

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета

В. А. Брежнев

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,
Ю. Е. Крук, В. Г. Лернер,
С. Ф. Панкина, Г. Я. Штерн

Редакционная коллегия:

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Тоннельная ассоциация России

тел.: (495) 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 верстка

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», 2008

№ 2 2008

Панорама

2

Метрополитены

Перспективы развития метрополитенов в городах России до 2020 года

6

Ю. Е. Крук

Опыт внедрения и эксплуатации комплексной системы «Движение» в метрополитене г. Казани

9

К. Б. Потапов

Целевой энергомониторинг энергоучётных центров транспортных предприятий

12

В. Н. Громов, Л. А. Белякова

Выставки и конференции

Электроника-Транспорт 2008

14

В. Ф. Иванов, В. Н. Курьшев

Специальные способы работ

Крепление грунтов инъекционным способом

16

Г. О. Смирнова, В. Г. Голубев, А. В. Комиссаров

Искусственное замораживание грунтов при сооружении межтоннельной сбойки

20

И. Н. Тараненко, К. П. Никифоров,
В. Н. Киселев, Е. А. Деспляны

Устойчивость выработки, пройденной с опережающей крепью кровли и лба забоя в протерозойских глинах

24

Ю. С. Фролов, А. А. Ларионов

Испытание конструкций

Исследование конструкции плиты автопроезда Серебряно- борских тоннелей на нагрузки от транспортных средств

28

В. Е. Меркин, Е. В. Щекудов, А. М. Страхов,
А. И. Васильев, М. Л. Хазанов, О. В. Иванова

Гидротехнические сооружения

Подземный комплекс Рогунской ГЭС в Таджикистане

32

В. Н. Жуков

В Тоннельной ассоциации России

V Отчётно-выборная конференция

36

СОДЕРЖАНИЕ

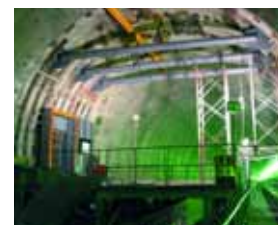


ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Начало работ по вскрытию сбойки в Серебряноборском тоннеле, для проходки методом иектирования, читайте на с. 16

ПЕРВЫЕ СТАНЦИИ МЕТРО В КРАСНОЯРСКЕ ОТКРОУТСЯ В 2012 Г.

В 2012 г. в г. Красноярске могут быть введены в эксплуатацию первые три станции метро. Об этом 25 декабря 2007 г. на заседании рабочей группы строительного комплекса края рассказал директор Управления по строительству Красноярского метрополитена Игорь Степанович Иванов.

По его словам, на сегодняшний день удалось выполнить программу 2007 г., поставленную перед строителями в его начале. Всего освоено 630 млн руб., 588 млн из которых поступили из федерального бюджета, ос-

тальные – из бюджета края. На эти деньги пройдено 930 пог. м тоннелей между станциями «Высотная», «Улица Копылова» и «Вокзальная». Также выполнен ряд проектных работ.

И. С. Иванов также добавил, что минимальная программа по строительству метрополитена на 2008 г. базируется примерно на таких же суммах. Максимальная оценивается в 6 млрд руб. – по 3 млрд из бюджетов края и федерации.

«В текущем году, если получим финансирование в размере 6 млрд руб., мы выполним значи-

тельно больший объем работ, который позволит городу к 2012 г. иметь три станции метро – «Высотная», «Улица Копылова» и «Вокзальная», – рассказал Иванов. Протяженность первого участка метрополитена к этому году составит порядка 5,17 км, в двухпутном исчислении – 10,34 км. В эксплуатацию будут введены также различные объекты и здания метрополитена, откуда будет осуществляться управление поездами, а также электродепо.

К 2015 г., по словам Иванова, общую протяженность линий мет-

ро планируется довести до 9,07 км и сдать в эксплуатацию еще три станции – «Площадь Революции», «Проспект Мира» и «Ленинская» в районе реки Кача. Кроме того, сейчас рассматривается вопрос перехода метро на правый берег Енисея. «Есть вариант прокладки тоннеля под Енисеем на Предместную площадь, а также вариант строительства метрополитена через реку. Он сможет выполнять сразу две функции – обеспечивать пропуск составов метро, а также автомобильного транспорта», – отметил И. С. Иванов.



СТРОИТЕЛЬСТВО МЕТРОПОЛИТЕНА В ЧЕЛЯБИНСКЕ

Темпы строительства метро в г. Челябинске в 2007 г. выросли почти вдвое. Метростроители прошли около 1 км перегонного тоннеля против 568 м в 2006 г.

Главным событием ушедшего 2007 г. стало начало возведения станции «Комсомольская площадь», которая расположится под проспектом Ленина. Котлован разрабатывается открытым способом. По проекту его длина более 200 м, ширина 20 м, глубина – от 16 до 22 м. Разработка

займет не менее трёх лет. После вывоза грунта станцию «оденут» в монолитные железобетонные конструкции, а после засыпки котлована приступят к восстановлению проспекта Ленина. Отделочные работы на станции начнутся не ранее 2009 г.

В 2007 г. на прокладку метро направлено свыше 1 млрд руб. В 2008 г. на эти цели заложено уже 1,5 млрд руб. В планах метростроителей на текущий год – проложить не менее 1,5 км перегон-

ного тоннеля. Ускорению темпов строительства как минимум на 30–40 % будет способствовать приобретение нового горнопроходческого оборудования – это буровые и компрессорные установки, погрузочные машины, необходимые для ведения работ взрывным способом. Кроме того, совместно с муниципалитетом будет закуплен второй тоннелепроходческий комплекс «Ловат».

Строительство метрополите-

на в г. Челябинске началось в 1992 г., а проектные работы велись в 80-х гг. XX в. Первый пусковой участок первой линии метрополитена предусматривает сооружение около 8 км перегонных тоннелей и четырёх станций: «Комсомольская площадь», «Площадь Революции», «Торговый центр» и «Проспект Победы». Проходка перегонных тоннелей активно ведётся с августа 1997 г. За этот период проложено более 2 км.



ТПМК «ЛОВАТ» ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ МЕТРО В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Фирма «Lovat» и подрядчик «Мосметрострой» подписали контракт на поставку модернизированного ТПМК с грунтовым пригрузом забоя 21801 серии ME238SE. После окончания работ на своем первом объекте – строительстве Доклендской ветки ЛРТ в Лондоне, этот ТПМК диаметром 6 м будет использоваться для строительства метрополитена в Нижнем Новгороде. Ему предстоит пройти два тоннеля протяженностью 1,4 км с максимальным уклоном 4,5 %. Весь участок проходки расположен ниже уровня грунтовых вод (толщина водонасыщенного слоя над уровнем дна тоннеля изменяется от 9 до 35 м). Геологические условия представлены глинистыми, суглинистыми и песчаными осадочными отложениями. Кроме того, присутствуют осадочные породы, состоящие из мергеля, песчаника, алев-



ролита и нескольких слоев доломита с прослойками песка. Толщина грунта над сводом тоннеля составляет от 10 до 42 м. В данный момент комплекс уже находится в Москве где происходит полная модернизация под контролем специалистов фирмы «Lovat», в ходе которой он будет оснащен новым исполнительным органом для проходки в смешанных породах. Предположительно, проходческие работы начнутся во второй половине 2008 г.



СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ НОВОСИБИРСКОГО МЕТРО

В декабре 2007 г. в Управлении Новосибирского метрополитена состоялась презентация новой системы видеонаблюдения. Реализация проекта «Системы видеонаблюдения на станциях Новосибирского метрополитена и передачи видеоинформации в ситуационный центр» входит в городскую целевую программу «Безопасность Новосибирского метрополитена», рассчитанную на 2006–2008 гг.

Внедрение её позволит отслеживать ситуацию в кассовых залах, переходах, служебных мостиках, проходах в тоннель, на платформах, эскалаторах и входах в метро. Это поможет сотрудникам охраны и диспетчерской службы оперативно реагировать на возникновение ситуаций, представляющих угрозу безопасности пассажиров и персонала метрополитена, а также фиксировать факты воровства и вандализма.

Напомним, что в 2006 г. были проведены конкурсы на проектирование системы видеонаблюдения. Победителями стали ЗАО «Новосибирскметропроект» и ООО «Формула безопасности – Западная Сибирь». По итогам проведенного в мае 2007 г. конкурса на строительство системы муниципальный контракт был подписан с ООО «Интех-НСК».

В первый этап реализации проекта вошли работы по оснащению инженерного комплекса и помещений пяти станций метрополитена («Площадь Маркса», «Речной вокзал», «Площадь Ленина», «Красный проспект», «Засельдовская») технологическим оборудованием: видеокамерами, мониторами, устройствами передачи данных, линиями связи и др. В дальнейшем и остальные станции метро также будут оснащены данными системами.



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АЛЬЯНС КОМПАНИЙ «ЛОВАТ» И «КАТЕРПИЛЛАР»



Рик Ловат, президент «Ловат Инк»

«Как президент и генеральный директор компании, я понимал, что для удовлетворения существующего спроса в ближайшие пять-десять лет нам следовало удвоить свои мощности, ресурсы и численность персонала. Если бы мы оставались на нашей базе здесь, в Торонто, это было бы не просто и требовало бы значительных капиталовложений. С помощью Caterpillar мы можем получить эти ресурсы, не теряя своей индивидуальности. Мы остаемся сами собой — название сохраняется; мы не изменяем характер нашей деятельности; мы продолжаем базироваться в Торонто; мы по-прежнему сами выбираем свою стратегию работы; мы сохраняем всех наших сотрудников; никаких изменений в руководстве — все это было условием при переговорах. Разница

состоит в том, что для движения вперед мы заключаем партнерство не с безликим венчурным капиталистом или банком, заинтересованным прежде всего в отделении активов или максимизации прибыли без инвестиций, а со своими единомышленниками. У них, как и у нас, есть интересы во всем мире; они работают на крупных объектах гражданского строительства; у них похожие ценности и задачи, и они хорошо понимают природу отрасли. Что может не нравиться в такой сделке?»

Ричард Ловат, основавший семейный бизнес в 1972 году, также очень доволен этой переменной. Некогда скромный инженер-механик, иммигрировавший в Канаду из Италии, Ричард вместе со своим сыном Риком создал компанию с мировым именем, лояльной клиентской базой и репутацией специалистов, спо-

«Я на седьмом небе от счастья!» — такими словами Рик Ловат отозвался о приобретении его компании группой Caterpillar.— «Это гарантирует нам отсутствие проблем в будущем и сохранность наших традиций». Совершенная сделка существенно изменит расстановку сил на рынке ТПМК. Редактор TunnelTalk побеседовал с Риком и Ричардом Ловатами о причинах, сподвигших их на этот стратегический ход, направленный на более эффективное обслуживание бурно растущей тоннелестроительной отрасли, и о его преимуществах для обеих сторон.

(Данный материал предоставлен для публикации по просьбе и с разрешения ООО «ЛТС»)

собных успешно довести до конца самый трудный проект. Г-н Ловат-старший говорит: «Я видел, что происходит с рынком и с нашей компанией, и тот факт, что лидер отрасли выбрал нас в качестве партнеров в области тоннелестроения,—высшая оценка нашей работы. Они не собираются портить свою репутацию, и мы тоже. Они искали себе наилучших партнеров, и мы объединились с наилучшими».

Новость об объединении, которая на прошлой неделе произвела в тоннелестроительной отрасли эффект разорвавшейся бомбы, является хорошим индикатором направления развития отрасли. Данные о рынке держатся в секрете, но, по грубым оценкам, объем мировых поставок ТПМК со всем дополнительным оборудованием в настоящее время составляет более 1 млрд дол-

«Я видел, что происходит с рынком и с нашей компанией, и тот факт, что лидер отрасли выбрал нас в качестве партнеров в области тоннелестроения, — высшая оценка нашей работы», — говорит Ловат-старший

ларов США в год. Поскольку снижения объемов не ожидается, в ближайшие пять лет эта цифра может удвоиться и впоследствии останется достаточно высокой. Объем строительства подземной инфраструктуры в развивающихся странах вместе с ремонтом, заменой и расширением существующей инфраструктуры в развитых странах оценивается в многомиллиардные суммы, вплоть до триллионов долларов. Подавляющее большинство этих проектов приходится на городское строительство в мягких и смешанных грунтах — это именно тот сектор рынка, на котором специализируется Lovat. Стремление получить свою долю в этой высоко rentable деятельности подтолкнуло Caterpillar к поиску возможностей вхождения на рынок и диверсификации своего производства в интересах обширной

2 апреля компании Caterpillar Inc. и Lovat Inc. объявили о том, что Caterpillar приобрела Lovat — ведущего мирового производителя тоннелепроходческих комплексов, применяющихся при строительстве метрополитенов, железных и автомобильных дорог, канализационных коллекторов, водопроводов, напорных водоводов, входных тоннелей для шахт, тоннелей для прокладки высоковольтных кабелей и телекоммуникаций.

«Совершая это приобретение, компания Caterpillar намеревается выйти на стремительно растущий тынок тоннелепроходческих комплексов; это превосходный стратегический ход для наших компаний и клиентов во всем мире», — заявил Стю Левеник, президент группы Caterpillar.

Централизованная и глобальная сеть закупок комплектующих, имеющихся у компании Caterpillar, ее научно-исследовательский потенциал, разветвленная сеть офисов в мире и опыт организации масштабных производственных процессов — доступ ко всему этому получит компания «Ловат» и, соответственно, выиграют ее заказчики.

клиентской базы компании во всем мире.

По словам Р. Ловата, инициатором переговоров стала

именно Caterpillar. «Они связались с нами примерно полтора года назад и сообщили, что, по результатам проведенных ими исследований, мы были для них идеальным партнером».

И этот союз вызывает большое доверие. Обе компании базируются в Северной Америке и, таким образом, имеют общие этические установки и модели ведения бизнеса; они подчиняются сходным законодательным системам; они говорят на одном языке; их международная деятельность будет управляться из страны с ведущей мировой экономикой; у них сходные опыт и, по-видимому, общие цели.

«Как и другие участники рынка, мы нуждались в деньгах и ресурсах для удовлетворения стремительно растущего спроса, и союз с Caterpillar является для нас наилучшей возможностью получить все это», — говорит г-н Ло-

ват. — «Нашим партнером становится один из крупнейших в мире производителей строительного оборудования, располагающий производственными мощностями по всему миру. Мы можем пользоваться достижениями активного научно-исследовательского отдела компании, ее высокой покупательной способностью и ее международной сетью технического обслуживания».

У других производителей есть опыт альянсов с банками и спонсорами, открытия совместных венчурных предприятий в других странах и поиска партнеров из числа отраслевых лидеров. Но если ряд других заметных поглощений и партнерств оказался неудачным, перспективы альянса CAT—Lovat представляются более радужными на пользу всему рынку. Так, поставка запчастей на этом перегретом рынке зачастую становится камнем преткновения при поставке ТПМК. В частности, главные подшипники являются товаром с длительным сроком реализации заявки в условиях растущей конкуренции военной и ветроэнергетической промышленности. Благодаря объединению с Caterpillar, Lovat

заручается поддержкой крупнейшего мирового покупателя промышленных подшипников со всеми преимуществами в плане ценообразования и гарантий поставки, которые она дает.

Как частная компания, Lovat не публикует ежегодных отчетов, но при более чем 250 ТПМК, поставленных в разные страны мира, и при наличии обслуживающих компаний в Европе и Китае сегодня в компании работают более 450 человек и, по словам генерального директора, «наша книга заказов на 2008 год отражает высокий спрос на рынке».

Согласно отчетам публично

торгуемой группы CAT, доходы компании в 2007 г. составили 45 млрд долларов США, а в 2008 г. ожидается их рост на 5–10 %; прибыль на акцию в 2007 году увеличилась на 5–15 %. О возможных приобретениях в отчете не говорится, но приведены следующие слова председателя и генерального директора Джима Оуэнса: «Мы ожидаем, что в следующем десятилетии тенденция к крупным инвестициям в инфраструктуру во всем мире сохранится, и для удовлетворения потребностей наших клиентов нам потребуются дополнительные мощности». На прошлой неделе

Крис Керфман, вице-президент группы, отвечающий за оборудование для горных и подземных работ, заявил: «Мы намерены усиливать наш международный бизнес за счет долгосрочных инвестиций в продукцию Lovat».

Наряду со строительным, землеройным и горным оборудованием (включая большой интерес к ленточным конвейерам), корпорация CAT с 80-летней историей и прославленным желтым логотипом производит также дизельные и газовые двигатели и промышленные газовые турбины. Кроме того, компания располагает собственными отделениями финан-

совых услуг, услуг по модернизации оборудования и услуг по логистике, а также имеет интересы в сфере технического обслуживания железных дорог в Северной Америке. Несмотря на то, что Caterpillar имеет обширную географию связей во всем мире, достоинством Lovat является многолетнее более основательное, чем у CAT, присутствие в ряде стран, включая Россию, что может облегчить вхождение CAT на эти рынки.

100-% приобретение компании Lovat группой CAT можно сравнить с камнем, брошенным в пруд. Круги только начали расходиться.

И. Уоллис, редактор Tunnel Talk

НОВЫЙ ЩИТОВОЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭСКАЛАТОРНОГО ТОННЕЛЯ



ботан специально для удаления вынуженного грунта, поступающего с двухступенчатого шнекового конвейера с двумя независимыми приводами. Особое внимание было уделено безопасности персонала, обслуживающего ТПМК, при работе с сегментами и подаче вспомогательных мате-

риалов. Когда ТПМК заканчивает проходку, его можно демонтировать изнутри тоннеля и транспортировать в обратном направлении. Фирма LOVAT спроектировала и произвела все системы, необходимые для этой операции. Геологические условия на участке проходки предположительно представлены карбонатными породами (доломитами и известняками), а также грунтами с включениями глины, мергеля, суглинка и супеси. Предполагается, что грунтовые условия будут смешанными на большей части участка проходки. Весь участок находится ниже уровня грунтовых вод; над уровнем дна тоннеля расположены три водоносных пласта. Максимальное давление воды и грунтового массива прогнозируется на уровне до 4,0 бар.

Сейчас ТПМК готовится к отправке в Россию, на место строительства; начало проходческих работ запланировано на лето 2008 года.

При проектировании ТПМК пришлось решить ряд специфических задач. Насос для вынуженного грунта высокой плотности разра-

ботан специально для удаления вынуженного грунта, поступающего с двухступенчатого шнекового конвейера с двумя независимыми приводами. Особое внимание было уделено безопасности персонала, обслуживающего ТПМК, при работе с сегментами и подаче вспомогательных мате-

риалов. Когда ТПМК заканчивает проходку, его можно демонтировать изнутри тоннеля и транспортировать в обратном направлении. Фирма LOVAT спроектировала и произвела все системы, необходимые для этой операции. Геологические условия на участке проходки предположительно представлены карбонатными породами (доломитами и известняками), а также грунтами с включениями глины, мергеля, суглинка и супеси. Предполагается, что грунтовые условия будут смешанными на большей части участка проходки. Весь участок находится ниже уровня грунтовых вод; над уровнем дна тоннеля расположены три водоносных пласта. Максимальное давление воды и грунтового массива прогнозируется на уровне до 4,0 бар.

Сейчас ТПМК готовится к отправке в Россию, на место строительства; начало проходческих работ запланировано на лето 2008 года.



Канадская компания «LOVAT» и американская «Intertorg, Inc», более 25 лет поставляющие на рынок России современные тоннелепроходческие комплексы и другое оборудование для подземного строительства, совместно создали специализированную компанию ООО «LOVAT Tunneling Systems» (LTS).

В задачи ООО «LTS» входит поставка ТПМК, вспомогательного оборудования, запчастей и расходных материалов, техническая поддержка заказчика, гарантийное и постгарантийное обслуживание, обучение персонала заказчика.

Реализовывать эти задачи будут следующие ключевые сотрудники:

- Ю. С. Рохлин – генеральный директор
- А. А. Ремизов – директор по маркетингу
- Т. В. Соболева – коммерческий директор
- Крейг Бёрнс – отдел продаж
- Тони Терсини – отдел региональных продаж
- Сергей Абрамов – менеджер проектов
- Константин Пузаков – менеджер проектов
- Денис Косенкин – менеджер проектов
- Пол Котт – руководитель сервисной службы
- Шон МакГро – главный технолог
- Альдо Якаса – руководитель отдела логистики
- Мила Севрюк – отдел логистики
- Джо Колиа – отдел запчастей

НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОМСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Весна 2008 г. войдет в историю омского метростроения как начало второго этапа возведения станционного комплекса «Библиотека им. А. С. Пушкина». Напомним, что станция расположена непосредственно под основной городской автомагистралью – улицей Красный Путь, перекрыть которую на время строительства просто невозможно, ведь автомобильное движение в центре будет парализовано. Поэтому все работы было решено разбить на два этапа.

Первый этап уже завершен: сооружены конструкции станционного комплекса, расположенные с двух сторон Красного Пути. Это – венткамера, камера съезда и часть второго вестибюля справа от магистрали (по направлению к центру города), вестибюль № 1, платформенный

участок, СТП и часть второго вестибюля – слева. Второй этап включает в себя устройство временной объездной дороги в форме кольца с переустройством контактной сети и изменением организации дорожного движения. Именно внутри кольца и будет вестись сооружение вестибюля № 2 и выходов из метро, совмещенных с подземными пешеходными переходами.

Тем временем продолжается сооружение платформенного участка – забетонировано 72 из 108 м будущей станции. Полным ходом ведется разработка котлована для строительства венттоннеля к венткамере, производится разборка верхнего слоя дорожной одежды внутри кольца. Нужно отметить, что в проекте реконструкции улицы Красный Путь, которую Мостовик выполнил осенью

минувшего года, в границах возведения станции. «Библиотека им. А. С. Пушкина» – это участок в 250 м, было предусмотрено и сполнение проезжей части. Здесь для удобства транспорта были уложены железобетонные плиты и один слой асфальта. Постоянная



«Машины, подобные Lovat RME238SE, в России уже есть – три комплекса работают в разных городах, – комментирует начальник СМУ № 4 В.П. Кивлюк. – Их системы управления очень похожи, различия лишь в диаметре и мощности двигателей. После пуска нового комплекса темпы строительства тоннелей вырастут в 3–4 раза».

конструкция дорожной одежды будет выполнена после завершения работ второго этапа строительства станции.

Все ближе друг к другу становятся станции «Кристалл» и «Заречная»: по данным на 25 марта пройдено 681 из 1551 м соединяющего их левого перегонного тоннеля. Совсем скоро темпы проходки значительно возрастут. В Ванкувере готовится к отправке в Омск тоннелепроходческий комплекс Lovat RME238SE наружным диаметром почти 6 м. ТПМК должен будет вести проходку от ст. «Кристалл» в сторону ст. «Заречной» вдогонку к отечествен-

ному щиту КТ 5,6 со скоростью 12 м/сут.

Вместе с ТПМК приобретена итальянская оснастка для производства высокоточных тубингов для обделки тоннелей. Их изготовление будет налажено на ЖБИ НПО «Мостовик» уже в мае.

На строительной площадке будущей станции метро «Заречная» погружено уже порядка 1200 т шпунта «Ларсен-5», разрабатывается грунт для устройства ярусов крепления котлована, ведется устройство тампонажного слоя из бетона его основания.

В конце марта завершено сооружение цокольного этажа инженерного корпуса.

Планы на год:


- завершение сооружения конструкций ст. «Библиотека им. А. С. Пушкина»;

- сооружение венткамеры, вестибюля № 2 и 48 из 108 м платформенного участка ст. «Заречная»;

- проходка левого перегонного тоннеля между станциями «Кристалл» и «Заречная» ТПМК Lovat RME238SE;

- вынос коммуникаций из зоны строительства станций «Кристалл» и «Соборная», организация строительной площадки для начала работ по возведению ст. «Соборная»;

- ограждение площадки электродепо и сооружение фундамента отстойно-ремонтного корпуса;

- возведение здания инженерного корпуса (10 этажей). 



Бетонирование свода ст. «Библиотека им. А. С. Пушкина»

НОВЫЙ АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННель В ЕРЕВАНЕ

Э. К. Безоян, директор ГУ КРП «Дорожное строительство», к. т. н., доцент

В настоящее время в столице Армении городе Ереване осуществляется вторая программа «Восстановление улиц г. Еревана» за счет гранта, предоставленного стране американским фондом «Линей», основателем которого является крупный бизнесмен Кирк Киркорян.

Программа включает реконструкцию ряда магистральных улиц, а также строительство новой в северо-восточной части города, соединяющей улицы Гераци, Сараланджи и Аветисяна с выходом на проспекты им. Маршала Баграмяна и им. Комитаса.

Основная цель строительства новой магистрали стоимостью порядка 18 млн долларов США – разгрузить центральную часть г. Еревана от транзитного движения в направлении с юга, юго-запада на север, северо-восток.


Объект протяженностью около 2,5 км включает несколько транспортных развязок в разных уровнях, а также строительство автодорожного тоннеля для обеспечения транспортной связи вновь прокладываемой магистрали с улицами Гераци и Мясникана.

Технические параметры тоннеля – габарит Г-8 с двумя проезжими полосами по 4 м, тротуары по 1 м с каждой стороны, продольный уклон 2,7–3 %. Тоннель находится на кривой в плане с переменным радиусом 60, 125 м, его длина – 180 п. м.

Проходка осуществляется с двух сторон двумя строительными организациями: с северного портала – ОАО «Аргун», с южного – ООО «Чаналар».

Учитывая то обстоятельство, что тоннель расположен в черте города и сооружение его ведётся под жилыми домами (глубина заложения 10–25 м), раз-

работка грунта выполняется по схеме «калотта – ядро (75 %)» экскаватором «Катерпиллер» и только при крайней необходимости производятся буровзрывные работы небольшими зарядами мелкошпуровым способом. Для обеспечения устойчивости горных пород в калотте устраивается временная металлическая крепь, которая входит в расчет железобетонной обделки.

Строительство тоннеля будет завершено одновременно с прокладкой магистрали в августе 2008 г. 

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В ГОРОДАХ РОССИИ ДО 2020 ГОДА

Ю. Е. Крук,

генеральный директор АНО «Объединённая дирекция заказчиков строящихся метрополитенов» России и СНГ

В настоящее время в одиннадцати городах Российской Федерации – Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Самаре, Екатеринбурге, Челябинске, Омске, Красноярске, Казани и Уфе осуществляется развитие и строительство метрополитенов. Кроме того, по нормам метростроения сооружается подземная часть скоростного трамвая в Волгограде.

Общее число жителей в указанных городах составляет порядка 27 млн человек, или 20 % от населения России.

По состоянию на 01.01.2008 г. общая протяженность семи действующих метрополитенов в городах России (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Новосибирск, Самара, Екатеринбург и Казань) достигает 467,54 км с функционированием 284 станций.

Ежегодно семь действующих метрополитенов России перевозят около 4 млрд пассажиров, что почти в 3 раза превышает пассажироперевозки всей сети железных дорог России.

Программное реформирование социально-экономической системы, которое в настоящее время проходит в Российской Федерации, требует создания новых подходов для интенсивного развития городской пассажирской транспортной инфраструктуры, прежде всего в крупных городах России за счёт строительства и развития метрополитена. В Послании Президента Российской Федерации В. В. Путина Федеральному Собранию Российской Федерации (2007 г.) отмечено, что важным элементом инфраструктуры будущего роста является эффективная транспортная система.

Сегодня общепризнано: «Общественный городской пассажирский транспорт, включая метрополитен, в крупных городах России является составной частью транспортной системы страны». Перегруженность автомобильных городских дорог, без интенсивного развития и строительства метрополитена в столичных и крупных городах России, может привести к социальному взрыву, к транспортному коллапсу. Это ставит задачу перевозок населения в крупных городах в ряд важнейших социальных и наиболее острых проблем их жизнеобеспечения.

Современный метрополитен, являясь главной транспортной системой жизнеобеспечения столичных и крупных городов России, имеет большое социально-экономическое значение. Метрополитен – это надёжный и бесперебойный вид внеуличного городского транспорта, обеспечивающий перевозку пассажиров в час пик в одном на-

правлении от 15 до 60 тыс. человек в час. Как показывает отечественная и зарубежная практика, при указанных пассажиропотоках, которые образуются в городах с населением 0,8–1,0 млн человек и выше, метрополитен не имеет альтернативного решения. Кроме того, помимо транспортной функции, он выполняет функции гражданской обороны.

Также, учитывая, что метрополитены строятся в существующих градообразующих зонах с сетью эксплуатирующихся зданий, сооружений и подземных инженерных коммуникаций, в соответствии со статьёй 481 Градостроительного кодекса Российской Федерации, они относятся к особо опасным и технически сложным объектам. Метрополитены являются объектами повышенного уровня ответственности как в период строительства, так и в период эксплуатации, отказы которых могут привести к тяжёлым экономическим, экологическим, социальным и техногенным последствиям.

Исследования, проведенные по зарубежной практике, показывают, что во всём мире метрополитены имеют важную социальную значимость в жизнедеятельности городов, и финансирование их строительства осуществляется, в основном, за счёт доли средств государства: в Италии, Австрии и ФРГ она составляет соответственно 70, 50 и 45 %, в США – до 75 %, а в Бельгии и Нидерландах – 100 %. Оставшаяся часть потребности капитальных вложений финансируется за счёт региональных муниципальных бюджетов. Без стабильной государственной поддержки невозможно развитие метрополитенов. Это показывают и отечественная практика.

За период с 1991 по 1995 г. (за пять лет), когда правительство Российской Федерации оказывало в среднем по году государственную (федеральную) поддержку до 70 % от годового лимита, по шести городам было введено в эксплуатацию 50,20 км линий, в том числе по Москве – 27,45 км.

С 1996 по 2007 г. (за 11 лет), когда доля федерального бюджета резко упала, из прогнозируемых к сдаче в эксплуатацию 153,46 км линий метрополитена введено только 71,99 км. Срыв вводов составил 81,47 км (53,1 %); темпы в этот период упали более чем в 2 раза.

Ежегодные ограничения финансирования являются главной причиной резкого падения темпов строительства и ввода в эксплуатацию новых линий метрополитена, сверхнормативного роста незавершённых объектов. Объём выполненных строительно-монтажных работ, находящихся в незавершённом строительстве, составляет в текущих це-

нах около 115,53 млрд руб., а протяжённость подземных выработок – 58,93 км (в однопутном исчислении). На поддержание готовых выработок в безопасном состоянии и недопущения их аварийного состояния идет нерациональное использование средств.

Учитывая вышеизложенное и принимая во внимание, что комплексы метрополитенов – чрезвычайно сложные подземные инженерные сооружения, требующие значительных материальных и капитальных затрат, Росжелдором совместно с нашей организацией, за последние два года, остро понимая создавшуюся ситуацию и позитивно ее оценивая, проделана значительная системная работа.

1. Проведено два расширенных заседания Совета Росжелдора (Москва, Казань).

2. Разработана целевая Программа развития метрополитенов в 12-ти городах Российской Федерации на 2008–2010 гг., которая рассмотрена и поддержана в Комитетах Госдумы и Совета Федерации Федерального Собрания РФ, Общественной палатой Российской Федерации, согласована Субъектами Российской Федерации – государственными заказчиками по строительству метрополитена, Минтрансом России, Минрегионом России. Проблема была доведена до правительства Российской Федерации и президента Российской Федерации В. В. Путина.

Также Росжелдором в сентябре 2007 г., во исполнение Распоряжения Правительства Российской Федерации от 15 июня 2007 г. № 781-р по Комплексу мер по реализации основных положений Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию РФ (п. 35 – Разработка проекта Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 гг.)» и поручения Министра транспорта РФ от 21.08.2007 г. № ИЛ-29/85, совместно с нашей организацией и Субъектами Российской Федерации, в которых осуществляется строительство метрополитенов – государственными заказчиками, разработан раздел проекта Федеральной целевой программы «Развитие метрополитенов в городах Российской Федерации на 2010–2015 гг.» (Блок мероприятий Программы «Метростроение»). В данный раздел проекта включаются 12 городов России, в которых предусматривается ввод в эксплуатацию 146,14 км новых линий метрополитена с 89-ю станциями.

В ноябре 2007 г. была разработана Концепция Федеральной целевой программы с рабочим названием «Развитие метрополитенов и других видов скоростного внеулич-

ного транспорта в Российской Федерации до 2020 г.».

В Концепции рассматриваются уже 16 крупнейших промышленных центров России: семь городов с действующими метрополитенами – Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Новосибирск, Самара, Екатеринбург, Казань, а также подземная часть скоростного трамвая в Волгограде; четыре, где ведется строительство первых линий – Омск, Челябинск, Красноярск и Уфа; два, где разработаны технико-экономические обоснования необходимости строительства метрополитенов – Ростов-на-Дону и Пермь. Два города, где для решения транспортной проблемы существует необходимость сооружения общественного внеуличного скоростного транспорта – метрополитена – Саратов и Воронеж.

Необходимо отметить, что в г. Ростове-на-Дону в середине 80-х гг. прошлого века при разработке Комплексной транспортной схемы обоснована необходимость сооружения метрополитена. Было разработано технико-экономическое обоснование проектирования и строительства первой очереди протяженностью 14,15 км с девятью станциями.

Город Ростов-на-Дону – крупный политический, экономический и культурный центр юга России, обладающий значительным промышленным, банковским, торговым и научным потенциалом, а также крупный транспортный узел страны с населением свыше 1,070 млн человек.

Аналогичное состояние вопроса и в г. Перми. Это – один из крупнейших городов Урала, крупный административный, промышленный, научный и культурный центр, крупный транспортный узел России. Численность населения 1 млн человек. В те же годы, что и в Ростове-на-Дону были разработаны обосновывающие материалы необходимости строительства первой очереди метрополитена протяженностью 8,4 км.

Рекомендуется руководству Субъектов Российской Федерации и Администрациям указанных городов в 2008–2010 гг. за счёт своих бюджетов на основе новых утверждённых генпланов городов откорректировать Комплексные транспортные схемы (КТС) и на их базе провести корректировку Схем развития метрополитенов с разработкой (корректировкой) ТЭО (проектов) первых очередей метрополитенов с последующим их рассмотрением ФГУ «Главгосэкспертиза России», утверждением и началом строительства с 2011 г.

Что касается городов Воронежа и Саратова, то при разработке и утверждении «Схем развития и размещения метрополитенов в СССР на период до 2000 г.», также в середине 80-х гг. прошлого века была обоснована необходимость сооружения скоростного внеуличного транспорта – метрополитена.

Воронеж расположен в центральной полосе европейской части России на пересечении протяженных транспортных автомобильных и железнодорожных магистралей. Это крупный административный, индустриальный,

научный и культурный центр России. Численность населения 0,85 млн человек.

Саратов – административный, индустриальный, научный и культурный центр России с населением 0,873 млн человек.

Рекомендуется руководству Субъектов Российской Федерации и Администрациям указанных городов в 2008–2011 гг. за счёт своих бюджетов на базе новых утверждённых генпланов городов разработать Комплексные транспортные схемы (КТС) с включением Генеральной схемы развития метрополитена. На базе Генеральной схемы подготовить технико-экономическое обоснование строительства первых очередей с последующим их рассмотрением ФГУ «Главгосэкспертиза России», утверждением и началом строительства с 2012 г.

Финансирование мероприятий Программы предусматривается осуществлять за счёт средств федерального бюджета и бюджетов Субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, в которых осуществляется строительство метрополитена.

Общий объем финансирования Программы до 2020 г. рассчитан в ценах соответствующих лет и составляет 1772512 млн руб., в том числе за счет средств федерального бюджета – 887874,36 млн руб., т. е. 50 % с вводом в эксплуатацию 260,88 км с 172 станциями (из них НИОКР – 3236,12 млн руб.).

Реализация Программы до 2020 г. предусматривается в три этапа: первый – 2008–2010 гг., второй – 2011–2015 гг. и третий – 2016–2020 гг.

Важно подчеркнуть, что во всех программах, в целях ликвидации кризисного состояния и стабилизации прокладки метрополитенов, резкого сокращения незавершенного строительства, предотвращения аварийных и техногенных ситуаций, кардинального решения транспортных проблем в столичных и крупных городах России, а также учитывая, что доля объектов ГО, с учетом разработки и внедрения антитеррористических мероприятий на метрополитене, в стоимости линий метрополитена составляет порядка 35 %, предусмотрена необходимость восстановления доли средств федерального бюджета, направляемых в качестве государственной поддержки по отрасли «Метростроение», в размере 50 % общего объема потребности капитальных вложений, с распределением по Субъектам Российской Федерации, в которых осуществляется развитие и строительство метрополитенов, как ранее было принято правительством Российской Федерации (Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.07.1996 г. № 1093-п).

Программы составлены на основании титульных бюджетных заявок Субъектов Российской Федерации, которыми подтверждается доля финансирования строительства метрополитенов из бюджета Субъектов Российской Федерации в 50 % от ежегодной потребности капитальных вложений.

Выполнение Программы на 2008–2010 гг., как первого этапа реализации Концепции до 2020 г., позволило бы осуществить вводы но-

вых линий во всех 12-ти городах и, важно, что были бы введены в эксплуатацию новые метрополитены России в Омске, Челябинске и Красноярске. Кроме того, резко увеличился бы годовой темп строительства в Москве – до 6 км в год, при среднем фактическом 2,5 км, в Санкт-Петербурге – до 4 км в год, при среднем фактическом 1,4 км. По остальным городам средний стабильный темп строительства в год составил бы до 2 км.

Программа на 2008–2010 гг. разработана с учётом обеспечения реальных вводов линий метрополитенов. Потребность капитальных вложений на развитие и строительство метрополитенов составляет на 2008–2010 гг. – 258,4 млрд руб., с долей средств федерального бюджета (50 %).

Указанные средства направляются:

- на вводы в эксплуатацию линий метрополитена в 2008–2010 гг. – 56,325 км с функционированием на них 31-й станции;
- на задел по обеспечению вводов в эксплуатацию линий метрополитена в 2011–2013 гг. – 48,45 км;
- то же в 2014–2016 гг. – 36,94 км.

Всего Программой на 2008–2010 гг. при сбалансированном финансировании по 50 % обеспечиваются вводы в эксплуатацию новых линий протяженностью 141,715 км.

Применение комплексного программного подхода обеспечит непрерывность процесса строительства и сдачи в эксплуатацию новых линий метрополитена.

Однако главный вопрос, который до настоящего времени по отрасли «Метростроение» не решен на уровне правительства Российской Федерации, это сбалансированное финансирование 50 на 50 % по доле федерального бюджета и по бюджетам Субъектов Российской Федерации, в которых осуществляется строительство метрополитенов. Хотя всеми Субъектами Российской Федерации данная схема 50 на 50 % согласована.

Неосуществление Программы и ее важнейших мероприятий, связанных в первую очередь, с ликвидацией сверхнормативного незавершенного строительства, повышением качества транспортных услуг, созданием современной нормативной базы, повышением уровня координации развития городского пассажирского транспорта и государственной финансовой и законодательной поддержкой этих мероприятий, приведет, как минимум, к ряду серьезных последствий:

- переходу городского пассажирского транспорта в крупнейших городах России в состояние, близкое к системному кризису, снижению объема и качества предоставляемых услуг, уровня безопасности транспортных процессов;
- невозможности выполнения государственных гарантий по обеспечению минимальных нормативов (стандартов) жизненно необходимой транспортной подвижности жителей городов;
- росту негативных последствий от деятельности автомобильного транспорта, в том числе в сфере безопасности и здоровья населения.





compactfiltertechnik

Все из одних рук:

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

НАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ - ВОЗДУХ

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ



compactfiltertechnik



www.cft-gmbh.de

ВЫРАБОТКА

Korfmann
Lufttechnik GmbH



www.korfmann.com

СБЫТ ЧЕРЕЗ ФИРМУ

CFT GmbH
compactfiltertechnik

Beisenstraße 39 - 41

D-45964 Gladbeck

Tel. +49 2043 4811-0

Fax +49 2043 481120

E-Mail mail@cft-gmbh.de

Internet www.cft-gmbh.de

НАПРАВЛЕНИЕ



Schauenburg
Tunnel Ventilation GmbH



www.tunnel-ventilation.de

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ «ДВИЖЕНИЕ» В МЕТРОПОЛИТЕНЕ Г. КАЗАНИ

К. Б. Потапов, ОАО «НИИ ТМ»



Центр диспетчерского управления

Научно-исследовательский институт точной механики (Санкт-Петербург) является разработчиком, изготовителем и поставщиком Комплексной системы обеспечения безопасности и автоматизированного управления движением поездов – системы «Движение» (КСД).

История разработки КСД насчитывает 10 лет – именно в 1998 г. была создана и сертифицирована поездная аппаратура ПА КСД, внедренная и эксплуатирующаяся на всех составах линии 2 Петербургского метрополитена. Ровно четыре года назад завершены испытания стационарной аппаратуры СА КСД.

В наиболее полном объеме возможности системы «Движение» были реализованы на Казанском метрополитене. Здесь впервые она представлена как единый комплекс, охватывающий все уровни технологического управления движением, включая бортовую аппаратуру на поездах, стационарную и центр диспетчерского управления. Система «Движение» успешно выполняет задачи по управлению и обеспечению безопасности перевозок пассажиров уже более двух лет.

Основное назначение системы – централизованное графико-интервальное регулирование движения поездов метрополитена и обеспечение безопасности перевозок пассажиров.

Её особенности заключаются в комплексности, полностью микропроцессорном

управлении устройствами, отказе от релейных схем, применении нового типа рельсовых цепей – фазорезонансных.

Комплексная система «Движение» охватывает все структурные уровни метрополитена: ЦДУ, стационарную и поездную аппаратуру.

ЦДУ является верхним её уровнем и обеспечивает централизованное управление движением поездов на линии, решение задачи графического его регулирования.

Информация о движении всех поездов, их техническом состоянии, а также о состоянии оборудования, установленного на станциях и путевой аппаратуре, передается на ЦДУ по дублированной волоконно-оптической связи и отображается на табло коллективного пользования.

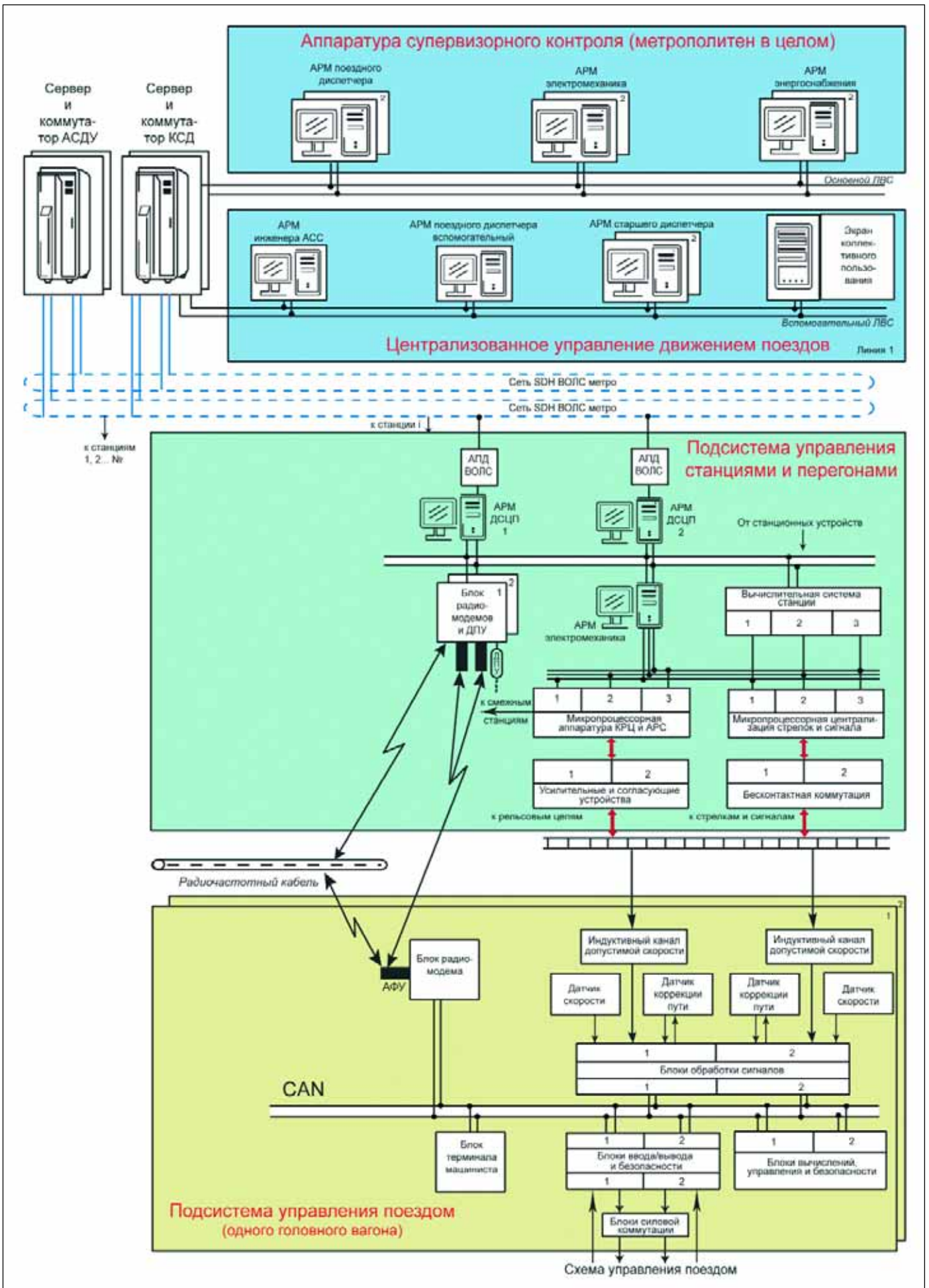
Обработка поступающей информации производится с помощью двух специализи-



Станция Казанского метрополитена

рованных вычислительных комплексов, входящих в состав центра. Каждый из них имеет двукратное резервирование и построен на базе серверов IBM X Series.

В состав комплексной системы «Движение» ЦДУ входят автоматизированные рабочие места (АРМы) старшего диспетчера, поездного диспетчера и инженера по автоматике, сигнализации и связи. Комплексная автоматизированная система дистанционного управления состоит из АРМов диспетчеров энергоснабжения и электромеханических устройств. Для контроля програм-





Пульт управления в кабине машиниста

много обеспечения используется АРМ системного программиста.

Принципиальное отличие от многих систем – наличие элементов, предназначенных для точного счисления и коррекции пути, что, наряду с контролем фактической скорости и ускорения, позволяет решать задачу оптимального режима движения по перегону, прицельного торможения и непоезда станции, соблюдения заданного с ЦДУ времени движения по перегону в режиме АВ. Это даёт возможность сэкономить до 10–15 % электроэнергии по сравнению с управлением состава «средним» машинистом.

Все уровни системы построены на единых принципах с использованием самой современной элементной базы ведущих мировых производителей радиоэлектроники и вычислительной техники и заменяют целый ряд устройств АБ, АРС-АЛС, электрической и диспетчерской централизации, построенных на традиционных проектных решениях. Впервые в российском опыте система СЦБ на метрополитенах реализована только на микропроцессорной технике, включая и блоки управления стрелочным электроприводом, светофо-

← **Укрупнённая структурно-функциональная схема системы «Движение»:** АПД – аппаратура передачи данных; АСДУ – автоматизированная система диспетчерского управления; АСС – автоматика сигнализации и связи; АФУ – антенно-фидерное устройство; АРС – автоматическое регулирование скорости; ВОЛС – волоконно-оптические линии связи; ДПУ – датчик прибытия-убытия; ДСЦП – дежурный по посту централизации; КРЦ – контроль рельсовых путей; КСД – комплексная система «Движение»

ром, рельсовой цепью, полностью отказавшись от релейных схем. Безопасное выполнение алгоритмов управления на станциях и подвижном составе реализуется вычислительными системами, работающими по мажоритарному принципу. Вместо реле используется схемотехника с несимметричными отказами.

Схемотехнические решения, разработанные специалистами института, способствуют сохранению функциональных возможностей системы с соблюдением принципов безопасности при любой неисправности оборудования, что достигается стопроцентным резервированием аппаратных ресурсов и каналов связи.

Блок рельсовых цепей БФР в конструктиве «Евромеханика» БУ включает восемь 4-канальных плат и обеспечивает работу на 32 точки подключения, т. е. более 30 РЦ с потреблением около 100 Вт.

Аналогичная по количеству точек подключения релейная схема управления и контроля рельсовых цепей занимает только до четырёх стативов.

Опыт более чем двухлетней эксплуатации системы «Движение» на Казанском метрополитене подтвердил её основные качественные показатели и получил положительные отзывы местных специалистов. Такая же оценка системе была дана и на совещании начальников служб СЦБ метрополитенов России и стран СНГ, проходившей в сентябре прошлого года в г. Казани.

Безусловно, внедрение новой системы такого объема не могло проходить абсолютно гладко. В период практической эксплуатации возникали вопросы, которые надо было

решать и учитывать в дальнейших проектах. В первую очередь, столкнулись с проблемой помехоустойчивости рельсовых цепей. Дело в том, что использованный в Казани вариант исполнения СТП (12-пульсовый без дополнительной фильтрации) и асинхронный тяговый привод подвижного состава создают в схеме рельсовой цепи такие импульсные помехи, которые даже в диапазоне наших рабочих частот (3–4 кГц) имеют весьма существенные по величине гармоники. Фактором, усугубляющим ситуацию, является асимметрия в рабочей полосе частот помехокомпенсирующих устройств – ДТМ-017 и приемных катушек МПК.

Совместно со специалистами фирмы «Шкода», которые являлись поставщиками системы управления АТП, были проведены серии испытаний по измерению уровня помех при различных условиях и разработан ряд мероприятий как для подвижного состава, так и по улучшению фильтрации станционных и поездных приемников, что позволило решить указанную проблему.

Необходимо также увеличивать «запас прочности» в части помехоустойчивости рельсовых цепей. С этой целью:

- разработаны платы новых поездных приемников АРС, построенных на основе процессоров цифровой обработки сигналов. Эти платы используются в составе поездной аппаратуры нового поколения – ПА-М, которой с прошлого года оснащаются составы для Петербургского метрополитена;
- по техническому заданию НИИ ТМ завод «Термотрон» г. Брянск разработал и изготовил опытные образцы модификации ДТМ с улучшенными параметрами в нашем диапазоне частот. В настоящий момент эти дроссели проходят опытную эксплуатацию в г. Казани;
- рассматривается вопрос о собственной разработке приемных поездных катушек.

Дополнительно, в части развития системы «Движение» созданы:

- новый вариант блока управления стрелкой для работы с бесконтактным автопереключателем (испытан на станции «Парнас»);
- блок управления светофорами, работающий непосредственно на лампу или светодиодную матрицу без напольного трансформаторного ящика;
- блок безопасности и управления для скоростного трамвая в г. Волгограде на основе платы универсального приемника сигналов АРС. Этот блок внедрен на двух составах скоростного трамвая, которые проходят опытную эксплуатацию.

В институте есть все необходимые наработки по узким системам «Движение» с действующими станциями метрополитенов и системами диспетчерской централизации, по интеграции с существующими системами управления подвижными составами и мы готовы к сотрудничеству со всеми метрополитенами по модернизации и развитию линий.



ЦЕЛЕВОЙ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГ ЭНЕРГОУЧЕТНЫХ ЦЕНТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. Н. Громов, д. т. н., профессор, Л. А. Белякова, к. т. н., доцент, ГОУ ВПО ВИТУ МО РФ

«Энергетические обследования проводятся в целях оценки эффективного использования энергетических ресурсов и снижения затрат потребителей на топливо и энергообеспечение» (ст. 10 Федерального закона № 28-ФЗ от 3.04.1996 г.).

Энергомониторинг – это отражение энергопотребления по каждому отдельному процессу, имеющемуся на предприятии, в сопоставимых единицах энергии на единицу основной его продукции. Это необходимо для определения возможностей экономии затрат на потребляемую энергию, разработки технических и организационных мероприятий, помогающих предприятию достичь реальной экономии энергоресурсов.

Внедрение **целевого энергомониторинга (ЦЭМ)** предполагает выполнение мониторинга энергопотребления и соотнесения этих данных с важнейшими показателями предприятия.

ЦЭМ также включает анализ, который необходим в ответ на полученную в результате мониторинга информацию.

Так как ЦЭМ определяет соотношение между энергопотреблением на определенных участках или оборудовании, называемых **энергоучетными центрами (ЭУЦ)**, и «полезным» результатом, то в деятельности транспортных предприятий очень важно также измерять параметры, которые представляют «полезный» результат (микроклимат, интенсивность пассажироперевозок, число пар поездов в час, кратность воздухообмена и т. п.).

Энергопотребление и эти параметры регистрируются за определенный период, а затем с помощью метода статистической регрессии выявляется соответствующая цель для энергопотребления. Форма целевой зависимости может представлять собой наиболее типичную простую регрессию. В этом случае энергия может быть представлена прямой линейной зависимостью. Сложная регрессия – такой же тип анализа, как и простая, но включает большее количество взаимосвязанных факторов. Для её анализа необходимо большее число данных, чтобы добиться такой же степени точности, как и при анализе простой регрессии.

Экономия достигается путем выявления и устранения недопустимых потерь энергии, внедрения более экономичных схем и процессов, адаптирующихся к меняющимся условиям работы, применения постоянно действующей системы учета расхода и анализа энергопотребления, позволяющих постоянно контролировать эффективность использования энергоресурсов.

Проведение квалифицированного энергетического мониторинга и анализа работы транспортного предприятия в современных условиях требует знания специфических технологических процессов, выполнения достоверных измерений и владения методами математичес-

кого и системного анализа, приемами статистической обработки информации. При проведении анализа следует руководствоваться научно обоснованными методиками и процедурами.

Таким образом, ЦЭМ и анализ работы транспортного предприятия находятся на стыке многих наук, оценка взаимного влияния которых должна вестись на профессиональном уровне.

ЦЭМ и анализ деятельности транспортных предприятий следует выполнять, руководствуясь следующими положениями:

- анализ должен основываться на реальных данных, а результаты выражаться в конкретных количественных характеристиках;
- объективность оценки результатов достигается всесторонним изучением технологических процессов;
- необходим системный подход при изучении физических процессов и явлений, характеризующих деятельность транспортных предприятий (особенно метрополитенов);
- результаты ЦЭМ следует использовать в научно-практических целях для повышения результативности основной деятельности транспортных предприятий;
- затраты на проведение ЦЭМ должны быть существенно ниже того экономического эффекта, который будет получен в результате;
- энергетический мониторинг необходимо выполнять с помощью приборов и оборудования, имеющих сертификат Госстандарта России и проверенных в установленном порядке.

В основе ЦЭМ лежит законное желание руководителей транспортных предприятий иметь достоверную картину о фактическом состоянии основных средств, иметь перечень энергосберегающих мероприятий с оценкой их стоимости, целесообразности, окупаемости.

Данные энергомониторинга крайне необходимы научным и проектным организациям, особенно при составлении технических заданий на создание нового оборудования и при модернизации существующих предприятий. При этом требуется связь теоретических исследований, проводимых в ходе ЦЭМ,

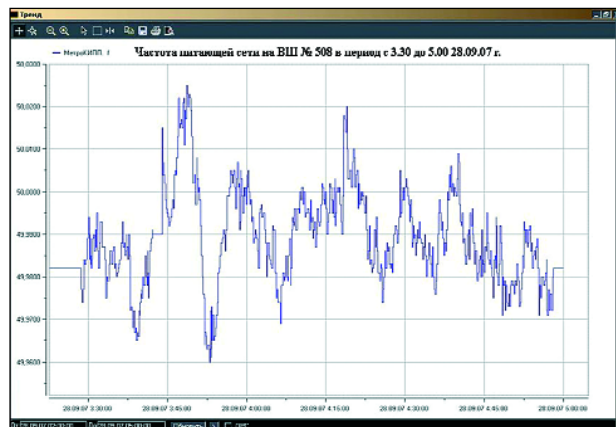


Рис. 1. Отображение данных

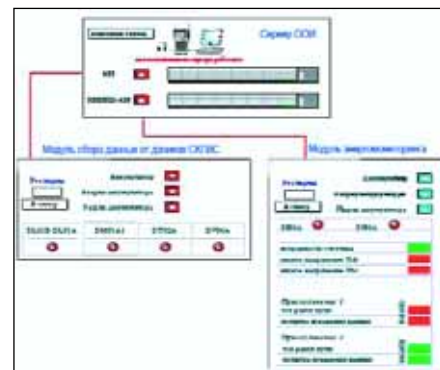


Рис. 2. Устройство сбора данных

с задачами проектирования конкретных объектов и разработки нового оборудования для транспортных предприятий.

Для ведения предметного диалога с поставщиками электроэнергии необходимы графики и протоколы качества электроэнергии по ГОСТ 13109-97 и отчеты по динамике изменения минутных значений (или усредненных за заданный промежуток времени) основных показателей энергоснабжения. Аналогичные документы нужны и для решения спорных вопросов в Арбитражных судах.

Ущерб, который несут транспортные предприятия вследствие ухудшения качества электрической энергии, выражается в снижении эффективности процессов передачи и её потребления от увеличения потерь в элементах сети, в преждевременном выходе из строя электрооборудования из-за нарушения его нормальных режимов работы и старения изоляции, разрушении контактных и рельсовых путей, в сбоях и выходе из строя устройств релейной защиты, автоматики и связи.

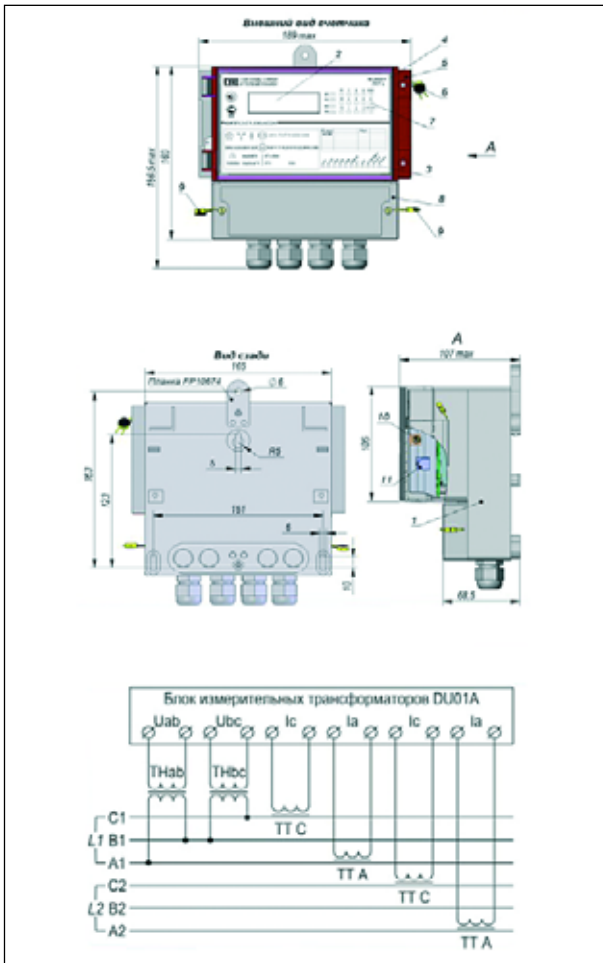


Рис. 3. Устройство сбора данных

Учитывая актуальность проблемы оперативного выполнения ЦЭМ на транспортных предприятиях, авторами статьи был создан опытный образец мобильного комплекса для автоматического энергомониторинга (МК АЭМ) на базе сертифицированных интеллектуальных приборов и произведены его испытания.

МК АЭМ получил одобрение в ходе совещания-семинара по системам вентиляции и оборудованию для метрополитенов в г. Тольятти (15–17 августа 2007 г.), в ЭМС Петербургского метрополитена и награжден дипломом III Специализированной выставки «Электроника-Транспорт 2008» (12–14 марта 2008 г.).

Комплекс обеспечивает:

- сбор данных о состоянии энергосети и энергопотребителей в энергоучетных центрах (ЭУЦ);
- их обработку;
- отображение (рис. 1);
- ретрансляцию;
- документирование;
- дистанционное управление энергообъектами (при необходимости и по согласованию со службой эксплуатации).

МК АЭМ может наращиваться, объединяться в системы мониторинга и использоваться в переносном и в стационарном режимах.

Комплекс допускает использование различных источников первичной ин-

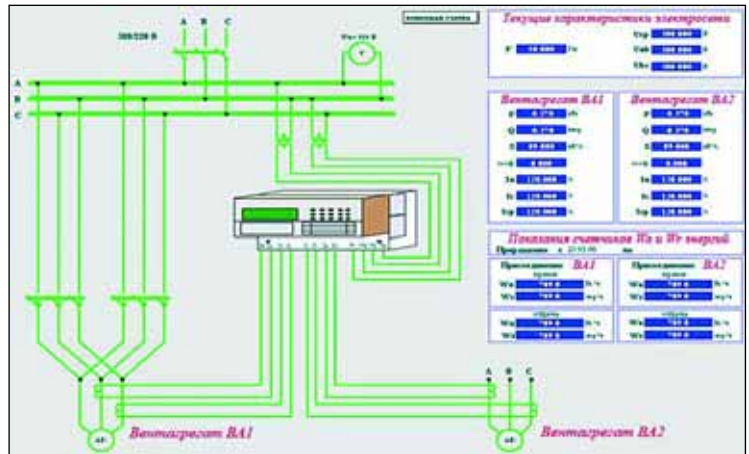


Рис. 4. Схема работы вентраггатов

формации о физических процессах и явлениях, связанных с энергопотреблением (о микроклимате, состоянии ЭУЦ и т. п.) транспортного предприятия, включая:

- дискретные контактные и бесконтактные датчики («сухой контакт», электронное реле и пр.);
- аналоговые датчики и измерительные преобразователи с нормированным значением выходного сигнала 4...20, 0...+5 и -5...+5 мА;
- термопары Y, K и S-типа;
- счетчики и расходомеры с импульсным выходом;

- датчики, измерительные преобразователи, счетчики и расходомеры с цифровым интерфейсом RS-485 или RS-232.

При необходимости МК АЭМ позволяет вести видеонаблюдение с записью и передачей цифрового видеосигнала по общим каналам сбора данных. В условиях слабого освещения (до 0,00004 Лк) могут использоваться мегапиксельные камеры типа VNC 743 отечественного производства.

Устройства сбора данных МК АЭМ являются универсальными многофункциональными программируемыми интеллектуальными приборами (рис. 2, 3).

В базах данных обеспечивается длительное архивное хранение структурированных сведений о состоянии сети энергохозяйства транспортного предприятия, энергобалансе, тепловыделениях, а также микроклимате и о потерях энергии в вентиляционной сети метрополитена.

Объем и глубина хранения определяется емкостью массива жестких дисков и может достигать трех и более лет.

Для оценки функциональных возможностей МК АЭМ были проведены его испытания на стенде ЗАО «Лада-Флект» (г. Тольятти, 15.08.2007 г.), а целевой энергомониторинг двух вентиляционных установок типа FTDA-REV-180 с частотно регулируемым электроприводом – на ВШ № 508 Петербургского метрополитена 28.09.2007 г.

Результаты, полученные в ходе энергомониторинга, дают основание заключить, что применение частотно регулируемого привода вентиляторов главного проветривания позволяет:

- повысить коэффициент мощности сети питания ($\cos \varphi$) приводов вентиляторов до единицы без использования реактивных компенсаторов;
- обеспечить высокое и стабильное качество электроэнергии, подаваемой на электропривод вентиляторов, независимо от качества электроэнергии во внешней питающей сети, где скачки линейного напряжения достигают 420 В;
- снизить уровень шума работы вентилятора в ночное время на «проблемных» вентшахтах путем сокращения числа оборотов привода в сочетании с применением глушителей;
- обеспечить работу вентраггатов ВА1 и ВА2 при номинальных ($N_{ном} = 988$ об/мин, $P = 40$ кВт) и долевых оборотах ($N = 0,75 N_{ном}$, $P = 24$ кВт и $N = 0,5 N_{ном}$, $P = 10$ кВт) (рис. 4);
- уменьшить удельный расход электроэнергии на единицу кубического метра подаваемого вентилятором воздуха;
- аэродинамические характеристики, снятые при параллельной работе вентиляторов на номинальных оборотах, показали, что коэффициент использования вентиляторов составил $K = 0,74$, а это соответствует производительности $71 \text{ м}^3/\text{с}$.

В рамках предоставленного ЭМС Петербургского метрополитена ограниченного времени (90 мин) на проведение эксперимента не удалось получить данные по производительности и напору вентиляторов по всем точкам сечения тоннеля при различных частотах вращения и замерить фактические аэродинамические характеристики вентиляционного тоннеля.

Учитывая актуальность проблемы энергосбережения и предварительные результаты экспериментов, целесообразно продолжить проведение подобных испытаний на различных транспортных предприятиях и других метрополитенах в длительном режиме ЦЭМ и, в том числе, в динамике при работе подвижного состава и на самом составе.



ЭЛЕКТРОНИКА–ТРАНСПОРТ 2008



В. Ф. Иванов, В. Н. Курышев, Международная Ассоциация «Метро»



В Москве в ЦВК «Экспоцентр» 12–14 марта 2008 г. успешно прошла III Специализированная выставка-форум «Электроника-Транспорт 2008».

Поддержку мероприятию оказали: Международная Ассоциация «Метро», Управление радиоэлектронной промышленности и систем управления Федерального агентства по промышленности, Российская инженерная академия, Департамент транспорта и связи города Москвы, МосгортрансНИИпроект.

Специалисты транспортной отрасли проявили высокий интерес к современной электронике и системам управления на транспорте и в транспортной инфраструктуре.

В выставке-форуме «Электроника-Транспорт 2008» приняли участие 113 компаний. 72 предприятия демонстрировали продукцию и решения на стендах, в деловой программе выступили специалисты 65 предприятий. 46 профильных изданий участвовали в рекламно-информационной кампании форума. За три дня его работы посетили выставку более 3 тыс специалистов.

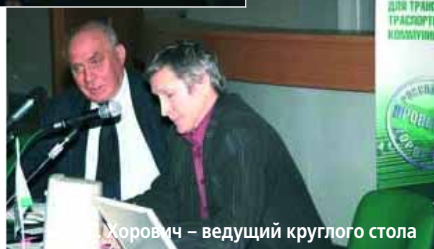
Особенностью мероприятия этого года стала двухдневная деловая программа для технических специалистов с предприятий городского пассажирского транспорта. В ней приняли участие около 400 человек.

Руководство Департамента транспорта и связи города Москвы провело встречу по теме «Информационное обеспечение транспортно-пересадочных узлов в Москве, открытие пассажирского движения по МКЖД». Были обсуждены вопросы интеграции пригородного железнодорожного сообщения с другими видами городского транспорта столицы, в первую очередь, с прилегающими станциями метрополитена.

Об опыте использования информационных технологий для комплексной автоматизации городского движения рассказали представители структур городского транспор-



Победитель конкурса «Зелёный свет»



Жорович – ведущий круглого стола



Открытие форума



В. Ф. Иванов – ведущий круглых столов

та Санкт-Петербурга, Казани, Нижнего Новгорода, Минска, Киева, Ярославля и других городов.

Делегации в составе руководства УРЭП и СУ Роспрома, Департамента транспорта и связи города Москвы, руководителей предприятий радиоэлектронного комплекса, метрополитенов ознакомились с экспозицией выставки.

По сравнению с форумом 2007 г. значительно расширилась программа для метрополитенов, подготовленная Международной Ассоциацией «Метро». Прошли круглые столы специалистов метрополитенов и железных дорог по интегрированным системам безопасности, автоматизации движения, модернизации систем автоматики и телемеханики, энергосбережению и контролю качества электроэнергии, диагностике состояния путевого хозяйства и др.

В блоке мероприятий по компонентам для транспортного приборостроения интерес вызвали круглые столы по модулям с низкой (до -60°C) рабочей температурой, разработке и контрактному производству бортовой РЭА, электрическим соединителям, а также отдельные семинары компаний «ПетроИнГрейд» и «Гамма». При обсуждении вопросов элементной базы для построения систем управления, автоматики и другого впервые состоялся обмен мнениями между разработчиками и производителями электронных элементов и приборов со специалистами транспортных организаций, проводящих их эксплуатацию.

12 марта состоялась церемония награждения лауреатов конкурса «Зелёный свет».



Стенд ЗАО «ЭЛСИ»

Это признание достижений компаний, представляющих новые перспективные разработки электронной техники для транспорта: модули, приборы, программные продукты, системные решения, внедрение которых будет способствовать улучшению технических и экономических характеристик, повышению безопасности, эффективности железнодорожного, городского наземного транспорта и метро.

В работе жюри приняли участие специалисты Департамента транспорта и связи города Москвы, Международной Ассоциации «Метро», УРЭПиСУ Роспрома, Российской инженерной академии.

Победу в конкурсе одержали российские и зарубежные разработки компаний: НВП «Болид», Мобильные Компьютерные Системы, Нейроком, НПП «Интер», Хартинг, НПФ «Электронтехника», ЭлектроПрофи, Вокорд-Телеком, Марийский машиностроительный завод, НИИ Точной механики, ИТС-Софт.

Учитывая рекомендации и предложения специалистов – посетителей выставки, решением оргкомитета отдельные дипломы форума «Электроника-Транспорт 2008» выданы:

1. НПО «Энергодиагностика» (г. Реутов, Московская обл.) за создание и развитие технологий диагностики оборудования на использовании свойств магнитной памяти металла; разработку приборов, программных средств и методик диагностики:

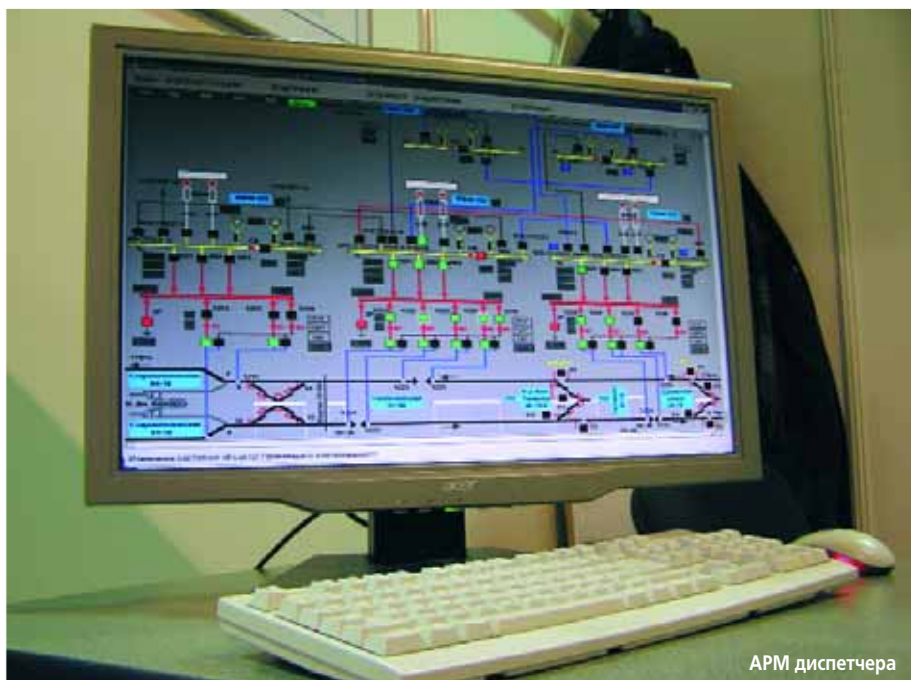
- узлов и деталей подвижного состава железных дорог,
- ходовых рельсов железных дорог, метрополитенов, трамваев,
- сетей трубопроводного транспорта,
- иного оборудования, входящего в структуру транспортных организаций.

2. ГОУ Военному инженерно-техническому университету МО РФ (Санкт-Петербург) за разработку системы энергомониторинга энергоучетных центров транспортных организаций.

Данная система позволяет проводить анализ работы электроустановок, запитанных от одной тяговой подстанции, с уче-



СОДС «НАБАТ»



АРМ диспетчера

том их взаимного влияния. Внедрение этой системы направлено на разработку мероприятий по повышению надежности работы электроустановок и электроподвижного состава, а также по снижению уровня электропотребления.

Кроме того, актуальными и перспективными признаны предложения, продемонстрированные на стендах и прозвучавшие в докладах фирм:

- «ТС-СКН», Москва;
- «ТермоМарк», Москва;
- Компания «ЭлеСи», Москва-Томск;
- НПП «Томиллинский электронный завод», Московская обл.;
- ООО КБ «Диполь», Москва;
- «Odix», Москва;
- «Гамма», г. Выборг, Ленинградская обл.;
- группа компаний «Симметрон», Санкт-Петербург;

- НВП «Гранато», г. Киев;
- АВД Системс, Москва;
- ВЭЛНИИ, г. Новочеркасск;
- «Платан», Москва;
- «Мосэлектронпроект», Москва;
- «Мобильные Компьютерные Системы», Санкт-Петербург;
- НИИВК им.М. А. Карцева, Москва;
- НИИ Физических измерений, г. Пенза;
- «Интегра-С», г. Самара;
- НВП «Болид», Москва;
- «Siemens», Департамент транспортной техники, Москва.

В настоящее время на Московском метрополитене в ряде служб решаются вопросы широкого внедрения материалов фирмы «ТермоМарк» (Москва).

Более подробно с работой выставки-форума можно ознакомиться на Веб-сайте www.cbipexpo.ru.



В данной рубрике журнал «Метро и тоннели» публикует два материала, посвященные одной теме, – технологиям, применяемым при сооружении межтоннельных сбоек при строительстве Серебряноборских тоннелей в Москве.

Основной комплекс подземных сооружений на участке скоростной автомагистрали от Московской кольцевой дороги до проспекта Маршала Жукова под Серебряным Бором включает в себя два транспортных тоннеля диаметром 14,2 м и длиной 1500 м, сервисный, расположенный между ними, диаметром 6 м, и пять межтоннельных сбоек, объединяющих все три тоннеля, сооруженных через каждые 250 м и предназначенных для эвакуации пассажиров в аварийных ситуациях и прокладки инженерных коммуникаций.

Для безопасного сооружения сбоек в сложных гидрогеологических условиях проектом сооружения тоннелей предусмотрено предварительное укрепление грунтовых массивов инъекционными способами и способом искусственного замораживания. Предварительное закрепление грунтов производилось закрытым способом на большой глубине без нанесения какого-либо ущерба окружающей среде и ландшафту.

Проходка тоннелей осуществлялась механизированными щитами с бентонитовым пригрузом. Это было обусловлено, в первую очередь, сложными инженерно- и гидрогеологическими условиями (водонасыщенные песчаные и супесчаные грунты с гидростатическим давлением до 0,2 МПа).

Тоннельные обделки железобетонные с шириной кольца 2 м при диаметре транспортного тоннеля 14,2 м и 1,2 м при диаметре сервисного 6 м. На участках межтоннельных сбоек в тоннелях устанавливалась специальная обделка из металлических колец с изготовленными и смонтированными в заводских условиях патрубками для производства буровых и инъекционных работ.

Сбойки, представляющие собой подземные выработки сечением в проходке до 45 м², сооружались горным способом в предварительно укрепленных из пройденных транспортных левого (ЛТТ), правого (ПТТ) и сервисного (СТ) тоннелей грунтовых массивах.

КРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ИНЪЕКЦИОННЫМ СПОСОБОМ

Г. О. Смирнова, В. Г. Голубев, А. В. Комиссаров, НИЦ «Тоннели и метрополитены» ОАО «ЦНИИС»

В полном объеме информация по проектированию и проведению работ по укреплению грунтов по сбойкам № 5–3 со стороны левого транспортного тоннеля (I очередь инъекционных работ) была опубликована ранее (см. журнал «Метро и тоннели» № 5, 2006 г.). В настоящей статье представлен, в основном, опыт проектирования и производства II очереди инъекционных работ по сбойкам № 5–3, выполненных со стороны ПТТ.

При проведении инъекционных и проходческих процессов со стороны левого тоннеля установлено следующее.

1. Основным и наиболее эффективным способом укрепления грунтов в данных гидрогеологических (не всегда соответствующих проектным) условиях – в водонасыщенных песчаных и супесчаных грунтах, с глинистыми прослойками и гидростатическим давлением до 0,2 МПа – является метод струйной цементации в сочетании (дополнении) с инъекцией цементными растворами через буровой став и инъекцией ОТДВ «Микродур» через манжетные колонны (перфорированные инъекторы).

2. Расчетными и экспериментальными данными выявлено и доказано, что, помимо инъекции через металлические кольца в обделке, возможны бурение и инъекция дополнительных скважин в железобетонной тоннельной обделке, при этом воздействие давления нагнетания на конструкцию при струйной цементации минимальное. Однако для сохранности железобетонной тоннельной обделки на участках сбоек № 5 и 4 со стороны ПТТ инъекция грунтов производилась через пять металлических колец, вместо трех со стороны ЛТТ.

3. Оптимальная толщина зоны укрепления (при ширине и высоте выработки в проходке 5,5 м, приведенной прочности $R_{СЖ} = 5,0$ МПа) во влажных породах составляет в своде 1,75–2,0 м, в стенах и основании 1,5 м, в водонасыщенных грунтах соот-

ветственно – 2,5 и 2,0–2,5 м (толщина уточняется при проектировании конкретной сбойки в зависимости гидрогеологических условий).

4. Расположение горизонтальных скважин (патрубок) по прямоугольной сетке, с шагом 640 × 525 мм в обделке тоннеля, принятое проектом сооружения сбоек, не обеспечивало сплошности укрепления грунтового массива и привело к необходимости проведения дополнительных инъекционных работ. По рекомендации НИЦ «ТМ» патрубки в металлической обделке сбойки № 3 со стороны ПТТ разместили по классической схеме треугольного расположения скважин по сетке 320 × 525 мм.

5. Глубина горизонтальных грунтоцементных скважин не должна превышать $L = 11–12$ м, в противном случае имеет место значительное отклонение оси грунтоцементной сваи от проектного значения, приводящее к нарушению сплошности укрепления массива и прихват бурового инструмента, во избежание чего прибегают к повышенному расходу грунтовой пульпы, что, в свою очередь, могло вызвать разуплотнение грунтов и осадки дневной поверхности.

6. Исходя из конкретной инженерно-строительной ситуации, размещаемое в модулях растворосмесительное и нагнетательное оборудование для струйной цементации, может располагаться на дневной поверхности (длина нагнетательной линии до 600 м), в транспортном тоннеле на технологической платформе или на

плите перекрытия и использоваться для инъекционных процессов в ЛТТ, ПТТ и СТ. Малогабаритное буровое оборудование устанавливается на участках производства работ.

7. Определен диапазон технологических параметров струйной цементации:

диаметр грунтоцементных свай (г.ц.с.), м	0,7–0,9
давление инъекции, МПа	35–40
скорость подъема монитора, см/мин	18–25
скорость вращения, об/мин	12–18
водоцементное отношение, В/Ц	0,8–1,0
расход цемента, кг/л. м скв.	425–650
расход добавок ускорителей схватывания, % от массы цемента	3–5

Оптимальные параметры струйной цементации (в т. ч. необходимость применения добавок ускорителей схватывания) уточняются и корректируются в процессе производства работ.

8. После проведения струйной цементации выполняется дополнительная инъекция грунтов цементно-силикатными растворами ($V/C = 0,5–2,0$) через буровой став/патрубок при давлении до 1,5–2,0 МПа.

9. При вскрытии значительных зон (пропластков) неукрепленных водонасыщенных песков в обнаруженные участки через манжетные колонны инъектировали цементобентонито-силикатные растворы и суспензии ОТДВ «Микродур».

Основные технологические параметры инъекции:

давление разрыва обоймы, МПа	1,0–2,0
давление инъекции, МПа	0,5–1,5
расход ЦБС растворов, л/манж	100
расход суспензии Микродура, л/манж	300

10. Укрепление грунтов следует считать законченным и удовлетворительным при следующих критериях качества:

- выход керна в пределах 50–75 %,
- устойчивость стенок скважин в течение 24 ч,
- остаточный дебит скважины не более 0,5 л/мин на п. м,
- удельное водопоглощение контрольных скважин не более 0,05 л/мин × метр водного столба,
- прочность грунта не менее 5,0 МПа.

Результаты геофизического обследования укрепленного массива на его сплошность методами сейсмоакустического просвечивания и георадиолокации, проводимые в подземных условиях, из-за наличия металлических колец тоннельной обделки и металлоизоляции временной крепи сбоек практически невозможно интерпретировать однозначно.

В то же время геофизическое обследование грунтового массива на участке сбойки № 4, выполненное методом георадиолокации с дневной поверхности, установило, что зона сооружения сбойки расположена на склоне погребенного оврага, направление движения грунтовых вод – справа налево с уровня 16 м до глубины 24 м (противоположно росту пикетажа), строительство тоннелей в структуре борта оврага (палеодолины реки) частично «перегородило» движение грунтовых вод.

11. На период проходки выработок для снятия гидростатического давления на укрепленный массив в выявленном водоносном слое рекомендуется устраивать дренажные разгрузочные скважины.

Таким образом, первая очередь укрепления грунтовых массивов по сбойкам № 5–3 со стороны ЛТТ была выполнена практически в условиях замены и корректировки, принятых проектом строительства Серебряноборских тоннелей, технологий укрепления грунта и обучения технического и линейного персонала ООО «Спецметрострой» способам и методам ведения инъекционных работ. В то же время была подтверждена необходимость и возможность в условиях проходки транспортных тоннелей использовать комплекс инъекционных технологий для эффективной стабилизации грунтовых массивов.

Проектная документация на укрепление грунтов при сооружении сбоек со стороны правого транспортного тоннеля (II очередь инъекционных работ по сбойкам) разрабатывалась с учетом опыта проектирования и производства инъекционных работ, выполненных при проходке ЛТТ.

Нормативно-технологическая документация, программы проведения контрольных процессов по оценке качества укрепления, разработка проектной документации на стабилизацию грунтов, анализ инженерно-стро-



Рис. 1. Расположение инъекционного оборудования на технологической платформе в ПТТ

ительной ситуации по сбойкам и на его основании корректировка проектной и технологической документации при производстве работ, подготовка заключений по качеству укрепления грунта на разных этапах строительства, обоснование применения тех или иных способов инъекции выполнены НИЦ «ТМ». Укрепление грунтов и сооружение сбоек осуществлял коллектив ООО «Спецметрострой».

Используя отработанные ранее методы, в зависимости от инженерно-строительной ситуации и необходимости совмещения технологических операций по проходке транспортного тоннеля и укрепления грунтов, изменялась последовательность ведения инъекционных работ из транспортного или сервисного тоннелей, число инъекционных скважин при обработке грунтов струйной цементацией или другими методами, о которых сказано ниже.

Сбойка № 5 находится на ПК 23+90 трассы Серебряноборского тоннеля. Она представляет собой выработку сечением 5,5(б) × 7,13(в) м, абсолютная отметка свода ≈ 123,6 м.

В геологическом строении грунты участка сбойки представлены (сверху вниз) – песками мелкими с прослоями пылеватого, средней плотности, супесями легкими, пылеватыми, средней плотности, с прослоями суглинка, песками крупными и средней крупности, местами гравелистыми, гравийно-галечниковыми, ниже зоны сооружения сбойки, залегают пески мелкие с прослоями пылеватого, средней крупности с линзами супеси. Грунты, практически, до лотка сбойки влажные, ниже – обводненные.

Учитывая положительный опыт сооружения сбойки № 5 со стороны ЛТТ, основным способом укрепления грунтов по ней была

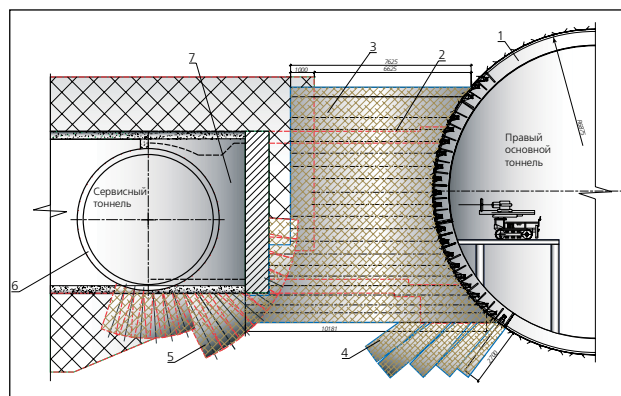


Рис. 2. Укрепление грунтов по сбойке № 5: 1 – обделка основного тоннеля; 2 – проектный контур штольни; 3 – зона грунта, закреплённого горизонтальными ГЦС из основного тоннеля; 4 – наклонные ГЦС из основного тоннеля; 5 – наклонные ГЦС из сервисного тоннеля; 6 – обделка сервисного тоннеля; 7 – технологический отход

принята струйная цементация; в зоне рамы примыкания к ПТТ предусматривалась дополнительная инъекция цементно-бентонитосиликатными растворами и суспензиями ОТДВ «Микродур» по манжетной технологии.

Инъекционные работы по сбойке № 5 выполнялись из ПТТ после устройства технологического отхода в сервисном тоннеле. Буровое оборудование размещалось на технологической платформе (рис. 1), растворосмесительное и нагнетательное по струйной цементации (TEXNIWELL TWM 20 и TW352) – на дневной поверхности, инъекционное (STS (IP63-E-C-HGV) – в ПТТ. Грунтовый массив сбойки укреплялся по всему сечению, на глубину от 5,1 до 9 м, в зависимости от ранее выполненного объема из ЛТТ (рис. 2).

Укрепление грунтов и контроль (по мере завершения инъекционных) проводился с технологической платформы поперечно сверху вниз (работы в сводовой и лотковой частях ПТТ велись одновременно). Результаты контроля показали, что параметры укрепления грунта – устойчивость и остаточный дебит скважин, выход (50 до 75 %) и прочность (11,9 до 25,1 МПа) отобранных кер-

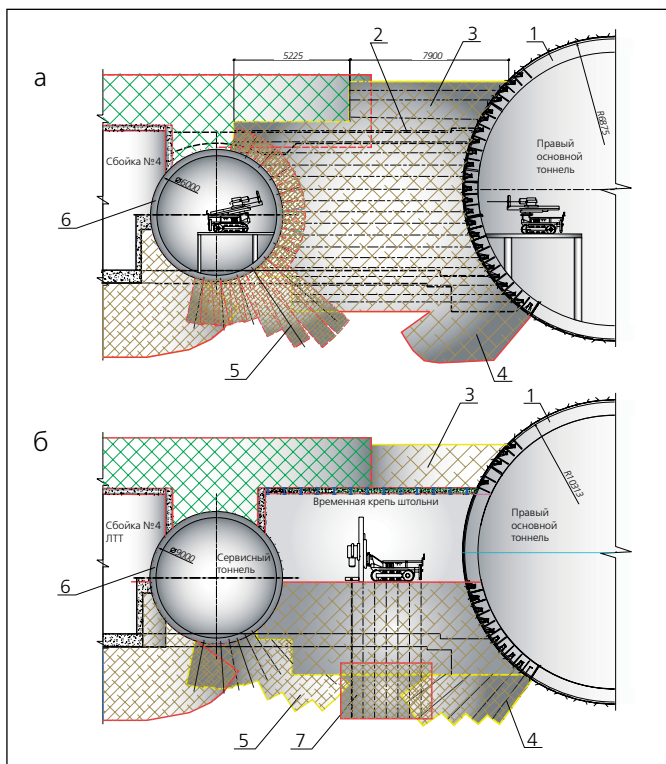


Рис. 3. Укрепление грунтов по сбойке № 4: а – из ПТТ и СТ; б – из верхней штольни; 1 – обделка основного тоннеля; 2 – проектный контур штольни; 3 – зона грунта, закреплённого горизонтальными ГЦС из основного тоннеля; 4 – наклонные ГЦС из основного тоннеля; 5 – наклонные ГЦС из сервисного тоннеля; 6 – обделка сервисного тоннеля; 7 – зона грунта, закреплённого вертикальными ГЦС после проходки верхней штольни



Рис. 4. Укрепление грунтов по сбойкам из сервисного тоннеля

нов, за исключением величины удельного водопоглощения двух контрольных скважин в зоне рамы примыкания, удовлетворяют требуемым критериям.

Возможные водопроявления в зоне рамы примыкания к ПТТ было решено ликвидировать при разработке нижнего уступа с помощью растворов «Микродур» и силиката натрия.

Сбойка № 4 имеет одинаковое со сбойкой № 5 сечение и находится на ПК 21+38,67, абсолютная отметка свода $\approx 123,6$ м.

Исходя из сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условий залегания сбойки № 4, подтвержденных георадиолокацией с поверхности и укреплением её со

этапам I и II осуществлялось параллельно. При этом инъекция в нижней и сводовой части сбойки выполнялась из ПТТ, центральной части – из СТ (рис. 3а, 4). Для повышения безопасных условий проходки сбойки из сервисного тоннеля провели дополнительные инъекции по увеличению проектной толщины бокового укрепления до 3 м.

Качество стабилизации грунтов в сводовой и центральной частях сбойки № 4 определялось по завершении этапов (I и II) инъекционных работ и оценивалось по соответствию характеристик укрепленного массива проектным требованиям: выход его кернов по контрольным скважинам центрального ядра и сводовой час-

стороны ЛПТ (наличие погребенного оврага, перемеживающихся слоев водоносных разнородных песков и супесей с притоком воды до 150 л/мин, суглинков от легких до тяжелых), проектом предусматривались три этапа инъекционных работ по сбойке из ПТТ с укреплением основного объема грунтов способом струйной цементации и дополнительного – инъекцией через буровой став цемента-силикатных растворов и на основе ОТДВ «Микродур» через манжетные колонны (рис. 3):

- из ПТТ горизонтальными грунтоцементными сваями (ГЦС) и инъекцией отдельных сечению сбойки, наклонными – в зоне рамы примыкания к основному тоннелю;

- из сервисного – верными ГЦС и инъекцией скважин в его основание и зону сопряжения со сбойкой;

- участка грунтов нижнего уступа сбойки, стабилизация которого затруднена из тоннелей – вертикальными и наклонными ГЦС из верхней штольни.

Из-за отсутствия специализированного геологоразведочного оборудования не удалось уточнить геологический разрез грунтового массива сбойки.

Для сокращения сроков производства работ укрепление по

ти составил 30–75 %, в бортах – от 50 до 70 % (следует учитывать отсутствие у производителя работ современного оборудования для отбора кернов). В керновом материале наблюдаются пропластки стабилизированных песков и глин. Устойчивость скважин, остаточный водоприток и удельное водопоглощение также соответствовали проектным требованиям.

При проходке верхней штольни сбойки № 4 осложнений не возникало.

На третьем этапе проводилось укрепление участка нижнего уступа сбойки, которое было затруднено из тоннелей, вертикальными и наклонными грунтоцементными сваями и инъекционными скважинами из верхней штольни (рис. 3б).

Качество укрепления по нижнему уступу сбойки проверялось бурением из верхней штольни сбойки и сервисного тоннеля контрольных скважин глубиной от 3 до 6,5 м, по результатам испытаний которых было установлено, что показатели устойчивости скважин, остаточного дебита, выхода керна, удельного водопоглощения массива и прочности укрепленного грунта соответствовали проектным требованиям.

На основании результатов контрольных работ были даны рекомендации на разработку грунта нижнего уступа сбойки при соблюдении противаварийных мероприятий и проведении опережающего разведочного бурения. Кроме того, было рекомендовано предусмотреть устройство дренажных скважин для снятия гидростатического давления, а ликвидацию возможных водопроявлений выполнить путем инъекции быстротвердеющих полимерных составов.

При разработке укрепленного грунтового массива нижнего уступа на проектной отметке основания сбойки возникла нештатная ситуация – на сопряжении основания с боковой стеной начал развиваться вынос грунта объемом до 20 м³ с первоначальным дебитом до 120 м³/ч (после стабилизации – 20 м³/ч). Благодаря умелым и квалифицированным действиям строителей (устройство пригруза мешками с щебнем и цементом, дренажных разгрузочных скважин и бетонного пригруза) вынос водонасыщенной массы был локализован.

Причиной водопритока явилось наличие в основании сбойки зоны неукрепленного грунта с высокой проницаемостью, не обнаруженной при бурении контрольных скважин и опережающих разведочных шпуров. В связи с нештатной ситуацией было проведено дополнительное укрепление грунтов нижнего уступа сбойки, по завершению которого её сооружение было успешно завершено.

Сбойка № 3 находится на ПК 18 + 90,67 и представляет собой выработку сечением 4,15(б) × 4,7(в) м, отметка заложения 112,50 м. Она расположена в успехах пылеватых, пластичных с прослоями суглинка и песка мелкого, водонасыщенных, УГВ находится на абсолютной отметке 127,50 м.

Проект стабилизации грунта по сбойке № 3 разработан с учетом опыта проведения подобного процесса из ЛПТ и дополнитель-

ного укрепления, произведенного из сервисного и транспортного тоннелей.

Основной объем укрепления грунтов сбойки планировалось выполнить струйной цементацией, неукрепленных зон на сопряжении с сервисным тоннелем – цементо-силикатными растворами через буровой став (дополнительный объем), при необходимости – суспензиями ОТДВ «Микродур» из сервисного тоннеля, в том числе:

- на первом этапе – из ПТТ горизонтальными грунтоцементными сваями и инъекционными скважинами по сечению сбойки,
- на втором – из сервисного тоннеля веерными инъекционными скважинами в зоне сопряжения со сбойкой.

Однако полученный производственный опыт позволил изменить этапность сооружения сбойки. При проведении инъекции было задействовано два растворных комплекса, расположенных в левом транспортном тоннеле на плите проезжей части в районе сбоек № 3 и 4. Работы из правого транспортного тоннеля осуществлялись со специально смонтированной металлической платформы, на которой размещались две буровые установки в разных уровнях, с помощью третьей из сервисного тоннеля велся процесс формирования грунтоцементных свай и инъекционный (рис. 5). Такая параллельная схема производства работ позволила сократить сроки по сооружению сбойки до 4 мес.

Контроль качества и оценка степени укрепления грунтов осуществлялись в соответствии с проектом, систематически, на всех этапах проведения инъекций. Бурение и испытание контрольных скважин глубиной от 6 до 10 м, показало, что параметры укрепления удовлетворяют требуемым, т. е. стенки скважин устойчивы, вынос грунта отсутствует, водоприток менее 0,5 л/мин на пог. м скважины, выход кернов составил от 30 до 70 %, средняя прочность образцов укрепленного грунта соответствует требуемым показателям. Гидропробование, проведенное в пяти контрольных скважинах, показало, что удельное водопоглощение грунта не превышает проектных требований. Устойчивость их стенок (по наличию выносов и вывалов грунта в скважину) и остаточный дебит, определенный через сутки после отбора керна и гидропробования, также дал удовлетворительные результаты.

Дальнейшее сооружение сбойки № 3 прошло с высоким качеством, что доказало эффективность выполненных работ (рис. 6).

Таким образом, предварительное укрепление грунтов инъекционными способами обеспечило безопасные условия проходки выработок при сооружении сбоек между правым транспортным и сервисным Серебряноборскими тоннелями. При этом необходимо отметить следующее.

1. При проектировании инъекционных работ со стороны правого транспортного и сервисного тоннелей в большой мере использован опыт, полученный в ЛТТ.

2. Для укрепления грунтовых массивов при сооружении сбоек эффективным оказа-

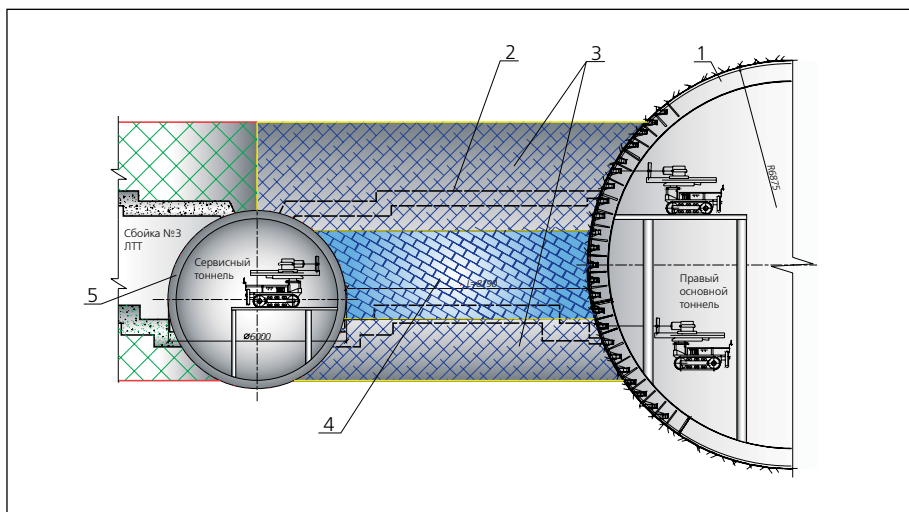


Рис. 5. Укрепление грунтов по сбойке № 3: 1 – обделка основного тоннеля; 2 – проектный контур штольни; 3 – зона грунта, закреплённого горизонтальными ГЦС из основного тоннеля; 4 – зона грунта, закреплённого горизонтальными ГЦС из сервисного тоннеля; 5 – обделка сервисного тоннеля



Рис. 6. Качество укрепления грунта по сбойке № 3

лось использование комплекса инъекционных технологий, основу которых составила струйная цементация грунтов.

3. Качество инъекционных процессов оценивалось испытанием образцов укрепленного грунта гидропробованием по остаточному водопритоку и устойчивости стенок контрольных скважин; определение геофизическими методами при производстве работ из ПТТ не проводилось.

4. Объем контрольных работ по оценке качества укрепления, в отличие от производства работ из ЛТТ, был значительно сокращен. Это увеличивало риск ситуаций с выпусками водонасыщенных грунтов при проходке выработок, что можно исключить при наличии полной информации о состоянии массива укрепленного грунта.

5. С изменением инженерно-строительной ситуации при производстве инъекций по каждой из сбоек менялись технология их ведения и порядок проходки выработок, в том числе была отработана технология па-

раллельного ведения работ из транспортного и сервисного тоннелей.

6. Наиболее сложными и длительными были инъекционные работы по сбойке № 4, потребовавшие применения значительного объема дополнительных мер, связанных с нештатной ситуацией, например, использования специализированного геологоразведочного оборудования для уточнения инженерно-геологических и гидрогеологических условий и отбора кернов, а также развития надежных геофизических методов контроля.

7. При укреплении грунтов по сбойке № 3 удалось перейти на классическое расположение инъекционных скважин по кольцам обделки (с обеспечением пересечения радиусов обработки грунта), что обеспечило сплошность обработки грунтового массива сбойки из ПТТ и СТ струйной цементацией и инъекцией через буровой став горизонтальными ярусами от свода к лотку тоннеля. Это дало возможность сократить сроки сооружения сбойки из ПТТ, по сравнению с ЛТТ, практически в 2 раза.

ИСКУССТВЕННОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ ГРУНТОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ МЕЖТОННЕЛЬНОЙ СБОЙКИ

И. Н. Тараненко, К. П. Никифоров, В. Н. Киселев, Е. А. Делпаны, ООО «СМУ-9 Метрострой»



Выбор способа закрепления грунтов на каждой сбойке принимался в зависимости от геологического разреза и уровня грунтовых вод в створе каждой сбойки, сроков её сооружения, соотносимых со сроками проходки левого и правого транспортных и сервисного тоннелей, а также конструкции самой сбойки.

Сбойка № 2 сооружалась под защитой искусственного замораживания грунтов. Выбор этого способа обоснован сложным разнородным геологическим разрезом на данном участке: в верхней части – супесь текучей консистенции с прослоями суглинка, водонасыщенная; в средней – суглинок полутвердый; в нижней – глина тяжелая, полутвердая, сильнонабухающая. В вязких водонасыщенных породах, таких как супеси и суглинки, а тем более при их чередовании, возможно было применение только одного специального способа закрепления грунтов – искусственного замораживания.

Проект сооружения сбойки разработан институтом СПИИ «Гидроспецпроект», проходка сбойки выполнялась ООО «Спецметрострой». Работы по искусственному замораживанию велись ООО «СМУ-9 Метрострой».

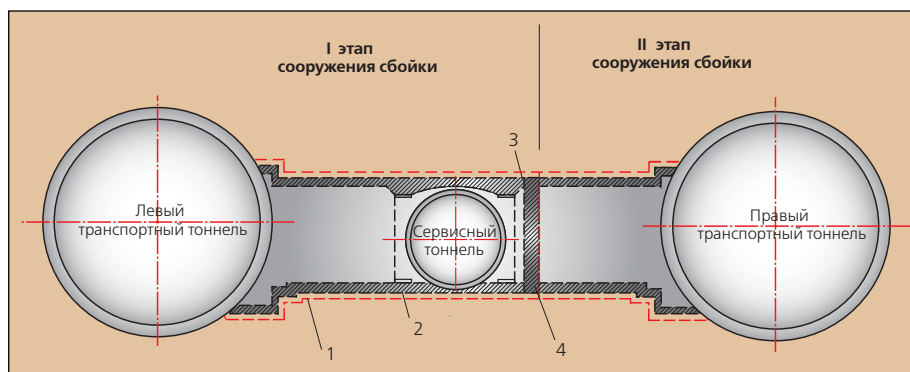


Рис. 1. Профиль сбойки № 2: 1 – контур сбойки в проходке; 2 – контур постоянной обделки сбойки; 3 – контур технологического отхода; 4 – временная торцевая стена технологического отхода

Сбойка № 2 представляет собой тоннель сечением 5,5(б) x 6,9(в) м (рис. 1). Её сооружение производилось в два этапа:

- из пройденного левого транспортного тоннеля до сервисного;
- из сервисного тоннеля до правого транспортного.

Этап I. Целью искусственного замораживания грунтов на этом этапе являлось создание замкнутого горизонтального водонепроницаемого ледогрунтового ограждения или массива для обеспечения безопасных

условий сооружения сбойки между левым транспортным и сервисным тоннелями.

Однако конструкция сопряжения сбойки с сервисным тоннелем такова, что проходку на I этапе невозможно выполнить без устройства так называемого технологического отхода, т. е. на 1,5 м продвинуться за сервисный тоннель.

Итак, при закреплении грунтов на I этапе необходимо было решить следующие задачи:

- создать замкнутое ледогрунтовое ограждение горизонтальными скважинами, пробу-

ренными из левого транспортного тоннеля до сопряжения с сервисным;

- «приморозиться» к нему, т. е. исключить проникновение воды вдоль его обделки в зону проходки;

- создать замороженный массив в зоне технологического отхода.

Для решения поставленных задач в левом транспортном тоннеле в створе сбойки были заложены пять стальных колец шириной 2 м с заранее обустроенными горизонтальными патрубками.

Длина скважин определялась таким образом: верхние скважины решали три задачи – создание ледогрунтового контура до сервисного тоннеля, зоны сопряжения и массива технологического отхода; нижние бурились до контакта с обделкой сервисного тоннеля (рис. 2, 3). Ледогрунтовый контур в нижней части не замкнут, так как подстилающие его глины являются водопором, заглубление в него составило 2 м. Герметичное примыкание к сервисному тоннелю обеспечивалось пробуренными из сервисного тоннеля по нормали к его обделке короткими всерными скважинами. Они были расположены от вертикальной оси навстречу основному контуру и как бы охватывали его по бокам. В сервисном тоннеле для бурения также были заложены девять стальных колец шириной 1,2 м с заранее обустроенными патрубками. Ледогрунтовый массив для проходки технологического отхода создавался серией пробуренных из сервисного тоннеля по нормали к обделке скважинами.

Для закрепления грунтов использовался метод циркуляции в трубах замораживающих колонок холодоносителя (водного раствора хлористого кальция), охлажденного до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение расчетного времени.

Подобные работы по замораживанию осуществлялись впервые: ведь кроме горизонтальных здесь присутствуют и восстающие скважины, и даже вертикальные, но направленные не сверху вниз, как обычно, а снизу вверх. Но предварительно предстояло решить: как избежать возможного завоздушивания колонок, если воздух, присутствующий в рассоле, скапливается в повышенных точках колонок, что чревато прекращением в них циркуляции холодоносителя? Как осуществить замораживание грунтов одновременно из двух тоннелей? И там и там располагать замораживающие станции? Как обеспечить надежное примораживание к обделкам тоннелей? Ведь в тоннелях постоянно работает вентиляция, т. е. всегда присутствует теплоприток к их обделкам, а температура воздуха в них $+15\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Размещение замораживающей станции

Замораживающая станция, состоящая из двух рабочих и одной резервной передвижных холодильных установок ПХУ-50, размещалась в левом транспортном тоннеле непосредственно у створа сбойки. Вопрос об обеспечении циркуляции холодоносителя в колонках, пробуренных в двух тоннелях, решался следующим обра-

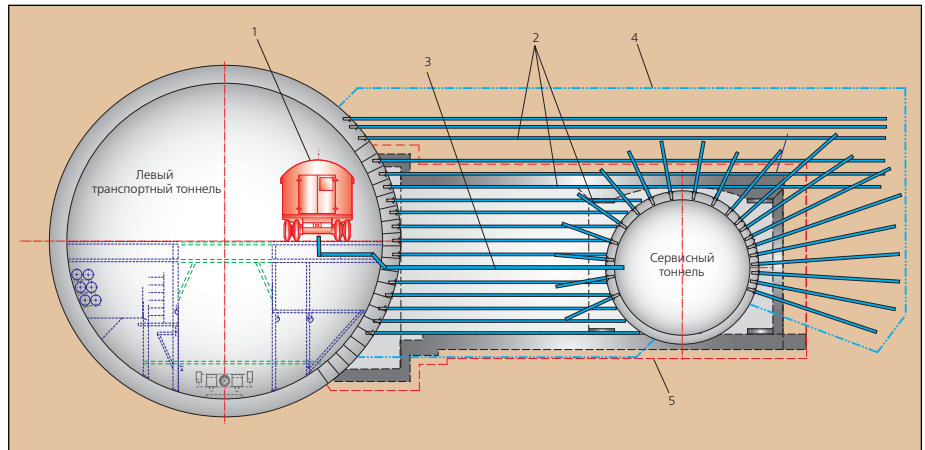


Рис. 2. Замораживание грунтов. Этап I: 1 – замораживающая станция (две холодильные установки ПХУ-50); 2 – замораживающие колонки; 3 – рассолопроводы D140; 4 – условная граница ледогрунтового ограждения; 5 – контур сбойки в проходке

зом: из левого тоннеля на уровне оси сбойки были пробурены две горизонтальные скважины диаметром 140 мм под рассолопроводы со входом их в обделку сервисного тоннеля. Так как грунт на этом уровне представлен твердыми суглинками, бурение производилось без дополнительных мероприятий по его укреплению. Таким образом была создана единая рассольная сеть для замораживания грунтов из двух тоннелей одновременно.

В процессе проектирования рассматривался вариант размещения замораживающей станции на поверхности в районе демонтированной камеры точки «Д». Длина рассолопровода при этом составила бы более 500 м. Однако из-за большой его длины, температурных напряжений и вибрационных составляющих возникла бы вероятность утечки значительного объема рассола. Кроме того, при монтаже рассолопроводов внутри тоннеля потребовалось бы большое количество вспомогательного оборудования (температурных компенсаторов, задвижек и т. д.). Таким образом, вариант размещения замораживающей станции на поверхности в точке «Д» был признан нецелесообразным и небезопасным.

Особенности монтажа восстающих замораживающих колонок

Впервые в мировой практике для искусственного замораживания грунтов пришлось применять восстающие замораживающие колонки. Особенность их использования заключается в возможности образования воздушных пробок у забоев скважин и, как следствие, прекращения в них циркуляции холодоносителя.

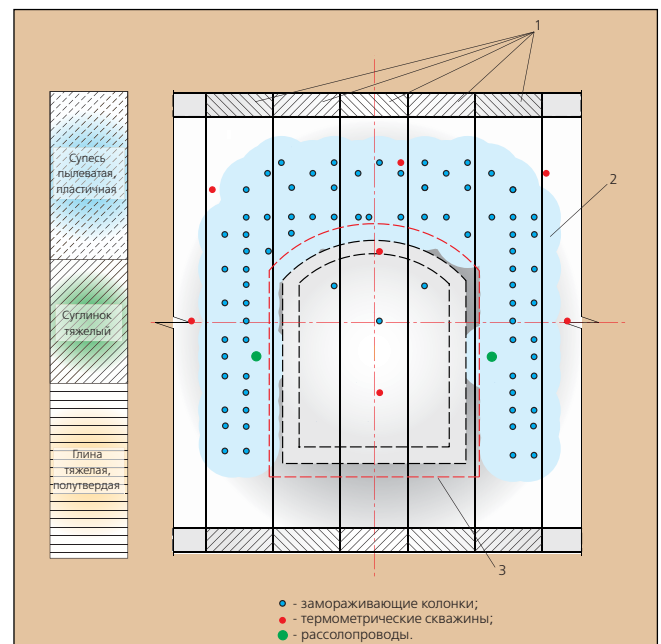


Рис. 3. Ледогрунтовый контур. Вид из левого транспортного тоннеля: 1 – кольца сборной металлической обделки; 2 – ледогрунтовый контур; 3 – контур сбойки в проходке

В обычных условиях спуск воздуха, накапливаемого в рассольной системе в процессе его циркуляции, осуществляется через вентусы, расположенные в верхних точках замораживающего контура. Здесь же применения одних вентусов недостаточно.

Специалисты СМУ-9 Метростроя решили, что если в восстающих колонках прямой рассол пустить не по питающей трубке, а по кольцевому пространству между питающей и замораживающей трубами, вероятность образования воздушных пробок уменьшится. Для этого в лабораторных условиях была создана модель восстающей колонки и проведены опытные работы по различному ее подключению к распределителю и коллектору. Результаты эксперимента подтвердили правильность принятого решения.

Таким образом, во всех восстающих колонках в сервисном тоннеле распределитель подключался к патрубкам кольцевого про-

странства, а обратный коллектор – к патрубкам питающих трубок.

Обеспечение надежного примораживания к обделке тоннелей осуществлялось следующим образом: сначала выполнили теплоизоляцию металлических тубингов лево-

го и сервисного тоннелей со стороны зоны замораживания минеральной ватой типа «URSA» и двойным слоем полиэтиленовой пленки. Особо сложная ситуация сложилась в зоне примораживания к обделке левого транспортного тоннеля, так как именно в

нем располагалась замораживающая станция с градириями, работа которых создавала дополнительный парниковый эффект. Для отвода паров от градири над ними был установлен ещё один вытяжной вентилятор. Для дополнительного охлаждения колец обделки по периметру ледогрунтового контура на всю высоту был установлен полиэтилен и смонтирована на верхнем ярусе рабочих подмостей воздушная холодильная установка «Борей-турбо» с температурой выходящего воздуха -40°C .



Рис. 4. Проходка в замороженном грунте

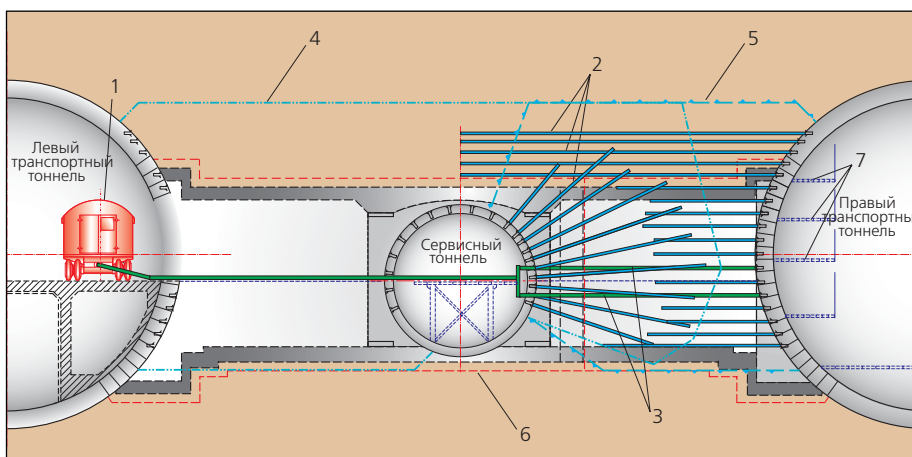


Рис. 5. Замораживание грунтов. Этап II: 1 – замораживающая станция; 2 – замораживающие колонки; 3 – рассолопроводы D140; 4 – условная граница ледогрунтового ограждения со стороны левого тоннеля; 5 – условная граница ледогрунтового ограждения со стороны правого тоннеля; 6 – контур сбойки в проходке; 7 – технологические подмости для обслуживания замораживающих колонок

Рис. 6. Замораживание грунтов из сервисного тоннеля



Бурение скважин велось установкой KLEMM KR708 в заранее оборудованных патрубках металлических колец обделки. Тип бурения – вращательное с применением специального раствора.

После определения координат точного положения забоев горизонтальных скважин, пробуренных из левого транспортного тоннеля, производилось бурение уточнённого веера коротких скважин из сервисного по нормали к обделке с целью обеспечения надёжного примораживания горизонтального ледогрунтового массива к сервисному тоннелю, а также создания ледогрунтового массива в сторону технологического отхода.

Замораживающие колонки из бесшовных горячекатаных труб диаметром 102×7 мм монтировались через превентор внутри обсадных труб. Пространство между замораживающей колонкой и обсадной трубой заполнялось цементным раствором с в/ц 0,5. Обсадные трубы не извлекались.

Замораживающая станция работала постоянно в одинаковом активном режиме как при создании ледогрунтового ограждения, так и при его поддержании в замороженном состоянии до завершения горнопроходческих работ по сооружению межтоннельной сбойки № 2 на I этапе.

Контроль качества замораживания осуществлялся регулярными замерами температур грунта в термометрических колонках. По окончании срока активного замораживания производилось контрольное бурение серии разведочных шпуров длиной до 1 м в сводовой части контура сбойки на предмет наличия несвязанной воды за приобделочным пространством.

По окончании создания ледопородного ограждения проектной толщины разрешалась проходка сбойки. Разработка грунта при этом велась вручную с помощью пневматических отбойных молотков. Сначала осуществлялась проходка верхнего уступа на всю длину с врезкой в сервисный тоннель, затем нижнего на проектную глубину, после этого – сводовой части сопряжения и технологического отхода, далее сооружалась конструкция сопряжения сбойки с сервисным тоннелем (рис. 4).

По завершении возведения постоянной обделки сбойки работы по замораживанию грунтов на I этапе были прекращены, рассольная сеть демонтировалась, колонки освобождались от рассола и начиналось бурение скважин для замораживания сбойки между правым транспортным и сервисным тоннелями.

Этап II. При закреплении грунтов на этом этапе необходимо было создать замкнутое ледогрунтовое ограждение горизонтальными скважинами, пробуренными из правого транспортного тоннеля до сопряжения с сервисным тоннелем, а также герметичное примыкание к ледогрунтовому массиву технологического отхода (рис. 5, 6).

Для бурения горизонтальных скважин в правом транспортном тоннеле в створе сбойки были заложены пять стальных колец шириной 2 м с заранее обустроенными горизонтальными патрубками. В создании ле-

догрунтового контура принимали участие также некоторые замораживающие колонки, пробуренные на первом этапе строительства сбойки в сторону технологического отхода.

Замораживающая станция, состоящая из трех холодильных установок ПХУ-50 (две рабочие и одна резервная), размещалась в левом транспортном тоннеле на сооруженной плите проезжей части (рис. 7).

Циркуляция рассола от замораживающей станции в сервисный, правый транспортный тоннели и обратно производилась через рассолопроводы диаметром 140 мм.

Для устройство рассолопроводов из правого транспортного тоннеля через патрубки диаметром 273 мм бурились две горизонтальные скважины с диаметром труб 140 мм параллельно оси сбойки, врезаясь в обделку сервисного тоннеля. Рассолопроводы из левого прокладывались в сооруженной части сбойки в сервисный тоннель и соединялись с рассолопроводами из правого. Затем монтировалась рассольная сеть.

По окончании создания ледопородного ограждения проектной толщины разрешалась проходка верхнего уступа сбойки. Весь период поддержания ледогрунтового ограждения замораживающая станция работала в активном режиме, так как при горнопроходческих работах возникают дополнительные теплопритоки, которые могут привести к оттаиванию грунта. Работы велись со стороны сервисного тоннеля с разломкой временной торцевой стены технологического отхода.

Проходка верхнего калоттного профиля сбойки выполнялась до зоны примыкания с правым транспортным тоннелем по хорошо промороженному грунту. Однако при выполнении сварочных работ по устройству металлической опалубки на контакте с правым тоннелем произошел разогрев замороженных грунтов в сводовой части сбойки, что привело к обвалу обводненного песка в объеме 1,5 м³, которым была заполнена часть пространства за металлической опалубкой. В связи с этим, не удалось забетонировать временную крепь в зоне примыкания к обделке тоннеля.

В связи с этим, было принято решение произвести замораживание обвалившегося грунта в правой стороне калотты с использованием «сухого льда» и под защитой ледогрунтовой пробки её разработать, закрепить стойками и обетонировать.

Замораживание обвалившегося за металлическую опалубку грунта «сухим льдом»

Для обеспечения работ по замораживанию грунта было выполнено устройство приточно-вытяжной вентиляции сбойки и сооружен металлический короб для засыпки «сухого льда» (рис. 8). Наружные его стенки были теплоизолированы щитами из досок толщиной 40 мм и обшиты слоем минеральной ваты типа URSA толщиной 80 мм.

Гранулированный «сухой лед» (размер гранул 15×10 мм) доставлялся в изотермических контейнерах непосредственно на строительную площадку в левом транспортном



Рис. 7. Замораживающая станция в тоннеле

тоннеле. Замораживание грунтов производилось путем засыпки в металлический короб «сухого льда» вручную.

Толщина ледогрунтового ограждения определялась проектной толщиной временной крепи и составляла 0,4 м. Расчетный срок активного замораживания составил двое суток. В этот период велся постоянный контроль за содержанием CO₂ и O₂ в тоннелях. Замеры производились каждые 15 мин в пониженных точках правого, левого и сервисного тоннелей. Случаев превышения нормативных значений CO₂ и снижения кислорода менее 20 % в составе воздуха не выявлено.

Принятые проектные решения и контроль за проведением искусственного замораживания грунтов обеспечили безопасные условия проходки выработок и сооружение сбойки № 2 в сложных инженерно-геологических условиях в установленные сроки.

Метод искусственного замораживания грунтов позволяет вести постоянный контроль качества создаваемого ледогрунтового массива путем изменения динамики температур в термометрических скважинах и, следовательно, обеспечивает безопасность горнопроходческих работ, что, по сравнению с другими методами, наиболее эффективно.

Осложнение в виде обвала растепленного грунта в объеме 1,5 м³ при сооружении вре-

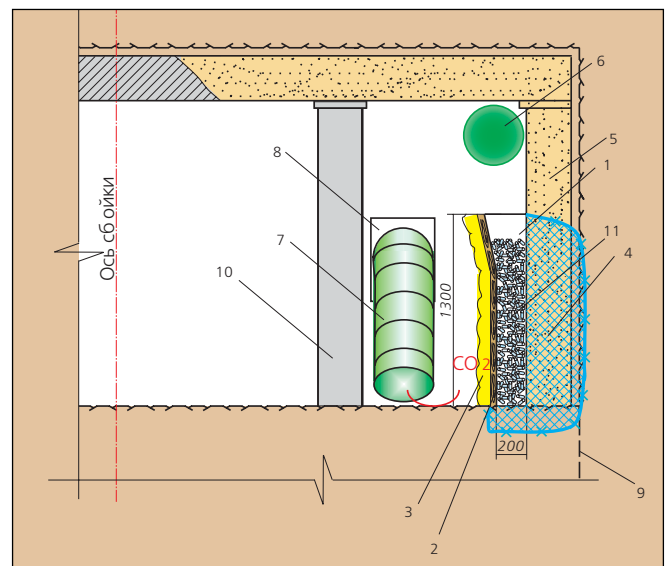


Рис. 8. Замораживание обвалившегося грунта «сухим льдом»: 1 – короб металлический для засыпки «сухого льда»; 2 – щит из досок толщиной 40 мм; 3 – слой минваты типа «URSA» толщиной 80 мм; 4 – массив грунта, замороженный «сухим льдом»; 5 – стена временной крепи, заполненная грунтом; 6 – приточная вентиляция; 7 – вытяжная вентиляция; 8 – отверстие в обделке правого транспортного тоннеля; 9 – контур сбойки в проходке; 10 – арка временной крепи; 11 – гранулированный «сухой лед»

менной крепи в зоне примыкания сбойки к правому транспортному тоннелю было вызвано непредвиденным стечением обстоятельств. Однако вынужденное применение «сухого льда» для замораживания талого массива за временной крепью позволило убедиться в быстроте, надежности и эффективности использования этого способа для ликвидации некоторых аварийных ситуаций, возникающих при проходке. При бесперебойной работе приточно-вытяжной вентиляции, организации регулярной поставки «сухого льда» и соблюдения техники безопасности этот способ может быть применен при сооружении тоннелей и других подземных выработок.

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫРАБОТКИ, ПРОЙДЕННОЙ С ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ КРЕПЬЮ КРОВЛИ И ЛБА ЗАБОЯ В ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ГЛИНАХ

Ю. С. Фролов, д. т. н., профессор
А. А. Ларионов, научный сотрудник, ПГУПС

Особенности инженерно-геологических и градостроительных условий Санкт-Петербурга обусловили строительство перегонных тоннелей и станций метрополитена в основном только глубокого заложения в толще верхнепротерозойских глин, исключая участки выхода на поверхность в периферийных районах города. Верхнепротерозойские глины, в основной массе, сухие твердой консистенции. Они обладают очень малой фильтрационной способностью, их водонепроницаемость определяется только степенью трещиноватости, естественная влажность составляет 12–14 %. Такие грунты хорошо фрезеруются (скалываются), а при ударных нагрузках проявляют хрупкий характер разрушения, что позволило внедрить высокопроизводительные механизированные щитовые комплексы для проходки перегонных тоннелей и агрегат для разработки калоттной прорези односводчатых станций. Тем не менее, проходка всех вспомогательных выработок и большей части станционных тоннелей Петербургского метрополитена в протерозойских глинах до настоящего времени осуществляется с разработкой грунта вручную, отбойными молотками, с применением сложных и трудоемких операций по креплению кровли и лба забоя. Кроме того, такая технология сопровождается быстрым нарастанием горного давления и значительными смещениями в кровле и плоскости лба забоя выработки, что, в свою очередь, приводит к осадкам земной поверхности и повреждениям зданий и сооружений на ней.

Зарубежный, а также имеющийся к настоящему времени, хотя и небольшой, отечественный опыт горно-проходческих работ в аналогичных условиях строительства, дает основание полагать, что проблема механизации проходческих процессов и сведения к минимуму осадок земной поверхности может быть решена, если вместо традиционных технологий (эректорная проходка со сборной обделкой) вести проходку с применением опережающей крепи и постоянных конструкций из монолитного бетона.

С целью эффективного решения поставленных задач был разработан проект сооружения околоствольной выработки в протерозойских глинах с помощью опережающей крепи кровли и лба забоя (рис. 1).

Выработка пролетом 7,3 м и высотой 9,53 м находится на глубине около 70 м в протерозойских глинах. Над их кровлей расположены обводненные четвертичные отложения. Разработка грунта производится экскаватором, оснащенный рыхлителем. Устойчивость выработки обеспечивается опережающим креплением кровли и лба забоя.

Крепление кровли выполняется в виде экранных из труб диаметром 105 мм и длиной 7 м,

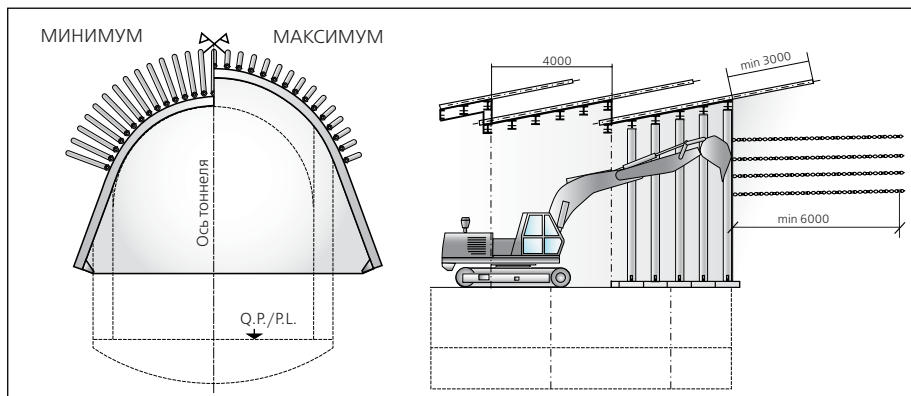


Рис. 1. Разработка грунта калотты на последней заходке перед устройством очередной системы опережающей крепи забоя

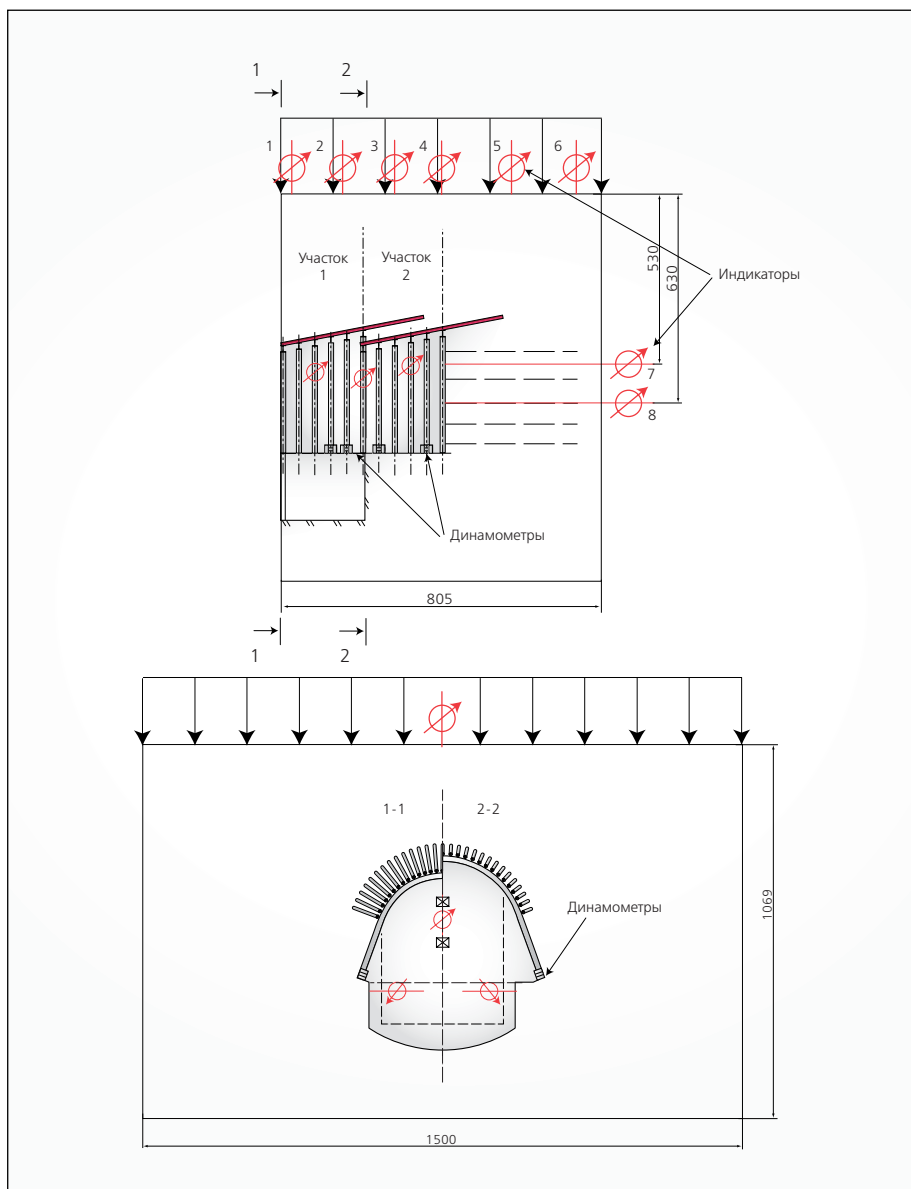


Рис. 2. Схема модели с измерительным оборудованием

заполненных цементно-песчаным раствором. Выработка раскрывается заходками по 0,8 м с установкой металлических арок участками по 4 м. Для лба забоя используются фиберглассовые анкеры, начальная длина которых равна 14 м. Анкеры устраиваются в скважинах, пробуренных параллельно оси тоннеля. После их установки скважины заполняются цементно-песчаным раствором. Когда по мере продвижения забоя расстояние до конца фиберглассовых анкеров остается 6 м, забой обуривают на глубину 14 м для установки следующего комплекта анкеров.

Одной из важных задач, во многом определяющих эффективность внедрения новых конструктивно-технологических разработок, следует считать упорядочение вопросов расчета опережающей крепи кровли и лба забоя выработки, соответствующих этой технологии. Её новизна и нетрадиционные конструкции крепи, а также сравнительно небольшой опыт их применения в отечественной практике подземного строительства не позволяют использовать метод аналогий и повторных решений в конкретных инженерно-геологических условиях. Вопросы оценки напряженно-деформированного состояния столь сложной системы крепи с учетом технологии ее возведения и последовательности раскрытия выработки достаточно успешно решаются с помощью методов физического моделирования. Исследования на физических моделях для проверки теоретической интерпретации процесса взаимодействия подземной конструкции с окружающим грунтом или для определения возможных грубых ошибок и неверных допущений особенно эффективны, когда их применяют для прогнозирования поведения конструкций на различных стадиях сооружения объекта. В этом случае экспериментальные исследования на моделях имеют приоритет перед теоретическими.

Испытания комбинированной опережающей крепи выполнялись методом эквивалентных материалов в лаборатории физического моделирования кафедры тоннели и метрополитены ПГУПС. Их задачей являлась качественная и количественная оценка напряженно-деформированного состояния грунтового массива и элементов опережающей крепи кровли и лба забоя, а также оценка устойчивости выработки при заданных конструктивных и технологических параметрах.

Метод позволяет на крупномасштабных моделях с максимальным приближением к натуре отразить конструктивные особенности крепи, основные характеристики грунта, воспроизвести особенности технологии работ и тем самым обеспечить подобие модельных и природных механических процессов. Моделирование основано на замене материала природы (грунта, бетона стали) другими материалами, показатели физико-механических свойств которых в определенном соотношении аналогичны свойствам природы.

Моделирование проходки выработки с опережающим креплением кровли и лба за-



Рис. 3. Общий вид испытательного стенда и модели

боя проводилось в соответствии со следующими принципами:

- масштаб модели и число испытаний обеспечивали получение достаточного количества данных для обоснованного анализа напряженно-деформированного состояния системы «крепь – грунтовый массив»;
- в модели были отражены главные факторы, определяющие характер изучаемого процесса;
- в модели, имитирующей крепь, адекватно воспроизводились все основные элементы и узлы, определяющие характер работы реальной конструкции;
- физико-механические характеристики материалов модели соответствовали характеристикам грунта и материалу конструкции;
- соблюдалось соответствие граничных условий по наружному контуру грунтового массива тем условиям, которые будут иметь место в натуре;
- в модели выдержан тот же порядок раскрытия выработки и установки крепи, который предполагался при строительстве реального объекта.

Учитывая необходимость детального воспроизведения элементов крепи и этапов проходки, масштаб моделирования, позволяющий решить поставленные задачи, принят равным 1:20. Размеры стенда установлены, исходя из условия размещения в нем грунтового массива и всех элементов опережающей крепи. Проходка велась при нагрузке на модель 0,2γН. Схема её построения приведена на рис. 2.

Так как основной целью экспериментальных исследований является изучение деформаций системы крепления и контура выработки, подбор необходимых параметров элементов опережающей крепи кровли и арок осуществлялся в соответствии с критерием подобия их жесткостей.

Опережающая крепь лба забоя из горизонтально расположенных фиберглассовых анкеров в модели выполнялась с учетом условий подобия усилий на выдергивание (при сохранении линейного геометрического масштаба).

Общий вид стенда и модели закрепленной выработки на стадии разработки 2-го участка показаны на рис. 3.

В ходе эксперимента велись наблюдения за деформациями и смещениями элементов конструкции временной крепи и окружающего грунтового массива. Для этого стенд был оснащен системой индикаторов, позволяющей количественно оценить характер смещений кровли выработки и устойчивость забоя на разных стадиях проходческого цикла.

Анализ данных экспериментальных исследований показал, что при проходке выработки максимальные смещения лба забоя не превышают 11 мм, кровли – 8 мм, (рис. 4, 5). Максимальные контактные напряжения под пятнами арок составили 0,73 МПа, что не превышает предела длительной прочности протерозойских глин. Это свидетельствует о достаточности и надежности принятой схемы разработки и крепления выработки.

С целью определения запаса несущей способности временной крепи в пределах разработанного восьмиметрового отрезка калотты и четырёхметрового незакрепленного участка уступа, первоначальное нагружение модели последовательно увеличивалось ступенями до 0,85γН.

При дополнительном нагружении модели до 0,3γН максимальные смещения лба забоя составили 18 мм (в нижней части забоя калотты), кровли – 9 мм (в пределах 1-го участка), контактные напряжения под пятнами арок – 1,0 МПа.

При дальнейшем нагружении модели до 0,5γН максимальные смещения лба забоя составили 35 мм (в нижней части забоя калотты), кровли – 18 мм (в пределах 1-го участка),

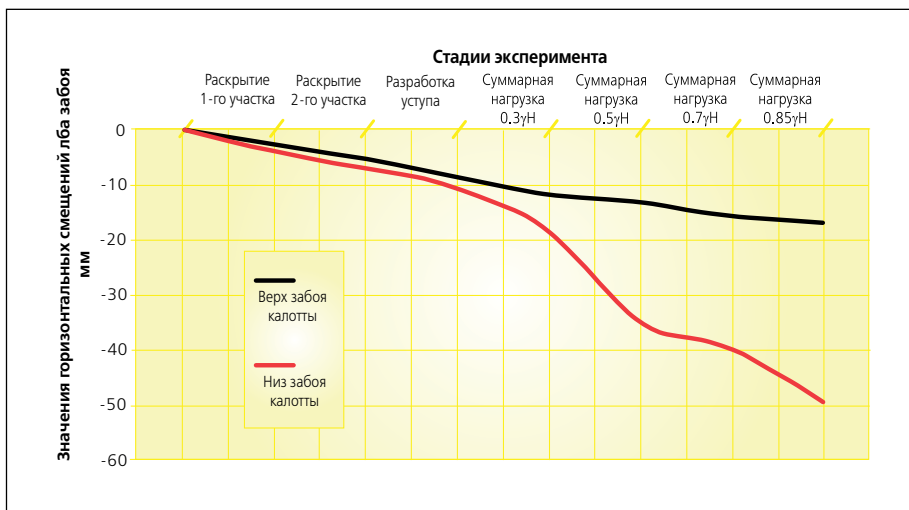


Рис. 4. Горизонтальные смещения лба забоя (в пересчете на натуру)

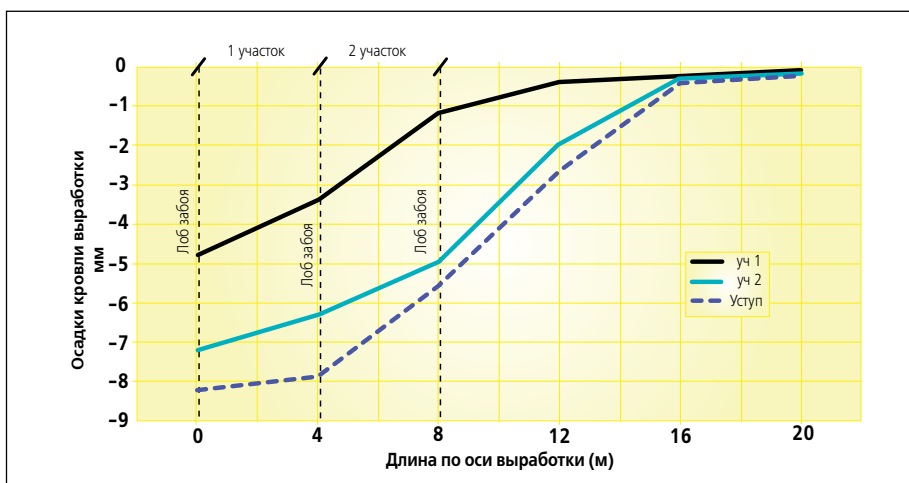


Рис. 5. Смещения кровли выработки на различных стадиях загрузки модели

Рис. 6. Проходка подходной выработки с опережающей крепью кровли и лба забоя в протерозойских глинах



контактные напряжения под пятнами арок – 1,3 МПа. Таким образом, до суммарной нагрузки на модель до 0,5 γ H максимальные смещения лба забоя калотты и кровли выработки увеличиваются незначительно, а контактные напряжения под наиболее нагруженными арками не превышают предела длительной прочности протерозойских глин.

При загрузке модели до суммарной нагрузки 0,7 γ H максимальные смещения лба забоя и кровли выработки увеличились и составили соответственно 40 и 20 мм, однако напряжения под пятнами арок в пределах 1-го участка составили 1,53 МПа, т. е. превысили предел длительной прочности протерозойских глин. Нагрузку модели до нагрузки 0,85 γ H привело к резкому увеличению смещений лба забоя (до 50 мм), осадок кровли (до 33 мм в пределах 2-го участка). Контактные напряжения под пятнами арок составили 1,8–2,1 МПа, что на 30 % превышает предел длительной прочности протерозойских глин. После кратковременной выдержки модели под этой нагрузкой произошло разрушение грунта под пятнами арок и резкие осадки системы временной крепи в пределах 1-го участка (в зоне разработанного уступа). При этом разрушения системы временной крепи в целом и вывалов грунта из свода и закола из забоя не наблюдалось.

Таким образом, результаты испытания модели при увеличенных нагрузках позволяют сделать заключение о том, что принятая система временной крепи обеспечивает устойчивость кровли и лба забоя в течение длительного времени при нагрузках, более чем в 3 раза превышающих проектную. Дальнейшее нагружение модели приводит к увеличению деформаций кровли и лба забоя, превышению напряжений под пятнами арок предела длительной прочности грунта и разрушению грунта в основании арок, однако не влечет за собой аварийного разрушения крепи и катастрофического обрушения грунта в забой.

В процессе сооружения подходного тоннеля ведется мониторинг напряженно-деформированного состояния элементов крепи и окружающего грунтового массива (рис. 6).

Напряженно-деформированное состояние массива и крепи выработки оценивалось по следующим параметрам:

- по напряжениям в арках крепи, а также в трубах опережающего крепления кровли выработки;
- по смещениям грунтового массива в призабойной зоне закрепленной опережающей крепью;
- по усилиям в анкерах опережающего крепления лба забоя;
- по результатам геодезического мониторинга за смещением элементов крепи и земной поверхности.

Сравнительный анализ данных, полученных в ходе эксперимента на моделях и результатов натурных исследований, позволит внести соответствующие коррективы в расчетно-теоретическое обоснование параметров новых конструктивно-технологических решений.



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ NO-DIG В МОСКВЕ



ПРИГЛАШАЕМ НА ВСЕМИРНЫЙ ФОРУМ NO-DIG 2008 В МОСКВЕ

Продолжается подготовка к Всемирной конференции и выставке Международного общества бестраншейных технологий (ISTT) - NO-DIG 2008, которые состоятся 3-6 июня 2008 года в Москве в МВЦ «Крокус Экспо». Это мероприятие, ежегодно проводимое ISTT в разных странах, является главным событием сектора.

Хотя до открытия NO-DIG 2008 в Москве остается 4 месяца, для участия в выставке уже зарегистрировалось свыше 90 компаний, площадь экспозиции которых составит 2500 кв.м. Несомненно, что NO-DIG в Москве станет рекордным за всю историю проведения выставок ISTT, превзойдя масштабы самых представительных мероприятий в Новом Орлеане (1996 год, 2610 кв.м) и Копенгагене (2002 год, 2785 кв.м).

На конец февраля этого года намечен приезд в Москву Председателя Программного комитета NO-DIG 2008 Президента Германского общества бестраншейных технологий проф. Йенса Холтерхоффа и Исполнительного секретаря Международного общества бестраншейных технологий Джона Касла. В ходе визита проф. Холтерхоффа и г-на Касла состоится встреча в Правительстве г. Москва и с Президентом Российского общества бестраншейных технологий С.В. Храменковым. Основные цели визита - мониторинг хода подготовки мероприятия, ознакомление с местом проведения, а также проведение заседания программного комитета, в ходе которого будет сформирована окончательная программа конференции. На данный момент определен перечень секций конференции, который будет уточнен и утвержден в рамках предстоящей встречи:

Ситуация на рынке и позиции бестраншейных технологий

Анализ, планирование и оптимизация затрат на эксплуатацию, ремонт и замену трубопроводов

Новые разработки и оборудование для бестраншейных технологий

Бестраншейные технологии для нового строительства

Бестраншейные технологии для замены на месте и увеличения диаметра

Бестраншейные технологии санации и ремонта

Прокладка туннелей для инженерных коммуникаций: актуальность, безопасность, конструкции, стоимость

Протяжка труб - выбор метода и практическая реализация

Теория и практика управления качеством при использовании бестраншейных технологий

Бестраншейные технологии в условиях холодного климата

В рамках конференции планируется проведение коллоквиума для преподавателей, готовящих кадры для сектора бестраншейных технологий. На коллоквиум приглашаются представители высших учебных заведений, занимающиеся подготовкой специалистов для отрасли.

Секретариат NO-DIG 2008 Москва приглашает компании принять участие в выставке и конференции, а специалистам, занимающимся бестраншейными технологиями, предлагает использовать свой шанс быть включенными в программу конференции и прислать тезисы выступлений в самые кратчайшие сроки.

Следует отметить, что в 2008 году МВЦ «Крокус Экспо» станет доступнее в связи с открытием новой станции метрополитена «Строгино», расположенной примерно в 1,5 км от выставочного центра.

Подробная информация о мероприятии
на сайте www.nodig2008.ru или в Секретариате:

тел/факс (495) 225 5986, 782 1013 (многоканальный) e-mail: nodig2008@sibico.com

Секретариат выражает признательность организациям, оказавшим спонсорскую поддержку форуму:



ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛИТЫ АВТОПРОЕЗДА СЕРЕБРЯНО-БОРСКИХ ТОННЕЛЕЙ НА НАГРУЗКИ ОТ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В. Е. Меркин, д. т. н., проф., Е. В. Щекудов, к. т. н., А. М. Страхов, НИЦ ТМ филиал ОАО «ЦНИИС»
А. И. Васильев, д. т. н., М. Л. Хазанов, к. т. н., О. В. Иванова, инженер, ЗАО «Институт «ИМИДИС»



В декабре 2007 г. состоялась сдача в эксплуатацию комплекса Серебряноборских тоннелей, расположенных на участке Краснопресненского проспекта от МКАД до проспекта Маршала Жукова (заказчик – ООО «Организатор», генпроектировщик – ОАО «Метрогипротранс», генподрядчик – ОАО «Мосметрострой»). Два транспортных тоннеля этого комплекса внутренним диаметром 12,35 м стали первыми в России двухъярусными комбинированными, предназначенными для одновременного пропуска автотранспорта и поездов метрополитена по двум изолированным отсекам.

Разделение транспортных потоков происходит за счет сооружения внутри тоннеля плиты автопроезда оригинальной конструкции. Эффективность строительства тоннелей с многоуровневой организацией движения определяется возможностью обеспечения высокой пропускной способности за счет более полного использования внутреннего пространства. При этом затраты на прокладку двухъярусных тоннелей существенно ниже, чем двух параллельных одноъярусных. Вместе с тем, строительство тоннеля закрытым способом щитовыми тоннелепроходческими механизированными комплексами с активным пригрузом забоя обеспечивает практически безосадочную проходку, что особенно важно в условиях больших городов с плотной застройкой, включающей культурно-исторические здания и природоохранные зоны.

Конструкция автопроезда в Серебряноборском тоннеле представляет собой железобетонное плитно-рамное сооружение, консоли которого лежат на опорных частях, а стойки рамы опираются на обделку. Возведение подобной конструкции стало первым опытом в отечественной практике тоннелестроения. А уникальность и отсутствие опыта по проектированию и возведению аналогичных сооружений вызвали необходимость в детальном изучении конструкции, учитывая множество факторов, потенциально влияющих на статическую и динамическую работу нового объекта. В связи с этим в НИЦ «Тоннели и метрополитены» ОАО ЦНИИС проводится обширная научно-исследовательская работа по изучению и оценке поведения конструкции автопроезда под воздействием внутритоннельной транспортной нагрузки. Она включает проведение полномасштабных теоретических и экспериментальных исследований в том числе в натурных условиях, целью которых являются определение

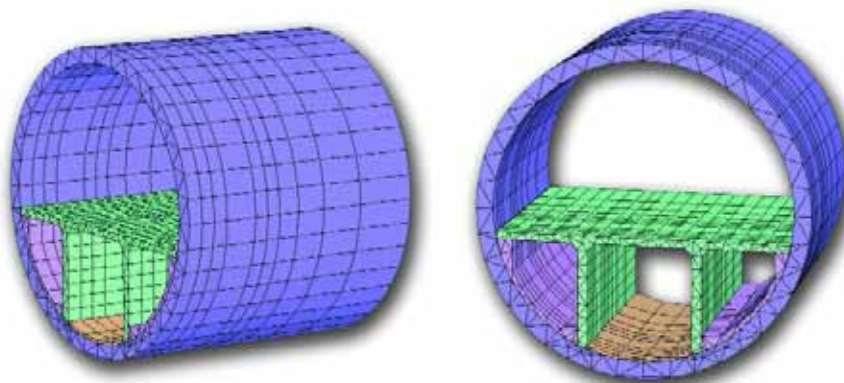


Рис. 1. Пространственная КЭ модель конструкции автопроезда с обделкой

и оценка параметров статического и динамического напряженно-деформированного (НДС) элементов конструкций автопроезда. Учитывая направление исследования, были определены основные задачи, включающие в себя разработку расчетной модели, проведение натурных испытаний с последующей сравнительной оценкой деформаций и напряжений, возникающих в элементах конструкции автопроезда при действии транспортных средств. Кроме этого, в задачу исследования входило выявление возможности и оценка величины смещения (проскальзывания) опорных частей плиты относительно обделки тоннеля и нахождение динамических характеристик конструкции.

Разработка математической модели велась с применением расчетных комплексов «Plaxis_3D Tunnel» и «Sofistik», в основу которых положен один из наиболее мощных и универсальных, на данный момент, численных методов механики твердых деформируемых тел – метод конечных элементов. Были разработаны пространственная конечно-элементная (КЭ) модель для расчета конструкции автопроезда на статические на-

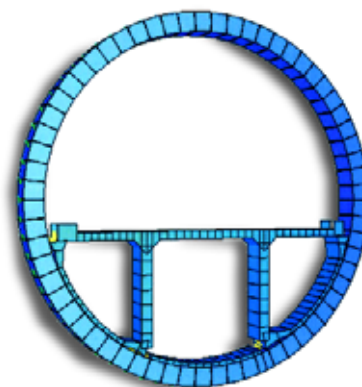


Рис. 2. Плоская КЭ модель конструкции автопроезда с обделкой

грузки и плоская КЭ – для имитации воздействия динамических нагрузок (рис. 1, 2).

Требования к каждой модели предъявлялись, исходя из условия максимально возможного отражения характерных конструктивных особенностей сооружения. Было соблюдено геометрическое и массовое подобие модели реальной конструкции, а также

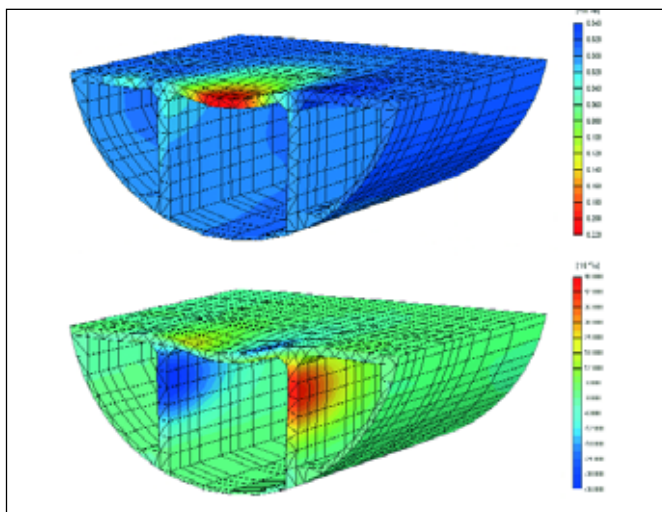


Рис. 3. Характерное распределение (изополя) вертикальных и горизонтальных деформаций в конструкции автопроезда при загрузке на краю секции

характер опирания консолей рамы на опорные части и, в свою очередь, опорных частей на тоннельную обделку. Расчетно-теоретические исследования были ориентированы на планируемые, по мере готовности конструкции автопроезда, натурные статические и динамические испытания. Для проведения последующего сравнительного анализа схемы расположения и величины нагрузок применялись аналогично испытательным. По результатам расчетного моделирования были получены распределения деформаций (рис. 3) и напряжений в элементах конструкции автопроезда и определены первые собственные частоты и формы колебаний сооружения (рис. 4).

Специально для осуществления экспериментальных исследований были разработаны и утверждены методика и программа работ. Первая содержала в себе описание и последовательность проведения всех этапов эксперимента с назначенными вариантами статических и динамических нагружений конструкции автопроезда испытательной нагрузкой, в качестве которой на разных этапах натурных исследований использовались: бетоносмесители на базе автомобиля КамАЗ 55111, автосамосвалы на базе TATRA 815-2A0S01 общим весом 24, 9 и 27 т, соответственно, а также катки для укладки асфальтобетона. Величина на-грузки при испытании выбиралась таким образом, чтобы в соответствии со СНиП 3.06.07-86 усилия, возникающие в элементах испытываемой конструкции, были не менее 70 % (п. 3.8) и не более 100 % усилий, взятых с полным динамическим коэффициентом от нормативной подвижной нагрузки.

Задача испытаний заключалась в выявлении характера пространственной работы и НДС, а также в оценке реального поведения конструкции автопроезда под нагрузкой от транспортных средств. Сравнительным анализом полученных результатов теоретических и натурных исследований оценивалась адекватность численной модели и правильность выбора расчетных предпосылок. Натурные исследования выполнялись лабораторией «Горного давления

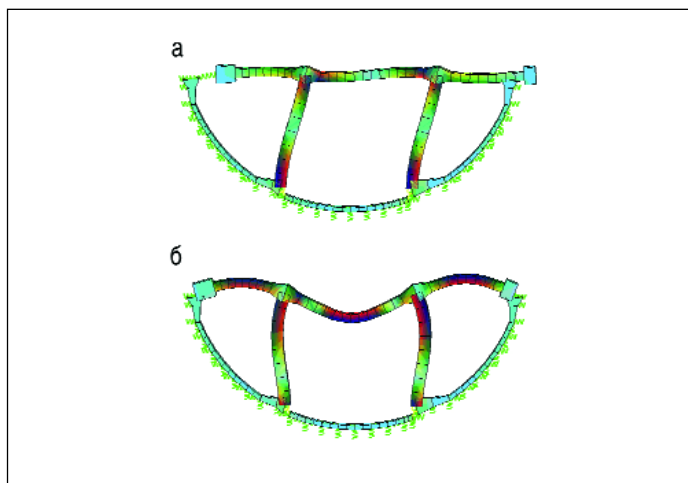


Рис. 4. Частоты и формы колебаний конструкции автопроезда: а – горизонтальные колебания конструкции с частотой 8,5 Гц; б – вертикальные колебания конструкции с частотой 37,4 Гц

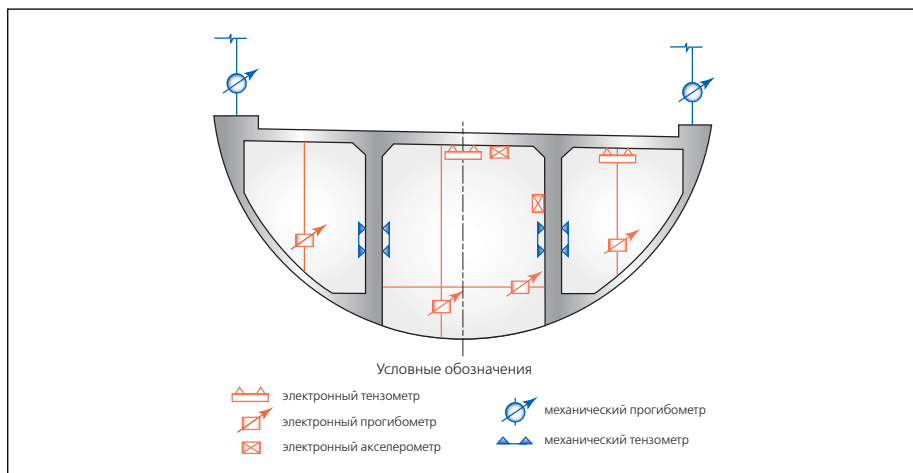


Рис. 5. Общая схема расположения измерительных приборов при испытаниях

и норм расчета» НИЦ ТМ совместно с ЗАО «Институт «ИМИДИС» при активном содействии руководства и ИТР ООО «Организатор», ООО «Тоннель 2001», ООО «СМУ 9 Метростроя» и ООО «Строймехсервис Метростроя».

Перед испытаниями проводилось натурное обследование конструкций автопроезда с целью определения фактических размеров конструкции, значения величин прочности бетона и ширины раскрытия трещин, выявлялись и фиксировались имеющиеся повреждения. Измерения ширины раскрытия швов и оценка общего состояния элементов конструкции (перекрытия, стены отсека метро) осуществлялись до и после испытаний, а также непосредственно под испытательной нагрузкой.

Величины напряжений и деформаций измерялись с помощью компьютерной системы КИС-ИМИДИС, в состав которой входит персональный компьютер, блок сопряжения и набор различных механических и электронных датчиков: тензометры, прогибомеры и акселерометры (рис. 5).

Обработка результатов измерения производилась в среде управляющей программы. При обработке найденных значений один из датчиков использовался как термокомпенсационный. Полностью цифровые съем

и передача данных снижали вероятность их искажения из-за помех.

В процессе проведения динамических испытаний велась запись измеряемых деформаций и ускорений в реальном масштабе времени. Полученные записи обрабатывались в программе «Спектр», позволяющей строить графики изменения наблюдаемых параметров, проводить фильтрацию данных и их спектральный анализ, получая амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) испытываемого сооружения. Используя программу спектрального анализа, реализующую преобразование Фурье, вычислялись динамический коэффициент, собственные частоты колебаний (период) и декремент колебаний конструкции автопроезда.

Испытания состояли из нескольких серий и вариантов загрузки. По длине автопроезда нагрузка располагалась таким образом, чтобы обеспечить возникновение максимально возможных величин напряжений и деформаций (рис. 6).

Для проведения сравнительного анализа данные по измерениям предварительно обрабатывались, при этом отсеивались заведомо недостоверные и выпадающие результаты. Принятая в методике симметрия в схемах нагружения и установке датчиков (см. рис. 5)

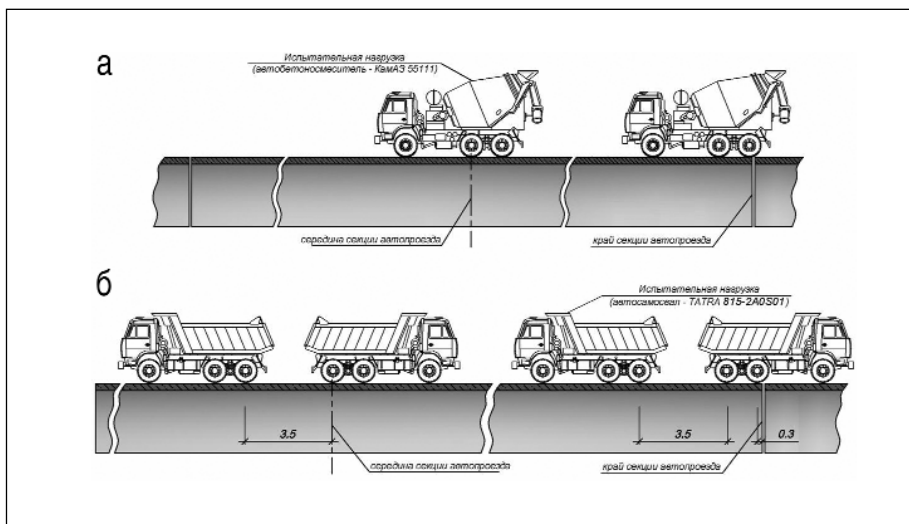


Рис. 6. Схема расстановки испытательной нагрузки по длине конструкции автопроезда на различных этапах испытания: а – при бетонировании перекрытия, б – приемочные испытания



Рис. 7. Статические испытания (расположение автомобилей по схеме нагружений)



Рис. 8. Динамические испытания (проезд автомобиля через порожек)

сказалась на надежности и достоверности полученных результатов. С учетом этого, при последующем анализе результаты, полученные при загрузке на краю и в центре секции автопроезда, разделялись.

нагрузка, и при наиболее невыгодных загрузках достигали 0,6–0,9 мм. По результатам расчета для соответствующих загрузок величины прогибов составили несколько меньшие значения – 0,6–0,7 мм. Получен-

ные величины не скажутся на комфорте движения, т. к. составили ориентировочно 1/4000 пролета, при нормативном значении 1/400. Максимальная экспериментальная и расчетная конвергенция или дивергенция, т. е. расхождение или сближение стен, не превышала 0,3 мм, что характеризует данную величину как незначительную.

Максимальные значения наибольших измеренных растягивающих напряжений в железобетонной плите пришлось на средний пролет и составили 15,8 кг/см², при расчетных значениях и аналогичных загрузках – 14,5 кг/см². Различие расчетных и измеренных краевых напряжений сжатия и растяжения в стенах находилось в пределах ± 4 кгс/см². Полученные значения напряжений укладываются в требования СНиП 2.05.03-84* (п. 3.24*) по расчетным сопротивлениям бетона на растяжение при расчете на трещиностойкость (20 кг/см²). Поэтому можно считать трещиностойкость железобетонной плиты под воздействием нагрузок класса АК обеспеченной.

Анализ результатов измерений показал, что максимальные смещения опорных частей «лыжи» составляли 0,1 мм, что говорит о точности измерений прогибомеров. Согласно результатам расчета, сдвиги опорных частей исключены. Исходя из этого, связь опорной конструкции «лыжи» с тоннельной обделкой оказалась достаточно прочной.

Проведенный сравнительный анализ свидетельствует о хорошей сходимости между теоретическими и экспериментальными данными параметров НДС. На этом основании можно констатировать соответствие расчетной математической модели фактической работе конструкции автопроезда, а разработанную математическую модель рекомендовать для проектирования аналогичных объектов.

Динамическим нагрузкам подвергались секции автопроезда путем пропуска по ним тех же грузовых автомобилей, что использовались и при статических испытаниях. Автомобили проезжали по испытываемому участку со скоростями от 10 до 50 км/ч как беспрепятственно, так и через искусственный порожек – доску высотой порядка 4 см, уложенную поперек проезда (рис. 7, 8).

Размер порожка подбирался из условия возможных неровностей максимального размера на дорожном полотне плиты, т. е. примерно на толщину верхнего слоя асфальтобетонного покрытия. При проезде через порог возбуждаются наибольшие амплитуды колебаний сооружения, при которых на диаграммах прогибов более отчетливо наблюдается период собственных колебаний (рис. 9).

Согласно полученным результатам, величина прогиба (0,2–0,3 мм) очень мала, а сам он фиксируется только в момент проезда нагрузки непосредственно над прогибомером. Это особенно отчетливо видно из диаграмм, где хорошо заметны моменты преодоления порожка каждой из осей автомобиля. Данный факт указывает на то, что прогиб возникает только в узкой зоне нахождения нагрузки и не распространяется на всю секцию. Можно отметить, что удар осей автомобиля при про-

езде через порожек вызывает увеличение прогиба, однако колебательного процесса не происходит. Это свидетельствует об очень незначительной амплитуде собственных колебаний плиты (ниже чувствительности прогибомера) и высоких характеристиках затухания, что подтвердили динамические расчеты конструкции, по результатам которых коэффициент затухания составил $13,1 \text{ с}^{-1}$, при декременте колебаний 0,29. Абсолютные максимальные значения конвергенции (дивергенции) стен при проезде нагрузки были порядка 0,2 мм. Но в большинстве случаев электронные прогибомеры, установленные между стенками, показывали только собственные шумы.

На рис. 10 изображена спектральная характеристика ускорений при проезде автомобиля со скоростью 50 км/ч через порожек.

Полученная АЧХ сооружения не носит явно выраженного характера, а в колебательном процессе не проявляется однозначно доминирующей частоты. Тем не менее, по распределению пиковых значений можно выделить ряд собственных частот: низшая – 9 Гц и высшие – 20, 30 и 40 Гц. АЧХ колебаний при заездах с меньшими скоростями носила чисто шумовой характер. Результаты спектрального анализа также согласуются с данными, полученными теоретически по значению низшей собственной частоты (см. рис. 4).

Динамический коэффициент $1 + \mu$ при натурных испытаниях определялся как отношение динамического прогиба $\delta_{дин}$ (статический прогиб + амплитуда колебаний) к статическому $\delta_{ст}$:

$$1 + \mu = \frac{\delta_{дин}}{\delta_{ст}}$$

Амплитуда колебаний плиты, полученная методом двойного интегрирования, составила 0,06 мм. Минимальный статический её прогиб во время испытаний достигал 0,3 мм. Таким образом, максимально возможный динамический коэффициент не превысил 1,2.

Сравним полученное значение динамического коэффициента по результатам испытаний и рассчитанного по нормативному документу СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы», а значение динамической добавки согласно формуле (20) п. 2.22*–1,3. При этом следует учитывать, что нормативные формулы во многом являются эмпирическими и базируются на многочисленных экспериментальных исследованиях, а данное значение μ представляет собой некую

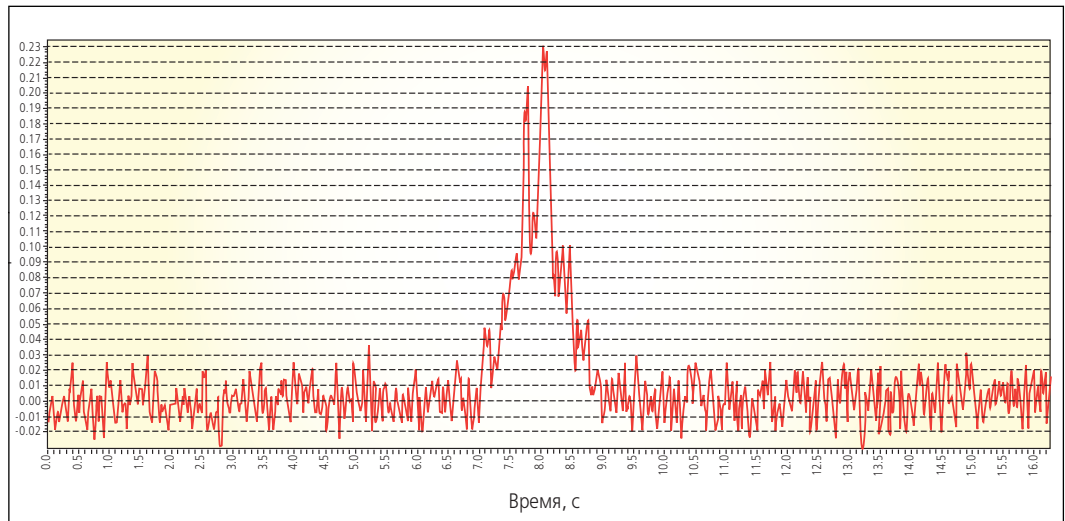


Рис. 9. Характерная диаграмма прогибов плиты при проезде испытательной нагрузки через порожек

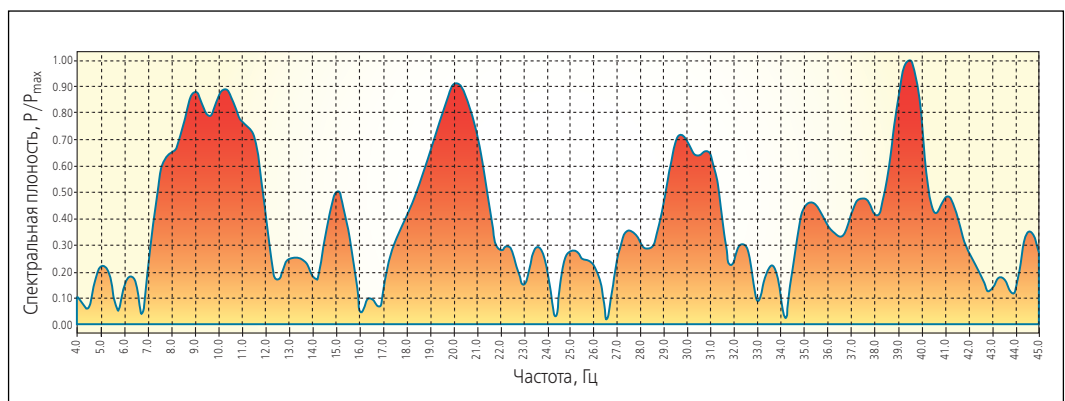


Рис. 10. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) колебаний плиты автопроезда при проезде нагрузки через порожек со скоростью 50 км/ч

обобщенную оценку прироста динамических деформаций (напряжений) в элементах именно мостов. Однако конструкция автопроезда имеет ряд особенностей, отличных от мостовых: оригинальные опорные части плиты, относительно малый свободный пролет монолитной рамы – 4,2 м и, соответственно, основание для самого внутреннего сооружения – в виде массивной тоннельной обделки, заключенной в грунтовый массив.

Проведенные исследования показали, что фактический динамический коэффициент рассматриваемой конструкции может отличаться от нормативно-расчетного. Для назначения величины динамической добавки при проектировании внутренних тоннельных конструкций необходимо накопить статистические данные по результатам натурных испытаний, подобных проведенным, в аналогичных сооружениях. Результаты этих исследований позволят внести соответствующие дополнения и коррективы в нормативные документы на проектирование городских автодорожных тоннелей.

Выводы

Впервые проведены полномасштабные испытания конструкции автопроезда, учитывающие все стадии ее изготовления и эксплуатации. Она подвергалась испытанию технологическими нагрузками и на-

грузками, имитирующими воздействие автотранспортных экипажей в эксплуатационный период.

Прошла экспериментальную проверку методика теоретической оценки напряженно-деформированного состояния и уровней колебаний тоннельных конструкций под действием транспортных средств, разработанная специально для этих целей.

Отработана в производственных условиях методика экспериментальной оценки статической и динамической работы тоннельных конструкций на воздействие внутритоннельного транспорта.

Определены возможные величины деформаций и напряжений в элементах конструкции автопроезда при эксплуатации. Их наибольшие значения составили 0,9 мм и 1,55 МПа, соответственно. Конструктивный коэффициент по напряжениям – $K = 0,93$.

Анализ результатов расчетов и испытаний показал:

- адекватность разработанной математической модели действительной картине напряженно-деформированного состояния плиты автопроезда;
- конструкция автопроезда отвечает требованиям по прочности, трещиностойкости и деформативности;
- возможность приемки конструкции автопроезда в эксплуатацию под проектными нагрузками А14, НК-80 и НК-176.

ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС РОГУНСКОЙ ГЭС В ТАДЖИКИСТАНЕ

В. Н. Жуков, Zublin Ground Engineering



Рогунская ГЭС на реке Вахш в Республике Таджикистан характерна своими масштабами: проектом предусмотрена самая высокая в мире плотина высотой 335 м, а комплекс подземных сооружений имеет общую протяженность около 30 км, при этом фактический объем подземной разработки превысит 3 млн м³.

Рогунская ГЭС особенна не только своими масштабами, но и своей историей. В последние годы существования СССР это был один из знаковых объектов страны. С его распадом финансирование прекратилось и строительство сошло на нет, а гражданская война в Таджикистане и авария в строительных тоннелях привели к тому, что объект был всеми оставлен и заброшен.

Общая информация

Рогунская ГЭС находится на расстоянии чуть более 100 км восточнее столицы Таджикистана – г. Душанбе. Створ ГЭС расположен в узком каньоне, доступ к которому возможен только с помощью тоннелей, что и предопределило масштабы подземного комплекса. Это же послужило основной причиной размещения под землей помещений гидростанции.

Большая часть протяженных транспортных тоннелей, обеспечивающих доступ к основным сооружениям гидроузла, расположена на правом берегу; строительные тоннели, камерные выработки станционного узла и основная часть других подземных сооружений ГЭС – на левом берегу реки.

Строительство первого транспортного тоннеля на Рогунской ГЭС было начато в 1976 г. Для того чтобы выйти к основным подземным объектам, потребовалось пройти километры автодорожных и проходных тоннелей.

Строительные тоннели

Строительные тоннели – важное сооружение на любом гидроузле. Пропуская по ним воду реки, освобождают русло для возведения плотины. Строительные тоннели Рогунской ГЭС характерны своими размерами, сложной конструкцией и крайне неблагоприятными условиями эксплуатации, а именно:

- в силу большой площади каменно-набросной плотины и сложной топографии в

районе створа плотины тоннели располагаются как на левом, так и на правом берегу, поэтому предусмотрено устройство перехода в русловой части;

- чтобы использовать концевую часть строительных тоннелей в эксплуатационный период в качестве отводящих тоннелей ГЭС, они имеют как горизонтальные, так и наклонные (максимальный уклон 9,2%) участки; размеры поперечного сечения тоннелей в свету на первой половине трассы 11×11 м, на второй, после подключения отводящих тоннелей – 17×14 м;

- река Вахш несет не менее 3,6 млн т (с преобладающим размером частиц более 20 мм) влекомых наносов в год. Практически весь объем твердого стока приходится на период

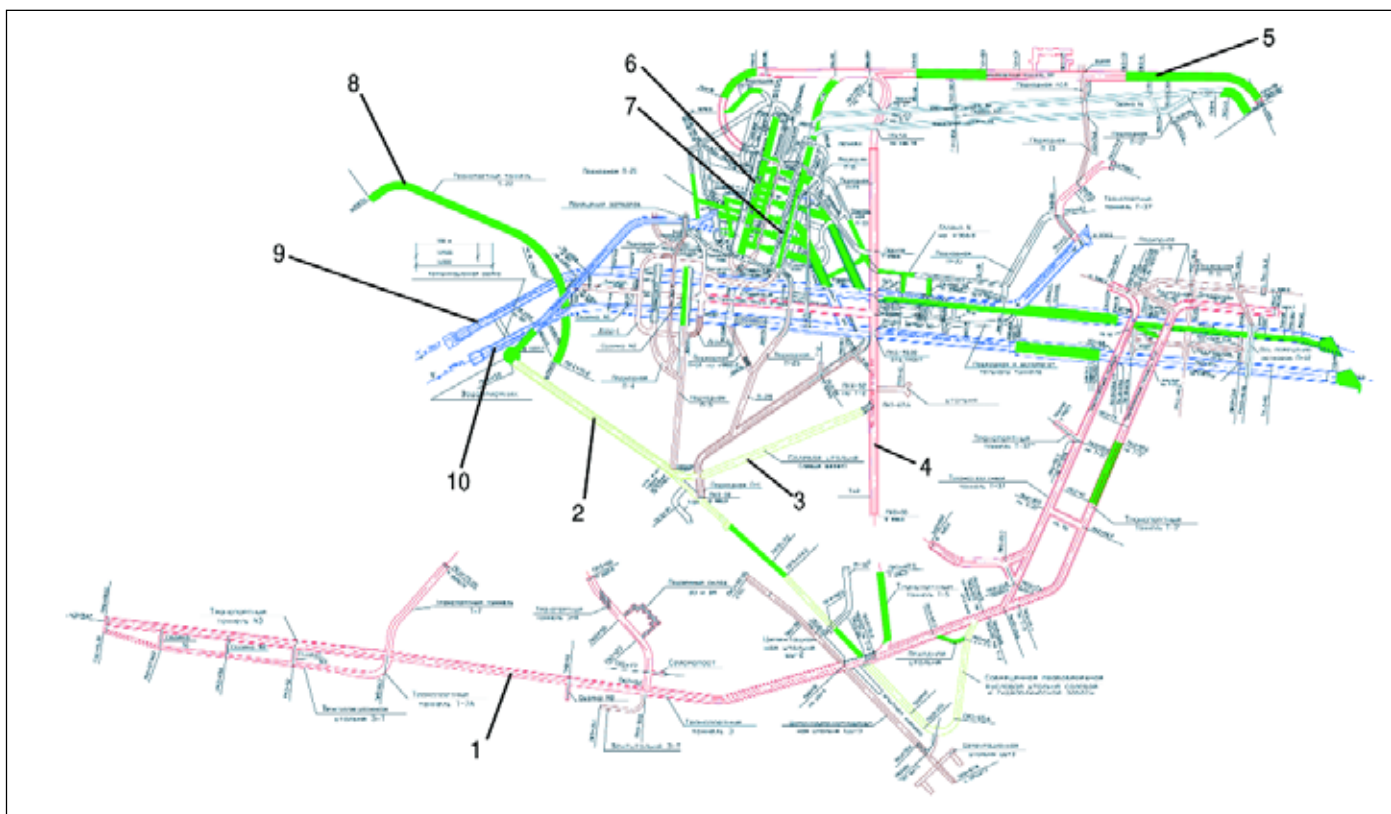


Схема основных подземных сооружений Рогунской ГЭС: 1 – транспортный тоннель № 3; 2 – совмещённая правобережная русловая штольня солевой и гидравлической завесы; 3 – солевая штольня; 4 – транспортный тоннель № 2; 5 – транспортный тоннель № 4; 6 – помещение машинного зала ГЭС; 7 – помещение трансформаторов; 8 – транспортный тоннель Т-22; 9 – строительный тоннель I яруса; 10 – строительный тоннель II яруса

паводка, когда скорость воды в тоннелях достигает 15 м/с;

- чтобы обеспечить возможность устройства переходов в русловой части, для отвода воды на конечном участке тоннеля 1-го яруса был выполнен вспомогательный тоннель, расположенный на 6 м выше проектной подошвы строительных тоннелей. Это еще больше затрудняло и без того сложный переменный гидравлический режим эксплуатации тоннелей.

В довершение всего строители не успевали к паводку завершить работы, и к пуску тоннеля для пропуска первого паводка нижний ярус высотой около 7 м на длине ориентировочно 150 м не был разработан. Этот участок располагался в зоне мощного разлома № 35.

Строители надеялись, что в таких условиях тоннели будут эксплуатироваться только на протяжении одного паводка, а далее, в меженный период, они поочередно будут закрываться для завершения в них строительно-монтажных процессов и устройства переходов в русловой части. Но последнее оказалось более сложным делом, чем предполагалось изначально. Затворы не удавалось опустить так, чтобы обеспечить нормальные условия для завершения работ в тоннелях. Смогли произвести лишь ограниченный объем ремонтных работ. Разрушения в тоннелях развивались по нарастающей.

Камерные выработки станционного узла

Подземный комплекс ГЭС включает несколько камерных выработок, среди которых самая большая – камера машинного за-



Машинный зал

ла высотой 70 м, шириной по стенам 21 м и длиной 220 м. Размеры расположенной параллельно камеры помещения трансформаторов – высота 41 м, ширина 19 м и длина 182 м. Камера монтажа стальных облицовок имеет несколько меньшие габариты.

Подземные камерные выработки располагаются на глубине 350–400 м от дневной поверхности в скальном массиве, сложенном песчаниками и алевритами.

Вмещающий массив характеризуется высоким уровнем естественных напряжений с преобладанием значений горизонтальных (18 МПа) напряжений над вертикальными (14 МПа).

Подземные камерные выработки станционного узла уникальны не только своими большими размерами, неблагоприятными природными условиями их строительства, но и сложной историей.



Входные порталы строительных тоннелей

Сооружение подземной камеры машинного зала ГЭС было начато в 1986 г. После разработки подсводовой части пролетом 25,6 м и устройства железобетонной отделки свода, проходка осуществлялась на всю его ширину ярусами глубиной 6–11 м. К началу 1990 г. камера машинного зала была разработана на глубину 36 м, помещение трансформаторов – на 16 м, после чего работы были прекращены. Большие деформации вынудили остановить проходку и сосредоточиться на креплении стен выработок.

К сожалению, в период строительства подземных камер Рогунской ГЭС отсутствовал инструментарий для мониторинга за напряженно-деформированным состоянием горного массива, доступ к которому имеется сегодня. Первоначально строители и заказчик, по-видимому, не в полной мере оценивали серьезность этой проблемы. Регулярное измерение конвергенции (сближения стен камер) было начато только в процессе разработки яруса III, когда возникли сложности с передвижением мостового крана по путям, расположенным на подкрановых балках. Необходимо отметить, что регулярные измерения конвергенции проводились энтузиастами на протяжении многих лет после прекращения строительных работ в условиях от-

сутствия освещения в подземном комплексе. Полученные результаты измерений представляют из себя богатый материал для исследователей и позволяют более уверенно говорить о возможности достройки подземных камер Рогунской ГЭС. Необходимо поблагодарить А. В. Количко за то, что результаты мониторинга были сохранены.

Состояние подземных сооружений на настоящий момент

В 1992 г., после распада Советского Союза, возведение сооружений Рогунской ГЭС было прекращено. В 1993 г. в строительных тоннелях разрушения достигли таких размеров, что течение воды в них было в значительной степени заблокировано. Вследствие аварии в них была разрушена верхняя перемышка котлована плотины, при этом прорвавшимся потоком был снесен мост через реку Вахш. Подземная камера машинного зала ГЭС в результате прорыва воды была затоплена по уровень подкрановых балок. Только в 2005 г., когда к недостроенной Рогунской ГЭС проявила интерес компания РУСАЛ, воду из машинного зала начали периодически откачивать.

Подземный комплекс – это основное, что осталось от строившейся Рогунской ГЭС. Необходимо отметить, что состояние автодо-

рожных и подходных тоннелей после 15 лет заброшенности в основном удовлетворительное. В большинстве своем эти тоннели были пройдены с временной крепью из так называемого «чернового» бетона. Отдельные нарушения имеются только на участках тоннелей с облегченной временной крепью. Часть низко расположенных тоннелей после аварии в строительных тоннелях заполнены наносами. Обследование автодорожных тоннелей, выполненное Ленметрогипротрансом по заказу РУСАЛа, фактически подтвердило то, что существенных изменений в них не произошло. Имеющиеся проблемы больше связаны с недочетами периода строительства.

Отдельного описания заслуживает состояние строительных тоннелей и камерных выработок ГЭС.

Состояние строительных тоннелей

Свободный доступ в строительные тоннели, за исключением входных участков до камер затворов, отсутствует. Чтобы подтвердить имевшуюся и прогнозную информацию о местах, характере и размерах разрушений, Ленметрогипротранс по заказу РУСАЛа выполнил обследование отдельных участков геофизическими методами.

Кроме отмечавшихся ранее, по результатам визуальных обследований, разрушений

Таблица 1

Основные объемные показатели подземных сооружений Рогунской ГЭС

Группы подземных сооружений	Длина, км	Объем подземной разработки в проектном очертании, тыс. м ³
Автомобильные тоннели	6,7	680
Подходные тоннели	6,5	320
Строительные тоннели	2,8	740
Конвейерные тоннели	1,6	110
Камерные выработки	0,7	580
Кабельные тоннели, цементационные и дренажные штольни, тоннели защиты пласта соли, исследовательские и прочие выработки	11	390

Таблица 2

Прочностные и деформационные характеристики пород

Порода	Расчетная прочность в образце, R _{сж} , МПа	Модуль деформации в массиве, МПа	Коэффициент Пуассона, γ
Песчаники	100	9 000	0,22
Алевролиты	70	5 500	0,30

лотка тоннелей глубиной на отдельных участках до 6–8 м и стальной облицовки камеры затворов, определены размеры основных завалов в тоннелях. Они ориентировочно составляют:

- в строительном тоннеле 1-го яруса в районе разлома № 35 на отрезке длиной 100 м объем завала около 40 тыс. м³;
- в строительном тоннеле 2-го яруса в районе разлома № 35 на участке длиной 45 м – более 10 тыс. м³, а за камерой затворов на отрезке длиной около 70 м (этот завал можно увидеть) – свыше 8 тыс. м³.

Принципиально восстановление строительных тоннелей возможно (в большей мере это относится к тоннелю 2-го яруса), хотя оно связано с большими рисками и затратами, сопоставимыми с затратами на прокладку новых тоннелей. Однако уйти от конструктивных особенностей строительных тоннелей и, соответственно, проблем, которые в итоге привели к аварии, невозможно.

Расчетные исследования камерных выработок ГЭС

В камерных выработках значительных разрушений не заметно. Однако, учитывая запредельные деформации в массиве, произошедшие в период строительства и последующие 15 лет, среди специалистов не было единого мнения относительно возможности достройки машинного зала.

С целью получения ответа на вопрос: возможна или невозможна достройка подземного машинного зала, РУСАЛом с привлечением ЦСГНЭО и МГСУ в 2005–2006 гг. был выполнен комплекс расчетных исследований.

Сложность их была обусловлена тем, что, во-первых, не производились измерения в начальный период строительства подземной камеры, во-вторых, помимо деформаций в массиве в период проведения работ значительные деформации происходили после их прекращения.

Расчеты выполнялись в несколько этапов, с использованием двух специализированных программ: Rock science Phase2 (Канада) и Z_Soil (Швейцария).

Адекватное построение численных моделей различных скальных пород (в данном случае – алевролитов и песчаников), подвергавшихся длительной разгрузке при высоких уровнях естественных напряжений, замачиванию и выветриванию, является достаточно сложной задачей.

На основании анализа результатов мониторинга и решения задач в 2-мерной постановке было определено, что конвергенция (сближение) стен в алевролитах к 2006 г. превысила 500 мм.

Результаты решения задач показывали, что обеспечение устойчивости подземной камеры машинного зала в зоне алевролитов, в случае продолжения ее разработки до проектной глубины, связано с высокими рисками или же невозможно вообще. Тогда было принято решение об изменении компоновки машинного зала – переносе монтажной

площадки из зоны песчаников в зону алевролитов, в результате чего торцевую часть машинного зала не требовалось бы далее понижать. После такого изменения компоновки лишь незначительная часть зоны агрегатов, самой глубокой части камеры машинного зала, оставалась в алевролитах.

Трехмерные расчетные исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) системы «вещающий скальный массив – подземные выработки станционного узла» проводились в упругопластической постановке методом конечных элементов с воспроизведением естественного напряженного состояния массива, зон разуплотнения вокруг выемок, устройства бетонной обделки, крепления камеры пассивными и активными анкерами, фактической последовательности разработки и крепления выработок. Далее осуществлялась калибровка математических моделей на основе сопоставления результатов расчетов с данными натурных измерений конвергенции стен машинного зала, и выполнялись прогнозные расчеты НДС системы в процессе достройки подземных сооружений до эксплуатационного состояния.

Основные результаты расчетных исследований

1. При определенных изменениях первоначальных конструктивно-компоновочных решений достройка машинного зала возможна.

2. Максимальное поперечное смещение каждой из стен машинного зала на момент завершения разработки составит 390 мм в зоне алевролитов и не превысит 290 мм в песчаниках.

3. Максимальные сжимающие напряжения достигают 49 МПа в своде машинного зала и

45 МПа – трансформаторного при разработке камер на полную глубину, что превышает предел прочности бетона на сжатие. Это подтверждают уже имеющиеся выколы в бетоне свода камеры машинного зала.

4. В большей части уже имеющихся анкеров и в некоторых из запланированных для установки вновь предварительно-напряженных и пассивных анкеров усилия превышают допустимые значения.

На настоящий момент перспективы достройки Рогунской ГЭС остаются неопределенными. По заказу РУСАЛа немецкой проектной компанией Lahmeyer Int. завершена разработка банковского ТЭО. Собственными силами и с привлечением российских компаний выполнен большой объем исследовательских работ. РУСАЛом рассмотрено несколько вариантов компоновки и конструкции основных сооружений ГЭС, предложено немало вариантов решения ключевых проблем. Выполнен определенный объем подготовительных работ на объекте. Препятствие для разворота строительства, вероятно, заключается в том, что РУСАЛ или другой потенциальный частный инвестор, вложив средства в строительство ГЭС, хотел бы использовать электроэнергию в основном для обеспечения своих алюминиевых заводов или для продажи её по рыночным ценам, а Правительство Таджикистана – для решения своих социальных и хозяйственных проблем.

Тем не менее, учитывая нарастающий дефицит электроэнергии в регионе, рост цен на энергоносители и малое количество перспективных площадок в мире для сооружения новых эффективных ГЭС, можно с уверенностью говорить о том, что в ближайшее время интерес инвесторов к Рогунской ГЭС будет усиливаться.



V ОТЧЕТНО-ВЫБОРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



27–28 марта 2008 г. в Москве была проведена V Отчетно–выборная конференция общего собрания членов ТА России. Вели конференцию председатель правления Владимир Аркадьевич Брежнев и его первый заместитель Сергей Николаевич Власов.

На конференции присутствовали представители из 82 организаций – коллективных членов ТА, в том числе: ОАО «Корпорация «Трансстрой», ОАО «Мосметрострой», ООО «Мосинжстрой», ООО «Организатор», Департамент строительства правительства г. Москвы, ОАО НИПИК «Ленметрогипротранс», ОАО «Бамтоннельстрой», ОАО «Корпорация «Союзгидроспецстрой», ОАО «Метрострой» Санкт-Петербург, ФГУП «УС-30» и ряда других организаций, а также специалисты из Казани, Тулы, Новосибирска, Минска, Сочи, Челябинска, Алматы, Нижнего Новгорода, Баку, Москвы, Санкт-Петербурга.

Повестка дня конференции была следующей:

1. Отчет о деятельности ассоциации за прошедшие четыре года с 10.03.2004 г.

2. Отчет ревизионной комиссии о работе президиума и правления ассоциации за 2007 г. и утверждение отчета.

3. Определение основных направлений деятельности ассоциации на период 2008–2012 гг. и принятие соответствующего постановления конференции.

4. Избрание на следующие четыре года членов правления ТА, председателя правления, его заместителей и ученого секретаря.

5. Выборы состава ревизионной комиссии.
По первому вопросу с отчетом о деятельности ассоциации за прошедшие четыре года выступил первый заместитель председателя правления Сергей Николаевич Власов. В своем докладе он остановился на ключевых моментах в работе Тоннельной ассоциации: «Исходя из Устава ассоциации, правление реализовывало свою деятельность в следующих главных направлениях:

- проведение научно-технических конференций, заседаний Научно-технического совета, технических совещаний по проблемам, интересующим членов ассоциации;

- разработка новых нормативных документов по вопросам проектирования и строительства подземных сооружений;

- проведение экспертиз промышленной безопасности, включая противопожарную защиту, и соответствия машин, механизмов и оборудования требованиям российских нормативных документов;

- информационное обеспечение членов ассоциации по вопросам внедрения прогрессивных технологий, новых машин, механизмов и оборудования при строительстве и эксплуатации;

- организация сотрудничества членов ассоциации с зарубежными фирмами, участие в работе Международной Тоннельной Ассоциации.

В настоящее время, несмотря на высокую стоимость, сложность и трудоемкость подземного строительства, вновь активно проявляется тенденция к увеличению объемов сооружения тоннелей и других подземных объектов.

Так, продолжается прокладка метрополитенов в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Екатеринбурге и других городах. В 2005 г. введен в эксплуатацию 7-й метрополитен России в г. Казани.

С применением новых конструкций и технологий работ в сложных гидрогеологических условиях реконструирован для движения поездов участок метрополитена между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» в Санкт-Петербурге.

За период с 2003 по 2007 г. было построено 47 км линий метрополитенов в разных городах России и их сооружение активно продолжается.

Транспортная инфраструктура Москвы обогатилась рядом крупных автодорожных тоннелей, проложенных в местах пересечения наиболее протяженных магистралей города и предназначенных для бессветофорного направления транспортных потоков в разных уровнях. Это повысило скорости, увеличило пропускную способность перекрестков, обеспечило безопасность движения.

Крупнейшими подземными автодорожными магистральями на 3-м транспортном кольце, оптимально решающими транспортные, экологические и архитектурно-исторические проблемы, являются построенные тоннели в районе Лефортово, предназначенные для пропуска в каждом направлении до 4 тыс. автомобилей в час при расчетной скорости движения транспорта в тоннеле – 60 км/ч. Общая протяженность тоннелей в этом месте составляет почти 7 км. Ведётся реконструкция Ленинградского проспекта, который будет представлять скоростную бессветофорную магистраль, соединяющую центр города с аэропортом Шереметьево.

В декабре 2007 г. завершено строительство Серебряноборских тоннелей – уникального транспортного тоннельного сооружения, соединяющего центр города с шоссе Москва – Рига, где впервые в России и Европе построены двухуровневые тоннели, в которых одновременно расположены две транспортные магистрали – автодорога и линия метро.

За это оригинальное инженерное решение, впервые примененное в России, Метрогипротранс был отмечен дипломом и золотой медалью на выставке в Брюсселе.

Наряду с прокладкой транспортных подземных систем большие объемы строительных работ осуществляются в различных городах России по сооружению тоннелей различного коммунального назначения – канализационные для прокладки инженерных коммуникаций, гидротехнические.

С целью расширения информации о возведении новых подземных объектов, применения прогрессивных технологий, конструкций и оборудования Тоннельная ассоциация и Выставочная компания «Глобал Экспо» с участием Московского горного университета организовывали с 2004 г. проведение ежегодных Международных выставок «Подземный город». Это наше новое направление работы.

Одной из важнейших задач градостроительной политики Москвы является эффективное освоение подземного пространства.

В связи с этим правительство Москвы в мае 2007 г. приняло постановление о Концепции освоения подземного пространства и Основных направлениях развития подземной урбанизации г. Москвы.

На современном этапе градостроительного развития столицы в условиях сокращения территориальных резервов для создания и развития благоприятной среды, жизнедеятельности, в целях устойчивого развития города необходимы опережающие темпы освоения подземного пространства.

В последнее время значительно расширилась деятельность Тоннельной ассоциации по вопросам экспертизы промышленной безопасности при строительстве тоннелей и подземных сооружений, и к настоящему времени ТАР стала экспертным центром при Экспертном научно-техническом совете.

В этом направлении Тоннельной ассоциацией были разработаны и утверждены экспертные заключения таких крупных объектов, как: строительство Лефортовских тоннелей; возведение подземной инфраструктуры инженерно-технических сооружений 3-го транспортного кольца; Балтийской трубопроводной системы Санкт-Петербурга; участков «разрыв» Санкт-Петербургского метрополитена; мини-метро в Москве от ст. «Киевская» до ст. «Москва-Сити»; реконструкция джукерного перехода через р. Оку в Нижнем Новгороде; участков метрополитена в Нижнем Новгороде и в Казани. Были получены разрешения на применение отечественных тоннелепроходческих комплексов 1500/2500, «Бирюза», «Топаз» и зарубежных ТПМК для прокладки автодорожных тоннелей и тоннелей метрополитена.

Следует сказать о рассмотрении материалов и экспертных заключений по сооружению тоннелей и других объектов на автодороге Джубга – Сочи с обходом г. Сочи; про-

кладки инженерных сетей аэропорта Внуково; возведению объектов по улучшению электроснабжения г. Москвы на строительстве Алмазного метрополитена, а также выполненных экспертиз по наиболее крупным объектам в Москве; по развязке на Ленинградском проспекте в районе станции метро «Сокол»; строительству Серебряно-борских тоннелей и др.

За период с мая 2004 по май 2007 г. продолжалась активная работа с Международной Тоннельной Ассоциацией. По установившейся традиции ежегодно проводились заседания Генеральной ассамблеи МТА, Международных тоннельных конгрессов, на которых рассматривались актуальные вопросы мирового тоннельного строительства и организационная деятельность МТА. На Международном тоннельном конгрессе в Сингапуре обсуждалась тема «Использование подземного пространства для необходимого развития городов», в Стамбуле – использование подземного пространства под девизом «Анализ прошлого для работы в будущем», в Сеуле – «Безопасность в подземном пространстве».

На заседании 33-й Генеральной ассамблеи МТА присутствовали представители 43 стран. Избраны сроком на три года президент Мартин Найтс (Великобритания), Исполнительный совет в количестве 15 человек, в том числе от России д. э. н., проф. В. А. Умнов из МГУ.

В настоящее время МТА объединяет более 20 тыс. специалистов из 60 стран мира.

Следует также отметить активное участие российских специалистов в проводимых тоннельных конгрессах, членов Тоннельной ассоциации – Н. Ф. Давыдкина, В. М. Абрамсона, А. И. Спирина, В. М. Умнова, И. С. Бубмана, Б. И. Федунца, А. Б. Кондратова, М. Ю. Бельного, С. Н. Власова, В. Н. Жукова, В. Л. Маркова, М. Райнуса, В. Маслака и ряда других специалистов.

Остаётся актуальной информационно-издательская деятельность Тоннельной ассоциации, которая осуществляется через журнал «Метро и тоннели».

В предстоящий период деятельности Тоннельной ассоциации на 2008–2012 гг. в стране намечены и будут выполняться большие работы в областях тоннельного и подземного строительства, разрабатываются новые проекты, совершенствоваться инженерные системы для эксплуатации тоннельных объектов.

Это прежде всего относится к реализации освоения подземного пространства в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге и других крупнейших городах России, включая прокладку метрополитена, автодорожных и пешеходных тоннелей, инженерных коммуникаций.

Большие объемы предстоит выполнить по сооружению тоннелей на дорогах вокруг Сочи и к местам проведения зимней Олимпиады 2014 г., где будет построено более 30 км различных тоннельных объектов.

В связи с этим следует отметить, что Тоннельная ассоциация и ее отделения на местах должны активизировать и расширить свою работу по оказанию различных инженерно-технических услуг по намеченным программам проектирования, возведения и эксплуатации новых подземных сооружений в разных регионах.

В развитие этих аспектов деятельности разработаны «Основные направления работы правления ассоциации на 2008 г.». В числе намеченных важных мероприятий следует отметить: участие Тоннельной ассоциации в работах правительства Москвы по реализации концепции освоения подземного пространства; проведение Конкурса на лучшее применение прогрессивных технологий; организацию Международного форума «Строительство городов» и выставки «Подземный город»; издание иллюстрированной информации «Современные автодорожные тоннели Москвы» и ряд других.

Вся организационная и техническая работа по выполнению уставных задач ассоциации проводилась Исполнительной дирекцией правления и рассматривалась на заседаниях президиума правления. Для решения организационно-технических вопросов заседания президиума правления проводились не менее трех-четырёх раз в год.

Задачи, которые стоят перед Тоннельной ассоциацией и нашими организациями изложены в данном докладе, в Проекте постановления конференции и Основных направлениях работы на 2008 г.».

По второму вопросу с отчетом ревизионной комиссии о работе президиума и правления ассоциации за 2007 г. выступил профессор МГУПС Виктор Константинович Сергеев.

В прениях по отчетным докладом выступили:

- Н. И. Кулагин – председатель Санкт-Петербургского отделения, д. т. н., генеральный директор ОАО «Ленметрогипротранс»;
- Н. С. Булычев – председатель Тульского отделения, профессор, д. т. н., Тульский государственный университет;
- В. Н. Александров – заместитель председателя правления ТА России, генеральный директор ОАО «Метрострой» Санкт-Петербург;
- В. А. Умнов – член правления ТА России, профессор, д. э. н., Московский государственный горный университет;
- Ю. К. Святухин – член правления ТА России, заместитель главного инженера ОАО «Мосметрострой»;
- М. Г. Зерцалов – профессор, д. т. н., Московский государственный строительный университет.

После окончания прений конференция единогласно утвердила отчеты правления и ревизионной комиссии, оценив их работу как положительную.

По третьему вопросу «Определение основных направлений деятельности ассоциации на период 2008–2012 гг. и принятие соответствующего постановления кон-

ференции» выступил Ученый секретарь ТАР, руководитель тоннельного сектора И. С. Бубман.

Он доложил делегатам об основных направлениях работы ТА на период 2008–2012 гг. и более детально – на ближайший 2008 г.

При этом он обратил внимание делегатов на проектные и строительные работы по трём основным направлениям и объектам:

- освоение подземного пространства мегаполисов (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург и др.);
- обеспечение своевременного введения в эксплуатацию тоннелей Черноморского побережья (Джубга – Сочи, Сочи – Красная Поляна) в связи в зимней Олимпиадой 2014 г. в г. Сочи;
- продолжение и наращивание темпов ввода в строй транспортных гидротехнических, коммунальных и других подземных сооружений.

Предложенные «Основные направления» приняты единогласно.

По четвертому и пятому вопросам выдвинутые кандидатуры В. А. Брежнева в качестве председателя правления, членов правления в количестве 51 человека, членов президиума – 21 человек, а также заместителей председателя правления, Ученого секретаря и членов ревизионной комиссии утверждены единогласно.

На конференции 16 специалистов – членов ТА России были награждены почетными знаками «Трудовая доблесть России».

После перерыва состоялось информационно-техническое совещание, на котором выступили с докладами:

• «Перспективы развития метрополитенов в городах России до 2020 г.» – генеральный директор АНО «Инвестстройметро» Ю. Е. Крук;

• «О концепции освоения подземного пространства и основные направления развития подземной урбанизации г. Москвы» – зав. кафедрой «Подземных сооружений» МГСУ проф., д. т. н. М. Г. Зерцалов и к. т. н. Д. С. Конюхов;

• «Геомеханическое обеспечение освоения подземного пространства мегаполисов» – главный научный сотрудник ИПКОМ РАН, проф., д. т. н. М. А. Иофис.

Постановление

В Отчетно-выборной конференции Общероссийской общественной организации «Тоннельная ассоциация России»

Заслушав и обсудив отчетный доклад V Отчетно-выборной конференции Тоннельной ассоциации России, делегаты конференции одобряют деятельность правления за прошедший период с 2004 по 2008 г. и постановляют:

1. Отчет президиума и исполнительной дирекции правления и отчет ревизионной комиссии о работе за период с 10 марта 2004 г. по 27 марта 2008 г. утвердить.

2. Работу правления и президиума за отчетный период 2004–2008 гг. признать удовлетворительной.

3. Рекомендовать новому составу правления, президиуму, исполнительной дирекции на следующие четыре года:

1. Активно продолжать практическую работу по содействию разными формами и методами научно-техническому прогрессу, повышению активности и качества в области строительства и эксплуатации тоннельных и подземных сооружений различного назначения.

2. Постоянно осуществлять контакты с Региональными отделениями в субъектах Федерации и отделениями в организациях и на предприятиях по выполнению уставных положений и информировать их о деятельности президиума, правления, исполнительной дирекции.

3. Считать главными задачами Тоннельной ассоциации России на предстоящий период 2008–2012 гг. оказывать содействие по реализации и участию в различных программах:

- концепция освоения подземного пространства и основных направлений развития подземной урбанизации Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга и других городов;
- строительство тоннелей и подземных сооружений вокруг г. Сочи и объектов Олимпийского комплекса;
- разработка основных положений по технологическому обеспечению строительства закрытым способом проектируемых подземных объектов капитального строительства в Москве.

4. Использовать договорные отношения между Тоннельной ассоциацией и предприятиями, фирмами-членами ассоциации, как средство оказания им технической помощи и защиты их интересов в решении различных вопросов по строительству тоннелей и подземных сооружений.

5. Расширить деятельность ассоциации по новым направлениям работы, в том числе:

- более широкого представления информации о новых технологиях и проектах;
- ежегодного проведения конкурсов на эффективное применение прогрессивных технологий в подземном строительстве;
- развития структуры Web-сайта Тоннельной ассоциации России;
- расширения контактов с родственными и общественными организациями – АНО «Инвестстройметро», Ассоциацией «Метро», «РОБТ», Ассоциацией инженеров и специалистов транспортного строительства, Союз НИО.

6. Установить на 2008 г. размер взноса для организаций – членов ТА России, работающих по договорам о научно-техническом сотрудничестве и другим положениям, на основе взносов и платежей 2007 г. и с учётом инфляционных процессов не менее 45 тыс. руб. Годовой взнос для индивидуального члена в размере 500 руб.

7. Утвердить «Основные направления работы правления Тоннельной ассоциации России на 2008 г.».

8. Расширить и активизировать работу Научно-технического экспертного совета по экспертизе проектов подземного строительства, технических устройств, зданий и сооружений, согласно выданной лицензии.

9. Активизировать и проводить один раз в год семинары на тему «Передовые технологии, оборудование и методы инженерно-геологических изысканий и исследований при строительстве подземных сооружений».

10. Организовать подготовку и участие коллективных членов Тоннельной ассоциации России в Международной выставке «Подземный город 2008».

11. Осуществить подготовительную работу и проведение 6-го съезда Союза НИО.

12. Провести подготовительную работу по проведению Международного форума «Строительство городов» (City Build).

13. Подготовить совместно и провести Международную научно-техническую конференцию «Основные направления по технологическому и нормативному обеспечению строительства при освоении подземного пространства больших городов».

14. Принять участие в разработке основных принципов и направлений комплексного использования подземного пространства Москвы в увязке со строительством объектов Московского метрополитена и городской инфраструктуры.

15. Организовать обновление и разработку «Инструкции по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве тоннелей и подземных сооружений».

16. Обеспечить выпуск периодического журнала «Метро и тоннели» и его распространение среди организаций и членов ТАР (шесть номеров в год).

17. Обеспечить подготовку и участие российской делегации в работе 34-й ассамблеи МТА и Международного тоннельного конгресса, г. Ауя (Индия).

18. Обеспечить подготовку и участие российской делегации в научно-практическом семинаре «Международное техническое сотрудничество 2008», г. Дубай (Объединенные Арабские Эмираты).

19. Обеспечить подготовку и участие российской делегации ТАР в Международном семинаре «Инновации в тоннелестроении» (Швейцария) и получение для членов ассоциации Международных Сертификатов по участию в тендерах на строительство тоннелей.

20. Принять участие в разработке Программы строительства транспортных тоннелей, подземных сооружений и объектов инфраструктуры размещения объектов проведения зимней Олимпиады 2014 г.

21. Одобрить создание в Санкт-Петербурге совместного предприятия ТА России и ОАО «Метрострой» – Некоммерческое партнерство «Объединение строительных и промышленных организаций по освоению подземного пространства».

Постановление Отчетно-выборной конференции утверждено единогласно.



**5я отчетно-выборная конференция
для руководства деятельностью Тоннельной ассоциацией России
в период 2008–2012 гг. избрало на 4 года
Правление в составе 59 человек:**

В. М. Абрамсон	ПСО «Система ГАЛС»
В. П. Абрамчук	ФГУП «УС -30»
В. Н. Александров	ОАО «Метрострой СПб»
А. В. Александров	ФГУУВГСЧ
А. В. Балакин	ОАО Корпорация «Трансстрой»
М. Ю. Беленький	ОАО «Бамтоннельстрой»
В. А-Б. Бессолов	ОАО Корпорация «Трансстрой»
О. В. Богомоллова	МПО Космос
В. А. Брежнев	ООО Группа Компаний «Трансстрой»
И. С. Бубман	ТА России
Н. С. Булычев	ТГПУ
Н. Н. Бычков	ОАО «Трансинжстрой»
П. Г. Василевский	ОАО «Бамтоннельстрой»
С. Н. Власов	ТА России
С. М. Воскресенский	Союзгидроспецстрой
С. Р. Гильштейн	ООО «Альянс -КР»
И. И. Гольцман	ОАО «Мосинжстрой»
А. А. Гончаров	ОАО «Трансинжстрой»
А. Н. Дмитриев	Департамент градостроительства Москвы
А. И. Долгов	ГПР-1
И. Я. Дорман	ГУП «Мосижпроект»
С. Г. Елгаев	ОАО «Трансинжстрой»
В. Н. Жуков	«Цюблин»
Э. Н. Жуков	Минскметропроект
А. М. Земельман	ОАО «Метрогипротранс»
М. Г. Зерцалов	МГСУ
С. В. Изюмов	ЗАО «Геологоразведка»
А. Г. Исаев	ОАО «Метрогипротранс»
Б. А. Картозия	МГГУ
В. А. Климов	ОАО Корпорация «Трансстрой»
М. В. Корнилков	ТА России, Уральское отделение

Ю. Е. Крук	АНО «Инвестстройметро»
Н. И. Кулагин	ОАО «Ленметрогипротранс»
А. Н. Левченко	Департамент градостроительства Москвы
В. Г. Лернер	ОАО «Мосинжстрой»
Ш. Р. Магдиев	ООО «Даггидроспецстрой»
В. С. Малицкий	Каналстройпроект
В. Е. Меркин	НИЦ ТМ
С. И. Миллерман	ОАО Корпорация «Трансстрой»
В. А. Ногин	ТА России, СПб
С. Ф. Панкина	ГУП «Мосижпроект»
Г. Н. Полянкин	СГУПС
Б. М. Пржедецкий	Каналстройпроект
Ю. Е. Прокаев	ОАО «Бамтоннельстрой»
И. Л. Писарев	ТА России
М. М. Рахимов	МУП «Казметрострой»
Ю. К. Святухин	ОАО «Мосметрострой»
В. К. Сергеев	МИИТ
Ю. Ф. Симонов	СКТБ Тоннельметрострой
В. А. Умнов	МГГУ
Б. И. Федунец	МГГУ
А. Г. Фурса	Метрополитен СПб
Н. С. Четыркин	ООО «Метроизол-ПС»
М. М. Шерман	Созгидроспецстрой
А. А. Шилин	Триада-Холдинг
О. В. Шишов	НПО «Мостовик»
А. Р. Штеклейн	Трансстройтоннель-99
Г. Я. Штерн	ОАО «Мосметрострой»
Ш. К. Эфендиев	Азертоннельметрострой

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

конструкций «нулевого цикла» по технологии «стена в грунте»
струйная цементация грунтов «jet grouting»



- подземные многоуровневые автостоянки до 5 уровней с применением гидрофрезы BAUER BG28/BC32
- транспортные сооружения
- гидротехническое строительство
- закрепление и армирование грунтов
- усиление и реконструкция фундаментов
- ограждение и крепление стен котлованов
- устройство буроинъекционных, грунтоцементных свай, сваи Titan, MiniJet
- цементация и тампонаж известняков



ОАО «НЬЮ ГРАУНД», г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35
тел./факс (342) 244-72-22, тел. в Москве (495) 643-78-54
www.new-ground.ru, office@new-ground.ru

Член Тоннельной Ассоциации России

ИПС ИнжПроектСтрой

Программы для геотехнических расчетов:

- GeoWall - расчет ограждения котлованов
- GeoStab - расчет устойчивости откосов
- GeoAnchor - расчет анкеров
- GeoPile - расчет свай TITAN

www.jet-grouting.ru

тел./факс: (342) 219-61-03, 219-63-61

ССТ

специальная строительная техника

ПРОДАЕТСЯ специальное строительное оборудование для струйной цементации, устройства буровых свай, анкеров, инъекционного закрепления грунтов.

Буровые установки
Цементировочные насосы
Миксерные станции
Инъекционные комплексы
Буровой инструмент
(буровые штанги, мониторы, форсунки, долота)

www.cct.perm.ru (342) 219-62-78