роде проект в установленные сроки и с европейским уровнем качества. В прошлом году в рамках строительства СЕГ Метрострой также сдал 750-метровый тоннель под Невой в Кировском районе Ленинградской области.

Появление новых канализационных, коммуникационных и другого назначения тоннелей диаметром 1,5–2,5 м, сооруженных с помощью специализированного оборудования, говорит о востребованности данной технологии. Особенно актуально микротоннелирование в городской среде, где нет возможности вести прокладку тоннелей открытым способом. ОАО «Метрострой» планирует развивать это перспективное направление.



ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОЙ ЗАЩИТЫ БЕТОНА НА ПРИМЕРЕ ТОННЕЛЯ В РЕНДСБУРГЕ (ГЕРМАНИЯ)



По материалам, предоставленным компанией ООО «Эм-Си Баухеми Раша»

на правах рекламы



Современные технологии производства бетона позволяют подобрать составы, которые обеспечивают надёжную и долгосрочную защиту бетона от различных видов коррозии. Дополнительно арматура также оказывается под надёжной «охраной». Однако при работе в крайне агрессивных условиях, при ошибках в подборе рецептуры бетона, при реконструкции старых зданий и сооружений мы нередко сталкиваемся с необходимостью дополнительной защиты бетона от воздействий внешней среды. Вот здесь и вступают в силу возможности материалов для вторичной защиты.

Для наглядности рассмотрим эффективное применение одной из технологий на примере тоннеля в небольшом городке Рендсбург (Германия).

Северное и Балтийское моря соединяются между собой Северо-Балтийским (или Кильским) каналом, который сокращает кораблям длинный путь через пролив Скагеррак над северной частью Дании. Длина канала составляет около 99 км. Он является самым загруженным искусственным судоходным путём в мире.

Рендсбург – это городок в северной части Германии, расположенный на Кильском канале. Сухопутное пересечение его в г. Ренд-

сбург является частью старинного торгового и военного пути. Эта трасса во все времена была оживлённой, с большим количеством торгового транспорта.

Для того чтобы поддерживать пропускную способность транспортного узла на высоком уровне, в 1957 г. немцы начали прокладку тоннеля под каналом. Сооружение представляет собой два отдельных тоннеля, имеющих по две полосы движения и длиной 640 м каждый.

Тоннель строился взамен поворотного моста, который выполнял свои прямые функции в период активного движения автомобилей, а корабли терпеливо ждали своей очереди. Затем мост поворачивался, одна из его секций устанавливалась перпендикулярно проезжей части. Корабли получали возможность проходить сквозь мост в образовавшийся проём. Такая схема его работы с течением времени потеряла свою эффективность. Пропускная способность сооружения была крайне невысокой.

25 июля 1961 г. состоялось открытие тоннеля, а мост в тот же день был закрыт.

Дно тоннеля расположено на 20 м ниже уровня воды. Длина средней части составляет 140 м. Центральная часть тоннеля доставлялась до проектной отметки по каналу

вплавь. Установка ее в проектное положение длилась 70 ч.

В 1989 г. было проведено комплексное обследование сооружения. Результаты показали, что содержание хлоридов в железобетоне крайне высоко и имеет большую глубину проникновения. В отдельных местах уже была обнаружена хлоридная коррозия арматуры. Хлориды составляли до 2 % от массы цемента. Если спрогнозировать развитие ситуации, то через пару лет тоннель пришлось бы закрыть на реконструкцию из-за сильнейшей коррозии арматуры.

Одной из основных предположительных причин такого состояния сооружения называли нарушение внешней гидроизоляции и, как следствие, активное проникновение морской воды из канала в тело бетона.

Однако истинная причина была в другом. Обследование гидроизоляции показало её абсолютную целостность. А вот разбрызгивание солей колёсами машин в зимнее время – явилось настоящей причиной высокого содержания хлоридов. Тоннель имеет сильный уклон. Он расположен под морским каналом. Следовательно, постоянно присутствует высокая влажность воздуха. В результате – сильнейший гололёд в зимнее время, с которым боролись с использованием антигололедных солей.

По существующим в Германии нормам были возможны три варианта решения проблемы. Первый – полностью заменить арматуру. Это было практически невозможно выполнить из-за конструктивных особенностей тоннеля. Второй вариант – произвести полную изоляцию арматуры от хлоридов. И третий – катодная ее защита. Реализация последнего была физически возможной, но чрезвычайно финансово затратной.

В результате анализа был выбран второй вариант. И для его выполнения отобрали полимерцементное защитное покрытие Zentrifix F 92 производства компании MC-Bauchemie. Материал смог убедить экспертов в своей надёжности за счёт высокой паропроницаемости (что позволяет влажной конструкции «дышать» и сохнуть) и абсолютной водо- и хлоридонепроницаемости (что обеспечивает полную защиту от дополнительного увлажнения конструкции и проникновения новых хлоридов в бетон).

Для компании MC-Bauchemie это был первый опыт применения на тот момент ещё абсолютно нового, только что созданного материала. Но она смогла доказать высокий уровень квалификации своих специалистов-разработчиков. Zentrifix F 92 смог «загерметизировать» объект. Обладая высокой эластичностью, материал обеспечил защиту даже на растрескавшихся участках. Попадание воды и хлоридов в бетон было полностью остановлено. Оставшаяся на момент производства работ в бетоне влага хорошо испарялась за счёт высокой паропроницаемости защитного покрытия. Постепенно остаточное содержание влаги в бетоне составило менее 5%. А в таких «сухих» условиях хлоридная коррозия останавливается.



Эластичный материал Zentrifix F 92 обладает высокой степенью защиты

Всего было покрыто около 14 тыс. м² поверхности тоннеля. Работы продолжались два года. Столь длительный срок был обусловлен отсутствием возможности полной остановки движения в тоннеле для проведения ремонтных работ. Ведь он является единственной и крайне насыщенной транспортной артерией. В двух ветках тоннеля работы велись по очереди, причем только осенью и весной. Во время летних и зимних каникул поток транспорта был слишком велик, и одна ветка тоннеля не могла с ним справиться. Но, не смотря на это, стоимость реализации проекта составила всего 10% от стоимости удаления защитного слоя бетона, если бы это пришлось делать.

Сейчас независимая экспертиза состояния объекта проводится каждые восемь лет. С момента реконструкции их было уже две. Результаты обследований показывают, что хлоридная коррозия арматуры не развивается. Дополнительные обследования бетона говорят и о его прекрасном состоянии, без признаков сульфатной и других видов коррозии.

Данный пример наглядно показывает, какой эффективной может быть вторичная защита. Правильный выбор защитного покрытия экономит огромные суммы, которые не придётся тратить на комплексное восстановление разрушенной с течением времени конструкции.



Capital Group | CONSULTING COMPANY

- **оценка коммерческой и некоммерческой недвижимости**
- **оценка машин и оборудования**
- **оценка бизнеса**
- **оценка земли**
- **оценка инвестиционных проектов**

В оценке промышленных объектов с 2003 года

+7 (495) 645-09-15 | www.capitalgroup.ru

Профессионализм. Независимость. Объективность. Гибкие формы сотрудничества

СТАНОВЛЕНИЕ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ. ОСОБАЯ РОЛЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СРО

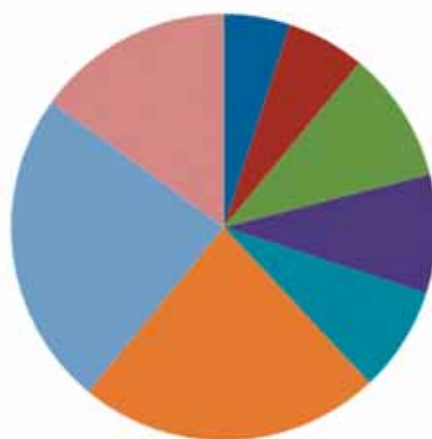
С. Н. Алпатов, генеральный директор СРО НП «Объединение подземных строителей» и СРО НП «Объединение подземных строителей – Проект»

«Россия не та страна, которую можно завоевать, то есть оккупировать. Такая страна может быть побеждена лишь собственной слабостью. Либо действием внутренних раздоров».

Карл фон Клаузевиц
(немецкий военный теоретик,
участник Отечественной войны 1812 года)

Строители переживают очень сложный период своей деятельности. Многие связывают это с переходом на саморегулирование отрасли и отказом государства от многих контрольных функций. Но саморегулирование стало лишь лакмусовой бумажкой, которая обнажила те проблемы, которые сложились за последние десятилетия. Стало ясно, что все законы (законодательные акты), затрагивающие сферу строительства, принятые за последнее время, в том числе о техническом регулировании, недееспособны и подлежат пересмотру. И это лишь одна из проблем, которые предстоит решать саморегулируемым организациям.

Любые начинания на первом этапе связаны с трудностями. Не удалось избежать этого и саморегулированию. Сначала с большим трудом пришлось преодолевать сопротивление Федерального лицензионного фонда. Стали появляться «коммерческие» СРО, основной целью которых изначально была задача овладеть финансовыми потоками и использовать их в своих интересах. Недобросовестные политики используют трибуну СРО, участие в ее руководящих органах для достижения определенных политических и карьерных целей. Руководители регионов пытаются «сыграть» на саморегулировании, преследуя собственные выгоды. Но даже беспринципность дельцов, коррумпированность политиков, бюрократизм чиновников оказали на становление саморегулирования в строительстве не столь пагубное воздействие, как пассивность на первых этапах процесса самих строителей, руководителей строительных и проектных организаций. Как результат, профессиональные строители проигрывают с разгромным счетом дельцам от строительства. Чтобы восстановить влияние и упрочить позиции, руководителям строительных компаний следует пересмотреть свои взгляды и уделять более пристальное внимание вопросам саморегулирования. Многим президентам СРО стоит обратить внимание на состав исполнительных органов своих организаций, умерить их материальные запросы, усилить Совет, ведь, прежде всего, саморегулируемые организации – это ответственные, профессиональные объединения, которые стремятся решить возникаю-



Распределение организаций-членов СРО НП «Объединение подземных строителей» по времени работы на строительном рынке

щие проблемы и отстаивать интересы своих членов, одновременно предъявляя к ним строгие требования.

К сожалению, не все СРО придерживаются подобной точки зрения. И пока есть строители, которые готовы платить за вступление и членство в СРО, а потом давать ее руководителям взятки за получение свидетельства, успешное прохождение проверок и т. д., подобные «коммерческие» СРО будут существовать. А как бороться с коррупцией в государстве, если мы в своем строительном сообществе не можем этого сделать? И все происходит от того, что некоторым руководителям кажется, что проще заплатить, чем сделать так, чтобы соответствовать требованиям. Необходимо, чтобы каждый понимал: не можешь выполнить условия – уходи с рынка. Показательно, что с введением саморегулирования количество недобросовестных компаний сильно сократилось – тем, кто строительной лицензией лишь прикрывал свои нечистоплотные интересы, оказалось просто невыгодно действовать в условиях саморегулирования. Отсевание подобных компаний – один из наиболее положительных моментов саморегулирования.

К сожалению, положительных результатов не так уж много. С момента перехода строительной отрасли на саморегулирование прошло более восьми месяцев. И уже можно подвести кое-какие итоги. Первое, что бросается в глаза, это то, что «в друзьях согласья нет». Участники саморегулирования на строительном рынке не сумели консолидировать свои усилия на решении первоочередных задач, которые стоят перед строительным сообществом и требуют скорейшего решения. Среди них:

- СНИПы и ГОСТы, по которым мы строим и проектируем, безнадежно устарели. Отставание от западных в среднем составляет 20 лет. Необходимо совершенствовать нормативно-техническую базу в строительстве. Тем не менее, эта работа сегодня практически не ведется.

Срочно требуется внести изменения в существующую нормативную и законодательную базу в строительстве. Все последние нормативные акты принимались слишком поспешно и без должной глубокой проработки. Это касается и Федеральных законов № 184 «О техническом регулировании», и № 94 «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг

для государственных и муниципальных нужд», а также Градостроительного кодекса, нормативных актов в области саморегулирования и многих других документов;

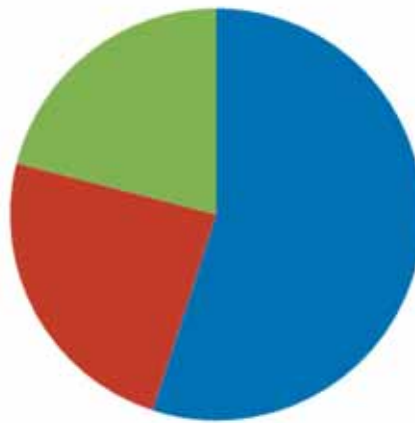
- необходимо устранить административные барьеры при внедрении новых технологий, материалов и оборудования;

- следует на государственном уровне создать условия для работы наших проектировщиков и строителей как за рубежом, в особенности, на постсоветском пространстве, так и внутри страны. Надо принять меры для защиты отечественных специалистов от вытеснения с российского строительного рынка многочисленными зарубежными компаниями. Привлекать их нужно, но лишь в том случае, если используются новые технологии, передается уникальный опыт, происходит интеграция иностранных достижений и профессионализма местных специалистов. Следует постоянно заниматься обучением наших инженерно-технических работников и рабочих, в том числе и за рубежом, сохранять уровень специалистов, учебных заведений и научную базу.

Подобные глобальные задачи, казалось бы, целесообразно ставить перед организациями, объединяющими наибольшее число участников процесса саморегулирования – Национальными объединениями саморегулируемых организаций, существующими специально для того, чтобы защищать интересы рядовых строителей. К сожалению, они не способствуют решению этих проблем, т. к. заняты разрешением внутренних разногласий. Остается надеяться, что после проведения внеочередных съездов ситуация исправится, и Национальные объединения возьмут на себя организационную и связующую роль для сплочения строителей в целях решения вышеперечисленных и других задач, стоящих перед ними.

На наш взгляд, и эту позицию мы отстаиваем с момента образования наших саморегулируемых организаций НП «Объединение подземных строителей» и НП «Объединение подземных строителей – Проект» и до сегодняшнего дня, ядро саморегулирования должны составить специализированные СРО. Это исключило бы вероятность создания монстров, объединяющих 2–4 тысячи организаций, часть которых занимается одноэтажными коттеджами, другие возводят высотные здания, а третьи – подземные сооружения.

На сегодняшний день выдача свидетельств о допуске к работам, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, в том числе к особо опасным, технически сложным и уникальным, осуществляется любым СРО, что в корне неправильно. Сейчас в органах законодательной и исполнительной власти начинают это понимать. Один из немногих положительных моментов, внесенных в Градостроительный кодекс, – появление пункта о минимально необходимых требованиях к выдаче свидетельств о допуске к работам, которые оказывают влияние на безопасность особо опасных и технически сложных объектов.



Распределение членов СРО НП «Объединение подземных строителей» по видам деятельности

Порядок установления саморегулируемыми организациями требований к выдаче свидетельств о допуске к указанным работам и порядок определения саморегулируемых организаций, обладающих правом выдачи свидетельств о допуске к указанным работам, могут устанавливаться Правительством Российской Федерации. До сих пор это делается кем угодно, вплоть до домохозяек, но только не профессионалами в области строительства и проектирования. Данный пункт – это первый шаг к тому, чтобы на определенные виды работ, особенно на особо опасные, технически сложные и уникальные объекты, свидетельства о допуске выдавали только те СРО, в составе Совета которых есть соответствующие специалисты.

Поскольку свидетельства фактически выдает Совет СРО, то и к нему должны быть предъявлены соответствующие требования. Члены Совета должны быть высококлассными специалистами в своей области. Только в этом случае они смогут оценить квалификацию компаний, получающих допуск на ведение работ, уровень профессионализма персонала, надежность технических средств, безопасность технологий. Также немаловажные показатели – длительность пребывания на строительном рынке, наличие опыта и материально-технической базы.

Основная часть возводимых подземных объектов относится к особо опасным, технически сложным и уникальным. В данном случае ответственность как компании, осуществляющей строительство, так и саморегулируемой организации, в которую она входит, возрастает в разы. И сделав выбор в пользу специализированной СРО, ее участники как бы подтверждают свое особое положение в строительном сообществе.

НП «Объединение подземных строителей» – единственная в России специализированная саморегулируемая организация в области подземного строительства, а СРО НП «Объединение подземных строителей – Проект» – в области подземного проектиро-

вания. Это не значит, что в других СРО нет профессиональных компаний, сооружающих объекты подземной инфраструктуры. Но специализированные СРО в этой области больше нет.

Несмотря на то, что подземное строительство – один из сегментов строительной индустрии, внутри него можно выделить довольно много различных направлений: метростроение, тоннелестроение, инженерные сети, прокладываемые методом микротоннелирования и горизонтально-направленного бурения, сооружение объектов городской подземной инфраструктуры. И даже внутри специализированной СРО необходимо учитывать особенности каждого направления, в связи с чем возникает «специализация в специализации», что позволяет некоторые задачи решать еще более эффективно. Например, филиал НП «Объединение подземных строителей» занимается разработкой нормативных документов только для горизонтально-направленного бурения – перспективного направления подземного строительства, для которого нормативы по большей части отсутствуют.

Объединение компаний в СРО ради достижения необходимой численности способствует развитию коррупции и распространению потребительского отношения к саморегулируемым организациям как к источнику свидетельств о допуске к работам. Но ведь после принятия Федеральных законов № 315 и № 148 у строителей появилась возможность, с одной стороны, объединиться в профессиональные сообщества, с другой – участвовать в обсуждении и подготовке законодательных актов. Не использовать ее – значит отдать строительную отрасль на откуп нечистоплотным дельцам. Только консолидировав усилия всего строительного сообщества, отбросив в сторону личные амбиции, мы сможем максимально быстро решить неразрешимые проблемы и вывести российскую строительную отрасль на качественно новый уровень.



НЕПРЕРЫВНАЯ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА СТРОИТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН С ВЗАИМНОЙ ПРИВЯЗКОЙ ТРАЕКТОРИЙ

Я. И. Биндер, В. М. Денисов, В. А. Маслак, Д. Ю. Артюхов, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»

В статье представлен комплексный метод, включающий непрерывную гироинклинометрическую съемку групп (вееров) скважин при сооружении сложных подземных объектов и взаимную привязку их траекторий. Описаны практические результаты решения таких задач при возведении объектов ОАО «Метрострой», Санкт-Петербург.

Одним из очевидно позитивных следствий сырьевой направленности российской экономики является ускоренное внедрение в последнее десятилетие новых технологий именно в эти отрасли. В первую очередь мы имеем в виду нефтегазовый сектор, где активно применяются новые приборы и оборудование. Ряд технологий, которые прошли успешную апробацию в сырьевых секторах и доказали свою эффективность, могут быть с успехом применены и в других отраслях экономики.

В данной статье рассматривается опыт распространения метода непрерывной гироинклинометрической съемки в области сооружения сложных подземных объектов.

Постановка задачи

Технология непрерывной гироинклинометрической съемки нефтегазовых скважин в последние годы стремительно вытесняет применявшийся ранее метод многоточечной съемки (компасирования) траекторий. В отличие от последнего, непрерывная съемка позволяет значительно уменьшить время измерений, при этом, что самое удивительное, существенно повысив точность. Кроме того, существует целый ряд задач, которые могут быть решены только методами непрерывной съемки.

Потребность в промере траекторий обсаженных и необсаженных скважин естественным образом возникает, например, при строительстве наклонных ходов метрополитена, при строительстве тоннелей, при ведении проходческих работ, сооружении горных выработок, подземных объектов, в том числе нефте- и газохранилищ, а также гидротехнических тоннелей.

Возможности метода непрерывной инклинометрической съемки не имеют отраслевых ограничений. Однако его применение в области строительства подземных сооружений имеет ряд особенностей:

- относительно малая глубина скважин, не превышающая, как правило, 60–100 м, изредка – 300 м и более;

- условно прямолинейные траектории. При устройстве скважин обычно применяются методы неуправляемого бурения и проектируются как скважины с прямой траекторией. В действительности их фактические траектории всегда имеют сложную пространственную форму;



Рис. 1. Универсальный гироскопический инклинометр УГИ-42.03

- необходимость комплексного решения задач геодезической привязки и съемки скважины. Степень соответствия фактической и проектной траекторий строительных скважин существенным образом зависит от ошибок привязки координат точек забуривания (устьев скважин) и установки начального угла забуривания. Как правило, точность фактической привязки устьев составляет несколько сантиметров и может вполне считаться достаточной, а вот ошибка начального угла забуривания обычно лежит в пределах 0,5 градуса, в ряде случаев достигает 1,5–2 градуса;

- требования по точности, встречающиеся наиболее часто: ошибка измерения линейных координат точки забоя не должна выходить за диапазон $\pm 0,5$ м при глубине скважины 100 м, практически идеальным считается результат (например, для замораживающих скважин или для задач с подсечкой забоя), когда ошибка не выходит из диапазона $\pm 0,25$ м;

- взаимная привязка групп скважин. Очень часто в строительстве скважины бурятся группами (веерами, уступами). В таких случаях необходимо не только промерить траекторию каждой скважины, но и

определить картину их взаимного пространственного положения.

Метод и технология съемки в строительстве

Непрерывная гироинклинометрическая съемка траектории ствола скважины в требуемой декартовой системе координат осуществляется на базе измерения угловых скоростей, возникающих при движении прибора по стволу вследствие непрямолинейности последнего, с учетом начальных условий забуривания и показаний одометра (длина кабеля, троса и т. д.).

Такие требования как привязка результатов измерений к местной системе координат, взаимная пространственная привязка траекторий не имеют прямого отношения к инклинометрии, но в нашем случае должны быть учтены и реализованы в технологии измерений.

В общем случае, задача съемки строительных скважин включает в себя три основных этапа: инклинометрическая съемка, привязка к заданной системе координат и обработка. Их последовательность является условной в том смысле, что первый и второй этап могут выполняться независимо друг от друга.

В период проведения непрерывной инклинометрической съемки мы выделяем две технологические операции: собственно съемка траектории и измерение начальных углов забуривания.

Результатом съемки является построение траектории, привязанной к некоторой материальной точке, условно связанной с устьем. Последующие этапы требуются только для того, чтобы определить точное фактическое место траектории в реальной картине мира.

Наш опыт решения инклинометрических задач в строительстве базируется на применении универсального гироскопического инклинометра УГИ-42.03 (рис. 1), разработанного в ОАО «Электромеханика», Санкт-Петербург.

Прибор служит для определения траектории ствола обсаженных и необсаженных скважин любого типа (вертикальных, наклонных, горизонтальных, восходящих) и в любых породах. Исследование их с помощью УГИ-42.03 производится в режиме непрерывной съемки.

Понятно, что прибор, предназначенный, в первую очередь, для промера скважин со сложной геометрией и глубиной до 5 км, вполне может быть эффективно использован и в строительстве. При этом особенности именно строительных задач позволяют получить ряд преимуществ по сравнению с нефтегазовой отраслью.

Во-первых, удастся существенно повысить абсолютное значение точности измерений. Источником тому служат два фактора: предварительная подготовка инклинометра (в первую очередь, калибровка) для промера почти прямых скважин с заранее известной ориентацией, а также незначительный, по сравнению с нефтегазовыми скважинами, уход гироскопа за время измерения (что связано с малой глубиной скважин).

Во-вторых, очень короткое время измерений позволяет проводить их многократно для одной и той скважины, что резко увеличивает достоверность.

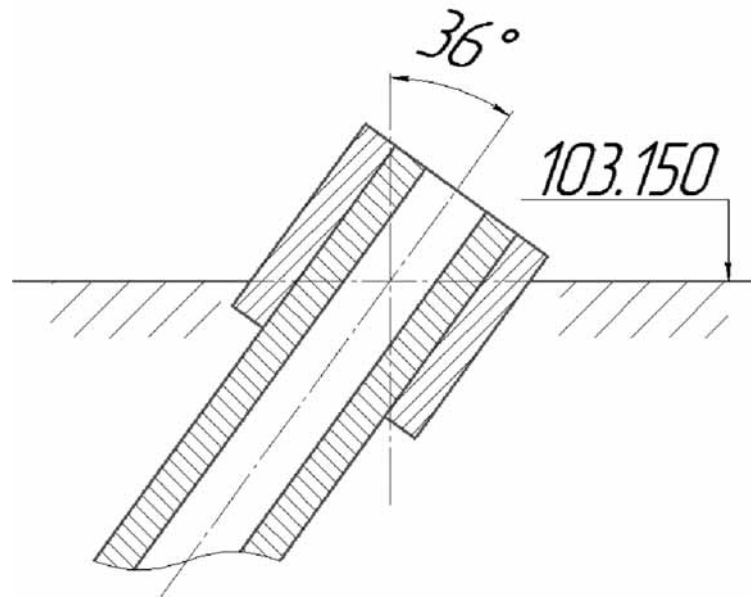


Рис. 2. Проектное задание устья скважины

В-третьих, обеспечивается достаточно высокая производительность работ: промер строительной скважины при условии проведения двух спускоподъемных операций может быть выполнен за 10–20 мин.

Зенитный угол забуривания всегда измеряется самим инклинометром.

Точность измерения азимута забуривания методом начальной выставки зависит от ряда факторов, включая широту места, зенитный угол, точность самого датчика и другое, и, как правило, не превышает 0,5–1,5 угловых градуса. Для ряда задач такая точность может быть недостаточной. В таких случаях в технологическую цепочку вводится дополнительная специальная операция, целью которой является измерение азимутального направления начального участка скважины с помощью внешних источников – гиротеодолитов, GPS-компасов. На практике могут быть реализованы различные способы выполнения этой операции, например, с использованием технологического кондуктора, устанавливаемого в измеряемую скважину. Азимутальное направление задается нор-

мально к зеркальной поверхности контрольного зеркала, закрепленного на торцевой поверхности кондуктора.

Привязка траектории к заданной системе координат

На этом этапе устанавливаются координаты начальной точки измерения (под ней здесь понимаем точку нахождения датчика перед началом движения прибора по скважине). В результате каждая отдельная скважина оказывается привязанной к местной системе координат.

В проектной документации устье каждой скважины, как правило, задано в местной системе координат и высот (рис. 2). Эти данные используются маркшейдерами подрядных буровых организаций.

После того, как скважина пробурена, на поверхности остается оголовок обсаженной трубы, конструкция которого и фактическое положение могут весьма значительно отличаться от заданных в проекте (рис. 3). При проведении промеров основная трудность состоит в том, что проектная точка привязки

Рис. 3. Устья скважин перед проведением инклинометрических замеров



Пикет № 6 на наклонной базе (Z = 68,782 м)

№ скважины	Азимут, град.	Зенит, град.	Глубина, м	X, м	Y, м
1	164.649	58.008	80.466	-8.775	0.047
2	165.998	58.394	80.573	-8.647	1.780
3	164.132	58.280	81.156	-7.971	2.066
4	164.537	59.473	82.000	-7.000	3.130
5	164.247	58.950	82.268	-6.693	4.305
6	164.851	59.792	82.992	-5.854	5.572
7	166.337	60.215	83.920	-4.782	6.390
8	165.600	59.291	84.864	-3.689	6.779

скважины к местной системе координат фактически не материализована.

При инклинометрических промерах используется модель, в которой для фиксации фактического положения устья в местной системе координат и высот применяется специальная метка.

Измерение фактических координат устьев скважин осуществляется с целью их привязки к местной системе координат и высот. Эта задача является типовой геодезической задачей и, как правило, не вызывает трудностей в исполнении. В ходе измерений используются реперные точки, так же заданные в местной системе, а также сводная ведомость координат и высот скважин.

Обработка результатов измерений

На этом этапе производится объединение всех полученных результатов: уточняются траектории, в том числе за счет усреднения нескольких измерений, производится взаимная привязка всех траекторий (если этого

требуют условия задачи), формируются выходные формы.

На обработку поступают три группы данных, полученных разными способами измерений:

- инклинометрической съемки по каждой скважине (обычно, от двух до четырех измерений по траектории);
- по начальным углам забуривания (два-четыре измерения по каждому устью);
- результаты геодезических измерений по привязке каждого устья к местной системе координат.

Собственно обработка включает в себя следующие основные этапы:

- обработка исходных данных по каждой группе;
- комплексирование полученных результатов по каждой скважине;
- комплексирование траекторий по группе скважин;
- представление выходных данных в форматах, согласованных с заказчиком.

Для иллюстрации приводим фрагмент таблицы с результатами обработки измерений

группы скважин с проектной глубиной 100 м, пробуренных под углом 30 градусов к горизонту. Выходные данные привязаны к плоскости, перпендикулярной проектной оси, относительно которой проводилось бурение.

В табл. приведены значения угловых и линейных координат. Первые заданы в географической системе, глубина – в местной системе высот, линейные координаты – в плоскости, перпендикулярной проектной оси, вдоль которой проводилось бурение. По требованию заказчика измерения представлялись через каждый 5 м (по пикетам).

На рис. 4 представлен фрагмент тех же данных в графической форме.

Для обработки используется специализированный пакет программного обеспечения. Поскольку каждая комплексная задача в строительстве в большой мере может считаться исключительной, то при ее решении каждый раз приходится создавать новые алгоритмы обработки, оперируя при этом набором готовых модулей.

Заключение

Материалы настоящей статьи основаны на опыте решения инклинометрических задач при возведении новых станций Петербургского метрополитена: «Волковская» (2007 г.), «Бухарестская» (2008 г.), «Обводный канал» (2008 г.), «Адмиралтейская» (2010 г.).

Наш опыт решения задач, в которых была возможность измерить фактические координаты после подсечки, показал следующее: при промере скважин произвольной ориентации с глубиной 100 м абсолютная ошибка измерения координат не превышает 25–30 см. В ряде случаев расхождение инклинометрических и геодезических данных не превышало нескольких сантиметров.

Сегодня можно уверенно говорить о том, что распространение технологии непрерывной инклинометрической съемки на строительный сектор фактически состоялось.

При этом особые условия работы в строительных скважинах дают возможность достичь минимальных абсолютных значений погрешностей и времени замера.

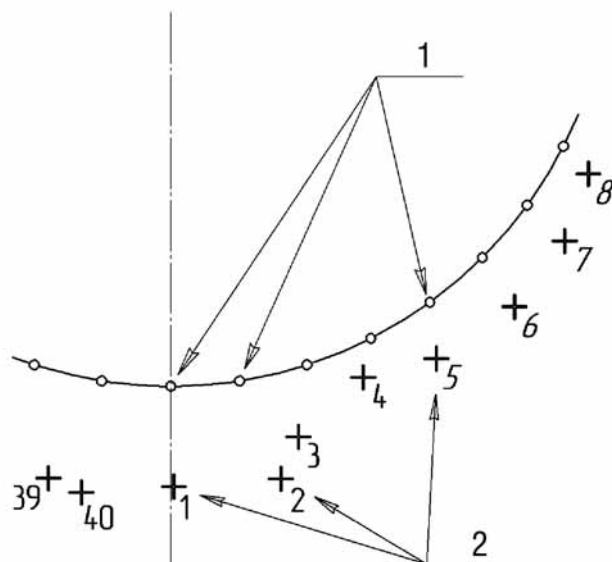


Рис. 4. Фрагмент бланка выходных данных с графическим представлением результатов измерений:

1 – проектное положение осей скважин на данном пикете; 2 – фактическое положение осей скважин

CONDAT STAB

укрепление грунтов и водонепроницаемость

CONDAT

LUBRIFIANTS

Компания **CONDAT**, имеющая 15-летний опыт в области тоннелестроения и работ, связанных с укреплением грунтов, всегда играла активную роль в разработке специализированных продуктов для этой отрасли. Компанией разработан полный спектр продукции, соответствующей различным типам грунтов и применяемого оборудования, а также отвечающей требованиям экологии и безопасности.

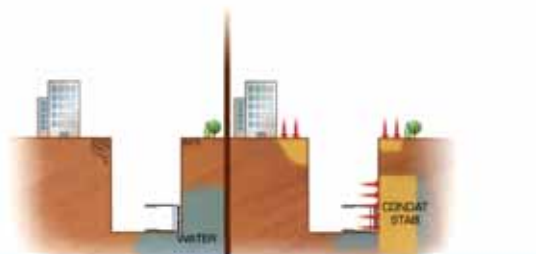
Продукция **CONDAT Stab** была разработана для решения задач укрепления грунта и водонепроницаемости при строительстве подземных сооружений и других видов подземных работ.

Компания **CONDAT** предлагает ускорители схватывания для растворов на силикатной основе, используемых для укрепления грунта путем нагнетания. Благодаря их высокой проникающей способности можно достичь максимального заполнения пустот и трещин в грунте, а следовательно, и максимальной водонепроницаемости. Нагнетание раствора в проницаемый грунт позволяет:

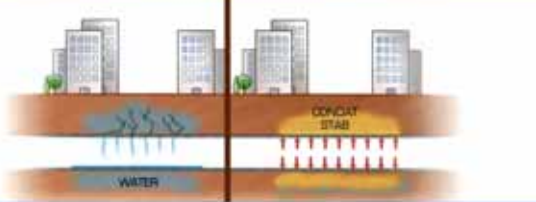
- повысить его механическую прочность;
- уменьшить проницаемость.

Области применения CONDAT Stab

Укрепление стен стартовых котлованов при запуске тоннелепроходческих комплексов



Ремонт существующих подземных коммуникаций в случае их повреждения



Ремонт и укрепление фундаментов



Водонепроницаемость и герметизация подземных сооружений



Укрепление насыпей



Работа тоннелепроходческого комплекса в предельно тяжелых условиях



Официальный представитель фирмы Condat Lubrifiants в России

ООО «ТА Инжиниринг Инт.»

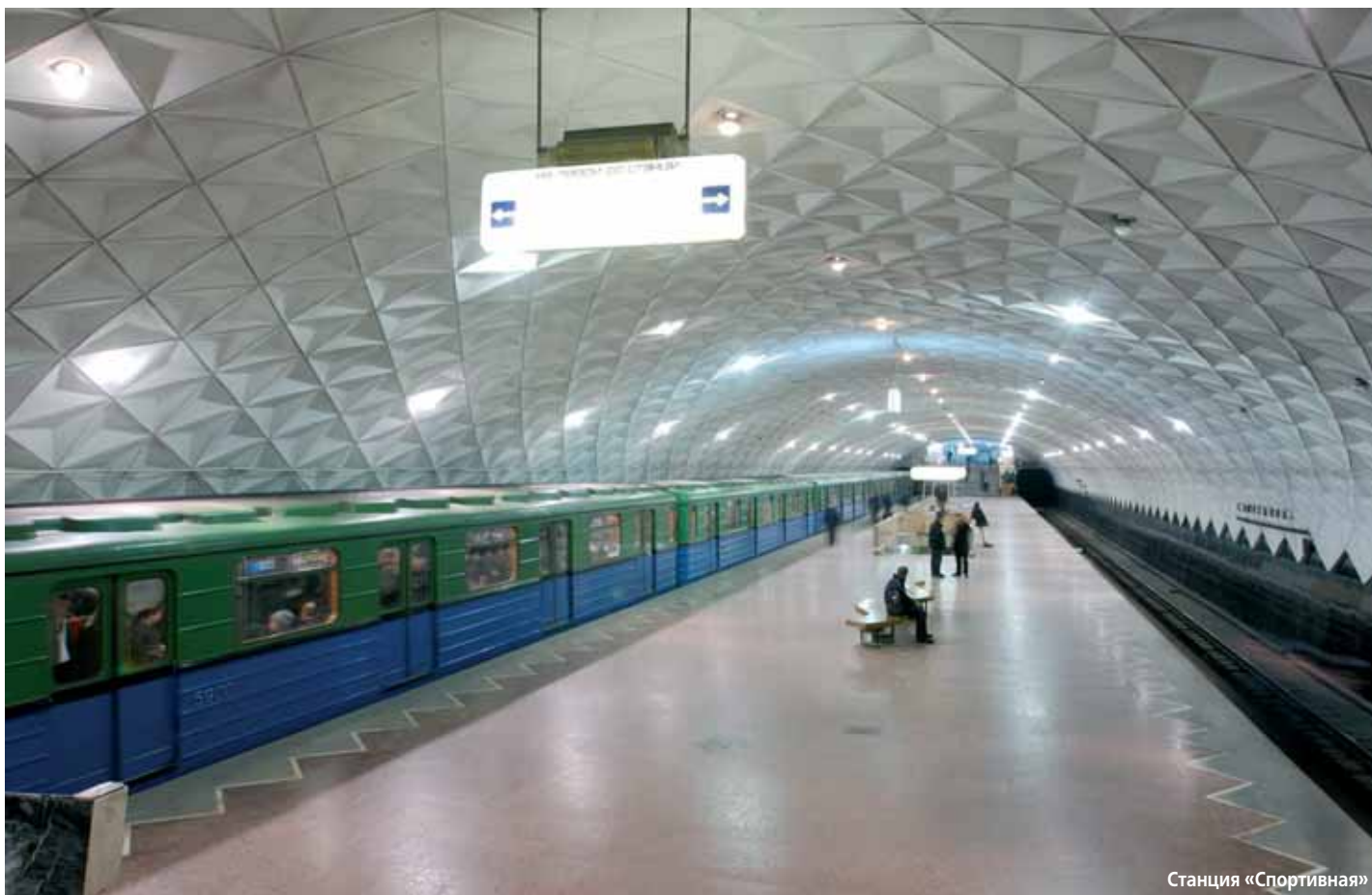
107078, Москва, ул. Новорязанская, 16, оф. 20

тел.: (495) 724-7481

факс: (499) 265-7951

35 ЛЕТ РАБОТЫ ХАРЬКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА – НЕПРЕКРАЩАЮЩИЙСЯ ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ

С. А. Штанько, главный инженер Харьковского метрополитена



Харьковский метрополитен является лидером по предоставлению харьковчанам и гостям города безопасных и комфортных скоростных пассажирских перевозок среди всех транспортных предприятий города. Доверие харьковчан подтверждается ежегодным ростом доли метрополитена в общем объеме общегородских пассажирских перевозок, которая на сегодняшний день составляет около 50 % (240–280 млн чел. в год).

Среди 14-ти метрополитенов, входящих в Международную Ассоциацию «Метро», Харьковский метрополитен по годовому количеству перевезенных пассажиров уступает только Московскому, Санкт-Петербургскому и Киевскому. Величина затрат на одного человека – самая низкая по сравнению с другими метрополитенами и составляет 3 гривны (12 руб.), что говорит о рациональном использовании средств и нацеленности на достижение высоких результатов с минимальными затратами.

По количеству пассажиров на численность работников, занятых в процессе перевозки, Харьковский метрополитен имеет один из наивысших показателей (82,6 тыс. пасс. на 1 работника).

Для максимального комфорта на метрополитене разработано более 20-ти графиков движения поездов, которые составлены на основании почасовых исследований пассажиропотоков с учетом специфики каждой линии, и они оперативно меняются в зависимости от времени года, ситуации с наземным транспортом, времени суток, проведения массовых мероприятий в городе или за его пределами.

За последние три года, под руководством генерального директора КП «Харьковский метрополитен» Мусеева Сергея Зинятовича, Ассоциацией метрополитенов СНГ отмечено активное внедрение новых технологий и развитие материально-технической базы.

1. Внедрен аппаратно-программный комплекс реализации средств оплаты проезда. На станциях установлено около 200 автоматических терминалов по реализации жетонов, электронных карт и пополнению бесконтактных карт для проезда в метрополитене. Результатом стал рост использования бесконтактной электронной карты, уменьшение очередей и исключение «человеческого фактора» в работе с оплатой проезда, ввиду полного отказа от касс для продажи жетонов.



Автоматический терминал по реализации жетонов



Автомат для выдачи бесконтактной электронной карты

2. Активно внедряется проект «Льготная карта», который предусматривает бесплатную выдачу бесконтактной электронной карты всем пассажирам метрополитена, имеющим право льготного проезда, и их беспрепятственный проход на станции через любой АКП (турникет), минуя служебный проход. Результатом стал четкий учет льготников и исключение очередей на служебном проходе станций.

3. В 2009 г. начата реализация программы по замене АКП для прохода пассажиров на станции. В рамках этой программы в 2010 г. установлено 73 «турникета», которые работают с любым средством оплаты проезда и передают информацию о работе на сервер метрополитена в режиме «реального времени».

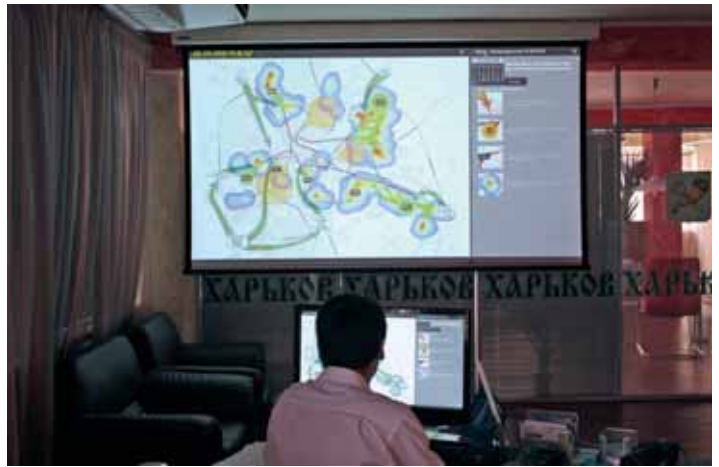
4. Совместно с ведущими специалистами города и при поддержке Международного Союза Общественного Транспорта ведется разработка единой городской транспортной системы, которая позволит оптимизировать маршруты движения и количество транспортных средств в городе. На базе единого диспетчерского центра в метрополитене внедрена интерактивная программа учета перевозки пассажиров в режиме «on-line» по каждой станции, с привязкой к наземному транспорту и жилым микрорайонам.

5. Совместно с ведущими специалистами и математиками космической отрасли

создана Автоматизированная система формирования графиков учета рабочего времени и периода отдыха локомотивных бригад, что позволило снизить показатель расхождения табельного времени с фактической поездной работой каждого машиниста с 2,5 до 1,5 ед. и дало возможность автоматически, без участия человека, рассчитать количество смен каждого машиниста на месяц, квартал, год. В результате внедрения системы достигнута оптимизация численности машинистов – самой высокооплачиваемой профессии на предприятии.

6. В 2009 г. завершен капитальный ремонт вагонов серий Еж, Ем, обслуживающих пассажиров Холодногорско-заводской линии. Всего отремонтировано 140 вагонов.

7. Полностью подготовлена база и производится капитальный ремонт вагонов серии 81-717/81-714, обслуживающих Салтовскую



Единый диспетчерский центр

линию, с продлением срока их эксплуатации до 50 лет. В сентябре 2009 г. выпущен первый капитально отремонтированный вагон, затраты на который составили 1,2 млн грн. при стоимости нового – около 10 млн грн.

8. В 2009 г. закончен первый этап переснащения станции «Холодная гора» микропроцессорной системой управления движением поездов и технологическим ее оборудованием. В 2010 г. эти работы продолжились в сторону станции «Центральный рынок» с устройством верхнего и нижнего уровня.

Салон и кабина машиниста капитально отремонтированного вагона



9. Полностью обновлена система часофикации метрополитена: установлена новая цифровая часовая станция единого времени, заменены торцевые часы на платформах, вторичные в диспетчерском центре и у дежурных по станциям метрополитена и электродепо.

10. Выполнена планомерная замена рельсов в тоннелях, пополнен километровый их запас. Бальная оценка состояния пути и контактного рельса соответствует оценке «отлично», что является лучшим показателем среди метрополитенов СНГ.

11. Завершены работы по ликвидации проседания грунтов в основании перегонных тоннелей участка «Академика Барабашова» – «Академика Павлова», а также по усилению несущей способности грунтов основы тоннелей участка «Ботанический сад» – «Научная».

12. С целью снижения вероятности травмирования пассажиров выполнена замена двигателей, снижена скорость движения полотна эскалаторов станции «Южный вокзал». Проводится плановая замена шкафов управления и устройств безопасности эскалаторов современными микропроцессорными системами, разработанными и изготовленными в г. Харькове с участием специалистов метрополитена. Впервые в СНГ внедрена принципиально новая электронная система управления тоннельными эскалаторами. Принцип работы системы прост: при отсутствии пассажиров эскалатор находится в режиме ожидания – ступени не движутся, а при подходе к нижней ступени полотно плавно начинает движение и поднимает людей на уровень вестибюля станции. Через минуту после выхода последнего пассажира эскалатор останавливается и переходит в режим ожидания, о чем сигнализирует зеленым световым сигналом на балюстраде.

Помимо удобства для пассажиров, данная система управления позволяет значительно снизить износ основных узлов эскалатора, а также призвана экономить электроэнергию, исключая холостую работу подъемника в отсутствие пассажиров.

13. Весь парк головных вагонов Салтовской линии оборудован фарами «Ксенон», значительно увеличивающими освещенность в тоннеле, что крайне важно для работы машиниста по безопасному ведению поезда.

14. Выполняется перевод станций и объектов метрополитена на автономное отопление для повышения качества теплоснабжения и сокращения расходов на него. Первыми стали станции «Пролетарская» и «Академика Павлова», в планах – «Московский проспект» и «Советской армии».

Все перечисленные работы требуют значительных финансовых затрат, и метрополитен, находясь в режиме постоянной экономии средств и при минимальной стоимости проезда, с незначительной компенсацией за перевозку льготного контингента, продолжает внедрение этих программ собственными силами и стремится как к повышению доходности, так и к сокращению расходов.

1. В рамках программы модернизации вагонов КП «Харьковский метрополитен» проводится работа по восстановлению устаревших вагонов и приведению их в состояние «лучше нового». Специалисты метрополитена поставили перед собой цель увеличить вместительность вагонов, улучшить освещенность в салоне, создать условия для комфортного проезда инвалидов-колясочников и пассажиров с детскими колясками.

За месяц вагон серии Ем-508Т сверх годового плана прошел ряд модернизаций и 11.08.2010 г. досрочно был предъявлен приемной комиссией, возглавляемой главным инженером метрополитена.

В вагоне произведены:

- демонтаж перегородки кабины машиниста, что увеличило полезную площадь вагона на 5 м². На образовавшейся площадке могут удобно размещаться пассажиры с детскими колясками, негабаритным багажом, инвалиды-колясочники;
- замена ламп накаливания люминесцентными, что повысило освещенность салона и в 5 раз снизило потребление электроэнергии;
- вынос всех систем управления вагона в специальные отсеки;
- установка декоративных вентиляционных решеток в потолке, что улучшило дизайн обновленного салона;
- замена аккумуляторной батареи, модернизация схемы ее подзарядки.

После оформления полного комплекта технической документации и проведения испытаний, обновленный вагон выйдет на линию и будет ежедневно перевозить пассажиров, а специалисты метрополитена продолжают работу над совершенствованием условий проезда харьковчан.



Новая цифровая часовая станция единого времени

2. За счет изменения времени открытия станций для пассажиров с 5:30 до 6:00 значительно сокращены затраты на электрооборудование и увеличено время «ночного окна» для более тщательного и качественного обслуживания основного оборудования станций и тоннелей.

3. Продолжается реализация программы по кардинальной модернизации систем освещения станций, которая предусматривает замену светильников сложной формы с лампами накаливания на светильники с максимальной светоотдачей и энергосберегающими лампами, которые будут соответствовать архитектурному ансамблю станций и выделять отдельные их элементы.

4. Внедрена программа рационального освещения тоннелей метрополитена, которая позволит исключить «холодное» освещение на том или ином участке в период, когда работы там не ведутся. Ежегодная экономия со-

Эскалаторы с новой электронной системой управления





Награды Харьковского метрополитена

ставит около 600 тыс. кВт/ч, что даст возможность на сэкономленные средства внедрять в тоннелях светодиодные светильники и тем самым свести потребление электроэнергии на освещение тоннелей к минимуму.

Кроме этого в 2006–2010 гг. на метрополитене проведен ряд преобразований по совершенствованию структуры, организации управления и труда, технологии ремонта технических средств, что дало возможность вывести метрополитен на оптимальную численность работающих с высвобождением более 1000 штатных единиц. В настоящее время штат персонала, приведенного на 1 км пути, насчитывает менее 90 человек, что ниже, чем в других метрополитенах – членах Международной Ассоциации «Метро».

Результатом данных преобразований стали награды и признание на международном уровне. В 2007 г. в г. Мадриде (Испания) Харьковскому метрополитену был вручен Золотой Приз Транспорта – Приз Нового Тысячелетия (New Millennium Award), учрежденный для компаний, занимающихся перевозкой пассажиров, отли-

чившихся качеством и объемами предоставляемых услуг. В 2010 г. предприятие было отмечено наградой «Европейское качество» (Оксфорд, Великобритания) за высокое качество услуг, соответствующее Европейским Стандартам.

В 2009 г. в Национальном рейтинге метрополитен стал лучшим государственным предприятием года по основным видам деятельности, а С. З. Мусеев – лучшим его

руководителем.

В честь 35-летнего юбилея КП «Харьковский метрополитен» за добросовестную и плодотворную работу, весомый личный вклад в развитие транспортной отрасли, высокое профессиональное мастерство сотрудники предприятия получили награды от Кабинета Министров Украины, Министерства транспорта и связи, Областной и Городской администраций.

Наградами, благодарностями и грамотами за годы работы предприятия отмечены многие работники метрополитена:

- Карамшук Михаил Федорович, заместитель генерального директора метрополитена по эксплуатации, заслуженный работник транспорта Украины;
- Карпенко Сергей Степанович, заместитель генерального директора метрополитена, почетный работник транспорта Украины;
- Баранов Юрий Станиславович, заместитель генерального директора метрополитена по кадровым и юридическим вопросам, почетный работник транспорта Украины;
- Штанько Сергей Алексеевич, главный инженер метрополитена;

- Поляков Федор Иванович, главный экономист метрополитена;
- Ивлева Татьяна Леонидовна, главный бухгалтер метрополитена;
- Лупандин Олег Анатольевич, начальник службы движения;
- Бурда Дмитрий Викторович, начальник электромеханической службы;
- Калуж Виктор Всеволодович, начальник службы пути и тоннельных сооружений;
- Бронников Константин Васильевич, начальник службы автоматики, телемеханики и связи;
- Скирта Григорий Павлович, заместитель начальника службы автоматики, телемеханики и связи;
- Малиновская Людмила Анатольевна, начальник отдела кадров;
- Донченко Роман Павлович, водитель автотранспортного предприятия;
- Гуженко Сергей Андреевич, охрана метрополитена, и многие другие.

Наиболее перспективным способом повышения эффективности управления и качества работ при сокращении затрат является аутсорсинг – передача функций выполнения отдельных технологических процессов организациям, специализирующимся на данном виде деятельности. На этих принципах создана система вывоза твердых бытовых отходов, уборка станций и производственных помещений, текущее обслуживание и ремонт комплекса по оплате проезда, а также ремонт и обслуживание подвижного состава, эскалаторов, бухгалтерский учет предприятия.

Несмотря на сложившиеся финансовые трудности и отсутствие регулярного государственного финансирования Харьковский метрополитен будет наращивать темпы и объемы внедрения новых технологий, модернизации технической базы, а также повышать качество безопасных пассажирских перевозок.



Памяти Сергея Зинятовича Мусеева



25 августа 2010 г. на 51 году жизни при трагических обстоятельствах в автокатастрофе погиб генеральный директор КП «Харьковский метрополитен» Сергей Зинятович Мусеев.

Сергей Зинятович Мусеев родился 21 июля 1960 г. Окончив в 1982 г. Донецкий государственный университет, он прошел путь от начальника производственного отдела КП «Харьвокоммунпромвод» до руководителя Харьковского метрополитена. Будучи высоким профессионалом, целеустремленным талантливым организатором и эффективным менеджером, стремительно внедряющим инновационные проекты, Сергей Зинятович всего за несколько лет вывел предприятие в лидеры отрасли, сделал его первым среди сотен тысяч транспортных пред-

приятий Украины и СНГ, главным звеном системы городского транспорта г. Харькова.

Почетный работник транспорта Украины, Академик Инженерной академии Украины, за весомый вклад в развитие транспорта С. З. Мусеев был награжден Почетной грамотой Кабинета министров Украины, благодарностью Министерства транспорта и связи Украины, Орденами «За высокий профессионализм», «Лидер отрасли», Святого Николая Чудотворца I степени, Почетным знаком отличия Харьковского областного совета «Слобожанская слава».

Трудовой коллектив КП «Харьковский метрополитен» выражает самые искренние соболезнования семье и близким Сергея Зинятовича. Мы глубоко скорбим о тяжелой утрате. Светлая память о Сергее Зинятовиче Мусееве навсегда сохранится в наших сердцах.

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

В. Н. Крючков, заместитель главного конструктора СКБ ОАО «Метровагонмаш»



За последние годы имидж метрополитенов существенно изменился. На первый план из ряда главных показателей их работы вышел комфорт для перевозки пассажиров, затем последовали такие показатели как безопасность перевозки, надёжность подвижного состава и экономичность.

В 2008 г. Московский метрополитен подготовил основные технические требования к новейшему подвижному составу, в основу которых были заложены современные мировые тенденции развития метровагоностроения, а также с учётом сложных условий эксплуатации на метрополитенах РФ и стран СНГ.

В 2008 г. ОАО «Метровагонмаш» было разработано и согласовано техническое задание на проектирование новых вагонов для метрополитена, а СКБ подготовил проект. В его основе учтён опыт развития и достижения мирового метровагоностроения – широкое внедрение электроники и автоматики, прогрессивные системы электропривода и управления, обеспечение приоритетных требований безопасности перевозки пассажиров, повышение уровня надёжности и комфорта для пассажиров и машиниста.

Новые вагоны получили обозначение:

- модель 81-760 – вагон головной моторный с кабиной управления;
- 81-761 – промежуточный моторный без кабины управления.

Комфортные условия перевозки пассажиров обеспечиваются:

- установкой кондиционирования воздуха в салоне, служащей для вентиляции, охлаждения и отопления;
- качественным люминесцентным (светодиодным) освещением на основе использования модулей световой линии;
- повышенной плавностью хода вагона за счёт системы пневмоподвешивания с вибропоглощающими резинометаллическими опорами;
- системой обеззараживания воздуха салона на основе ламп с ультрафиолетовым излучением;
- в салонах вагонов устанавливается цифровой информационный комплекс, включающий две «бегущие строки», размещённые по центру салона; информационные табло с интегрированными громкоговорителями, показывающие положение поезда на линии и расположенные над входными дверями; два переговорных устройства «пассажир – машинист»;
- увеличенной вместимостью за счёт нового подхода к компоновке вагонов.

В конструкции заложены современные условия комфортности и эргономики кабины управления машиниста:

- установка кондиционирования, обеспечивающая отопление, вентиляцию и охлаждение воздуха;

- пульт управления соответствует современным требованиям эргономики и дизайна, изготовлен на базе элементов передовой технологии;

- в зоне обзора расположены монитор системы видеонаблюдения, дисплей цифрового информационного комплекса, монитор микропроцессорной системы управления, диагностики и системы безопасности движения;

- кабина оборудована креслом машиниста с вибропоглощением и пневматической подсветкой;

- внутренние поверхности кабины имеют противозадирное защитное покрытие.

Особое внимание при разработке конструкции новых вагонов уделено обеспечению приоритетных требований безопасности перевозки пассажиров:

- кузова вагонов изготовлены из коррозионноустойчивых сталей, обшивка – из нержавеющей стали. Данная конструкция обеспечивает высокую огнестойкость, защиту пассажиров от ударных воздействий, обладает повышенной усталостной прочностью;

- система безопасности движения вагонов (система АРС) со 100-% резервированием, служит для безопасного движения поездов по линии;

- системы торможения: тормоза электрический (рабочий), электропневматический

(служебный), экстренный, аварийный пневматический и стояночный;

- автоматизированная система управления поездом с использованием бортовых компьютеров на базе микропроцессорной техники;
- система технической диагностики оборудования вагонов поезда с выводом информации о состоянии и неисправностях оборудования на экран дисплея кабины управления;
- салоны вагонов оборудованы системой видеонаблюдения, обеспечивающей мониторинг внутренней обстановки в вагоне. Информация от камер внутреннего видеозобра передается в ситуационный центр для принятия решений. Система видеонаблюдения включает также камеры наружного мониторинга, установленные на головных вагонах с выводом изображения на монитор пульта управления;
- установлена сигнализация открытия – закрытия пассажирских дверей;
- двери салона оборудованы системой противозажатия пассажиров;
- в каждый состав запроектировано межвагонное ограждение.

Одним из важнейших приоритетов разработки конструкции новых вагонов было обеспечение пожарной безопасности. С этой целью в вагонах 81-760, 81-761 предусмотрены:

- установки автоматической системы обнаружения и тушения пожаров типа «Игла»;
- системы аварийной эвакуации пассажиров вдоль поезда на путь;
- использование негорючих и трудногорючих материалов внутреннего оборудования вагонов;
- исключение потенциальных источников загорания – деревянных деталей и конструктивов, коллекторных тяговых двигателей, внедрение источников питания систем вагонов на базе электронной техники.

Конструкция новых вагонов позволяет существенно повысить эксплуатационные показатели. Надёжность и долговечность достигается за счет:

- широкого применения электронной техники со 100-% резервированием основных систем управления оборудованием вагонов;
- наработки на отказ оценивается в 60 тыс. км пробега в эксплуатации;
- увеличения срока службы вагонов до 35 лет.

Вагоны 81-760, 81-761 оснащены прогрессивным асинхронным электроприводом и микропроцессорной системой управления, что обеспечивает:

- снижение удельного энергопотребления на тягу до 10 %;
- экономию электроэнергии при наличии рекуперации до 15 %.

Конструкция новых вагонов в связи с изменением системы периодичности технических обслуживаний и ремонтов позволяет снизить их трудоёмкость на 40 % по сравнению с существующими вагонами.

В настоящее время опытный поезд из вагонов моделей 81-760, 81-761 проходит приёмочные испытания в Московском метрополитене.



Салон вагона



Кабина машиниста

Основные технические параметры вагонов	81-760	810-761
Максимальная вместимость из расчета 10 чел./м ²	300 чел.	320 чел.
Число мест для сидения, не менее + для инвалидной коляски	39+1	44
Длина вагона по торцам автосцепок, м, не более	21	20
Конструкционная скорость, км/ч	90	
Максимальное ускорение, м/с ²	1,3	
Максимальное замедление, м/с ²	1,1	
Максимальный ток, потребляемый вагоном, А, не более	1000	
Мощность асинхронных тяговых двигателей, кВт	4×170	

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Г. М. Сандул, редактор журнала



Киевметрострой на продлении Куреневско–Красноармейской линии метрополитена на перегоне между станциями «Голосеевская» и «Василевская» на опытном участке длиной 200 м ведет укладку новой конструкции верхнего строения пути, разработанной польской компанией АО «TINES».



Президиум конференции. В центре: вице-президент корпорации «Укрметротоннельстрой» А. К. Охотников

Участники конференции



Вопросы внедрения новых технологий устройства верхнего строения пути метрополитена, направленные на снижение шума и вибрации, обсуждались на прошедшей с большим успехом 30 сентября – 1 октября 2010 г. в г. Киеве Международной научно-технической конференции. В ней приняли участие специалисты проектных, строительных и эксплуатационных организаций из Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, Харькова, Донецка, Минска, Самары, Екатеринбурга, Казани, Алматы, Баку, а также польские инженеры и ученые.

Организаторы конференции – Украинская государственная корпорация по строительству метрополитенов и тоннелей «Укрметротоннельстрой» и польская компания АО «TINES».

Открыл конференцию первый вице-президент корпорации *Охотников Александр Константинович*. Он представил собравшимся всех участников, познакомил с работой конференции и пожелал успешной и плодотворной работы.

С докладом на тему «Киевметрострой – лидер строительства метрополитена в Украине» выступил президент корпорации «Укрметротоннельстрой» *Петренко Владимир Иванович*. Он рассказал о том, как начиналось и развивалось строительство метро в г. Киеве.

– 60 лет назад, в 1949 г., среди многочисленных профессий работников народного хозяйства Украины появилась новая необычная профессия – метростроевец. Основному составу кадров – местной молодежи – предстояло учиться методам прокладки тоннелей, возведению станций, укладке пути, работе с оборудованием. В этом большую помощь оказали представители Москвы и Ленинграда.

Для определения направления линии метро специалисты Киевского филиала института «Метрогипротранс» долгое время изучали интенсивность движения киевлян в различных районах города. Этот анализ и лег в основу прокладки трассы метро, указал, где целесообразно возводить станции.

Так начиналось сооружение третьего в Союзе – Киевского метрополитена.

Ни на один день не прекращались работы. Было задействовано сотни единиц техники и оборудования.

При проходке тоннелей постоянно сталкивались с трудностями – своеобразный рельеф местности, пльвуны, сложные гидрогеологические условия. Все влияло на график выполнения работ. Тогда пришлось совершенствовать технику и технологические процессы. Так, киевскими инженерами был спроектирован новый механизированный щит для проходки тоннелей в спондилловых глинах. Это позволило увеличить скорость проходки с 3 до 12 м/сут.

После 11 лет напряженного труда 6 ноября 1960 г. был открыт первый участок Святошино-Броварской линии протяженностью 5,2 км с пятью станциями.

Строительство Киевского метрополитена – свидетельство постоянного сотрудничества передовой инженерной мысли, науки и техники. Например, замена тубинговой обделки железобетонной. Этот метод мы считаем нашим, киевским, и он запатентован как изобретение.

Интересен способ сооружения промежуточного вестибюля станции «Арсенальная» (22 м в диаметре с общим объемом цилиндра около 8 тыс. м³). По предложению группы специалистов вестибюль был возведен на поверхности и после замораживания пльвунов и неустойчивых пластов, его опустили на проектную глубину.

Все наши нововведения и разработки находят применение в других городах Украины. Например, при сооружении вертикальных, горизонтальных и наклонных водоводов сечением до 100 м² при возведении Днепровской гидроаккумулирующей станции.

Большой объем работ выполнен при освоении подземного пространства города. Начиная с 2000 г. метростроителями Киева созданы торговые площадки в подземных переходах под Крещатикум и на Площади Славы, на ст. «Академгородок» и др.

Уникальный объект, который в 2001 г. был поручен Киевметрострою, – сооружение надземной и подземной части общественно-культурного центра на Майдане Независимости. В его состав входят монумент в честь провозглашения независимости Украины, подземный музейно-выставочный и торговый комплексы с пешеходными переходами к вестибюлю одноименной станции метро.

ОАО «Киевметрострой» построило также немало других подземных объектов различного назначения.

Украинские метростроители пережили различные времена и перестройки, но выстояли, сохранив свой потенциал.

За 60 лет проложено 66 км линий метрополитена, возведено 46 станций. Сейчас завершается строительство участка Курневско-Красноармейской линии длиной 4 км с тремя станциями. Продолжается освоение подземного пространства.

Уверен, что проходящая конференция послужит развитию прогресса в тоннелестроении.

В ноябре 2010 г. Киевскому метрополитену исполняется 50 лет. Становлению, его развитию, надежности, безопасности и комфорту перевозки пассажиров был посвящен доклад и. о. начальника КП «Киевский метрополитен» Федоренко Владимира Ивановича.

– Реальное воплощение в жизнь идея строительства метрополитена в г. Киеве получила лишь в послевоенные годы. В 1949 г. были заложены первые шахты, в декабре 1951 г. состоялась первая сбойка, а в 1960 г. сдали в эксплуатацию первый участок линии метро протяженностью 5,2 км с пятью станциями. Длина платформ составляла 105–107 м, поэтому у машинистов возникала проблема остановить поезд в её пределах.

Парк подвижного состава состоял тогда из 24 вагонов. За сутки проходили 74 поезда. Объем пассажироперевозок в первые месяцы эксплуатации был небольшим. Депо находилось на станции «Днепр», но оно было временным.

С дальнейшим развитием города развивался и Киевский метрополитен. Сейчас уже эксплуатируется три линии общей длиной 66 км.

В настоящее время парк подвижного состава насчитывает 630 вагонов, из них 5 специальных; на станциях смонтировано 115 эскалаторов; 68 электроподстанций обеспечивают работу метрополитена. Среднесуточные перевозки – 1 млн 400 тыс. человек. Самая нагруженная станция – «Вокзальная» – 65 тыс. пассажиров в день только на вход.

Три электродепо производят все виды ремонта подвижного состава. График перевозок выполняется на 99,6–99,7 %.

Метрополитен оборудован системами автоматического регулирования скорости, радиосвязи, диспетчерской централизации, управления перевозочным процессом с помощью современной микропроцессорной техники, системами теленаблюдения, прохода пассажиров по льготным карточкам и др.

В последние годы началось использование вагонов отечественного производства. На данный момент эксплуатируются 20 вагонов, а к концу текущего года должны поступить еще 10. Они отличаются более современным дизайном: дополнительной вентиляцией кабины машиниста и пассажирского вагона, принудительно-приточной вентиля-



Президент корпорации «Укрметротоннельстрой» В. И. Петренко



И. о. начальника КП «Киевский метрополитен» В. И. Федоренко

цией, более удобной системой управления поездом, в вагонах предусмотрены места для размещения инвалидов.

Украиной также освоено производство эскалаторов, которые успешно эксплуатируются на некоторых станциях.

На Сырецко-Печорской линии, на участке в 500 м уложен виброзащитный путь, конструкция которого разработана ВНИИЖТом.

В целях безопасности перевозок создана также технология укрепления тоннелей на участках с неустойчивыми грунтами, где происходит проседание путей, и машинистам приходится снижать скорость.

В текущем году разработана комплексная программа развития Киевского метрополитена до 2020 г.

Проблема влияния шума и вибрации от движения поездов сегодня очень актуальна. Результат проходящей конференции будет исключительно полезен для технического развития метрополитенов. Применение разработанных решений окажет положительное влияние на окружающую среду, повысит комфорт и безопасность перевозки пассажиров.

О виброзащитных конструкциях верхнего строения пути, запроектированных в последние годы и применяемых на Киевском метрополитене, рассказал директор института ГП «ПИ Укрметротоннельпроект» Янкин Виктор Владимирович.

– Начиная с 2002 г. на метрополитене г. Киева приступили к массовой укладке верхнего строения пути на железобетон-

фото Ефимова Ольга

фото Ефимова Ольга



фото Ефимова Ольга

Директор института ГП «ПИ Укрметротоннельпроект» В. В. Яникин



фото Ефимова Ольга

Председатель правления АО «TINES» Т. Шуба

ных опорах, что сократило использование дефицитной древесины, ускорило темпы строительства и снизило стоимость работ по монтажу пути.

Для изоляции рельса в этой конструкции используется резиновая прокладка толщиной 14 мм, состоящая из двух частей. Тем самым снижается жесткость пути, и рельс электроизолирован от основания пути и конструкции тоннеля. Но такой путь применим только там, где нет необходимости гасить вибрацию.

Проблемой эффективного виброгашения институт начал заниматься с конца 90-х гг. Была спроектирована конструкция пути на лежневом основании.

Железобетонный лежень представляет собой брус длиной 2,22 м, шириной 600 мм и высотой 200 мм. Он лежит на четырех опорах – это две клиновидные резины, которые можно смещать относительно друг друга. Тем самым, можно выравнять как горизонтальное, так и вертикальное положение бетонного бруса, и за счет этого достигается гашение вибрации, которое возникает от движения поездов. Конструкция многодельная, сложная в исполнении. В эксплуатации, особенно первого участка, выявилось много негативных сторон. Однако главное её преимущество – высокий уровень снижения вибрации.

Мы с удовлетворением познакомились с конструкцией верхнего строения пути, ко-

торую предлагает фирма «TINES». Опытный участок уже заложен. Надеемся после испытаний получить положительные результаты по снижению шума и вибраций. Тогда можно будет решать с заказчиком вопрос о её массовом внедрении.

Тема выступления председателя правления АО «TINES» *Томаша Шубы* – «Новаторские решения в устройстве верхнего строения пути».

– Компания «TINES» является производителем инновационных решений для транспортного строительства, которые проведены за период многолетней эксплуатации в Западной Европе.

Предложение TINES включает в себя конструкционные системы верхнего строения пути. Все её элементы производятся на заводах Польши.

Применение систем TINES влияет на уровень эксплуатационной надежности конструкции и геометрическую планировку за счет снижения динамического воздействия транспортных средств на верхнее строение пути, благодаря эластичному креплению рельсов.

Использование безбалластных конструкций до минимума сокращает нарастание вертикальных и горизонтальных неровностей верхнего строения пути.

Системы TINES отличаются высоким качеством материалов: заливочных масс, сплошных рельсовых прокладок, виброизоляционных матов в основании пути, а также прочностью сборных железобетонных элементов.

Расходы, предназначенные на содержание верхнего строения TINES, в несколько раз ниже, чем при традиционных решениях.

Кроме того, системы TINES ограничивают неблагоприятное воздействие, создаваемое движением транспортных средств, а также поездов метрополитена, в особенности на урбанизированных территориях. Применение эластичных элементов верхнего строения пути – смоляных заливочных масс и виброизоляционных матов, обеспечивает эффективное гашение колебаний и шума.

Решения TINES, основанные на эластичном креплении рельсов, снижают негативные воздействия на пассажиров и окрестности трасс в виде шума и колебаний.

Прочность предлагаемых систем зависит, прежде всего, от высокого качества используемых материалов и изделий (заливочные массы, сплошные подрельсовые прокладки

из полиуретановых композитов, виброизоляционные маты), а также от высокой прочности бетонных элементов (сборные железобетонные плиты или плиты, выливаемые на месте застройки, сборные опоры).

Системы эти характеризуются также высокой стойкостью к воздействию атмосферных условий, таких как температура и солнечная радиация, а также химических веществ (солей, масел, смазок).

Стабильность и неизменность положения пути при безбалластной конструкции исключает рост динамических взаимовлияний пути и рельсового транспортного средства, благодаря чему как комфорт езды, так и износ рельсов и колес подвижного состава ограничены.

Упругое закрепление рельса ограничивает возникновение колебаний транспортного средства, в особенности диска колеса, которые являются одним из главных источников распространения вибрации.

В местах, где необходима особая виброизоляция (в частности на мостах, виадуках, в тоннелях урбанизированных зон), эффективным решением является введение в конструкцию пути виброизоляционных матов, которые создают барьер на пути распространения колебаний от верхнего строения пути к его основанию и далее, через почву, к строениям, расположенным вблизи трассы.

Электрическая изоляция рельсов предотвращает возникновение блуждающих токов, и, следовательно, коррозию стальных элементов, расположенных вблизи полотна. Высокая электрическая изоляция заливочных масел Edilon Corkelast® и виброизоляционных матов, а также прирельсовых и подрельсовых профилей имеет особое значение при применении в верхнем строении путей метрополитена.

Сокращение времени монтажа верхнего строения пути позволяет использовать готовые сборные опорные блоки. Поставляемые на место строительства опорные блоки, после закрепления на них рельсов и регулировки положения рельсовых нитей, заливаются бетоном фундамента.

Предлагаемые нашей компанией системы обеспечивают постоянное положение рельсов по отношению друг к другу во время эксплуатации, сохраняя постоянную ширину пути, а также устраняют горизонтальные и вертикальные неровности пути и продольное перемещение рельсовых нитей.

Требования по безопасности, а также достижению эффективного проведения спасательных акций, заставили конструкторов искать новые решения конструкций верхнего строения пути. Его доступность имеет особое значение в тоннелях и подземных станциях. Предлагаемая нашей компанией система изолированного рельса – система ERS отвечает этим требованиям, что подтверждено в ряде реализаций по всей Европе.

Преимущества системы:

- эластичность и гашение колебаний больше, чем в балластных конструкциях;

- возможность подбора свойств гашения колебаний в зависимости от местных условий;

- отсутствие необходимости применения специальных систем эластичного крепления рельсов;

- отсутствие необходимости анкерного крепления рельсовых опор к основанию;

- бетонные блоки большой прочности;
- стойкость соединения бетонного опорного блока с гнездом и основой пути к воздействию влаги, мороза, коррозии;

- возможность регулирования положения рельса в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

- простой и быстрый монтаж пути;

- отсутствие необходимости анкерного крепления опор к основанию;

- небольшая высота конструкции полотна вместе с основанием;

- эффективная электрическая изоляция рельсов;

- свободный доступ к рельсам и креплениям;

- минимальные расходы на эксплуатацию;

- прочность не менее 30 лет.

На эксплуатационных условиях, влияющих на конструкцию верхнего строения пути, применяемого в метрополитене, остановился доктор технических наук из Варшавского политехнического института *Войцех Олексевич*.

– Безопасность движения по рельсовым путям зависит от множества факторов, в том числе от конструкции и геометрической укладки путей. Прочность и эксплуатационная надежность конструкции обеспечивается путем ограничения воздействия транспортных средств на полотно благодаря эластичному креплению рельсов.

Нарастание неровности пути – это характеристика балластных конструкций пути, которая вызывает необходимость периодически регулировать их положение. Это влечет за собой увеличение расходов на содержание и перебои в эксплуатации. Чтобы избежать подобных неудобств, целесообразно применять безбалластные конструкции, которые в незначительной степени ограничивают нарастание неровности пути.

Движение поездов вызывает колебания воздуха, которые оказывают неблагоприятные воздействия в виде шума и вибраций на близлежащие здания. Кроме того, поезд является источником вибраций, влияющих на состояние рельсового полотна.

Исключить или существенно ограничить это воздействие возможно благодаря применению предлагаемых компанией «TINES» систем ERS или EBS и виброизоляционных матов.

Упругое основание рельса ограничивает возникновение вибраций транспортного средства, в частности, диска колеса, которые являются основным источником шума. Существенным фактором, ограничивающим эмиссию акустических вибраций, является изоляция боковых поверхностей рельса с применением стабильной эластичной смолы Edilon Corkelast. Данное решение по сис-

теме ERS, когда она выступает и как сплошная опора, исключая вторичные прогибы (источник вибраций), и как крепеж рельса, позволило создать благоприятную модель работы полотна и обеспечить отличные параметры глушения вибрации и шума.

Достоинства системы ERS:

- ограничение эмиссии шума, т. к. заливочная масса закрывает боковую поверхность рельса;

- глушение вибраций, воздействующих на окрестности трассы, повышение комфорта и безопасности движения;

- исключение вторичного прогиба рельса;

- устранение необходимости непосредственного закрепления рельса благодаря высокой и прочной адгезии заливочной массы к бетону;

- обеспечение эффективной электрической изоляции рельса;

- прочность полотна благодаря использованию высококачественных материалов и герметичному соединению рельса с фундаментом с помощью изоляции, отличающейся высокой адгезией;

- быстрый и технологически простой монтаж пути;

- небольшая строительная высота вместе с фундаментом.

С докладом на тему «Закономерные особенности редукации вибраций, возникающие от подвижного состава метрополитена» выступил доктор технических наук, профессор Краковского политехнического института *Стефана Кшиштоф*.

– Одним из негативных факторов, сопутствующих рельсовому транспорту, являются колебания, возникающие во время движения железнодорожного подвижного состава, в местах соприкосновения колеса с рельсом.

Также, как в случае строительства или модернизации железнодорожных и трамвайных линий или линий метрополитена, так и в ситуации проектирования новых зданий в непосредственной близости от таких линий, должны быть выполнены (на основании измерительных данных, почерпнутых из баз данных) следующие работы:

- прогноз ожидаемого уровня колебаний и оценка их влияния на конструкцию зданий и находящихся в них людей;

- указание (проектирование) методов снижения чрезмерного воздействия вибраций.

Отдельный вопрос – это воздействие колебаний на состояние верхнего строения пути (например, на узлы крепления).

Оценке подвергаются колебания, измеренные в соответствующих точках кон-



Д. т. н. Варшавского политехнического института В. Олексевич



Д. т. н., проф. Краковского политехнического института С. Кшиштоф

струкции или полученные в результате имитации расчетов на основании входных данных таких измерений.

Специфика динамических воздействий:

- представляют собой дополнительную нагрузку на здание – должны быть включены в расчетах прочности конструкции;

- на выбор точек измерения колебаний здания влияет информация о динамической работе его конструкции.

По этим причинам измерения и оценки динамических воздействий на окружающую среду должны осуществляться специальными бригадами при участии инженеров-строителей – специалистов в области динамики сооружений.

Что касается колебаний, производимых транспортными средствами, то здесь могут играть важную роль:

- вид и тип транспортного средства (трамвай, поезд);

- его собственный вес;

- балансировка элементов;

- степень нагрузки (загрузки) транспортного средства;

- вид системы рессорного подвешивания;

- состояние транспортного средства;

- способ передачи колебаний на рельс;

- межосевое расстояние между колёсными парами.

На уровень шума влияет и состояние верхнего строения пути (путь, основание пути), по которому движется транспортное средство, в частности:

- тип рельса (стыки рельсов, соприкосновение с колесом, передача нагрузки);

- способы опора, тип и их величина (деревянные шпалы, бетонные, поперечные, продольные, плиты и т. д.);

фото Ермаева Ольга

фото Ермаева Ольга



Шеф службы линии ООО «Варшавский метрополитен» Я. Петрус

- элементы, передающие колебания от рельса в окружающую среду (основание, конструкция нижнего строения пути и т. д.) – виброизоляция;

- вертикальная и горизонтальная жесткость верхнего строения пути;

- неровности, волнистость рельсов и т. д.

В случае подземных строений (железнодорожных тоннелей, тоннелей метрополитена) необходимо дополнительно учесть:

- воздействие конструкции тоннельной обделки (тип конструкции, вид материала, массы, гашения), через которую колебания распространяются наружу;



Конструкция верхнего строения пути, разработанная АО «TINES»

Перегон «Голосеевская» – «Василевская», где укладывается новая конструкция пути



- влияние заглубления тоннеля, в том числе соотношение между глубиной расположения тоннеля и уровнем основания зданий.

Основным и наиболее эффективным методом уменьшения влияния колебаний, создаваемых проходящими поездами метрополитена, является ограничение эмиссии в источнике колебаний, поэтому, в первую очередь, необходимо:

- поддержание в надлежащем техническом состоянии верхнего строения пути и колес подвижного состава и мониторинг колебаний;

- внедрение виброизоляции в конструкции верхнего строения пути.

Эффективность применения виброизоляции должна быть подтверждена заранее выполненным прогнозом колебаний. Копирование решения, которое оправдало себя на практике в другом месте, может оказаться нецелесообразным или даже привести к увеличению уровня колебаний.

Прогнозирование колебаний было проведено на Варшавском метрополитене и разработана методика их гашения.

И завершил выступления шеф службы ООО «Варшавский метрополитен» *Ярослав Петрус*. Он рассказал об устройствах верхнего строения пути в Варшавском метрополитене.

– Основным видом покрытия в тоннеле метрополитена является безбалластное покрытие на бетонном основании с пластическо-бетонными опорами. В тоннеле, соединяющем техническую станцию с первой стан-

цией метрополитена, была применена конструкция с деревянными шпалами.

Основные недостатки, которые были выявлены во время эксплуатации: выломы и трещины элементов, волнистость и выломы рельсов.

Диагностика верхнего строения пути включает в себя измерения основных параметров пути:

- горизонтальные и вертикальные неровности;

- ширину пути;

- разницу высот рельсовых ниток на прямых участках, а также наклоны в поворотах и на переходных кривых;

- расположение третьего рельса в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Принимая во внимание относительно малую глубину Варшавского метрополитена, существенное значение имеет уменьшение воздействия его на здания, расположенные вблизи линий, а также людей, пребывающих в них.

В сотрудничестве с Краковским политехническим институтом была разработана система постоянного мониторинга колебаний, вызванных поездами. В её состав входят измерительные датчики, размещенные в тоннеле и в соседних зданиях. Данные из них передаются на техническую станцию, где обеспечивается архивизация данных, а также их графическое представление, позволяющее выявить поезд, создающий сверхнормативные колебания. Данные из системы мониторинга являются основой к выводу поезда с линии и проведения профилактического ремонта.

На новых участках I и II линий введен принцип проведения на этапе проектных работ прогноза воздействия метрополитена на соседние здания. Результаты их являются основой к применению в конструкции верхнего строения пути дополнительных виброизоляционных мер, например, использование виброизоляционных матов, новых решений крепления рельсов.

1 октября было организовано посещение опытного участка, где ведется укладка новой конструкции верхнего строения пути.

Участники конференции от эксплуатационных служб выразили заинтересованность в ее внедрении и предложили более серьезно обсудить этот вопрос на ближайшем заседании рельсовой комиссии метрополитена. Также было высказано пожелание пригласить на эту комиссию представителей службы пути Варшавского метрополитена с целью обмена опытом.

Все участники выразили благодарность руководству корпорации «Укрметротоннельстрой» и председателю правления компании АО «TINES» за прекрасную организацию проведения конференции и презентацию новой конструкции верхнего строения пути.

Подробная информация об этой конструкции пути и технологии ее укладки будет опубликована в следующем номере журнала.



СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ СЛУЖБ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

В. Ф. Иванов, главный технолог Международной Ассоциации «Метро»

16 –17 июня 2010 г. на базе ЗАО «Плутон» (г. Запорожье, Украина) прошел семинар-совещание руководителей и специалистов служб электроснабжения метрополитенов СНГ.

В его работе приняли участие представители дирекций по строительству метрополитенов, специалисты профильных проектных институтов и заинтересованных предприятий: НИИ «Точной механики» (Санкт-Петербург), НИИ «Электропривод» (Москва), ЗАО «Лада-Флект» (г. Тольятти), ООО «Систек» (Москва), транснациональные компании: «Штайдер-Электрик», «АББ», «ИМАГ» (ОАО «СвязьКомплект») и др.

Основная часть семинара-совещания была посвящена разработкам принимающей стороны – ЗАО «Плутон».

В своем выступлении В. Ф. Иванов проинформировал об итогах круглого стола, прошедшего в рамках конференции «Пожарная безопасность электротехнических изделий: развитие нормативной базы в свете реализации требований Федерального закона № 123-ФЗ», состоявшейся в Москве 8 июня 2010 г., а также предложениях Ассоциации «Электрокабель»; осветил часто задаваемые вопросы от служб метрополитенов: СЦБ, эскалаторной, электромеханической, информационных технологий (ИВЦ). Он предложил возможные пути повышения надежности систем электроснабжения на основании анализа его текущего состояния (в частности, о работах по внедрению единого технологического времени для всех подразделений метрополитенов, переходу от релейных схем управления электрооборудованием к частотному регулированию и др.).

Коммерческий директор ЗАО «Плутон» Д. Е. Овсяникер выступил с докладами: «Новые решения в области энергообеспечения метрополитенов (тяговые подстанции, контактная сеть)» и «Концепция поставки и основные особенности оборудования для тяговых подстанций и контактной сети 825В метрополитенов».

Участники семинара были ознакомлены с продукцией ЗАО «Плутон», а также с образцами серийно производимого и вновь разрабатываемого оборудования для объектов электроснабжения метрополитенов:

- распределительными устройствами постоянного тока РУ-825 для тяговых одстанций, а также для тоннелей и депо метрополитена;
- комплектными распределительными устройствами среднего напряжения типа UniGear серии ZS-1;
- низковольтными комплектными распределительными устройствами переменного и



Семинар-совещание открыли генеральный директор ЗАО «Плутон» С. И. Сечин (слева) и главный технолог Международной Ассоциации «Метро» В. Ф. Иванов

постоянного тока для метрополитенов (КРУ-0,4к, КРУ-0,23к; АТДП, ЩПТ-220);

- выпрямителями серии В-ТПЕД для тяговых подстанций метрополитена;
- зарядно-выпрямительным устройством ВТЕУ;
- шинными разъединителями серий EST/EDT.

Во время обсуждения продукции ЗАО «Плутон» участники семинара-совещания отметили следующее.

Компания «Плутон» сертифицирована по системе менеджмента качества ISO 9001:2008.

Силовая часть распредустройства, так же, как и все оборудование тяговой подстанции, входящее в комплект поставки ЗАО «Плутон», выполнена с применением технологии необслуживаемых контактных соединений. Благодаря этому при эксплуатации распредустройств серии РУ-825 нет необходимости в контроле, периодической подтяжке, зачистке контактных соединений.

Стабилизация контактного соединения повышает пожаробезопасность распредустройств и подстанции в целом.

Предлагаемые к поставке на метрополитены ТП и СТП оснащены системами АСУ ТП, контроля и визуализации состояния оборудования, приборов и кабелей, а



Выступает коммерческий директор ЗАО «Плутон» Д. Е. Овсяникер

также имеют возможность подключения к действующим или разрабатываемым на метрополитенах системам единого времени и сетям ВТ, с выходом на ситуационный центр.

Заложенный в основу конструкции изделий принцип невмешательства персонала в процесс переключений существенно повышает надежность коммутирующих аппаратов, т. к. в большинстве случаев, последние выходят из строя из-за приложения чрезмерных усилий или при ошибочных действиях персонала при управлении разъединителями вручную.

Учитывая отзывы об оборудовании нового поколения производства ЗАО «Плутон» от служб электроснабжения метрополитенов г. Киева, Харькова, Минска, Баку, а также на основе предоставленной информации, мате-



Знакомство участников совещания-семинара с производством ЗАО «Плутон»

риалов и документов, участники семинара-совещания решили следующее.

1. Признать производство ЗАО «Плутон» удовлетворяющим техническим требованиям, предъявляемым к оборудованию тягового электроснабжения метрополитенов.

2. Позитивно оценить концепцию создания предлагаемого ЗАО «Плутон» комплекса тяговых и совмещенных тягово-понижительных подстанций с использованием оборудования нового поколения.

Учитывая уменьшенный габарит оборудования производства ЗАО «Плутон», рекомендовать применение оборудования ЗАО «Плутон» для нового сооружения тяговых подстанций метрополитена с целью экономии места и снижения расходов на капитальное строительство.

3. Для повышения безопасности во время регламентных и ремонтных работ, рекомендовать применение в оборудовании постоянного тока 825В заземляющих однополюсных разъединителей, управляемых электрическими сервоприводами.

4. Рекомендовать для защиты тяговых сетей метрополитенов от токов короткого замыкания и недопустимых перегрузок, анализа произошедших аварийных процессов, мониторинга параметров тяговой сети использование (как одно из возможных) системы мониторинга тяговой сети SMTN-2-1,0-10 производства ЗАО «Плутон»

5. Считать целесообразным внедрение разработок ЗАО «Плутон» и других предприятий в построении ТП и СТП метрополитенов: автоматизированных систем управления, регулирования параметров электросети, контроля и диагностики состояния оборудования (в т. ч. подходящих и отходящих кабелей), обработки и архивирования данных в режиме единого времени, визуализации контролируемых параметров.

На семинаре-совещании также выступили: ведущий специалист ЗАО «Лада-Флект» (г. Тольятти) Э. М. Жданов с докладом «Уст-

ройство и особенности подбора частотно-регулируемого привода (ЧРП) для управления энергоемким оборудованием (вентиляторами, эскалаторами и др.). Работа ЧРП в системе электроснабжения метрополитена». В докладе отмечалось, что замена традиционной релейно-контакторной схемы на ЧРП позволяет:

- повысить КПД привода до 100 %;
- обеспечить высокое качество и стабильность электроэнергии на привод, независимо от ее качества в электросети;
- исключить возможные резонансные частоты на электроприводе;
- применять для питания привода электрокабели более низкого сечения (из-за отсутствия пусковых токов);
- использовать более высокую нагрузку для питаемого электропривода в аварийных ситуациях (турборежим).

Главным отрицательным моментом является возможность появления высокочастотных помех и импульсных токов как в схеме управления электроприводом, так и в питающей сети метрополитена. В связи с этим важно предусматривать их дополнительную защиту.

Руководитель отдела телемеханики ООО «СистеК» (Москва) А. В. Якунин рассказал об инновационной системе контроля температуры кабельных линий с целью обнаружения точек их возможного пробоа и предупреждения загорания в тоннелях, метрополитенах, на паркингах и т. п.

Тема доклада технического ТМО ОАО «Аком-Академия» (г. Киев) группы компаний ИМАГ В. В. Кольцова – «Актуальные проблемы содержания кабельных линий. Современные технологии испытания силовых кабелей. Вопросы электробезопасности в метрополитенах». Он обратил внимание участников семинара на вопросы:

- испытания новых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена;
- испытания старых кабелей, которые в достаточном количестве продолжают

использоваться в подземных тоннелях и коммуникациях;

- диагностики кабельных линий и предотвращения развития дефектов в них;
- отказа от замены испытания старых кабельных линий и диагностики всех вновь проложенных.

Решение и ориентирование в этих вопросах, – отметил В. В. Кольцов, – придаст структуре метро еще одну степень надежности и уверенности в завтрашнем дне.

Он также проинформировал участников семинара-совещания, что инициативной группой, наряду с просьбой о разработке новых методов испытаний, в ОАО «ХОЛДИНГ МРСК» (межрегиональная распределительная сетевая компания) и ОАО «ФСК ЕЭС» (Федеральная сетевая компания) внесен документ о необходимости создания методик и стандартов диагностики кабельных линий.

На данный момент, руководствуясь опытом диагностики европейских стран и МРСК, группа ИМАГ выделяет следующие положения диагностики:

- проводить ее на частоте до 200 Гц;
- напряжение – до $2U_0$;
- критерий – уровень зажигания ЧР и его величина.

Тенденция всех нормативных документов на данный момент направлена:

- на отказ от испытаний старых линий;
- обязательную диагностику ХРЛЕ кабелей при их прокладке (как показывает практика, самое большое количество критичных ЧР возникает в концевых и соединительных муфтах).

Участники семинара-совещания в режиме круглого стола обменялись имеющимся у них опытом в решении вопросов:

- снижения коэффициента пульсации в сетях электроосвещения с помощью электронных ПРА и применения светильников на светодиодах;
- работы электрических сетей в случае возникновения некоторых аварийных ситуаций;
- ограничения «блуждающих» токов;
- контроля качества электроэнергии в сетях метрополитенов;
- компенсации реактивной энергии.

Учитывая специфику построения сети электроснабжения метрополитенов и вызванную этим неизбежность появления в ней резких высокочастотных импульсных помех, с целью их снижения, рекомендовать использовать опыт коллег, а также:

- изучить, с целью возможного применения, предложения компании ООО «СистеК» по внедрению оборудования на базе контроллера серии OTS для обнаружения пожара, а также диагностики состояния КЛ в тоннелях и на станциях метро и разработки группы ИМАГ по современным технологиям испытания силовых кабелей;
- с учетом достижения научно-технического прогресса, поддержать предложения группы компаний ИМАГ по изменению действующих нормативных документов в разделах испытаний электрокабелей.