

## 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. Бульчев,  
С. Г. Гринько, А. И. Долгов,  
О. В. Егоров, С. Г. Елгаев,  
А. В. Ершов, В. Н. Жданов,  
В. Н. Жуков, А. М. Жуков,  
Н. Н. Кулагин, В. В. Котов,  
В. Е. Меркин, К. П. Никифоров,  
А. Ю. Педчик, П. В. 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», 2009

## № 1 2009

### 75 лет СМУ-5 Мосметростроя

2

#### Успех в профессионализме

4

В. Н. Ворошнин

#### Хроника трудовой биографии

#### СМУ-5 Мосметростроя

10

## Панорама

12

## Гидроизоляция тоннелей

#### Гидроизоляция стыков обделки тоннелей метрополитенов

15

Б. И. Яцков, В. В. Сергиевский,

С. А. Алексанян, А. Н. Ададунов, Д. Я. Френкель

## Строительство метрополитенов

#### Второе рождение пятой линии Петербургского метро

16

А. Ю. Старков, Е. И. Гигиняк

## Метрополитены

#### Тотальные системы панорамного видео- наблюдения для транспортных объектов

18

К. В. Колобов, В. А. Курышев

#### Конференция служб сигнализации и связи

#### метрополитенов и промышленных предприятий

22

В. Ф. Иванов, К. А. Морозов

## Тоннельные конструкции

#### Новая конструкция набрызг-бетонной обделки

24

К. П. Безродный, Ю. А. Крюковский,

Д. М. Голицынский, А. Ю. Старков, Н. И. Власов

#### Внедрение опережающей крепи при проходке

#### выработок в протерозойских глинах Санкт-Петербурга

27

А. В. Морозов, А. В. Уханов,

Ю. С. Фролов, А. П. Ледяев, А. А. Ларионов

## Новая техника

#### Тоннелепроходческий комбайн КП200Т

30

В. В. Мурашев

#### Прогрессивные технологии сооружения

#### вертикальных шахтных стволов

33

С. Г. Елгаев, Н. Н. Бычков,

А. А. Гончаров, С. М. Ломоносов

## Выставки и конференции

#### II Международный форум

#### «Строительство городов. City Build – 2008»

36

С. Н. Власов

#### II Межрегиональная научно-практическая конференция

38

Н. И. Кулагин, К. П. Безродный

# СОДЕРЖАНИЕ



## ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Ст. «Звенигородская»  
Петербургского  
метрополитена  
(с. 16)



**75 лет  
СМУ-5 МОСМЕТРОСТРОЯ**







**Г. Я. Штерн,  
генеральный директор ОАО «Мосметрострой»**

*Дорогие товарищи!*

*От имени коллектива Московского метростроя и от меня лично примите сердечные поздравления с 75-летием со дня образования Управления.*

*Вашим трудом на Московском метрополитене за 75 лет проложено около 40 тыс. м перегонных тоннелей, возведены 24 станции с пристанционными сооружениями, наклонными ходами и вестибюлями.*

*Проведена реконструкция действующих станций и депо, примыкания ТРК Манеж к вестибюлю станции «Охотный Ряд». Кроме того, коллектив принимал участие в гражданском и жилищном строительстве.*

*Нельзя не упомянуть и транспортные тоннели, сооруженные СМУ-5: под площадью Маяковского, Октябрьской площадью, на развилке Ленинградского и Волоколамского шоссе, под Павелецкой железной дорогой, уникальные тоннели на участке Краснопресненской скоростной автомагистрали.*

*В настоящее время коллектив СМУ-5 успешно ведёт работы на строительстве второй очереди «Сре-*

*тенского бульвара», станций «Марьино Роцца» и «Достоевская».*

*Правительство Москвы отметило коллектив СМУ-5 Дипломом предприятия высокой культуры строительного производства и «Золотой лицензией», как победителя конкурса на лучшее содержание стройплощадки.*

*В нашей организации трудились и трудятся замечательные мастера своего дела. За большие успехи в сооружении Московского метро государственные награды получили 634 человека. Многие работники СМУ удостоены московских и ведомственных наград.*

*Ваш коллектив работает стабильно, выполняет все возложенные на вас задания в сжатые сроки и с высоким качеством. СМУ-5 – одна из надежных организаций Московского метростроя, которой можно с уверенностью поручить возведение самых ответственных и сложных объектов.*

*В этот знаменательный день, дорогие товарищи, желаем вам и вашим семьям крепкого здоровья, успехов и благополучия.*



**М. Ю. Арбузов, директор ООО «СМУ-5 Метростроя»**

*Строительно-монтажному управлению № 5 Московского метростроя 75 лет. 4 января 1934 г. был издан приказ об организации строительства шахт № 36 и 37. С этого события и ведет свою историю наше СМУ.*

*В дни юбилеев принято оглядываться назад, оценивая то, что сделано, и заглянуть в будущее. Для СМУ-5 все 75 лет были наполнены событиями, связанными с развитием Московского метрополитена и города Москвы.*

*За эти годы нашим СМУ возведены 24 станции метро, многие из которых являются уникальными сооружениями; пройдено более 40 км перегонных тоннелей; сооружено много объектов городской инфраструктуры. Все это этапы большого пути, с честью пройденного нашим коллективом.*

*Специалистами СМУ-5 освоены многие прогрессивные методы строительства, сформирован высокопрофессио-*

*нальный коллектив, способный решать задачи практически любой сложности. Многие технологии, применяемые в прокладке метро, разработаны при непосредственном участии работников нашего СМУ.*

*В знаменательный день юбилея сердечно поздравляю всех сотрудников нашего коллектива, благодарю за самоотверженный труд и желаю им дальнейших успехов в труде, новых интересных проектов, новаторских инженерных решений, счастья и здоровья.*

*Хочется особо поблагодарить руководство и коллектив Московского метростроя, Московского метрополитена, руководителей и специалистов института «Метрогипротранс», сотрудников СКТБ, всех наших партнеров за помощь, содействие и сотрудничество в осуществлении поставленных задач.*



## УСПЕХ В ПРОФЕССИОНАЛИЗМЕ



**В. Н. Ворошнин**, гл. инженер ООО «СМУ-5 Метростроя»

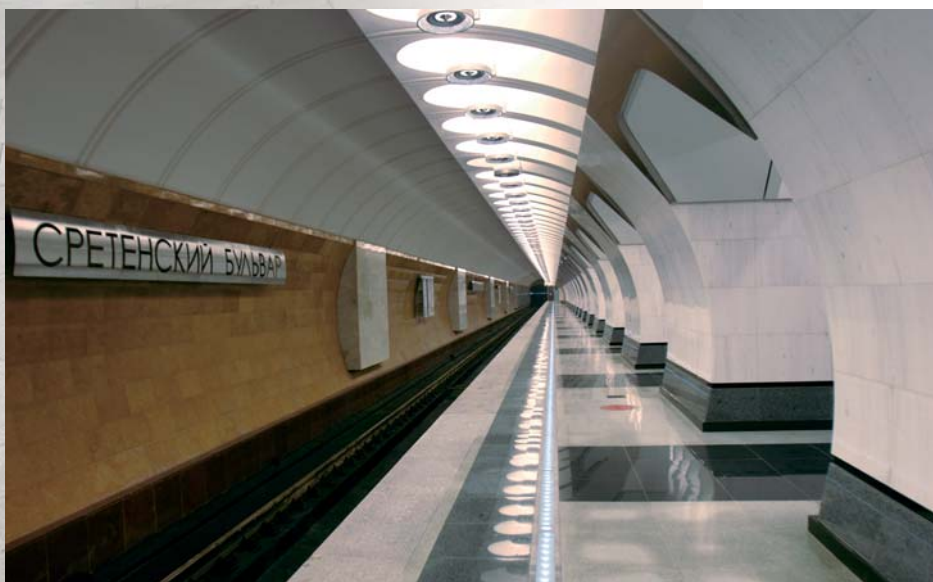
**У** одной из старейших и опытнейших строительных организаций Московского метростроя – СМУ-5 – юбилей. Славному коллективу исполнилось 75! Это возраст, который предполагает богатую родословную, яркую биографию, состоящую из прошлого, настоящего и будущего. Но самое главное для юбиляра – это настоящее, которое позволяет говорить о том, что коллектив по-прежнему силен своими кадрами, что он сумел сохранить лучшие традиции, что ему подвластна любая профессиональная работа, что в подземном строительстве он продолжает быть лидером в освоении новых технологий.

Лучшее подтверждение всему сказанному – возведение станции «Сретенский бульвар» в историческом центре города под проспектом Сахарова и Мясницкой улицей. 174-я станция Московского метрополитена стала 24-й в биографии СМУ-5. В сложных инженерно-

геологических условиях создан крупный пересадочный узел из трех станций. Причем, новая расположена под двумя ранее построенными – «Чистыми прудами» и «Тургеневской», так что строителям приходилось работать буквально рядом с действующими Сокольнической и Калужско-Рижской линиями метрополитена.

Станцию «Сретенский бульвар» в центре Люблинско-Дмитровской линии коллектив СМУ-5 соорудил с самого начала и до конца, и не его вина в том, что строительство так нужного москвичам пересадочного метровокзала растянулось почти на 18 лет. Из-за отсутствия финансовых средств готовые шахтные выработки годами поддерживались в безопасном состоянии, и только благодаря профессионализму инженерных служб их удалось защитить от воздействия подземных вод и горного давления и предотвратить разрушение находящихся сверху исторических зданий и городских коммуникаций. На строителях лежала тогда большая ответственность за сохранность плотной исторической застройки города, которая располагалась над рабочей зоной. Вот почему перегонные тоннели, фуэрнели кабельных сбоек, наклонные ходы пересадок на «Чистые пруды» и «Тургеневскую» и многие другие выработки выполнялись с ограничением ведения буровзрывных работ. Благодаря многолетнему опыту отдел БВР СМУ-5 под руководством И. Булычева справился со своей задачей, не допустив нарушений в производстве ответственных буровзрывных операций. Большой объем отделочных и монтажных работ на платформенной части станции и пересадках был выполнен тогда, когда уже открылась станция «Трубная», и поезда метро следовали мимо «Сретенского бульвара».

29 декабря 2007 г. была введена в строй действующих 174-я станция Московского метрополитена – «Сретенский бульвар»







Руководство Московского метростроя и СМУ-5 во время обхода на ст. «Сретенский бульвар»

Биография нашего коллектива складывалась так, что именно ему часто поручались ответственнейшие объекты метростроения, где испытывалась новая техника и новые прогрессивные методы проходки. В этом отношении ст. «Сретенский бульвар» – тот самый объект, где многое делалось впервые. Чтобы выйти, например, на уровень станции, пришлось на период ее строительства соорудить длинные подходные выработки, которые проходили с помощью проходческих комбайнов, изготовленных Копейским машиностроительным заводом. Менее чем за два года было пройдено в крепком грунте более 2 км подземных выработок. Вслед за комбайнами шли укладчики, специально изготовленные Скуратовским заводом. Для крепления выработок использовали новоавстрийский метод набрызг-бетона – более экономичный, быстрый и качественный. Бетонный слой толщиной 15 см надежно защищал выработки на период строительства, который так растянулся.

Для коллектива СМУ-5, соорудившего более двух десятков станций, казалось бы уже не может быть ничего нового в процессе возведения очередного метровокзала. Но «Сретенский бульвар» оказался крепким орешком и вновь испытал метростроевцев на профессионализм. Для пилонного зала глубокого заложения институт «Метротранс» предложил новое проектно-конструкторское решение, которое заинтересовало специалистов подземного строительства из многих стран. Привлекло как раз нетрадиционное, принципиально новое и экономичное решение, предложенное главным инженером проекта института «Метротранс» Е. Барским и его соавторами – А. Спириным и В. Стрельцовым, а также инженерами СМУ-5 А. Андреевым и М. Арбузовым. Здесь нет замкнутых колец тубинговой обделки в проемной части станции; одна треть кольца в основании тоннеля возведена из монолитного бетона и чугунные тью-

бинги опираются на бетонные опоры. При таком способе примерно на одну треть сокращается расход дорогостоящей чугунной обделки. Новая конструкция потребовала от строителей незамедлительно выполнить самый ответственный этап работы – пройти проходческим комбайном на всю длину станции опорные штольни, а уж затем соорудить сами опоры для её свода.

Впервые в истории метростроения ст. «Сретенский бульвар» сдана в эксплуатацию без наклонного эскалаторного тоннеля и вестибюля для выхода в город. Соорудят их позже. Специалисты СМУ-5 остались на объекте и продолжают возводить те подземные выработки, которые не вошли в пусковой комплекс. На протяжении длительного периода на станции трудились начальники участков – Я. Погорельчук, В. Жердев, О. Лещенко, Н. Моргун, А. Волков, Б. Славутин, Ю. Дикарев, Г. Родкин, А. Крехтунов, А. Гуринович, А. Шейгам, А. Блаженков, А. Павленко, М. Овчинников, механики – С. Заикин, А. Харитонов, А. Немцов, А. Буринский, С. Родин, О. Ковальчук, А. Головин, А. Власов, бригадиры проходчиков И. Грибанов, А. Корсаков, А. Волков, Р. Нугаев, Г. Сабуров, А. Жигульский, Ф. Николаев, А. Польшов, бригадиры слесарей-монтажников А. Антонов, Н. Ермаков, В. Матюшин, Н. Бутин, маркшейдеры – С. Соловьев (главный маркшейдер), Л. Аверьянова, И. Чесноков, Н. Копылова, В. Амеличкин, А. Журавлев.



Станция «Сретенский бульвар» в период возведения



О. И. Лещенко, Р. В. Приймич, В. Н. Кузьмин, Е. Ю. Баев у вестибюля ст. «Сретенский бульвар»





Реконструкция станции «Воробьевы горы»



Директор СМУ-5 М. Ю. Арбузов и главный инженер В. Н. Ворошнин



Главный маркшейдер СМУ-5 С. П. Соловьев

Очень важным объектом сегодняшнего дня можно назвать и реконструкцию станции «Воробьевы горы», на которой специалисты СМУ-5 возвели правобережный вестибюль, где располагались многие службы метрополитена. Пришлось строить так, чтобы не мешать их работе, чтобы было возможно, пусть и по временной схеме, но пропускать поезда с пассажирами. График строительства был очень жестким, все операции расписывались буквально по часам. Кроме конструкций вестибюля СМУ-5 соорудило около 300 м перегонных тоннелей в очень сложных градостроительных условиях.

В любой производственной ситуации, на любом объекте метростроителям пятого строительного-монтажного управления помогают тот огромный опыт, та профессиональная школа, которую они прошли за 75 лет. Их по праву называют первопроходцами, потому что они стояли у истоков создания Московского метро, принимая участие в прокладке первой линии. 4 января 1934 г. на Московском метрострое был издан приказ об организации строительства шахт № 36 и 37, с чего и начинается славная трудовая летопись коллектива СМУ-5. С тех пор это строительно-монтажное управление, которое вот уже около 20-ти лет возглавляет Михаил Юрьевич Арбузов, принимало самое активное участие в развитии сети Московского метро, возводя станции и прокладывая перегонные тоннели. Чтобы подчеркнуть огромный вклад коллектива, пришлось бы перечислить почти все действующие ныне линии метрополитена.

Коллективу СМУ-5 всегда поручалась очень ответственная работа, потому что бы-

ла уверенность в том, что он с ней справится. Она основывается на умении соединить воедино опыт инженерных кадров, знания маркшейдерской и механической служб и, конечно, высокий профессионализм бригадиров. Чтобы строить метро в таких сложных гидрогеологических условиях, как в недрах столицы, нужно быть специалистом в своем деле, гордиться своей профессией и дорожить репутацией коллектива. Пятое строительное-монтажное управление всегда отличалось неординарностью и самоотверженностью.

Говоря о 75-летней истории коллектива, нужно отметить, что в его послужном списке есть очень ответственные транспортные тоннели, необходимые москвичам пешеходные переходы, жилые дома и другие городские объекты, но все-таки главным делом всегда оставалось сооружение станций и перегонов столичного метро. Цифры выполненного весьма впечатляют – 24 станции и около 40 тыс. м перегонных тоннелей!

История коллектива – это всегда цепь отдельных событий, значительных вех на его пути, каждая из которых по-своему важна и значительна, потому что вписана в биографию и помогает создать образ трудового коллектива, для которого всегда была важна любовь к метростроению, верность традициям, гордость профессией. На первой линии метро в сложных гидрогеологических условиях была возведена одна из красивейших станций – «Красные Ворота», являющаяся памятником истории и культуры, которая сразу же после ее возведения была признана шедевром архитектуры и получила Гран-при на Международной выставке. В военном 1943-м метростроители СМУ-5 соорудили перегонные тоннели между станциями «Курская» и «Бауманская» на третьей очереди метро. За успешную работу Государственный Комитет Обороны вручил СМУ-5 на вечное хранение Красное Знамя.

В историю Московского метро, а соответственно и в биографию пятого строительного-монтажного управления особо вошла ст. «Курская» Кольцевой линии, где впервые в подземном строительстве была применена





**Сооружение тоннеля методом продавливания на участке 4-го транспортного кольца в Москве**

эректорная проходка станционных тоннелей колонного типа. Своеобразным экзаменом для инженеров СМУ-5 стала станция «Университет», которую, изменив решение Совмина СССР, возвели не открытым, а закрытым способом, не нарушив панораму города. А какой сложной и ответственной была реконструкция действующих станций «Чистые пруды» и «Лубянка», где были построены не только новые выходы и переходы, но и раскрыты сооруженные в 30-е годы XX столетия средние залы. Эти станции стали просторными и удобными для пассажиров.

Когда на метрострое говорят о самых сложных объектах, обязательно называют станцию «Арбатскую» на Арбатско-Покровском радиусе. На этом сложнейшем объекте трудились практически весь коллектив СМУ-5 – 1250 человек. Приток воды в забое здесь доходил до 300 м<sup>3</sup>/ч. Только горнякам высокой квалификации и большого мужества (в СМУ-5 их всегда было предостаточно!) было под силу в течение всей смены работать в забое под потоком холодной воды. Все трудности на сооружении ст. «Боровицкая» рядом с памятником культуры – Пашковым домом и библиотекой им. В. И. Ленина – после «Арбатской» были уже повторением пройденного. И ни у кого не было сомнения, что специалисты СМУ-5 справятся со своей задачей, несмотря на все преграды со стороны подземных недр.

Инженеры и рабочие осваивали, так называемый, «московский способ» проходки тоннелей на Калужской линии; испытывали пять конструкций механизированных щитов, предназначенных для различных горно-геологических условий; сооружали шахтные стволы методом «тиссотропной рубашки»; проходили тоннели метро под каналом им. Москвы; впервые на метрострое использовали химическое закрепление грунтов на перегоне между станциями «Сходненская» и «Планерная»; возводили тоннели из цельносекционной обделки в открытых котлованах; впервые применили отечественный щитовой проходческий комплекс для проходки наклонных выработок и т. д.

В конце 80-х прошлого столетия, когда на строительство метро выделялись совсем не-

значительные средства, и оно практически остановилось, коллектив СМУ-5 сумел сохранить основное ядро своих специалистов, выполняя городские заказы. Их удалось получить благодаря тому, что коллектив мог предложить свой многолетний опыт, помноженный на самоотдачу и мастерство. В эти годы в профессиональной копилке СМУ-5 появились такие объекты, как кабельный коллектор в районе Манежной площади и Зоологического музея; вестибюли Манежного комплекса, которые сооружались под плитой проезжей части по «миланскому» методу. За «Воробьевы горы» и Манеж СМУ-5 получило престижные награды. Ожидая настоящих метростроевских заказов, строители все чаще брались за автодорожные сооружения, которые возводились по заказу города и финансировались правительством Москвы. Одной из уникальных работ СМУ-5 было строительство в 2000 г. на Нахимовском проспекте на участке 4-го транспортного кольца под действующей железной дорогой Павелецкого направления двух автодорожных тоннелей. Новая подземная магистраль под четырьмя действующими железнодорожными путями развязала сложнейший для автомобилистов транспортный узел, напрямую связав Нахимовский проспект с Каширским шоссе и далее с проспектом Андропова. Два параллельных тоннеля длиной 25 м с четырьмя полосами движения в каждую сторону сооружались по новой технологии – методом продавливания.

Если бы вместо тоннеля здесь возводилась эстакада, железнодорожные пути пришлось бы перекладывать, на что нужны были немалые средства. Проходка же под землей не нарушала движения пассажирских и товарных поездов. Небольшие «окна», которые периодически брали строители, не влияли на ритм движения.



**Перед началом проходки под действующими железнодорожными путями специалисты СМУ-5 соорудили защитный экран**



**Нож режущего агрегата для продавливания железобетонной тоннельной секции**





Коллектив управления СМУ-5 Мосметростроя

Прежде чем начать проходку, метростровцы вместе со специалистами завода «Метромаш» смонтировали между полотном железной дороги и будущим тоннелем оригинальный защитный экран. В железнодорожную насыпь с помощью специального проходческого механизма вошли 73 трубы, соединенные между собой «замками». Потом их заполнили бетоном. Получилась своеобразная конструкция, защищающая поверхность от осадков во время проходки тоннелей. Почти полгода ушло на создание такого экрана, который в отечественной практике строители СМУ-5 использовали впервые.

Тем временем вблизи железнодорожной насыпи был вырыт котлован, ставший монтажной камерой. На специальном стапеле из рельсов в ней и была собрана железобетонная конструкция тоннеля в натуральную величину. Каждая секция требовала 1240 м<sup>3</sup> бетона и 270 т арматуры. Очень много было произведено сварочных работ, чтобы связать всю секцию в единое целое. Когда она была готова, ее продавливали с помощью системы мощных домкратов под железнодорожными путями, используя специальный нож, изготовленный на Одинцовском заводе Трансжестроя. Общий вес этого режущего агрегата – 250 т. Готовые тоннели уже не требовали никакой отделки, дорожники лишь уложили в них асфальт и сделали разметку.

Очень важным в профессиональном плане для коллектива СМУ-5 было сооружение сервисного тоннеля под Серебряноборским лесничеством. Тоннель диаметром 6 м используется сегодня для технического обслуживания магистрали и эвакуации пассажиров в случае каких-либо ЧП. Проходка шла в основном в песках. Но последняя треть 1,5-километрового пути была особенно

сложной. Щит продвигался вперед в неустойчивых грунтах, насыщенных водой, в плывуне. Вот тут и потребовался опыт строителей, которые прошли хорошую школу в метростроевских забоях. Купленный в Германии механизм был оборудован специальным пригрузом. Благодаря этому немецкий щит показал, что он может успешно работать в сложных московских грунтах. Специалисты СМУ-5 сумели провести его без остановок и без нарушения поверхности земли.

Имея такое богатое прошлое и настоящее, коллектив может с уверенностью смотреть в будущее. Сегодня он готов выполнить любое по сложности задание, связанное со строительством не только метро, но и других транспортных сооружений. На ближайшее будущее у коллектива СМУ-5 есть именно метростроевская работа – это возведение новых станций «Достоевская» и «Марьино Роща». И если темпы метростроения в связи с мировым финансовым кризисом не будут сокращаться, то перспектива прокладки метро в таком крупном мегаполисе как Москва может быть обнадеживающей на многие годы вперед.

А основное богатство СМУ-5 – это люди, которые всегда считали и считают труд метростроевца высокой честью, которым вовсе не безразличен имидж своей организации. Коллектив СМУ-5 имел в своих рядах Героя Социалистического Труда бригадира проходчиков Ивана Филимонова, кавалера ордена Ленина и Октябрьской Революции, среди которых бывший начальник СМУ Нико-



Монтаж тоннелепроходческого комплекса для проходки сервисного тоннеля в Серебряном Бору

лай Федоров и знаменитые бригады проходчиков Николай Леденев, Анатолий Смирнов, Равиль Нугаев, Иван Гальченко. Было немало и кавалеров орденов Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», среди которых – лучший начальник участка Василий Чурилов, бывшие главные инженеры Эзар Сандуковский и Владимир Захаров, уникальные бригадир Георгий Авдохов и сменный инженер Константин Макридин. Орденом Трудовой Славы были награждены бригады, пришедшие на Метрострой в 70-е и 80-е годы прошлого столетия – Николай Велемчук, Михаил Давыдов, Иван Лиходедов. В коллективе 14 лауреатов Государственных премий, почетные транспортные строители, заслуженные строители РСФСР, почетные железнодорожники.

Сегодня в коллективе СМУ-5 более 700 человек и все они – специалисты высокой квалификации. В их руках – настоящее и будущее коллектива.







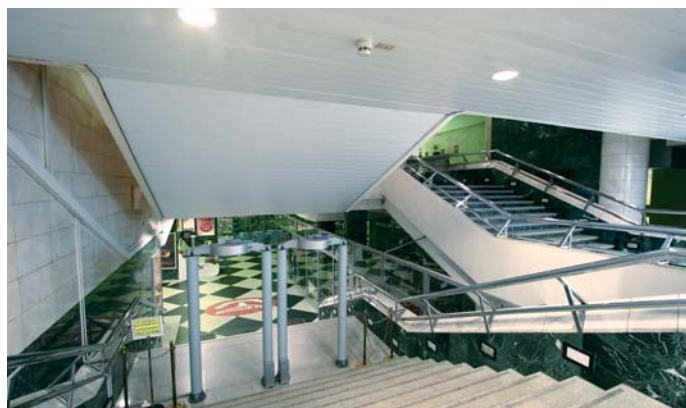
Ветераны СМУ-5 Мосметростроя



Станция «Тургеневская»



Портал сервисного тоннеля Краснопресненской магистрали



Примыкание ТРК «Манеж» к ст. «Охотный Ряд»



Станция «Речной вокзал»



Станция «Боровицкая»



Станция «Авиамоторная»



Станция «Университет»





# ХРОНИКА ТРУДОВОЙ БИОГРАФИИ СМУ-5 МОСМЕТРОСТРОЯ

4 января 1934 г. приказом по Московскому метрострою было организовано строительство шахт № 36–37; в 1944 г. – объект № 21 был переименован в Строительство № 1 и в конце 1953 г. преобразован в СМУ-5 Московского метростроя.

С момента основания нашего коллектива и по настоящее время выполнены следующие объемы работ.

## Построены 24 станции с пристанционными сооружениями и вестибюлями:

- 1935 г. – «Красные Ворота»;
- 1950 г. – «Курская»-кольцевая;
- 1952 г. – «Арбатская»;
- 1958 г. – «Университет», «Студенческая», «Рижская»;
- 1961 г. – «Багратионовская», «Филевский парк», «Пионерская»;
- 1963 г. – «Ленинский проспект», «Академическая»;
- 1964 г. – «Войковская», «Водный стадион», «Речной вокзал»;
- 1969 г. – «Каховская»;
- 1971 г. – «Тургеневская»;
- 1973 г. – «Полежаевская»;
- 1974 г. – «Калужская»;
- 1978 г. – «Свиблово»;
- 1979 г. – ст. «Авиамоторная»;
- 1984 г. – «Нахимовский проспект»;
- 1986 г. – «Боровицкая»;
- 1991 г. – «Петровско-Разумовская»;
- 1989–2007 гг. – «Сретенский бульвар».

## Реконструкция действующих станций и сооружений метрополитена:

- 1957 г. – депо «Краснопресненская» со строительством в 1967 г. НЗФ, мотодепо, механической мастерской, котельной и реконструкцией отдельных объектов;
- 1967 г. – депо «Красная Пресня»;
- 1971 г. – ст. «Чистые пруды» («Кировская»);
- 1973 г. – ст. «Лубянка» («Дзержинская»);
- 1982 г. – осуществлено химическое закрепление грунтов перегона ст. «Сходненская» – «Планерная»;
- 1980–1984 гг. – реконструкция депо «Калужская»;
- 1989 г. – тяговой подстанции ТП-718;
- 1991 г. – наземного вестибюля ст. «Чистые пруды» («Кировская»);
- 1993–1998 гг. – ЗРЭПС метрополитена;
- 1995–1997 гг. – примыкания ТРК «Манеж» к ст. «Охотный Ряд»;
- 2000–2002 гг. – ст. «Воробьевы горы» и вестибюля правого берега;
- 2002–2003 гг. – ветузла и венткиоска ст. «Беговая»;
- 2002 г. – венткиоска ВШ 160 (перегон «Лубянка» – «Чистые пруды»);
- 2002 г. – венткиоска шахты 605 (перегон «Шоссе энтузиастов» – «Авиамоторная»);
- 2003–2004 гг. – примыкания малого метро на перегоне «Киевская» – «ММДЦ»;
- 2003–2005 гг. – базисного склада ВМ на ст. «Петровско-Разумовская».



1950 г. – ст. «Курская»-кольцевая



1958 г. – ст. «Рижская»



1958 г. – ст. «Студенческая»



1973 г. – ст. «Полежаевская»





1968 г. – переход со ст. «Лубянка» («Дзержинская»)



1966 г. – переход со ст. «Таганская»

### Строительство наклонных ходов с вестибюлями, пешеходными переходами и пристанционными сооружениями:

- 1966 г. – на ст. «Таганская»;
- 1968 г. – «Лубянка» («Дзержинская»);
- 1970 г. – «Китай-город» («Площадь Ногина»);
- 1987 г. – «Чеховская»;
- 1991–1995 гг. – участие в возведении ст. «Чкаловская» (камера съездов, переход на ст. «Курская»–радиальная);
- 1992–1996 гг. – участие в сооружении камеры съездов и СТП ст. «Дубровка» и «Крестьянская Застава».

### Строительство транспортных тоннелей:

- 1960 г. – на площади Маяковского и на Октябрьской площади;
- 1961 г. – путепровода на пересечении Ленинградского и Волоколамского шоссе;
- 1998–2000 гг. – автодорожных тоннелей по направлению Нахимовского проспекта;
- 2003–2005 гг. – рамповой части сервисного тоннеля участка Краснопресненской магистрали под Серебряннорским лесничеством.

### Строительство пешеходных переходов под площадями и транспортными магистралями:

- 1959 г. – на Манежной площади;
- 1960 г. – под Ярославским шоссе (Лось);
- 1966 г. – под Потешной ул.;
- 1969 г. – под ул. Димитрова;
- 1975 г. – под ул. Обручева;
- 1979 г. – под Ленинградским шоссе у ст. «Аэропорт»;
- 1959 г. – под Страстным бульваром.

### Гражданское и жилое строительство:

- возведение жилых домов для сотрудников Управления на ул. Профсоюзная (ст. «Академическая»), на ул. Лавочкина (ст. «Водный стадион»);
- 1953 г. – Дома связи (стволы);
- 1964 г. – участие в строительстве Западной водопроводной станции и телецентра;
- 1992–1993 гг. – реконструкция здания на ул. Большая Полянка, 4;
- 1997–2005 гг. – реконструкция кабельного коллектора от здания МГУ до Т-3, ул. Моховая;
- 2003 г. – театр «Et Cetera» Александра Калягина.

### В настоящее время:

- с 2007 г. ведется сооружение выхода в город и вестибюля ст. «Сретенский бульвар»;
- с 2008 г. принимается участие в строительстве станций «Марьяна Роща» и «Достоевская».



1960 г. – транспортный тоннель на пл. Маяковского



1960 г. – транспортный тоннель на Октябрьской площади



2003–2005 г. – сервисный тоннель Краснопресненской магистрали



2007 г. – ст. «Сретенский бульвар»

# В КАЗАНИ ОТКРЫЛАСЬ СТАНЦИЯ МЕТРО «ПРОСПЕКТ ПОБЕДЫ»

В конце декабря 2008 г. Президент Татарстана Минтимер Шаймиев открыл в Приволжском районе Казани новую, шестую станцию Казанского метрополитена «Проспект Победы».

«Ввод в строй новой станции – прекрасное событие для столицы Татарстана. Это очередная наша с вами победа. Нам необходимо сдавать в год по одной станции метро, и, несмотря ни на какие трудности, предлагаю это сделать традицией», – сказал М. Шаймиев.

Строительство ст. «Проспект Победы» началось в 2005 г., расстояние до нее от соседней ст. «Горки» – более 800 м, протяженность участка в двух направлениях 1 км 680 м.

Ст. «Проспект Победы» размещена на пересечении ул. Р. Зорге и проспекта Победы между Приволжским рынком и сквером Победы в крупном жилом массиве, где проживает около 100 тыс. человек. Станция – трехпролетная со спаренными колоннами (шаг 10,4 м), с двумя подземными вестибюлями (шаг колонн 4,5 и 6,0 м) и блоком служебных помещений. Конструкции станции выполнены из монолитного железобетона. Глубина залегания станции на уровне головки рельса – 13,3 м.

Интерьеры станции «Проспект Победы» решены, как память о победе советского народа в Великой Отечественной войне, как дань уважения народу-победителю. Это обусловило и тему архитектурного оформления – реминисценции на архитектурные стили послевоенного периода, но в современном прочтении.

Архитектурно-художественными методами конструктивная схема платформы станции превращается в ряд триумфальных арок. Каждая из них посвящается одному из городов-героев и городов Воинской славы, имена которых выравнены на стеклянных панно, расположенных между спаренными колоннами. В пролетах между арками размещены люстры, символизирующие праздничный салют. Дополнительное освещение платформы осуществляется скрытыми светильниками, расположенными вдоль продольных балок, создающих эффект «парения» свода.

Наиболее загруженный второй вестибюль выполнен двух-



«Проспект Победы» – одна из красивейших станций Казанского метрополитена

светным. Значительные участки световых стеклянных потолков в сочетании с золотистым ячеистым потолком и завершения колонн в виде капителей бронзового цвета создают атмосферу торжественности и достоинства. Общее колоритное решение станции стро-

ится на сочетании красного, телесно-золотистого и черного цветов. Облицовка колонн, путевых стен и стен вестибюлей выполнена из гранитных плит красного (imperial red) и черного (габбро) цветов. Архитектурные детали – из мрамора «Ботичино». Все это, несомненно, способствует раскрытию темы победы.

Впервые в метростроении г. Казани вестибюли и платформа станции соединяются между собой эскалаторами. Для инвалидов и пассажиров с колясками в первом вестибюле предусмотрен вертикальный подъемник. Также впервые при облицовке натуральным камнем была применена сертифицированная навесная система камня «Метро-спецстрой», что позволило избежать «мокрых» процессов, значительно ускорить выполнение



Наземный вестибюль ст. «Проспект Победы»

работ и улучшить их качество.

Лестничные сходы к вестибюлям дополнены пандусами для спуска пассажиров на инвалидной коляске и встроены в закрытые павильоны для предотвращения заноса снегом. В отделке переходов используется естественный камень. Ступени из термообработанного гранита, полы – шлифованный гранит.

В целях рационального освоения подземное пространство над платформой используется для размещения помещений городской инфраструктуры.

Генеральный проектировщик станции – ОАО «Институт «Казгражданпроект». Авторы: А. М. Мустафин – главный архитектор проекта, Т. Г. Ксенофонтова – главный специалист-архитектор отдела, И. А. Васильева – ведущий архитектор, С. В. Зинатул-

лина – архитектор 1 категории.

В 2009 г. будет введена в строй седьмая станция – «Козья слобода» – на противоположном берегу реки Казанки, которая делит город примерно пополам. Сейчас уже завершается проходка под рекой второго тоннеля этой станции, соединяющего ее со ст. «Кремлевская». С вводом «Козьей слободы» добраться из городских районов правобережья в центр станет намного проще. В перспективе – станции у парка Победы, у будущего стадиона, который построят в рамках подготовки к XXVII Всемирной летней Универсиаде 2013 г.

В настоящее время готовится проектная документация еще на две станции – «Заводская» и «Московская». Территория уже огорожена и метростроевцы готовы к работе.






## О СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРО В МОСКВЕ И НОВОСИБИРСКЕ

В конце января 2009 г. первый заместитель мэра Москвы Петр Бирюков, руководитель департамента транспорта и связи Москвы Леонид Липсиц и начальник Московского метрополитена Дмитрий Гаев посетили строящиеся объекты нового участка Арбатско-Покровской линии от станции «Строгино» до станции «Митино». Как сообщили в пресс-службе Московского метрополитена, на участке «Строгино» – «Мякинино» тоннелепроходческий механизированный комплекс завершил щитовую проходку от ст. «Мякинино» до промежуточной демонтажной камеры. Тем самым закончилось со-

оружение первого (левого) перегонного тоннеля длиной 2200 м и строители приступили к монтажу пути и технологического оборудования на этом участке.

Члены правительства Москвы и начальник Московского метрополитена посетили также возводимую ст. «Волоколамская», которая будет открыта вместе со станциями «Мякинино» и «Митино» уже в конце 2009 г. «Объемы капитальных вложений на развитие метро, выделяемые в этом году, не сократились в сравнении с объемами прошлого года и сокращаться не будут. И это перспектива на 2010–2011 гг.», – сообщил Петр Бирюков. 


По заявлению новосибирских властей, сокращение расходов не должно коснуться федеральных объектов, например, метрополитена. Уже несколько лет в областном центре возводят 13-ю станцию «Золотая Нива». Ее обещали сдать в эксплуатацию к 115-летию Новосибирска летом 2008 г., но позже срок отодвинули на декабрь 2009.

По уверениям строителей перегон будет сдан в текущем году. Правда, ходить поезда будут сначала по одному тоннелю. Но в скором времени начнет функционировать и второй.

Перегон сооружался с применением новых технологий, в том числе и нетрадиционным для

Новосибирского метро – открытого способа.

«Золотая Нива» будет оборудована специальными лифтами для инвалидов, появятся и дорожки для слабовидящих пассажиров. Данные новшества планируются внедрить в дальнейшем и на других станциях.

По словам начальника Новосибирского метрополитена Владимира Кошкина, «Золотая Нива» рассчитана на большой пассажиропоток, чем, например, «Березовая роща» или «Маршала Покрышкина». По количеству пассажиров ее можно будет сравнить со «Студенческой» – не менее 10 тыс. человек. 

### НОВОСТИ LOVAT

## ПОСТАВКА БАМТОННЕЛЬСТРОЮ ТПМК ДЛЯ ПРОХОДКИ ШТОЛЬНИ КРОЛЬСКОГО ТОННЕЛЯ В РОССИИ

Российская строительная организация «Бамтоннельстрой» недавно приобрела новый механизированный тоннелепроходческий комплекс для прочных горных пород RMP 167SE серии 24800 компании «LOVAT». ТПМК будет использован для строительства в России штольни для Крольского тоннеля.

Щит диаметром 4,24 м оборудован дисковыми резцами диаметром 42,5 см (17 дюймов) и приводится в действие главным приводом переменной мощности, обеспечивающим скорость вращения рабочего органа от 4,7 до 9,1 об/мин. ТПМК предстоит пройти тоннель длиной 2253 м с максимальным продольным уклоном 0,8 % и горизонтальными кривыми минимальным радиусом 350 м. Весь тоннель будет располагаться ниже уровня грунтовых вод. Напор грунтовых вод вдоль трассы тоннеля ожидается переменным и составит 3–20 м от уровня обратного свода тоннеля.

Геологические условия вдоль трассы тоннеля характеризуются наличием известняка, мраморизованного известняка, кремнезема, сланцев и доломитов прочнос-



тью на сжатие до 150 МПа. Вдоль трассы, проходящей в сланцах, ожидаются зоны тектонических разломов. На участках трассы небольшой длины ожидаются смешанные грунты, включающие известняки, суглинки, каменную мелочь и щебень.

На строительной площадке ТПМК будет собран и испытан под наблюдением специалистов LOVAT.

[www.LOVAT.com](http://www.LOVAT.com)

## МОСТЕХНАДЗОР ВЫЯВЛЯЕТ НАРУШЕНИЯ

Московское управление Ростехнадзора подвело итоги проверок подземных опасных объектов в столице в 2008 г. В ходе их проведения выявлено более 5 тыс. нарушений промышленной безопасности и зарегистрировано 11 происшествий, из них два несчастных случая со смертельным исходом. Анализ показал, что основными причинами всех внештатных ситуаций явились отсутствие должного, чёткого и конкретного инструктажа перед началом производства работ, функционирование на низком уровне службы производственного контроля и личная неосторожность пострадавших, отметили в пресс-службе Ростехнадзора.


Функционирование системы

промышленной безопасности в некоторых организациях осуществляется на низком уровне, либо отсутствует вообще (*журнал «Метро и тоннели» не стал перечислять эти организации, но большинство из них активно и успешно работают в сфере подземного строительства*). В большинстве организаций отсутствует практика самостоятельных приостановок работ и привлечения к ответственности лиц, нарушающих требования промышленной безопасности. Ответственные лица нерегулярно осуществляют проверки с оформлением актов установленной формы, а зачастую работают формально, считают в Ростехнадзоре.

Также негативное влияние на

безопасность работ под землей оказывает недостаточное внимание со стороны департамента градостроительства Москвы. Учитывая все аспекты сложившейся ситуации, вполне прогнозируема вероятность увеличения количества инцидентов и аварийных ситуаций под столицей, констатировали в ведомстве.

Специалисты Ростехнадзора намерены в 2009 г. продолжить тщательные проверки объектов подземного строительства, которых достаточно количество. Следует напомнить, что ведется сооружение новых станций метрополитена – «Достоевская», «Марьяна Роща», «Мякининская», «Волоколамская», «Митино», «Шипиловская», «Зябликово» и «Бори-

сово»; реконструируется автодорожная развязка пересечения Ленинградского проспекта с Волоколамским шоссе с прокладкой автодорожных тоннелей «Балтия» под действующими перегонными тоннелями Замоскворецкой линии метрополитена; начались строительство автодорожных тоннелей пересечения МКАД с проспектом Маршала Жукова и подготовка к сооружению тоннелей «Южная рокада» (участок от Балаклавского проспекта до Каширского шоссе). Также во всех районах города строятся подземные объекты различного функционального назначения, в основном канализационные и кабельные коллекторы общей протяженностью более 70 км. 

## РОССИЙСКАЯ ГОРНАЯ ТЕХНИКА НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ИРАНЕ

В горном ущелье провинции Мазандаран на севере Ирана министерство энергетики страны осуществляет строительство плотины «Альборз».


Генеральным подрядчиком строительства стала компания «Dam & water Works Construction Co. SABIR», которой необходимо пройти водосборный тоннель протяженностью 2500 м, сечением 17 м<sup>2</sup>, соединяющий русла горных рек плотины «Альборз».

Для этих целей компания «SABIR» приобрела два проход-

ческих комбайна КП21 производства ОАО «Копейский машиностроительный завод».

В июле 2008 г. два комбайна КП21 прибыли на промышленную площадку плотины «Альборз» в местечке населенного пункта Баболяк и Голешкаля.

При участии специалистов ОАО «КМЗ» проведена сборка, пуско-наладка, обучение иранских специалистов и запуск комбайнов в эксплуатацию.

В настоящее время комбайнами КП21 пройдено 500 м водосборного тоннеля. 



## РОССИЙСКАЯ ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ

22 октября 2008 г. в Московском международном доме музыки состоялась торжественная церемония награждения лауреатов Российской общенациональной премии «Российские создатели – 2008».

Премия получила поддержку Государственной Думы и Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, Министерства финансов, Министерства регионального развития, Министерства здравоохранения и социального развития, Министерства образования и науки, Министерства сельского хозяйства, правительства Москвы, руководителей 40 субъектов Российской Федерации.

Среди лауреатов премии –

строительные компании России, медицинские центры, предприятия агропромышленного комплекса и образовательные учреждения.

В номинации «**Подземное и специальное транспортное строительство**» награды получили:

- ГУП «Мосинжпроект». С 1985 г. по 01.09.2008 г. институт возглавляла Панкина Светлана Федоровна, а с 01.09.2008 г. – директор Рязанцев Геннадий Иванович;

- ОАО «Мосинжстрой». Генеральный директор Животинский Геннадий Моисеевич;

- ООО «УниверСтройЛюкс». Генеральный директор Бирюков Алексей Павлович;


- ОАО «Московский Метрострой». Генеральный директор Штерн Геннадий Яковлевич;

- ООО «Инвестиционно-финансовая строительная компания «АРКС». Генеральный директор Симарев Дмитрий Валерьевич;

- ООО «Научно-производственное объединение «Космос». Президент компании Черняков Андрей Валерьевич.

**Персональная награда** вручена первому заместителю

председателя Тоннельной ассоциации России, академику Академии транспорта, кандидату технических наук, лауреату Государственной премии СССР 1981 г., Премии Совета Министров СССР – Власову Сергею Николаевичу за вклад в российское тоннелестроение.

**Специальную награду** оргкомитета премии по национальному проекту «Образование» и премию в номинации «**Инновационный вуз**» получил Московский государственный горный университет (МГГУ). Ректор Корчак Андрей Владимирович. 



# ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ СТЫКОВ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ «МОНОФЛЕКС ФРЕНКЕЛЯ»

**Б. И. Яцков**, главный инженер ОАО «Мосметрострой»

**В. В. Сергиевский**, директор ООО «СМУ-3 Метростроя»

**С. А. Алексанян**, генеральный директор ООО «СМУ-15 Метростроя»

**А. Н. Ададунов**, зам. генерального директора ООО «СМУ-6 Метростроя»

**Д. Я. Френкель**, ООО «НПК «Монофлекс Френкеля»

Практика строительства метрополитенов и весь мировой ее опыт свидетельствуют, что наиболее уязвимым моментом является гидроизоляция стыков, швов, монтажных отверстий независимо от типа обделки и способа ведения работ. Выбор материалов и технологии зачеканки зависят от геологической обстановки в заобделочном пространстве, которая может быть довольно спокойной или близкой к аварийной по степени обводненности грунтов и пород.

35-летний опыт ведения гидроизоляционных процессов в метростроении городов Москвы, Минска, Санкт-Петербурга, Киева, Екатеринбургa и других позволил к сегодняшнему дню компании «Монофлекс Френкеля» создать оптимальные материалы и отработать все технологические приемы, чтобы с уверенностью констатировать их надежность и преимущество в сравнении с другими, используемыми в этих целях.

Основным ингредиентом этих материалов являются сухие смеси, имеющие в своей основе безусадочный портландцемент «Монофлекс» с модификаторами; наполнитель – фракционированный мытый и прокаленный строительный песок определенного гранулометрического состава.

«Монофлекс N Френкеля» – это специальный олигомерный состав на бентонитовой глине и регуляторе скорости схватывания. Эти смеси используются для проведения контрольного нагнетания при В/Ц до 0,8. Они обладают высокой пластичностью и текучестью, быстрым схватыванием и при твердении связывают воду.

Материал и композиция «Монофлекс E» представляют собой мастичную пасту из олигомеров, микронаполнителей, пластификаторов, вулканизирующуюся при введении специального компонента. После вулканизации она превращается в резиноподобное вещество высокой эластичности, абсолютно водонепроницаемое и имеющее высокую адгезию с обработанной поверхностью. Материал может быть использован самостоятельно как гидроизолирующий, или совместно со смесью «Монофлекс A Френкеля». Дополнительно вступая в химическое взаимодействие со свободной известью цемента, он играет роль промежуточного адгезионного слоя в системе «старый бетон – новый бетон» или «металл – новый бетон». При этом создается особая трехфазная система, надежно сочленяю-

щая собой разнообразные стыки, швы, трещины, разломы, и незаменимая для замощивания стыков сборной обделки тоннеля или монолитного ее устройстве при формировании «холодного» шва.

Отличительной особенностью технологии «Монофлекс Френкеля» является применение агрегата «Гидротон», позволяющего осуществлять методом торкретирования подачу жестких составов «Монофлекс A» при В/Т 0,15–0,17, что обеспечивает не только высокую прочность самой отвердевшей смеси, но и упрочняет стык при взаимодействии с композицией «Монофлекс E» за счет проникновения смеси под давлением в слой вулканизируемого материала. Это усиливает химическое взаимодействие обоих материалов.

Начиная с 2006 г. возобновились работы по гидроизоляции стыков сборных железобетонных и чугунных обделок тоннелей Московского метрополитена при строительстве Люблинско-Дмитровской линии с использованием технологии «Монофлекс Френкеля» на участках заказчиков.

На шахте 940 «СМУ-15 Метростроя» и на правом перегонном тоннеле «Сретенский бульвар» – «Трубная» осуществляется гидроизоляция стыков железобетонных обделок тоннеля, включающая замощивание швов, монтажных отверстий с контрольным нагнетанием, гидроизоляция швов в чугунной сборной обделке с торкретированием монтажных отверстий и контрольное нагнетание, перечеканка швов в железобетонной обделке ППТ и ЛПТ с контрольным нагнетанием.

Выполнено: подготовка тоннеля, переболчивание, контрольное нагнетание, гидроизоляция стыков в сборной чугунной обделке на перегонном участке «Чкаловская» – «Марьина Роща», шахте № 939 и на сооружении СТП, БТП «ТО № 6 Метростроя».

Очистка, контрольное нагнетание, гидроизоляция стыков сборных железобетонных обделок произведены на перегонном тоннеле «Чкаловская» – «Сретенский бульвар».

Работы включали в себя подготовку тоннеля, очистку стыков от мусора, переболтежку, чеканку смесью «Монофлекс A» с введением материала «Монофлекс E» и контрольное нагнетание.

На перегонном тоннеле «Трубная» – «Сретенский бульвар» (заказчик ООО «СМУ-3 Метростроя») выполнены: подготовка тоннеля, гидроизоляция стыков сборных железобетонных обделок, контрольное нагнетание, а

также переболчивание гидроизоляции швов в сборной чугунной обделке.

На перегоне «Чкаловская» – «Марьина Роща» (заказчик ЗАО «Тоннельный отряд-40») осуществлены: подготовка тоннеля, переболчивание, контрольное нагнетание, гидроизоляция стыков в сборной чугунной обделке.

Для ООО «СМУ-1 Метростроя» на перегоне «Трубная» – «Сретенский бульвар» выполнены: подготовка, очистка швов, переболтежка, гидроизоляция швов в сборной чугунной обделке, окончательная очистка.

Для СМУ № 6 – гидроизоляция обделки с металлическим экраном на участке в 160 м.

Все работы по гидроизоляции швов обделок предварялись их очисткой, осушкой и сопровождались зачеканкой монтажных отверстий, контрольным нагнетанием, уборкой тоннелей после их завершения.

Следует отметить, что в период проведения данных работ велись регулярные испытания в лаборатории Метростроя образцов-кубиков из смеси «Монофлекс A Френкеля» размером 10×10×10 см на их прочность при сжатии с составлением текущих протоколов.

Кроме того, необходимо отметить следующую особенность: при длительном стоянии готового тоннеля перед началом работ по гидроизоляции швов по обе стороны лотков собираются и накапливаются грязевые накопления в виде «линз», которые при производстве контрольного нагнетания составом «Монофлекс N» обволакиваются последним и долго сохраняют в себе влагу. Для устранения этого явления в «линзах» пробуривались два-три отверстия, из которых водой под давлением вымывалась грязь, после чего в освободившийся объем закачивался быстрохватывающийся цементный безусадочный состав. Эти операции несколько повышают стоимость работ, но требуются для обеспечения эстетичности поверхности.

Укажем одновременно на необходимость проведения повторного контрольного нагнетания, поскольку при первичном в составе содержится достаточно большое количество воды (В/Ц = 0,8) за счет ее перераспределения в процессе схватывания и твердения.

Современный уровень требований к результатам труда вызывает необходимость от инженера и технолога разумного и вдумчивого подхода, поэтому предлагаемые материалы и методы гидроизоляции, без сомнения, актуальны и соответствуют духу времени.



# ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ ПЯТОЙ ЛИНИИ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРО

А. Ю. Старков, главный инженер ОАО «Метрострой», Санкт-Петербург

Е. И. Гигиняк, начальник пресс-службы



**Говорить о том, что в Петербургском метрополитене появилась новая Пятая ветка не совсем корректно. Частично эта линия функционирует с 1997 г. Но об этом знают только строители, проектировщик и заказчик. Пассажиры же одиннадцать лет видели эти станции в составе Четвертой Правобережной линии.**

Проект строительства Пятой ветки Петербургского метрополитена был заложен в перспективный план развития еще в доперестроечные годы. В нем присутствовала та самая схема движения поездов, которая с вводом Фрунзенского радиуса и станции «Спасская» начала, наконец, действовать. К строительству линии приступили в конце 80-х гг. Тогда наиболее нуждались в появлении новых станций метро северо-западные районы. Поэтому все силы и средства бросили на сооружение Приморского радиуса. Одновременно были заложены и шахты южного направления – Фрунзенского радиуса. В 1995 г. у Метростроя появился объект, который на несколько лет отложил возведение новых станций – Размыв (авария, которая привела к затоплению тоннелей между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» и сооружению новых переездов между ними). К тому времени строительство первого пускового участка Приморского радиуса подходило к стадии завершения (участок введен в эксплуатацию в 1997 г.), в то время как на Фрунзенском радиусе было выполнено только 40 % работ.

## Из истории строительства

Проходка тоннелей Фрунзенского радиуса началась сразу в двух направлениях. От улицы Бельи Куна в сторону центра и от Сенной площади в направлении Купчино. При этом строители применяли проходческое оборудование –

щиты диаметром 5,63 м. Вначале их было три. Размыв привел к тому, что работы на всех участках Фрунзенского радиуса были заморожены. Их консервация проводилась в период с 1994 по 1996 г. Щит, выполнявший работы на ст. «Международная», был демонтирован и вывезен с площадки. Остальные два оставили под землей и законсервировали. К 1996 г. все забои были забетонированы бетонными пробками. И начался период поддержки выработок. Восемь долгих лет Фрунзенский радиус ждал своего часа. Все это время за тоннелями, коммуникациями и оборудованием велось наблюдение. Забои регулярно осматривались, выполнялось проветривание, работали водоотливные установки. В 2004 г. благодаря инициативе губернатора Петербурга Валентины Матвиенко Метрострой вернулся на Фрунзенский радиус и стал трудиться практически в авральном режиме. Началось обновление забоев, восстанавливались механизмы, корректировалась проектная документация. Основные работы пришлось на 2006–2008 г. И вот 8 декабря 2008 г. состоялась успешная подача напряжения, и пробный поезд прошел по совершенно новым еще не обкатанным рельсам.

## Второе рождение

Торжественное мероприятие, посвященное пуску Фрунзенского радиуса, состоялось 20 декабря. Теперь путь из центра к южным спальным районам занимает 7–10 мин. Полностью сдана станция «Волковская». До появ-

ления следующих за ней, она будет конечной. Вторая пусковая – «Звенигородская» пока не имеет выхода на поверхность. Пассажиры попадают на нее через ст. «Пушкинская» (Кировско-Выборская линия). В сентябре 2009 г. должны завершиться работы по сооружению наклонного хода на ст. «Звенигородская». В этот же момент начнется возведение здания вестибюля, который будет совмещен с торговым центром. В данный момент инвестор в лице компании «Адамант» проходит стадию согласования проекта здания. Надо сказать, что это один из первых опытов привлечения инвесторов к строительству вестибюлей станций метро в Санкт-Петербурге. Город таким образом экономит бюджетные средства, а владельцы автоматически получают места для размещения своих торговых центров. В дальнейшем городские власти планируют распространить подобную практику и на других объектах.

Что касается текущего положения дел на участке наклонного хода ст. «Звенигородская», то в данный момент ведется его проходка во временной крепи с применением технологии замораживания грунта и последующего сооружения монолитной конструкции. В августе планируется завершение работ, касающихся основных конструкций и монтажа эскалаторов и, соответственно, в сентябре должно начаться строительство вестибюля.

Еще одним объектом первого пускового комплекса Фрунзенского радиуса является



станция «Обводный канал», которая располагается между «Звенигородской» и «Волковской». Ввод её был отложен в связи с трудностями, которые возникли при расселении жилого дома на месте будущего вестибюля. И не смотря на то, что подземная часть станции готова к эксплуатации, поезда будут проходить её без остановки до тех пор, пока не появится наклонный ход. На сегодняшний день строительству эскалаторного тоннеля уже ничто не препятствует – здание расселено и снесено. Сооружение натяжной камеры завершено. Инвестор на возведение вестибюля найден. Проект находится в стадии проработки и согласования. С конца ноября Метрострой приступил к подготовке стартовой камеры под монтаж тоннелепроходческого комплекса Herrenknecht. Для этого из буросекущихся свай диаметром 1 м на площадке сооружается конструкция в виде цилиндра, которая является «стеной в грунте». В ней разрабатывается грунт и монтируется ложе под щит. Непосредственно к сборке щита Метрострой планирует приступить в мае. Соответственно, к июлю-августу должна начаться проходка. Расчетное время её проведения в перспективе составляет порядка полутора месяцев. Однако учитывая, что это первый опыт применения Метростроем тоннелепроходческого комплекса, период проходки по прогнозу специалистов может увеличиться до 3–4 мес. К концу года, при сохранении заявленных выше сроков, Метрострой должен приступить к демонтажу щита. Планируется, что он будет произведен полностью, включая оболочку. Тем самым появится возможность использовать ее на следующем объекте – на наклонном ходе самой глубокой станции Петербургского метрополитена – «Адмиралтейская».

Третьим пусковым, а, по сути, четвертым объектом в рамках ввода Фрунзенского радиуса стала станция «Спасская». Её строительство началось одновременно с Фрунзенским радиусом, хотя сама она относится к другой – Правобережной линии (линия 4). В 1997 г., когда Метрострой сдавал в эксплуатацию первый участок Приморского радиуса, было принято решение временно соединить его с Четвертой линией. На протяжении одиннадцати лет пассажиры пользовались комбинированной веткой. Сегодня, после ввода станции «Спасская», схема движения поездов вернулась к проектной. Конечно, жители Петербурга будут испытывать неудобства какое-то время. Но это продлится недолго, и пассажиры очень скоро привыкнут и оценят преимущества новой для них схемы. Еще одно нововведение, к которому привел пуск ст. «Спасская» – это появление в петербургской подземке пересадочного узла, состоящего из трёх станций («Сенная» – «Садовая» – «Спасская»).

Уникальность ст. «Спасская» заключается также в том, что на наклонном ходе при пересадке на ст. «Садовая» впервые использованы эскалаторы, произведенные на Кировском заводе. Выбор подрядчика на поставку оборудования проводился в виде тендера. Учитывались такие параметры, как цена, качество оборудования,



Станция «Обводный канал»



Станция «Волковская»

сроки поставки и гарантийные обязательства по эксплуатации. По итогам тендера был определен новый поставщик – завод «Универсалмаш» (подразделение Кировского завода). Новые эскалаторы обладают рядом технических преимуществ: облегченная конструкция, легкий доступ к деталям эскалатора и, как следствие, более удобная эксплуатация, меньшая энерго- и материалоемкость. А благодаря тому, что ленточный механизм располагается не под балюстрадой, а под ступенями, появилась возможность увеличить количество эскалаторов.

### Перспективы

Помимо окончания работ по первому пусковому комплексу Фрунзенского радиуса, Метростроем активно ведется строительство Пятой линии за ст. «Волковская». К 2010 г. планируется ввести в эксплуатацию еще две станции: «Бухарестская» и «Международная». На сегодняшний день ведётся переборка станционного тоннеля ст. «Бухарестская». Это связано с тем, что по первоначальному проекту она предполагалась односводчатой. В 90-е гг. было принято решение сместить щит при проходке с трассы и таким образом избежать традиционной в таких случаях переборки. Но проект изменился, и станция стала пилонной. Второй тоннель в данный момент находится в стадии проходки. Щит идет со стороны ст. «Волковская». На конец января 2009 г. пройдено около 900 м. При-

близительно через полтора месяца проходка второго тоннеля завершится.

На ст. «Международная» уже готов один станционный пилот-тоннель, сооруженный ещё в 90-е гг. Он доходит до ст. «Проспект Славы». Второй тоннель находится в стадии проходки. Щит уже подошел к поперечной камере, пройдя 2/3 трассы. Кстати, «Международная» по конструкции и размещению комплектации практически повторяет ст. «Звенигородская» – колонного типа с боковым примыканием второго выхода. Главное их отличие – в размещении СТП, которое на «Международной» будет располагаться под наклонным ходом, что для Петербургского метрополитена редкость. Традиционно камеры СТП находились с противоположной стороны от наклонного хода.

Параллельно в районе станционных комплексов ведется притоннельные выработки, сооружаются переборки. Началась проходка группы камер съездов за ст. «Международная». В перспективе, следующей за вводом второй очереди Фрунзенского радиуса – строительство еще трёх станций: одной глубокого заложения и двух – мелкого, а также вывод Пятой линии на поверхность в депо «Южное». И тогда, когда первый поезд пройдет путь от ст. «Командантский проспект» до ст. «Балканская», можно будет с уверенностью сказать – Пятая линия Петербургского метро построена!



# ТОТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПАНОРАМНОГО ВИДЕО-НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

К. В. Колобов, директор компании «IPERA», аспирант кафедры РЛ2 МГТУ им. Баумана  
В. А. Курьшев, главный технолог Международной Ассоциации «Метро»



## Актуальность

В начале XXI века все более активным становится применение систем видеонаблюдения в метрополитенах мира. Видеонаблюдение используется повсеместно: на станциях, в залах ожидания и вестибюлях метро, для охраны вентиляционных люков и прочих помещений. В Московском метрополитене в 2007 г. на Кольцевой линии были установлены камеры видеонаблюдения за пассажиропотоком в вагонах электропоездов. В то время, как мировой тенденцией является использование стандарта HDTV, качественного видеонаблюдения с высоким разрешением 2, 3 и 5 мегапикселей (Мп), в Московском метрополитене до сих пор имеются видеокамеры низкого разрешения (не более 0,3 Мп) с ограниченными полями зрения. Это является существенным недостатком, т. к. применение таких видеокамер не позволяют просматривать все контролируемое пространство, что приводит к появлению мертвых зон, т. е. зон, которые скрыты от наблюдения. Поворотные видеокамеры с трансфокаторами проблемы не решают, т. к. требуют постоянного управления опера-

Таблица

| Технические характеристики приборов   | AllView-6 Мп   | AllView-10 Мп  |
|---|--|--|
| Угловое поле зрения, град.  | 360 × 360  | 360 × 360  |
| Разрешающая способность, точек  | 6 × 10 <sup>6</sup>  | 6 × 10 <sup>6</sup>  |
| Угловая разрешающая способность, угл. мин.  | 7  | 5,6  |
| Частота видеозаписи, кадр/сек   | 15   | 10   |
| Режим отображения, кадр/сек:<br>изображение двух полупространств<br>виртуальная поворотная камера | 15<br>10   | 10<br>5  |
| Габариты, диаметр × длина, мм   | 210 × 260  |  |
| Передача данных:<br>сетевой интерфейс Ethernet<br>скорость передачи данных, до Mbps               | 100Base-TX<br>100  | 100Base-TX<br>100  |
| Питание   | через-Ethernet (POE);<br>совместимо с POE оборудованием стандарта IEEE 802.3af | через-Ethernet (POE);<br>совместимо с POE оборудованием стандарта IEEE 802.3af |



Рис. 1. Примеры панорамных цилиндрических изображений (мультикамерная панорамная камера)

Рис. 2. Панорамное цилиндрическое изображение (зеркально-линзовая панорамная видеокамера)





тором, и, как следствие, присутствует неустранимый человеческий фактор, а мертвые зоны не исчезают.

Выходом из сложившейся ситуации является внедрение панорамных систем тотального видеонаблюдения, развивающихся вместе с увеличением разрешающей способности матричных приемников излучения (МПИ), которые являются основной частью видеокамер.

Итак, развитие МПИ высокого разрешения дает толчок к разработке панорамных систем видеонаблюдения приемлемого качества.

### Обзор панорамных систем видеонаблюдения

Панорамные системы видеонаблюдения подразделяются, в зависимости от части пространства, которая находится под наблюдением, на сферические и цилиндрические.

Цилиндрические системы имеют угловое поле зрения в горизонтальной плоскости  $0 < A < 360^\circ$ , в вертикальной плоскости  $0 < B < 180^\circ$  и позволяют контролировать ограниченную часть пространства. Такие системы могут быть построены по нескольким схемам:

- мультикамерная панорамная камера – это построенные в ряд видеокамеры; сшивка изображений с них дает панорамное видеоизображение (рис. 1);
- зеркально-линзовая или линзовая панорамная видеокамера, выполненная на основе одиночной видеокамеры, которая использует объектив типа «рыбий глаз» или панорамную оптическую насадку (рис. 2).

Искажение в таких панорамах зависит от схемы получения изображения.

### Система панорамного сферического видеонаблюдения AllView

Изображение полупространства можно получить с помощью системы видеонаблюдения на основе объектива «рыбий глаз» (рис. 3).

Установка данной системы соответствующим образом позволяет вести полный видеоконтроль всего помещения, например, в случае, представленном на рис. 4.

Коридор, изображение которого мы видим на рисунке, полностью просматривается в обе стороны, но с различным качеством.

Для того чтобы видеть все помещение с большим качеством, рекомендуется использовать несколько видеосистем с объективами «рыбий глаз» или сверхширокоугольными.

Система «рыбий глаз» позволяет вести наблюдение за полупространством. Используя два объектива, оси визирования которых противоположно направлены, имеем возможность вести наблюдение за полным окружающим пространством (рис. 5).

Таким образом, с помощью двух систем «рыбий глаз» получаем сферическую панораму контролируемого помещения.



Рис. 3. Система видеонаблюдения с объективом «рыбий глаз»



Рис. 4. Пример видеоконтроля помещения

Рис. 5. Схема использования двух систем видеонаблюдения «рыбий глаз»

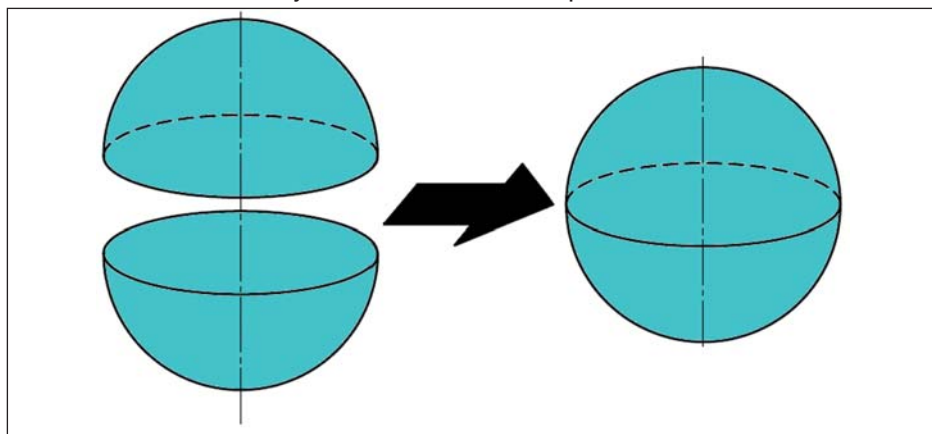




Рис. 6. Сферическая панорамная видеокамера AllView



Рис. 7. ПО AllView-Soft с реализацией функции «виртуальной поворотной камеры»

Рис. 8. Панорама, получаемая с видеокамеры AllView



Данная идея была реализована компанией «IPERA» в системе видеонаблюдения AllView. Внешний её вид представлен на рис. 6

Созданная система позволяет в режиме on-line вести наблюдение за полной сферой объектов, окружающей точку её установки. Мертвые зоны отсутствуют.

В программном обеспечении (ПО), разработанном для AllView, реализована функция «виртуальной поворотной камеры» и развертки в цилиндрическую панораму.

На рис. 7 представлено изображение двух полупространств с одновременной реализацией функции «виртуальной поворотной камеры» – имитации поворотной камеры, которой управляет человек-оператор с помощью манипулятора типа мышь на экране монитора. При этом существует возможность увеличения масштаба изображения части пространства.

Цилиндрическая панорама (рис. 8), получаемая из исходных изображений с AllView, позволяет улучшить восприятие изображение человеком-оператором, но не дает полной картины пространства, так как не отображается верхняя и нижняя части сферы объектов.

Для полноты воспринимаемого изображения пространства верхняя и нижняя части сферы объектов в случае необходимости могут быть представлены отдельно.

Было разработано две модификации: AllView-6 Мп – на основе двух 3Мп матриц и AllView-10 Мп – на основе двух 5Мп матриц.

Технические характеристики приборов приведены в табл. на с. 18.

Угловая разрешающая способность 7 угл. мин дает возможность идентифицировать лицо человека на расстоянии 10 м от места установки системы видеонаблюдения, а в 5,6 угл. мин – с 13 м.

### Заключение

Применение рассмотренных систем панорамного (как сферического, так и цилиндрического) видеонаблюдения в местах массового скопления людей (станции и вагоны метрополитена, залы ожидания и вестибюли) существенно уменьшит количество неконтролируемых зон. Учитывая быстрое развитие матричных приемников излучения с увеличением их разрешающей способности позволит панорамным системам не только вести тотальное (всеохватывающее) наблюдение помещений, но и осуществлять идентификацию и распознавание лиц на больших расстояниях (сейчас это расстояние – 10–13 м). А это значит, что в будущем потребность в использовании CCTV камер с трансформаторами, в некоторых случаях, может вовсе отпасть.







TK28 TK32 TK38 TK41

7-10 июня  
**2010**  
г. Москва



[www.geomos2010.ru](http://www.geomos2010.ru)

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**Уважаемые коллеги!**

Мы имеем честь пригласить Вас стать участниками Международной конференции «Геотехнические проблемы мегаполисов», которая будет проходить с 7 по 10 июня 2010 года в Москве.

Сложность новых геотехнических задач, требующих решения в связи со строительством в городских агломерациях, обуславливает необходимость тесного сотрудничества и обмена опытом среди широкой международной геотехнической общественности. Поэтому Международное общество по механике грунтов и геотехническому строительству впервые в практике международных геотехнических конференций объединяет усилия четырех технических комитетов для решения общих задач геотехники мегаполисов, проводя конференцию в Москве.

Официальными языками конференции будут являться английский и русский. Предполагается публикация трудов - авторы должны представить реферат до 1 мая 2009 года. Во время конференции будет проходить международная выставка, а 10 июня - технические экскурсии по Москве для специалистов-геотехников. Во время проведения конференции в Москве запланированы заседания международных технических комитетов. Для участников конференции и сопровождающих лиц предусматривается культурная программа.

Организаторы: НИИОСП им. Н.М. Герсеванова (Москва), НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект» (Санкт-Петербург).

# ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕГАПОЛИСОВ

## ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

*Строительство в стесненных городских условиях:*

- Основания и фундаменты высотных зданий
- Глубокие выемки, подпорные конструкции, «стены в грунте»
- Тоннели для подземной транспортной инфраструктуры и других сетей
- Фундаменты городских мостов и эстакад
- Строительство на специфических грунтах

*Сохранение существующих сооружений с учетом их взаимодействия с основанием:*

- Воздействие новых зданий и сооружений на подземные сооружения
- Воздействие новых подземных сооружений на существующие здания и сети
- Сохранение исторических зданий
- Усиление оснований и фундаментов
- Взаимодействие фундаментов

*Геотехника городской среды:*

- Геотехнические отказы и оценка риска
- Строительство на загрязненных грунтах
- Сохранение гидрогеологической ситуации
- Укрепление грунтов
- Геоэкологические проблемы
- Геологические риски в градостроительстве

## СРОКИ

- Представление реферата на сайт конференции — 1 мая 2009 г.
- Уведомление о приеме рефератов — июнь 2009 г.
- Бюллетень №2 — сентябрь 2009 г.
- Представление статьи на сайт конференции — ноябрь 2009 г.
- Уведомление о приеме статьи — февраль 2010 г.
- Конференция — 7–10 июня 2010 г.



# КОНФЕРЕНЦИЯ СЛУЖБ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. Ф. Иванов, главный специалист Международной Ассоциации «Метро»  
К. А. Морозов, директор выставки «Электроника – Транспорт»



Совещание в торгово-промышленной палате  
г. Брянска

В октябре 2008 г. в г. Брянске прошла конференция служб сигнализации и связи метрополитенов и промышленных предприятий Брянской области, на которой рассматривались актуальные вопросы технического обеспечения служб СЦБ, проблемы внедрения новой техники, вопросы электрообеспечения и энергоучета, а также состоялось знакомство с продукцией предприятий Брянского региона. Конференцию организовали Международная Ассоциация «Метро», Брянская торгово-промышленная палата, НПФ «Электронтехника», ЗАО «Термотрон-завод».

В работе мероприятия приняли участие более 50 специалистов с девяти метрополитенов СНГ, исследовательских и проектных институтов, КБ и промышленных предприятий.

Открывая конференцию, заместитель начальника Департамента промышленности, транспорта и средств связи администрации Брянской области Н. Е. Калинин отметил, что область сохранила и успешно развивает свой научный и промышленный потенциал, в настоящее время насчитывает 750 предприятий, из которых 187 отправляют продукцию на экспорт, а около 90 – машиностроительные и приборостроительные заводы, способные предложить современную качественную технику и удовлетворить растущие потребности метрополитенов.

Программа конференции включала подробное знакомство гостей с предприятия-

ми города: ЗАО «Термотрон-завод», НПФ «Электронтехника», ОАО НИИ «Изотерм». Участники осмотрели их лаборатории и цеха, встретились с коллективами, увидели широкий спектр продукции, выпускаемой для транспорта, связи, научных исследований.

НПФ «Электронтехника» является лидером в области средств оперативно-технологической связи, рабочих мест диспетчера, распорядительных станций, а также шкафов управления вентиляционными установками, устройств защиты электроприводов. Как отметил заместитель директора фирмы В. И. Смирнов, данная продукция используется на многих метрополитенах, в том числе новое поколение средств связи в Казанском и Питерском метро. Постоянное взаимодействие с заказчиками позволяет оптимально подобрать комплектующую базу, оперативно устранять замечания, предлагать более технологичные и надежные изделия. Имеется возможность доработки серийных изделий по требованиям заказчика.

С изделиями «Термотрон-завод» – стрелочными приводами, приводами автостопа, датчиками положения, дросселями, электротехническими изделиями участники совещания хорошо знакомы. Тем интересней было посетить цеха завода и своими глазами увидеть полный цикл производственного процесса – от литейного и механического до сборки изделий. Удачная кооперация с соседними



предприятиями, гибкий учет требований заказчиков позволяют широко применять продукцию завода на железных дорогах и метрополитенах. В частности, интерес к поставкам приводов проявили метрополитены Украины. Среди новинок завода: электропривода с металлокерамическими фрикционными дисками – срок службы до 10 лет, устройство контроля доступа к электроприводам (совместная разработка с НПФ «Электронтехника»), малообслуживаемый дроссель-трансформатор шпального заложения.

Живой интерес и множество вопросов вызвало выступление Е. А. Мельникова – инженера-конструктора ЗАО «Спецэлектромеханика». Компания выпускает модульные источники бесперебойного питания для автоматики и телемеханики метрополитенов, успешно конкурирует с зарубежными производителями.

Существенный раздел форума был посвящен обсуждению вопросов эксплуатации систем «Движение» (НИИ ТМ, Санкт-Петербург) и диспетчеризации Института автоматики и телеметрии Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск) с точки зрения модернизации устройств СЦБ и решения задач автоведения и диспетчеризации движения поездов метро. Впервые был продемонстрирован фильм о работе системы «Движение» на Казанском метрополитене. Начальник службы сигнализации и связи З. М. Курсеитова рассказала о тесном взаимодействии специалистов НИИ ТМ и Казанского метрополитена, что позволило в сжатые сроки ввести в эксплуатацию единственную в стране комплексную АСДУ метрополитеном. Конечно, не все предприятия, особенно в условиях нестабильности финансовой системы, готовы к такому длительному сотрудничеству. Тем не менее, городской транспорт становится все более привлекательным потребителем и можно надеяться, что подобная практика взаимодействия вскоре станет естественной для брянских и других промышленных предприятий.

Всеобщий интерес производителей и специалистов метрополитенов вызвал доклад В. Н. Громова, профессора Военного инженерно-технического университета (Санкт-Петербург) на тему «Задачи, решаемые в ходе энергомониторинга». Впервые в отечественной практике были продемонстрированы результаты замеров параметров электрических цепей, качества электроэнергии, электромагнитной обстановки и оценено ее влияние на автоматику и телемеханику. Работы были выполнены на Петербургском метрополитене. Анализ результатов исследований позволяет выявить причины отказа оборудования, продумать стандарты и методики его защиты, дать рекомендации производителям. Недавно принятый ГОСТ 52863 предусматривает испытания технических устройств на устойчивость к предполагаемым силовым электромагнитным воздействиям, что особенно актуально для аппаратуры электрического транспорта.

Очевидно растущее внимание со стороны общества и государства к отрасли городского



**Выставка продукции Брянских предприятий**



**Доклад главного конструктора ОАО НИИ ТМ К. Б. Потапова**

общественного транспорта, к которой относятся метрополитены. За последние годы значительно увеличилось финансирование работ в области диспетчеризации и связи, автоматизации движения, безопасности, контроля и диагностики. На местном и федеральном уровне принимаются принципиальные решения по развитию метростроения. Приоритет городского общественного транспорта отражен в концепциях развития транспортных систем крупнейших городов. Международная Ассоциация «Метро» входит в оргкомитет первой отечественной выставки продукции и услуг для общественного транспорта – «Общественный транспорт 2009» (Москва, 11–13 марта 2009 г., [www.GortransEXPO.ru](http://www.GortransEXPO.ru)). Конференция показала: у наших разработчиков и производителей есть что предложить метрополитенам и другим предприятиям городского транспорта.

На совещании отмечалось, что значительное сокращение отказов устройств железнодорожной автоматики метрополитенов, вызвавших сбой графика движения поездов, за прошедший год вызван повышением исполнительской дисциплины эксплуатационного штата служб сигнализации и связи и тесным контактам с производственными предпри-



**Участники совещания**

тиями-изготовителями оборудования в решении вопросов повышения качества выпускаемой продукции.

В завершении мероприятия участники конференции высоко оценили организационный уровень его проведения, полезность и злободневность обсуждаемых задач, наметили пути их решения в будущем, что нашло отражение в протоколе конференции. Предприятиям, наиболее активно принявшим участие в организации и проведении конференции – НПФ «Электронтехника», ЗАО «Термотрон-завод», НТЦ «СИТ», а также Брянской ТПП, была объявлена благодарность от Международной Ассоциации «Метро».



# НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ НАБРЫЗГ-БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ

К. П. Безродный, д. т. н., Ю. А. Крюковский, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»

Д. М. Голицынский, д. т. н., СПГУПС

А. Ю. Старков, ОАО «Метрострой»

Н. И. Власов, ЗАО «Метроподземстрой»

**Первый опыт закрепления выработок набрызг-бетоном в протерозойских глинах на Ленинградском метрострое относится к 1975-1976 гг., когда набрызг-бетоном был закреплён ряд вспомогательных выработок пролётом от 3,6 до 6 м. Несмотря на полученный положительный опыт применения набрызг-бетонных обделок в протерозойских глинах, дальнейшие работы по использованию набрызг-бетона, в силу различных обстоятельств, были прекращены.**

**В** соответствии с «Комплексной программой по разработке и внедрению новых конструктивно-технологических решений с применением набрызг-бетонной крепи и опережающих забой инъекционных анкеров при строительстве подземных выработок Петербургского метрополитена» ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» создало конструкцию обделки из набрызг-бетона для вспомогательных выработок (рис. 1). Этот проект был осуществлён в 2007 г. при сооружении эвакуационной сбойки на участке от станции «Волковская» до ст. «Обводный канал» Фрунзенского радиуса.

Выработка расположена в толще верхнепротерозойских отложений в слое глин тон-

косолистых твёрдых. Глубина от поверхности составляет 61 м (до свода).

Проходку эвакуационной сбойки производили заходками по 750 мм под установку арки временного крепления в следующей последовательности.

Сначала разрабатывался грунт верхней части выработки с монтажом временной крепи; лоб забоя крепили телескопическими трубами с затяжкой из досок.

С помощью бетон-шприцмашины WM24FU наносили первый слой набрызг-бетона толщиной 70 мм по своду заходки, а затем её доводили до проектной отметки по своду предыдущей заходки.

Затем производили разработку ядра и штросс выработки на глубину 1 м, установ-

ливали металлическую сетку с ячейками 100×100 мм на анкерах и наносили набрызг-бетон на толщину 70 мм, и далее до проектной отметки в 120 мм.

После проходки выработки на всю длину разрабатывали грунт обратного свода отступающим фронтом заходками по 1 м.

Сухую смесь поставляла компания ООО «НовТехСтрой», которая подобрала и сертифицировала состав для набрызг-бетона ТФ-2-НБС.

Смесь ТФ-2-НБС применяется для сухого способа нанесения. Отличительными её особенностями являются незначительный отскок при нанесении набрызг-бетона, быстрый набор прочности и высокая адгезия к обрабатываемой поверхности. Готовый бетон на основе данного материала практически не даёт усадки.

Расход материала при торкретировании сухой смесью ТФ-2-НБС на 1 м<sup>2</sup> составляет: при толщине слоя 3 см – 54 кг, 5 см – 90 кг, 10 см – 180 кг, 15 см – 270 кг и 20 см – 360 кг.

Характеристики материала в соответствии с ТУ 5745-001-70017137-2004 и сертификатом соответствия Госстроя России № РОСС К11.СЛ65.Н00601 (сухая смесь) следующие:

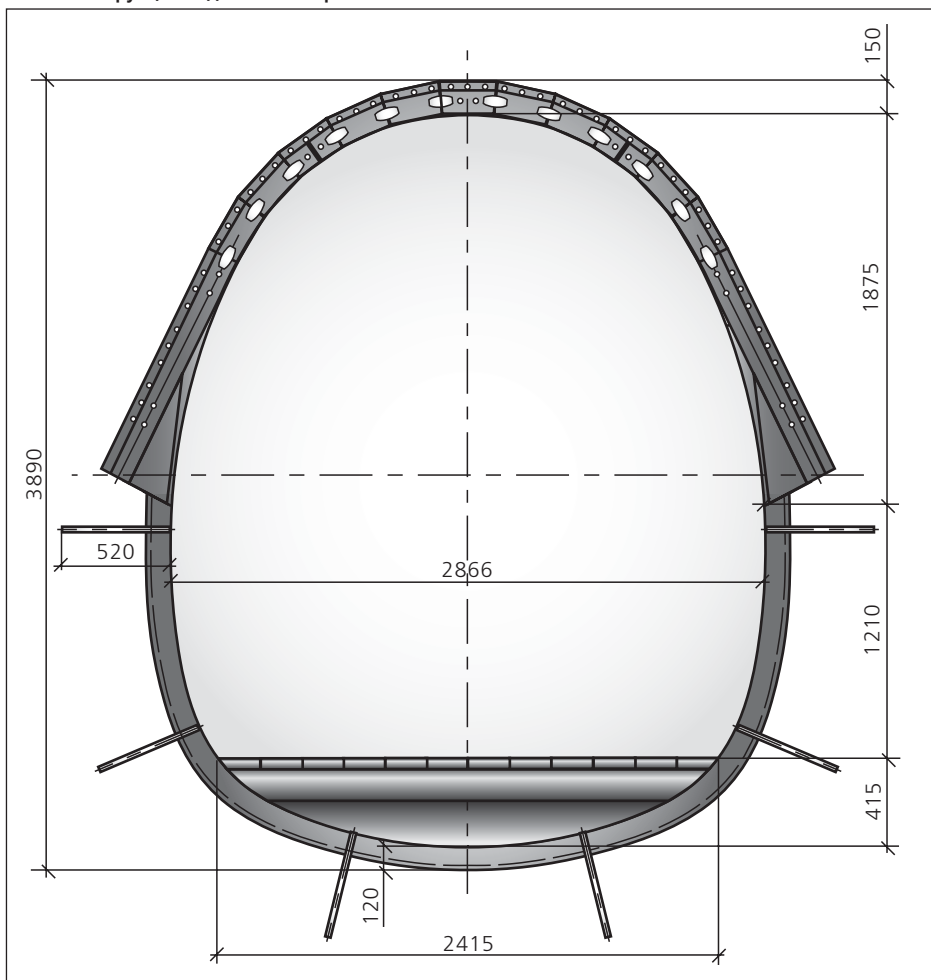
- максимальная крупность заполнителя – 3 мм;
- фиброаппликатор – полимерный;
- насыпная плотность – не менее 1500 кг/м<sup>3</sup>;
- влажность – не более 0,2 %.

В результате нанесения сухой смеси ТФ-2-НБС методом торкретирования образуется бетон со следующими показателями:

- прочность на сжатие – не менее 10 МПа через 24 ч и не менее 50 МПа через 28 сут;
- прочность на растяжение при изгибе – не менее 3 МПа через 24 ч и не менее 5 МПа через 28 сут;
- линейное расширение – 0,05–0,1 %;
- прочность сцепления с бетоном – не менее 2 МПа;
- марка по морозостойкости – не менее F400;
- сульфатостойкость – не менее 90 %;
- марка по водонепроницаемости – не менее W16;
- класс бетона по прочности – В35.

В процессе работы по сооружению эвакуационной сбойки с обделкой из набрызг-бе-

Рис. 1. Конструкция обделки из набрызг-бетона





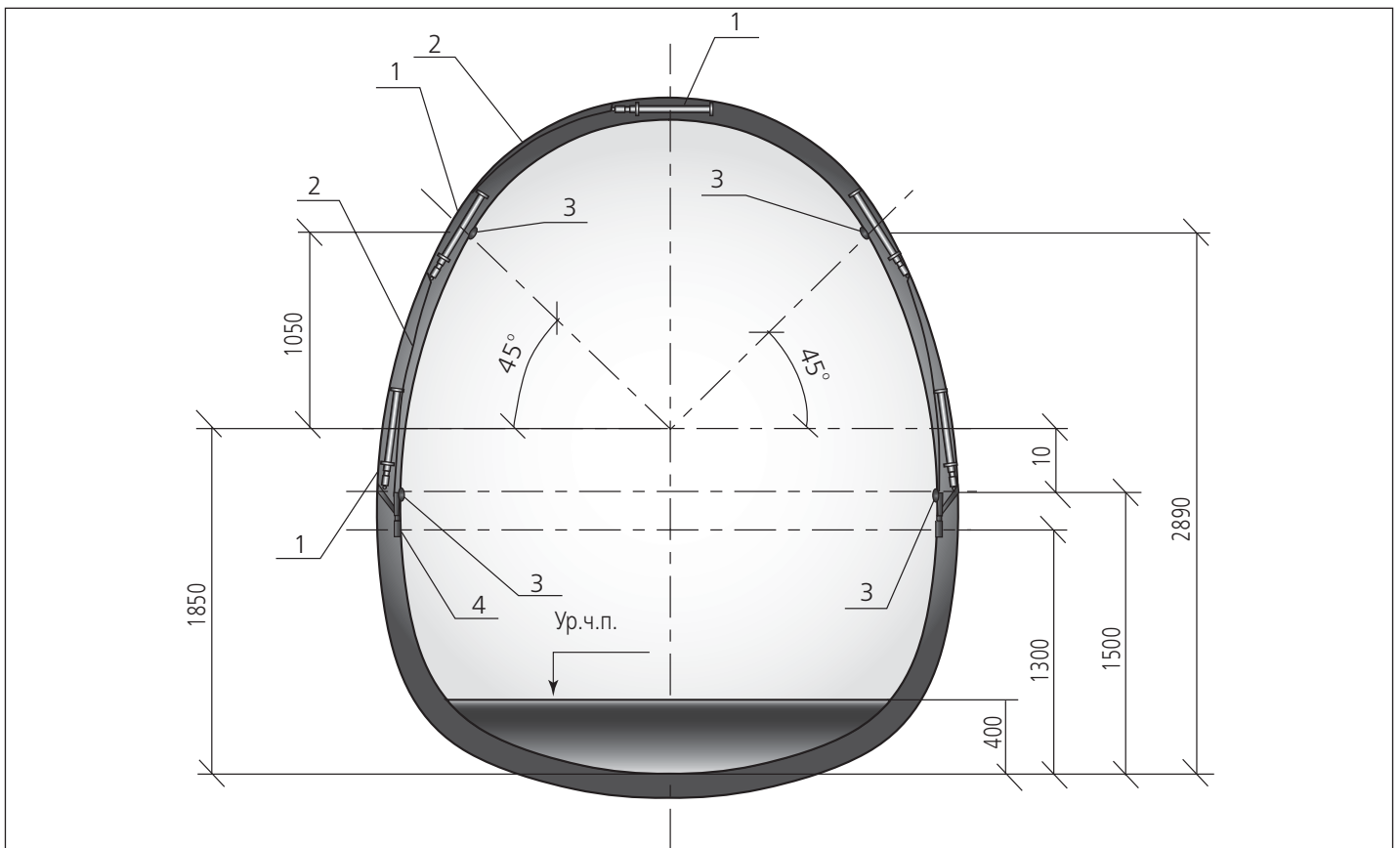


Рис. 2. Сечение выработки, оснащённое деформометрами: 1 – деформометры, 2 – провода от датчиков, 3 – марки для измерений смещения контура, 4 – коробки с проводами от датчиков

тона было установлено: состав сухой смеси соответствует требованиям для нанесения бетона методом торкретирования при формировании постоянной крепи; позволяет получить бетон, удовлетворяющий требованиям обделки подземных выработок.

Порядок производства работ по нанесению набрызг-бетона принимался следующий.

Сухая смесь ТФ-2-НБС загружалась в бункер бетон-шприцмашины (тип WM24FU) и под давлением сжатого воздуха по материальному шлангу поступала в нагнетательное сопло, где производилось впрыскивание воды для затворения цемента. Производительность машины, в зависимости от числа оборотов и размеров ротора, составляла от 0,8 до 3 м<sup>3</sup>/ч. Получаемая быстрохватывающаяся смесь наносилась на поверхность выработки. Оптимальное расстояние сопла от покрываемой поверхности – 1 м, а угол его наклона – 90°. При этом начало схватывания нанесённого раствора обеспечивалось через 6 мин, а конец – через 8 мин.

Проектом геотехнического мониторинга при строительстве эвакосбойки предусматривалось определение напряжённо-деформированного состояния обделки по смещениям контура выработки и напряжениям в конструкции. Кроме того, проводились наблюдения за процессом набора прочности набрызг-бетона.

При возведении обделки в ней были установлены струнные деформометры (ПДС-400) для измерения местных деформаций, которые проводили в соответствии с регламентом. По специальной методике определяли напряжения в конструкции и сравнивали

их с расчётными параметрами. Сечения, оснащаемые деформометрами, располагались в двух местах по длине выработки (рис. 2). В сечении 1 датчики были установлены непосредственно в набрызг-бетон, а в сечении 2 – приваривались к аркам временного подкрепления выработки.

Принятые методики расчёта напряжений по измеренным деформациям учитывают загрузку бетона в раннем возрасте и его ползучесть.

Деформометры устанавливали в рабочее положение перед нанесением набрызг-бетона. После первого слоя снимали нулевой замер, следующий – после очередной заходки. После каждого замера по измеренным деформациям определяли напряжения в обделке.

Графики роста нормальных тангенциальных напряжений в сечениях, оснащённых деформометрами, представлены на рис. 3 и 4.

Максимальное напряжение в обделке из набрызг-бетона в первом сечении не превышает 11 МПа (датчик № 3655, расположенный в шельге свода, сечение 1), а во втором сечении – несколько меньше (по датчику № 218, расположенному там же). В стенах выработки напряжения оказались на порядок ниже. Таким образом, достигнутые напряжения в обделке являются небольшими, не превышающими предела прочности бетона.

При этом не было зафиксировано существенной разницы в показаниях по датчикам, установленным непосредственно в теле набрызг-бетона (сечение 1), и приваренным к аркам заполнения (сечение 2). То, что напря-

жения одинаковы в этих сечениях, свидетельствует о том, что стальные арки не воспринимают нагрузку от горного давления до нанесения набрызг-бетона.

В плоскости, перпендикулярной оси тоннеля, до бетонирования были установлены «марки», по относительным смещениям которых определяли смещения контура выработки.

Расстояния между «марками» определяли при помощи переносного лазерного дальномера с точностью измерения  $D = \pm 1,5$  мм.

После их установки в сечении снимали нулевой замер расстояний между ними. Следующий замер производился после очередной заходки. Затем вычисляли смещения контура закреплённой выработки.

Результаты измерений и смещения контура во времени приведены в таблице, из которой видно, что полученные смещения контура выработки являются незначительными и нигде не превышают точности измерения лазерного дальномера.

Прочность набрызг-бетона обделки определяли путём выборочного прозвучивания её участков с вычислением скорости прохождения ультразвуковой волны (УЗВ) через материал конструкции поверхностным профилированием.

Через трое суток прочность набрызг-бетона соответствовала классу В25.

На рис. 5 представлено изменение модуля упругости набрызг-бетона обделки.

Кроме прочности набрызг-бетона в процессе нанесения, определяли прочность бетона обделки через 1 месяц с момента возве-

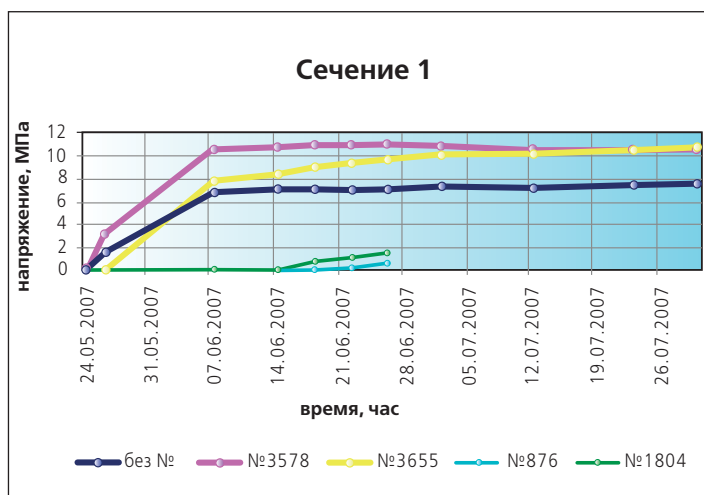


Рис. 3. Графики роста нормальных тангенциальных напряжений в сечении 1

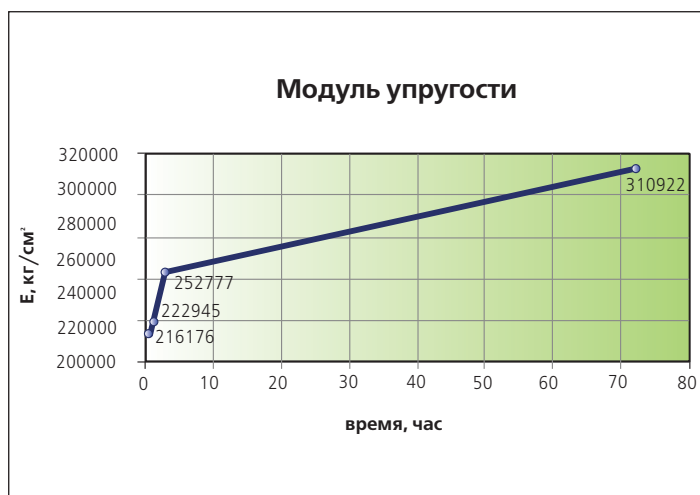


Рис. 5. График роста модуля упругости набрызг-бетона во времени

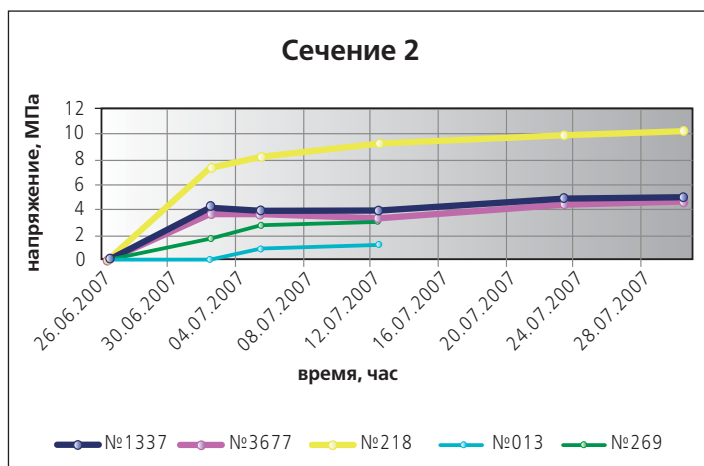


Рис. 4. Графики роста нормальных тангенциальных напряжений в сечении 2

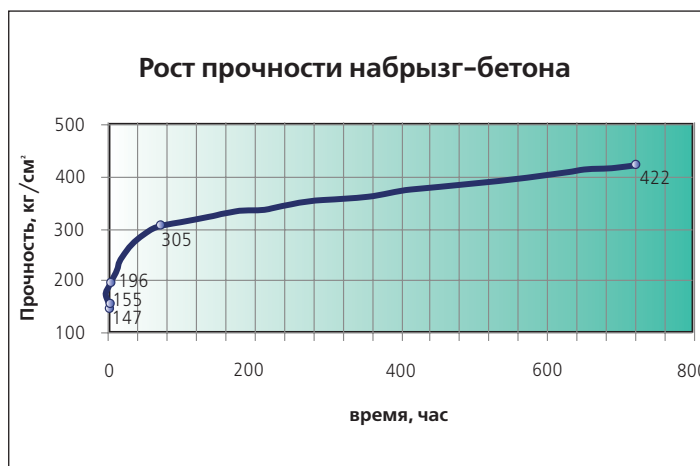


Рис. 6. График роста прочности набрызг-бетона во времени (Пульсар 1.2)

Таблица

Смещения контура обделки во времени

| Дата      | Изм. 1 | Изм. 2 | Изм. 3 | Изм. 4 | $\Delta_1$ , мм | $\Delta_2$ , мм | $\Delta_3$ , мм | $\Delta_4$ , мм |
|-----------|--------|--------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Сечение 1 |        |        |        |        |                 |                 |                 |                 |
| 22.06     | 1,351  | 1,329  | 2,260  | 2,255  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 26.06     | -      | 1,308  | -      | 2,256  | -               | 0,021           | -               | 0,001           |
| 02.07     | 1,346  | 1,310  | 2,259  | 2,253  | 0,005           | 0,019           | 0,001           | 0,002           |
| 12.07     | 1,342  | 1,321  | 2,255  | 2,257  | 0,009           | 0,008           | 0,005           | 0,002           |
| 30.07     | 1,340  | 1,319  | 2,253  | 2,254  | 0,011           | 0,010           | 0,007           | 0,001           |
| Сечение 2 |        |        |        |        |                 |                 |                 |                 |
| 26.06     | 1,506  | 1,551  | 2,445  | 2,475  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 02.07     | 1,499  | 1,541  | 2,441  | 2,440  | 0,007           | 0,010           | 0,004           | 0,035           |
| 23.07     | 1,485  | 1,547  | 2,448  | 2,447  | 0,021           | 0,004           | 0,003           | 0,028           |
| 30.07     | 1,486  | 1,545  | 2,446  | 2,448  | 0,027           | 0,001           | 0,001           | 0,027           |

дения. Измерения осуществляли с помощью ультразвукового прибора ПУЛЬСАР-1.2, который выдает усреднённые значения прочности по сериям измерений. Результаты показаны на рис. 6.

По представленным восьми сериям, спустя месяц после возведения обделки, класс бетона в основном соответствует В35.

Вариант строительства выработки с применением набрызг-бетонной обделки оказался на 11,6% дешевле варианта с монолитной бетонной конструкцией.

Исходя из полученных результатов геотехнического мониторинга, в дальнейшем, для выработок, сооружаемых в протерозойских глинах, предлагаются следующие рекомендации по совершенствованию технологии и конструкции обделок из набрызг-бетона.

1. Из конструкции следует убрать арки и арматурные стержни временного крепления, как не воспринимающие нагрузок от горного давления и мешающие процессу нанесения набрызг-бетона.

2. Установить длину разрабатываемой заходки не менее 0,5 м.

3. Сплошное набрызг-бетонное покрытие толщиной от 2 до 5 см целесообразно применять также для временного крепления лба забоя вместо забирки из досок и расстрелов.

4. Минимальная толщина постоянной набрызг-бетонной обделки должна назначаться не менее 10 см.

5. При проектировании в дальнейшем следует пользоваться результатами проведённого геотехнического мониторинга.

6. При расчёте обделок необходимо учитывать свойства ползучести протерозойских глин.

На основании полученных данных можно сделать вывод о возможности и целесообразности использования набрызг-бетона в качестве тоннельной обделки для вспомогательных выработок, сооружаемых в плотных протерозойских глинах.





# ВНЕДРЕНИЕ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ КРЕПИ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЫРАБОТОК В ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ГЛИНАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А. В. Морозов, А. В. Уханов, ЗАО «СМУ-11 Метрострой»  
Ю. С. Фролов, А. П. Ледяев, А. А. Ларионов, ПГУПС

Увеличение селитебной территории Санкт-Петербурга в начале нового столетия вызвало значительный рост дальности поездок как с трудовыми, так и с культурно-бытовыми целями, и, прежде всего, в центральные районы, где при уменьшении численности населения количество мест приложения труда не сократилось. За годы массового жилищного строительства заметно усилились диспропорции в размещении таких мест и расселении людей. Это привело к тому, что в настоящее время в центре города сосредоточено более 41 % мест приложения труда, а 82 % экономически активного населения проживает за его пределами, что вызывает мощные центростремительные пассажирские и транспортные потоки. Сложившийся дисбаланс расселения жителей города и мест приложения труда в центральных, плотно застроенных, районах не претерпит существенных изменений в обозримой перспективе. Кроме того, уникальный исторический центр привлекает с различными целями более 2 млн человек. На центральных магистралях ситуация остается стабильно тяжелой, а на всех радиальных, обеспечивающих связи периферийных районов с центром, она продолжает неуклонно ухудшаться. В значительной степени пространственное распределение транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга определяют и особенности его планировочной структуры: расчлененность города дельтой Невы, реками и каналами, глубокими железнодорожными вводами, что затрудняет оптимальную организацию движения транспортных и пассажирских потоков. Несмотря на рост уровня автомобилизации населения, пассажирский транспорт обеспечивает 73 % спроса на их перевозки, оставаясь базовым элементом транспортного комплекса города. При этом структурную основу системы городского пассажирского транспорта составляет метрополитен, являясь единственным и надежно функционирующим видом. Это обусловило увеличение его доли в структуре перевозок общественным пассажирским транспортом за последние пять лет. Так, за период с 2000 по 2006 г. она возросла с 34 до 40 %. За 2000–2007 гг. были введены в строй новые станции «Командантский проспект» и «Парнас», что увеличило протяженность транспортной сети до 105,6 км. Однако плотность её составляет всего 0,17 км на 1 км<sup>2</sup> площади города, что недостаточно для Санкт-Петербурга (для сравнения – плотность транспортной сети линий Московского метрополитена составляет 0,26 км, в Нью-Йорке – 0,5 км, в Лондоне – 1,21 км, в Париже – 2,8 км).

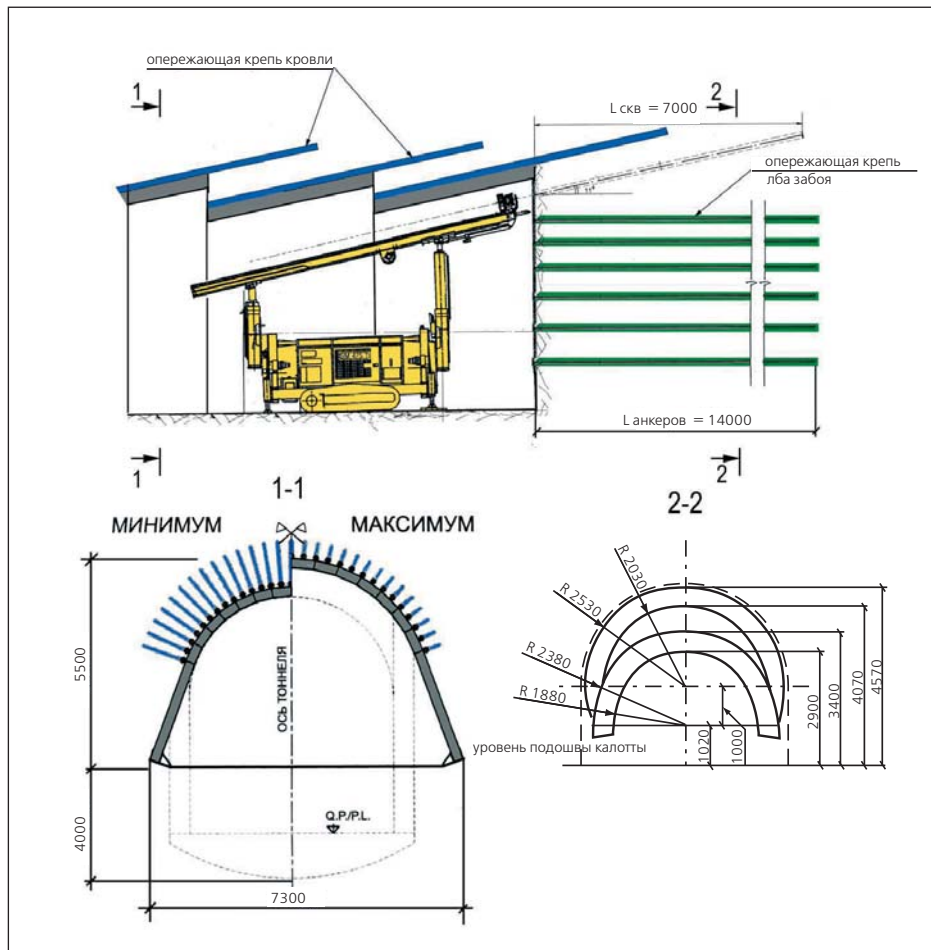


Рис. 1. Схема опережающей крепи кровли и лба забоя подходной выработки

Анализ сложившейся транспортной ситуации и оценка перспектив развития города позволяет прогнозировать дальнейшее ухудшение транспортной ситуации в Санкт-Петербурге. Так, исходя из прогнозируемых тенденций демографического, социально-экономического и градостроительного развития города, определенных Программой развития метрополитена и других видов скоростного внеуличного транспорта до 2020 г., объемы перевозок пассажиров на общественном транспорте должны возрасти на 34–35 % по сравнению с ныне существующими. На основании положений, изложенных в Программе администрацией города, принято решение о технической возможности, экономической, социальной и экологической целесообразности вложения инвестиций в сооружение метрополитена и определены необходимые объемы работ. В 2008–2020 гг. предполагается построить и ввести в эксплуатацию 70 км новых линий и 41 станцию. Очевидно, что успешная реализация мероприятий Программы будет в значительной степени зависеть от внедрения прогрессив-

ных конструктивно-технологических решений, обеспечивающих снижение материальных и финансовых затрат, высокие темпы и экологическую безопасность возведения объектов метрополитена и, в первую очередь, станционных комплексов. Особенности инженерно-геологических и градостроительных условий Санкт-Петербурга обусловили строительство станций в основном только глубокого заложения в толще верхнепротерозойских глин, которые, в основной массе, сухие твердой консистенции. Такие грунты хорошо фрезеруются и скальваются, что позволило внедрить высокопроизводительные механизированные щитовые комплексы для проходки перегонных тоннелей (рекордная скорость щитовой проходки перегонного тоннеля в протерозойских глинах – 1250 м в месяц). Однако сооружение 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 вмещающего выработку грунтового массива, что, в свою очередь, приводит к осадкам земной поверхности и повреждению зданий и сооружений на поверхности.

Зарубежный, а также имеющийся к настоящему времени, хотя и небольшой, отечественный опыт горнопроходческих работ, обусловил альтернативное традиционному решение проблемы механизации горнопроходческих работ и минимизации осадков земной поверхности. Вместо эрECTORНОЙ проходки с разработкой грунта отбойными молотками и возведением сборной железобетонной обделки специалистами ОАО «Метрострой» и СМУ-11 было предложено вести работы с применением опережающей крепи и постоянных конструкций из монолитного бетона.

По согласованию с СКС ГУП «Ленметрополитен» был разработан проект сооружения подходной выработки с использованием опережающей крепи кровли и лба забоя в протерозойских глинах на объектах Петербургского метрополитена.

Выработка пролетом 7,3 м и высотой 9,53 м залегает на глубине около 70 м. Над кровлей протерозойских глин расположены обводненные четвертичные отложения.

До начала проходки подходной выработки в предварительно пройденном участке руднора шахты на уровне подошвы калотты был смонтирован комплекс оборудования для дальнейшего ведения горнопроходческих работ по разработанной технологии. Проходческий комплекс включал самоходную буровую установку SM-475T для горизонтального и наклонного бурения скважин с величиной подачи бурового инструмента 7 м, мини-экскаватор Brokk-330 с навесным оборудованием для разработки грунта и устройства арок временного крепления, установку для нанесения набрызг-бетона. Последовательность выполнения работ показана на рис. 1 и 2.

На первом этапе сооружалась опережающая крепь лба забоя из системы фиберглассовых анкеров, начальная длина которых равна 14 м. Анкеры располагались в определенном проекте количестве и порядке в скважинах, пробуренных параллельно оси тоннеля. После установки анкеров скважины заполнялись цементно-песчаным раствором. Когда по мере продвижения забоя расстояние до конца фиберглассовых анкеров оставалось 6 м, забой обуривали на глубину 14 м для устройства следующего комплекта анкеров. Изготовленные из композитного материала анкерные стержни имеют высокую прочность на восприятие продольных усилий, но при разработке забоя они легко разрушались рабочим органом экскаватора.

После закрепления лба забоя приступали ко второму этапу работ – креплению кровли, которое выполнялось в виде

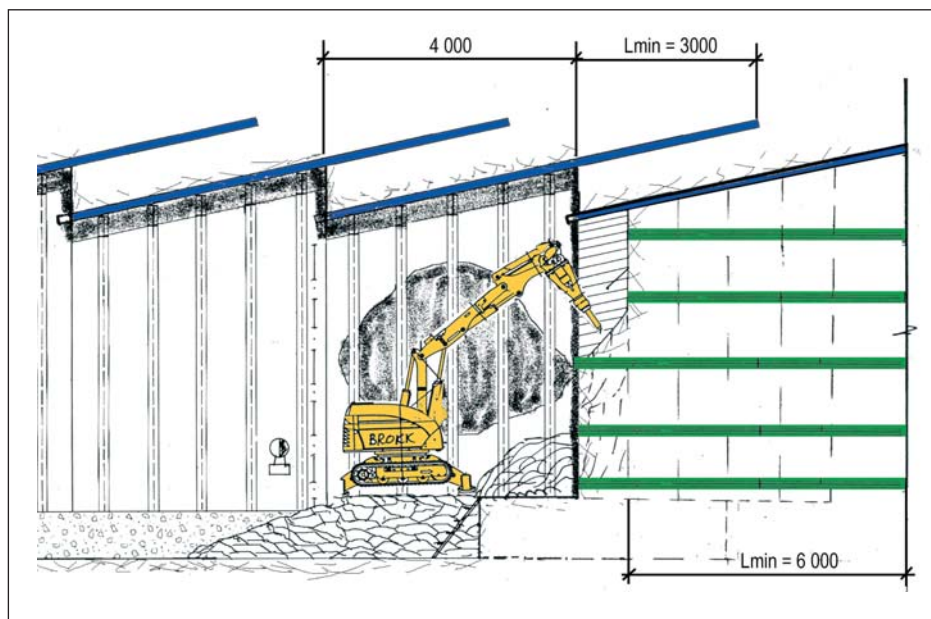


Рис. 2. Разработка грунта калотты перед устройством очередной системы опережающей крепи забоя

экранов из труб диаметром 105 мм и длиной 7 м, расположенных под углом 11°. Трубы и за трубное пространство заполняли бетононасосом беззасадочным цементно-песчаным раствором.

Выработка раскрывалась под защитой опережающего крепления кровли участками по 4 м заходками по 0,8 м с установкой металлических арок. Далее с отставанием 50 м велось сооружение обратного свода и стен выработки (рис. 3).

Новизна технологии проходки и нетрадиционные конструктивные решения крепи, а также сравнительно небольшой опыт их применения в отечественной практике подземного строительства обусловили необходимость проведения предварительной качественной и количественной оценки напряженно-деформированного состояния грунтового массива и элементов опережающей крепи кровли и лба забоя, а также устойчивости выработки при заданных конструктивных и технологических параметрах. Исследования комбинированной опережающей крепи были выполнены методом эквивалентных материалов в лаборатории физического моделирования кафедры тоннелей и метрополитенов ПГУПС (см. «Метро и тоннели» № 2, 2008, с. 24–26).

В процессе сооружения подходной выработки силами сотрудников ПГУПС и Ленметрогипротранса велось научное сопровождение строительства в виде мониторинга напряженно-деформированного состояния системы опережающего крепления выработки и вмещающего грунтового массива.



Рис. 3. Проходка подходной выработки с опережающим креплением кровли и лба забоя в протерозойских глинах: 1 – опережающая крепь кровли; 2 – опережающая крепь лба забоя

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

- нормальные силы в арках крепи;
- напряжения в трубах опережающего крепления кровли выработки;
- смещения грунтового массива в призабойной зоне, закрепленной опережающей крепью;
- смещения контура выработки.

Для определения нормальных сил в стойках арок были установлены специальные измерительные элементы – тензорезисторные динамометры (далее по тексту ТРД). Измерение усилий в стойках позволило оценить динамику нарастания горного давления на крепь при заданной схеме крепления выработки. ТРД были изготовлены и испытаны в лаборатории кафедры тоннелей и метрополитенов ПГУПС. После установки арки, оснащенной ТРД, в проектное положение были сняты нулевые показания. В течение первых десяти суток они фиксировались ежедневно, а также время и расстояние от наблюдаемых арок до забоя.



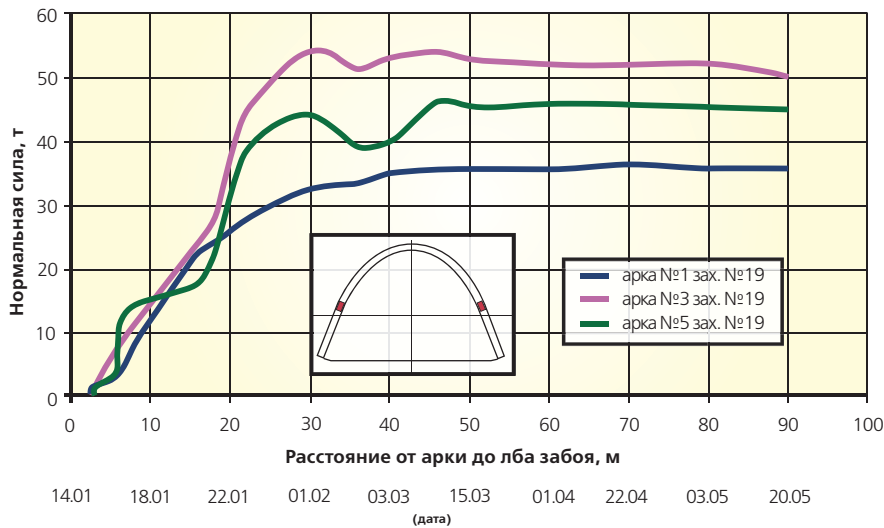


Рис. 4. График нарастания нормальной силы в стойках арок

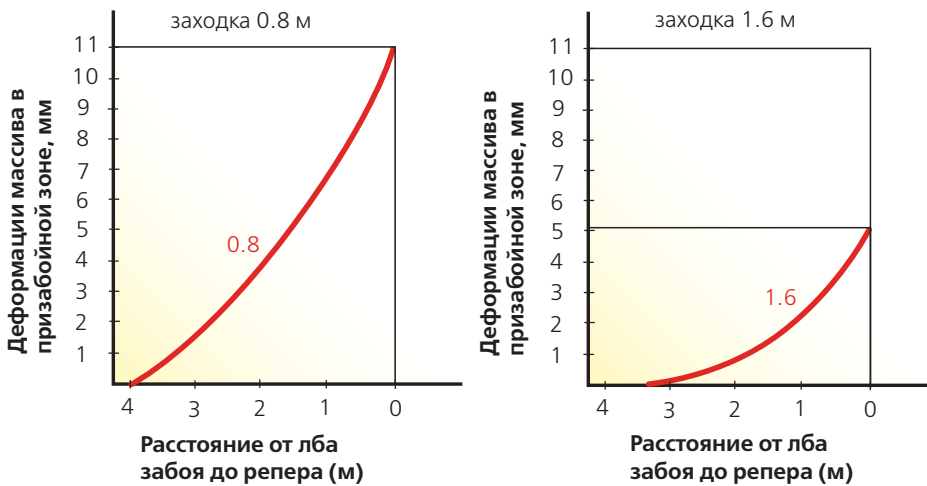


Рис. 5. Смещение глубинного репера при различной величине заходки

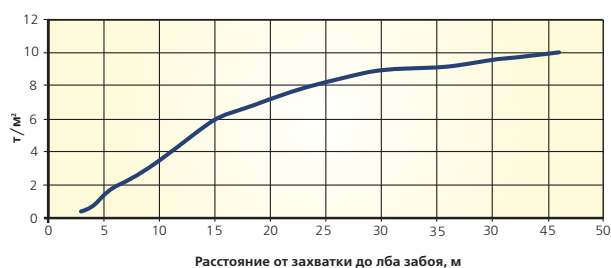


Рис. 6. Изменение нагрузки на опережающую крепь кровли выработки

По результатам измерений были построены графики изменения нормальной силы в стойках арок в зависимости от времени и работы под нагрузкой от удаления забоя относительно наблюдаемой арки. Результаты приведены на рис. 4.

Для оценки устойчивости лба забоя и определения глубины разуплотнения грунтового массива в призабойной зоне была разработана специальная методика. Суть её заключается в определении изменения расстояния между глубинным репером, предварительно установленным в призабойной зоне массива, и неподвиж-

ным репером, закрепленным в пройденной выработке. В процессе проходки фиксировались расстояния от базового репера до глубинного по мере приближения к нему забоя. На рис. 5 представлены графики, характеризующие степень влияния величины заходки на смещения глубинных реперов.

Смещения контура выработки оценивались по деформациям элементов её арочной крепи. Для этого на внутреннюю грань арки в местах размещения датчиков в плоскости, перпендикулярной оси тоннеля, были установлены специальные светоотражательные марки. Положение этих марок в пространстве фиксировалось при помощи электронного тахеометра относительно реперов, находящейся вне зоны влияния горнопроходческих работ. Замеры производились еженедельно в течение месяца, а затем раз в месяц. Деформации арочной крепи определялись на трех захватках в 15-ти сечениях по длине выработки.

В ходе съемки устанавливались величины смещений арочной крепи относительно неподвижной базовой точки и относительно друг друга.

Для оценки напряженного состояния труб крепи кровли и нагрузки от горного давления на крепь на них были расположены измерительные базы. Усилия в трубах крепи оценивались на двух захватках. Всего на них было установлено 30 баз в восьми сечениях.

По итогам наблюдений построили зависимость нарастания нагрузки на опережающую крепь кровли по мере продвижения забоя (рис. 6).

По результатам мониторинга, проведенного в ходе сооружения подходной выработки в протерозойских глинах с опережающей крепью кровли и лба забоя, можно сделать следующие выводы:

- вертикальные смещения арок по всем контрольным точкам составили 5–7 мм;
- стабилизация нарастания нормальной силы в стойках арок зафиксирована на 30-е сутки после установки крепи;
- среднее значение нормальной силы в стойках арки на 120-е сутки – 40–45 т, что соответствует 45–50 % от её несущей способности;
- распределенная нагрузка на крепь от горного давления на 120-е сутки – 13–14 т/м<sup>2</sup>, что составило 1/3 γН;
- осадок дневной поверхности в зоне строительства на 120-е сутки после проходки выработки не наблюдалось;
- максимальные смещения лба забоя (грунтового репера) не превышали 11 мм при заходке в 0,8 м, при увеличении заходки до 1,6 м максимальные смещения снизились до 5 мм;
- зона разуплотнения в направлении проходки составляет 4 м.

Анализ данных лабораторных и натурных исследований дает возможность утверждать, что устойчивость выработки при заданных конструктивно-технологических параметрах обеспечена со значительным запасом несущей способности.

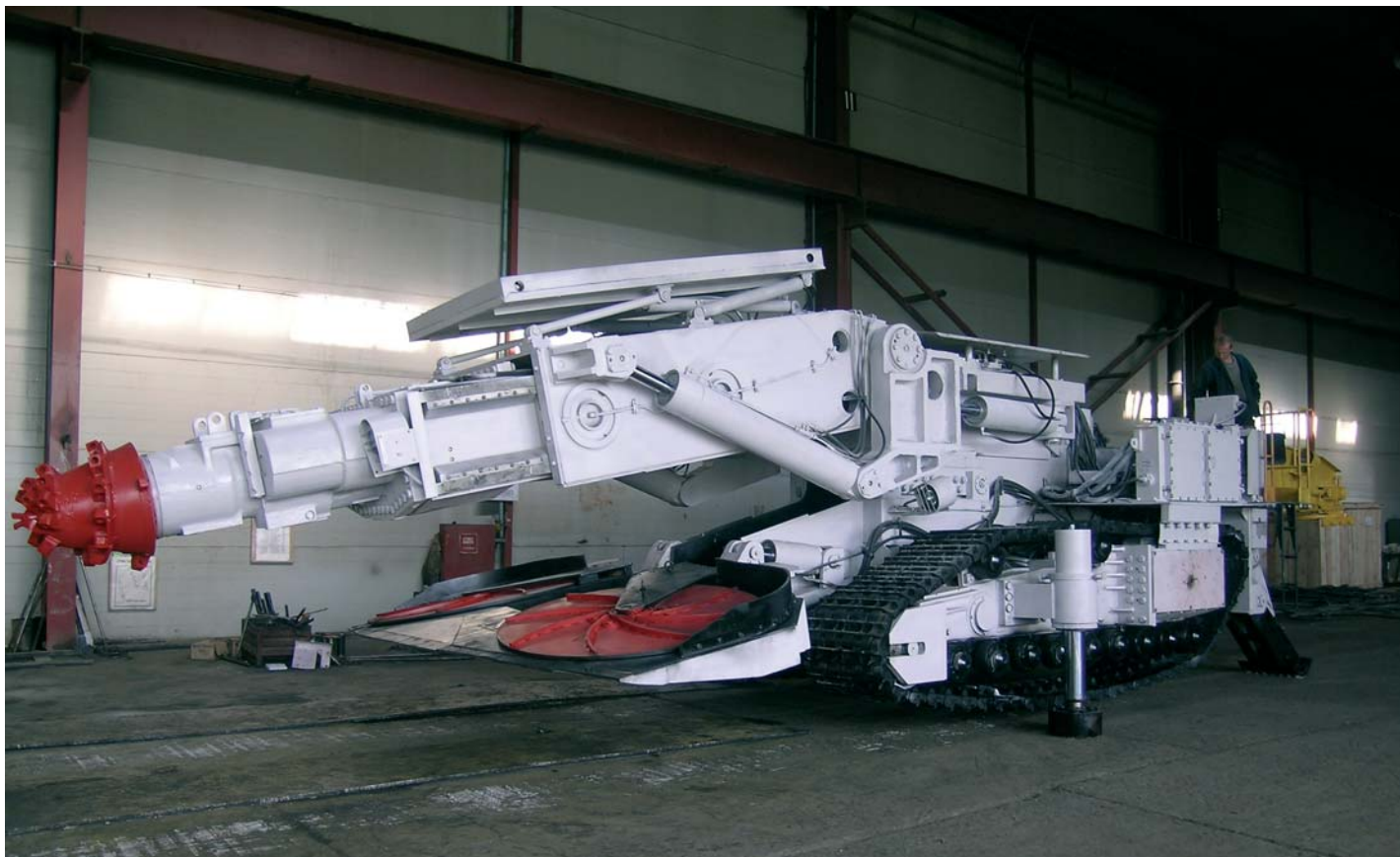
В результате проведенных исследований рекомендовано оптимизировать сечение арок с учетом реальной нагрузки, либо устанавливать их с большим шагом. Кроме того, в процессе сооружения подходной выработки было принято решение увеличить заходку до 1,6 м и сократить перехлест анкеров крепи лба забоя с 6 до 4 м.

Внедрение результатов исследования позволило значительно повысить темпы проходки выработки и свести к минимуму объем ручного труда. С учетом экспериментального характера проведенных горнопроходческих работ стоимость сооружения подходной выработки не привела к существенному экономическому эффекту. В то же время, внедрение технологии опережающего крепления выработки позволило минимизировать негативное влияние проходческих работ на сдвигание грунтового массива, и, как следствие, практически исключить осадки земной поверхности.



# ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЙ КОМБАЙН КП200Т

В. В. Мурашев, начальник бюро тоннелепроходческих комплексов отдела главного конструктора ОАО «КМЗ»



В 2006 г. ООО «Метрострой – Подземные технологии строительства» (г. Екатеринбург) заключило с ОАО «Копейский машиностроительный завод» договор на проектирование и изготовление тоннелепроходческого комбайна со стреловидным исполнительным органом для строительства станции метро «Чкаловская». Ранее для её возведения применялся комбайн подобного класса немецкой фирмы «Raugar GmbH», который значительно превосходит в цене отечественные аналоги. Основные требования в техническом задании были:

- высота резания грунта – max 6,5 м;
- размещение кабины машиниста в центре комбайна для обеспечения необходимого обзора при работе;

- верхний предел прочности присекаемых пород при одноосном сжатии  $\sigma_{сж} = 120$  МПа.

Породы на участке монтажа комбайна, где должна была начаться его эксплуатация, представлены выветрелыми порфиритами среднего состава малопрочными и средней прочности.

Планом предусмотрена проходка свода станции (тоннель длиной 150 м с площадью сечения 78 м<sup>2</sup>, шириной 10,89 м, высотой 6,93 м).

Исходя из выше изложенных данных, специалисты отдела главного конструктора ОАО «КМЗ» приступили к проектированию комбайна. Новому агрегату присвоили индекс КП200Т, который расшифровывается как ком-

байн проходческий с мощностью электродвигателя исполнительного органа 200 кВт.

Тоннелепроходческий комбайн КП200Т предназначен для механизации отбойки и погрузки горной массы при проведении горизонтальных и наклонных до  $\pm 120$  горных выработок сечением от 18 до 52 м<sup>2</sup> с крепостью пород на одноосное сжатие  $\sigma_{сж} = 120$  МПа и показателем абразивности до 18 мг по Л. И. Барону и А. В. Кузнецову.

Диапазон условий применения комбайна КП200Т распространяется на выработки, проводимые буровзрывным способом, а также с анкерным креплением кровли и бортов.

Тоннелепроходческий комбайн представляет собой самоходную гусеничную машину массой 105 т со стреловидным исполнительным органом избирательного действия мощностью 200 кВт, погрузочным устройством в виде стола с нагребающими звездами и центрально расположенным скребковым конвейером с подъёмно-поворотной хвостовой частью.

Комбайном производится разрушение забоя, погрузка отбитой горной массы и транспортировка ее в пределах машины к транспортным средствам.

При проведении выработок схема работы комбайна такова:

- он устанавливается по оси выработки и распирается в почву задними и передними опорами питателя (аутригерами);

- включаются двигатели насосной станции и исполнительного органа, режущий орган направляется в нижний правый или левый угол и с помощью телескопического устройства подается на забой;

- производится внедрение режущего органа, сопровождающееся разрушением забоя на глубину 350–800 мм (в зависимости от крепости разрушаемого горного массива);

- осуществляется обработка забоя путём перемещения режущего органа;

- отбитая горная масса захватывается нагребающими элементами питателя и подается на скребковый конвейер с подъёмно-поворотной хвостовой частью, позволяющей вести погрузку на различные транспортные средства.

После обработки всей площади забоя исполнительный орган устанавливается в исходное положение, комбайн гусеничным ходом продвигается вперед до контакта режущего органа с забоем и цикл повторяется.

Комбайн может работать в комплексе с ленточным перегружателем, бункером-перегружателем и самоходным вагоном.

Исполнительный орган предназначен для разрушения породы в забое и оформления выработки по заданному контуру сечения и представляет собой телескопическую рукоять с продольно-осевой конической коронкой, оснащённой режущими. Редуктор исполнительного органа служит для пере-



дачи вращения от электродвигателя к коронке, снижения числа оборотов и увеличения крутящего момента. Общее передаточное отношение зубчатых передач исполнительного органа с учетом пары шестерен стрелы составляет 35,4. Вращение на редуктор передается от электродвигателя (200 кВт, 1480 об/мин, 1140/660 В, 50 Гц) и зубчатой полумуфты.

Режущая коронка крепится на выходном валу стрелы с помощью забурника, хвостовик которого имеет левую резьбу. Корпус коронки выполнен полым. Через него по специальным каналам подается вода к форсункам, расположенным в кулаках и обеспечивающим орошение под каждый резец. Снаружи на корпус коронки по спирали в виде шнека приварены кулаки и лопатки, что улучшает погрузку породы на питатель при обработке нижнего основания забоя. На коронку могут устанавливаться 32 вращающихся при работе тангенциальных резца типа ТП38.02 или ТП38.22, которые взаимозаменяемы по посадочному месту, но отличаются диаметром керна.

Корпус исполнительного органа представляет собой несущую сварную конструкцию коробчатой формы. На его боковых стенках имеются расточки для крепления опорных балок, которые взаимодействуют с направляющими редуктора исполнительного органа для фиксации стрелы во избежание поперечных перемещений.

В механизм крепления балок с корпусом с левой стороны по ходу комбайна встроены гидрозажимы, которые необходимы для более жесткой фиксации стрелы исполнительного органа в сварном корпусе. Гидрозажим срабатывает только при перемещении исполнительного органа вверх-вниз, влево-вправо.

Питатель служит для загрузки отбитой горной массы из призабойного пространства на скребковый конвейер и представляет собой подъемный стол с двумя независимо работающими нагребающими звездами.

Стол питателя шириной 4200 мм состоит из пяти состыкованных болтами секций.

Нагребающие звезды имеют независимые приводы от редукторов, расположенных в боковых рамах под столом питателя. Редукторы предназначены для передачи вращения и крутящего момента от гидромотора ОМV630 к нагребающим звездам и включают в себя две пары цилиндрических прямозубых шестерен и одну паразитную. Общее передаточное отношение редуктора составляет 6,92.

При опускании на почву питатель становится дополнительной опорой, повышающей устойчивость комбайна.

Ходовая часть служит для передвижения комбайна и установки на ней всех основных его узлов, в том числе исполнительного органа, питателя, конвейера, гидросистемы, электрооборудования и т. д.

В состав ходовой части входят:

- рама в сборе;
- две тележки: левая и правая;

- узел поворота турели;
- станция насосная;
- две плиты, на которые монтируется станция управления, станция насосная и гидробак;

- два гидроцилиндра подъема-опускания питателя, которые шарнирно крепятся осями в проушинах передней рамы;

- два ауригера с гидроцилиндрами, размещенные на кронштейны буфера, разнесенные до габарита ширины комбайна, а два ауригера с гидроцилиндрами, которые крепятся кронштейнами к тележкам, служат для повышения устойчивости комбайна при работе;

- два гидроцилиндра подъема конвейера шарнирно связаны с проушинами буфера через оси.

Тележки являются опорным элементом ходовой части и предназначены для передвижения и маневрирования комбайна в выработке.

Редуктор гусеничного хода служит для передачи вращения и крутящего момента от гидромотора ОМV630 к приводной звезде и выполнен пятиступенчатым с цилиндрическими зубчатыми колесами. Общее передаточное отношение редуктора составляет 110,23. Для удержания комбайна на уклонах редукторы хода снабжены гидромеханическими тормозами.

Специальный узел турели необходим для поворота исполнительного органа в горизонтальной плоскости и состоит из основания, на которое на двух радиально-упорных подшипниках размещена турель в сборе.

Насосная станция является частью объемного гидропривода комбайна и служит для обеспечения подачи рабочей жидкости к силовым и управляющим гидравлическим механизмам.

Ширина ходовой части комбайна 3,5 м (табл.) обеспечивает необходимую его устойчивость во время разрушения забоя и повышает маневренность машины (частые развороты для обработки груди забоя с нескольких установок), требуемую для обработки выработки сечением 78 м<sup>2</sup> (максимально возможное сечение выработки, обрабатываемой с одной установки комбайна составляет 52 м<sup>2</sup>). Для снижения среднего удельного давления на почву до 0,18 МПа ширина траков предусмотрена 800 мм.

Гидросистема комбайна представляет собой силовой объемный гидропривод, состоящий из источника энергии (привода насосов), исполнительных механизмов (гидроцилиндры и гидромоторы), гидроблоков, распределительной и регулирующей аппаратуры, фильтров и гидравлических коммуникаций (трубы и рукава), носителя гидравлической энергии – рабочей жидкости и емкости для её хранения – гидробака.

В качестве рабочей жидкости применяется масло промышленное гидравлическое ИГП-30 ТУ 38.101413-97 или его заменители со следующими параметрами:

- класс чистоты по ГОСТ 17216-71 – 12;
- оптимальная вязкость – от 30 до 40 сСт;

- толщина фильтрации – до 25 мкм;
- температура эксплуатации – от -40° до +90°.

Масло, используемое в гидросистеме, является не только рабочей жидкостью, но и одновременно смазывает и охлаждает детали гидросистемы, работающие при высоких скоростях и нагрузках.

Станция насосная включает в себя два раздаточных редуктора, на корпусах которых установлены по три аксиально-поршневых регулируемых насоса. Привод каждого из двух редукторов производится от электродвигателей мощностью 45 кВт, n = 1500 об/мин.

Конвейер предназначен для транспортировки отбитой горной массы от питателя и загрузки её на шахтные транспортные средства. Конструктивно конвейер выполнен подъемно-поворотным и состоит из следующих основных узлов: рамы стола; рамы хвостовой; головки приводной; редуктора конвейера.

Рама стола и хвостовая представляют собой сварные конструкции коробчатого сечения. В зоне прохождения грузовой ветви рамы упрочнены износостойкой наплавкой и оснащены износостойкими накладками, прикреплёнными к бортам рам винтами. По мере износа накладки могут заменяться.

Посредством осей рама стола шарнирно связана с передней рамой комбайна и при помощи двух гидроцилиндров подъема опирается на буфер. Гидроцилиндры подъема позволяют регулировать высоту подъема конвейера при загрузке на различные транспортные средства. Хвостовая рама шарнирно крепится к раме стола посредством трёх проушин и с помощью двух гидроцилиндров может поворачиваться в горизонтальной плоскости в диапазоне ±40°.

Привод конвейера состоит из двухступенчатого цилиндрического редуктора конвейера и приводной головки с коническо-цилиндрическим редуктором. Привод осуществляется от электродвигателя 30 кВт, n = 1500 об/мин, 1140 В. Крутящий момент передается от редуктора конвейера к редуктору приводной головки через карданный телескопический вал, позволяющий последней двигаться вдоль оси конвейера.

Редуктор конвейера имеет вал фрикциона с предохранительной муфтой, которая при перегрузках, превышающих номинальный момент электродвигателя, обеспечивает пробуксовку дисков и всей последующей трансмиссии.

Рабочим органом конвейера служит скребковая цепь, состоящая из шарнирных звеньев с консольными скребками. В ней предусмотрена установка двух звеньев, перевёрнутых на 180° для зачистки от штыба жёлоба холостой ветви конвейера.

Электрооборудование выполнено в рудничном взрывобезопасном исполнении в соответствии с требованиями стандартов на рудничное взрывозащищенное электрооборудование, «Нормативов по безопасности забойных машин, комплексов и агрегатов», «Правил безопасности в угольных

Основные параметры и размеры тоннелепроходческого комбайна КП200Т

| Наименование основных параметров и размеров  | Значение                              |
|--|---------------------------------------|
| 1. Производительность, м <sup>3</sup> /мин, не менее:<br>по породе прочностью $\sigma_{сж} \leq 30$ МПа<br>по породе прочностью $\sigma_{сж} \leq 60$ МПа<br>по породе прочностью $\sigma_{сж} \leq 90$ МПа<br>по породе прочностью $\sigma_{сж} \leq 120$ МПа                         | 1,8<br>1,0<br>0,52<br>0,32            |
| 2. Величина телескопической раздвижки исполнительного органа, мм, не менее   | 800                                   |
| 3. Наибольший размах стрелы, м, не менее:<br>по ширине (при горизонтальном положении)<br>по высоте<br>ниже уровня почвы  | 8,0<br>7,0<br>0,45                    |
| 4. Скорость движения комбайна расчетная, м/мин, не менее:<br>рабочая<br>маневровая<br>транспортная   | 0,5<br>3,2<br>4,2                     |
| 5. Диапазон сечений выработок, обрабатываемых с одной установки комбайна, м <sup>2</sup>   | 18 ÷ 52                               |
| 6. Давление воды в системе орошения, МПа, не менее   | 1,5                                   |
| 7. Номинальная мощность электродвигателей кВт, не более:<br>всех двигателей, установленных на комбайне, суммарная исполнительного органа:<br>• в длительном режиме $S_1$<br>• в часовом режиме $S_2 - 60$ мин<br>скребкового конвейера<br>привода насосной станции<br>закачного насоса | 324<br>200<br>250<br>30<br>45+45<br>4 |
| 8. Напряжение электропитания, В  | 1140                                  |
| 9. Частота тока, Гц  | 50                                    |
| 10. Удельный расход электроэнергии, кВт ч/м <sup>3</sup> , не более  | 30                                    |
| 11. Габаритные размеры в транспортном положении, мм, не более:<br>длина<br>ширина по гусеницам<br>высота   | 15000<br>3500<br>3500                 |
| 12. Наибольшее давление рабочей жидкости в гидросистеме, МПа:<br>• в силовых магистралях<br>• в магистралях управления<br>• в магистрали натяжения скребковой цепи конвейера   | 16<br>4<br>4                          |
| 13. Среднее удельное давление на почву, МПа  | 0,18                                  |
| 14. Ширина траков, мм, не менее  | 800                                   |
| 15. Перегрузатель ленточный:<br>• тип<br>• длина, м<br>• ширина ленты, мм<br>• мощность электродвигателя привода, кВт<br>• масса, т, не более  | мостовой<br>15<br>650<br>15<br>5      |
| 16. Масса комбайнов в исполнениях с дополнительным и сменным оборудованием, т, не более:<br>КП200Т<br>КП200Т-01  | 105<br>110                            |

шахтах ПБ 05-618-03» и других нормативных документов. Это позволяет эксплуатировать комбайн в шахтах, опасных по наличию газа и пыли.

Система пылеподавления служит для уменьшения пылеобразования при резании породы, её транспортировании и погрузке на транспортные средства, а также для снижения температуры в зоне контакта режущего инструмента с породой с целью предотвращения воспламенения пылегазовоздушной смеси в результате frictionного контакта режущего инструмента с абразивными породами и их включениями в массиве. В систему пылеподавления входят системы внутреннего орошения с подачей воды в зону разрушения и внешнего орошения.

Для создания давления не менее 1,5 МПа применяется насосная установка 1ГПКС.19.01.000 (УНВ22).

На комбайне КП200Т предусмотрена система проводного дистанционного управления производства «ГНПО Ильма» (г. Томск). Управление машиной осуществляется как с местного пульта (с рабочего места машиниста, расположенного с левой стороны комбайна), так и с переносного пульта на расстоянии до 15 м, что повышает безопасность проведения работ и дает возможность машинисту наблюдать за работой комбайна с любой стороны машины.

Технология строительства станции метро требует использования на комбайне монтажной площадки для проведения работ по креплению выработки. Поэтому была спроектирована площадка, расположенная на исполнительном органе комбайна, которая обеспечивает размещение двух рабочих с инструментом и необходимым материалом. Управление ею ведется со стационарного пульта, расположенного в пере-

дней части комбайна. Конструкция площадки представляет собой плоскую платформу из рифленого листа; по его краям закреплены борта высотой 150 мм для предотвращения падения деталей и инструмента. Площадка оборудована убирающимися перилами. Она перемещается при помощи четырех гидроцилиндров и двух стоек. Необходимо отметить, что монтажная площадка на отечественных комбайнах применена впервые.

В настоящее время тоннелепроходческий комбайн КП200Т проходит приемочные испытания в ООО «Метрострой – ПТС». На 08.12.2008 г. пройдено 96 м, наработка составила 7454 м<sup>3</sup>. При создании комбайна учитывался опыт как отечественных, так и иностранных производителей горнопроходческой техники. Положительные результаты испытаний подтверждают правильность заложенных конструкторских параметров.





# ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

С. Г. Елгаев, Н. Н. Бычков, кандидаты технических наук,  
А. А. Гончаров, С. М. Ломоносов, ОАО «Трансинжстрой»

С конца прошлого столетия наблюдается бурный рост объемов подземного строительства. Это вызвано постоянным увеличением численности населения, скоплением на улицах транспортных средств и дефицитом городских территорий. Подземное пространство в городах уже активно используется для размещения элементов городской инфраструктуры – линий метрополитенов, тоннелей, городских транспортных систем, гаражей, сооружений бытового обслуживания, торговли и других объектов.

В мировой практике тоннелестроения в последнее время находят все большее распространение высокие технологии, позволяющие осуществлять строительство с применением высокопроизводительных машин и оборудования без использования ручного труда, новые конструкции и материалы, обладающие требуемыми техническими характеристиками.

К настоящему времени в технической литературе достаточно полно получили освещение вопросы высоких технологий при строительстве протяженных горизонтальных сооружений метрополитенов. Основа таких технологий – применение тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК), позволяющих обеспечить совмещение и непрерывность основных операций по разработке грунта, монтажу обделки, ее гидроизоляции и оставлять за собой тоннель высокого качества. Известно, что ОАО «Трансинжстрой» при проходке перегонного тоннеля Митинско-Строгинского участка линии Московского метрополитена в 2007 г с помощью ТПМК фирмы «Херренкнехт» была достигнута рекордная в отечественной практике скорость – 703 м готового тоннеля в месяц.

А вот на технологию работ при сооружении вертикальных рабочих и технологических (вентиляционных) стволов на линиях метрополитенов глубокого заложения технический прогресс до настоящего времени заметного влияния не оказал. Между тем проходка стволов является одной из самых трудоёмких задач, которые приходится решать в подземном строительстве, особенно в условиях плотной застройки поверхности, наличия подземных коммуникаций, близости транспортных объектов, в сложных инженерно-геологических условиях Москвы, где грунтовый массив повсеместно представлен переслаиванием водонасыщенных грунтов различной прочности, мощности и состояния (пески, супеси, суглинки, глины, известняки, доломиты).

Сооружение вертикальных стволов до настоящего времени ведется, как и в предшествующие десятилетия, по отработанной, регламентированной в действующих нормативных документах, технологии:

- обычным способом с последовательным возведением крепи в призабойной части выработки в устойчивых грунтах;

- методом опускной крепи с наращиванием обделки сверху в неустойчивых водонасыщенных грунтах. В этих условиях применяются искусственное замораживание, химическое закрепление и тампонаж грунтов, водопонижение и погружение крепи в тиксотропной оболочке.

Достоинством способа опускной крепи является то, что выработка не остается незакрепленной в процессе проходки в неустойчивых обводненных грунтах. Трудности, которые приходится преодолевать при проходке – обеспечение вертикальности цилиндра ствола, а к недостаткам следует отнести невозможность отработки универсальной технологии.

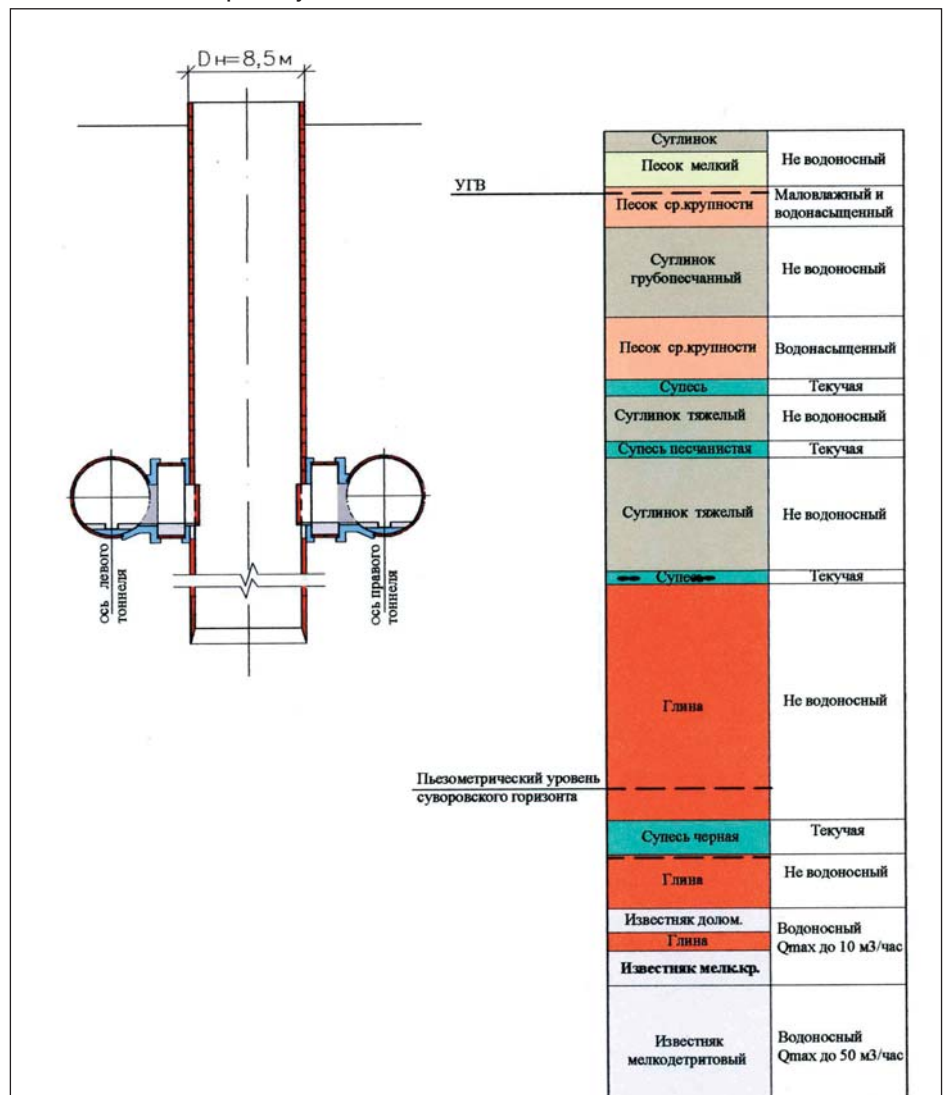
Оба способа характеризуются недостаточным уровнем механизации и автоматизации

технологических процессов, которые обеспечивали бы снижение трудозатрат, сокращение сроков, должное качество сооружения и безусловную безопасность работающих.

Иными словами, пришла пора создания высоких технологий и при проходке вертикальных стволов, требующих поиска и реализации новых технологических схем, нового оборудования и механизмов.

В ОАО «Трансинжстрой» первые шаги в этом направлении уже сделаны. По новой технологии на участке Арбатско-Покровской линии Московского метрополитена между станциями «Парк Победы» и «Славянский бульвар» сооружен ствол шахты 463 наружным диаметром 8,5 м. Глубина его около 67 м. Он расположен в 35 м от железнодорожных путей Смоленского направления. Грунтовый массив слоистый, неблагоприятный для проходки. Стволом вскрыва-

Рис. 1. Геологическое строение участка



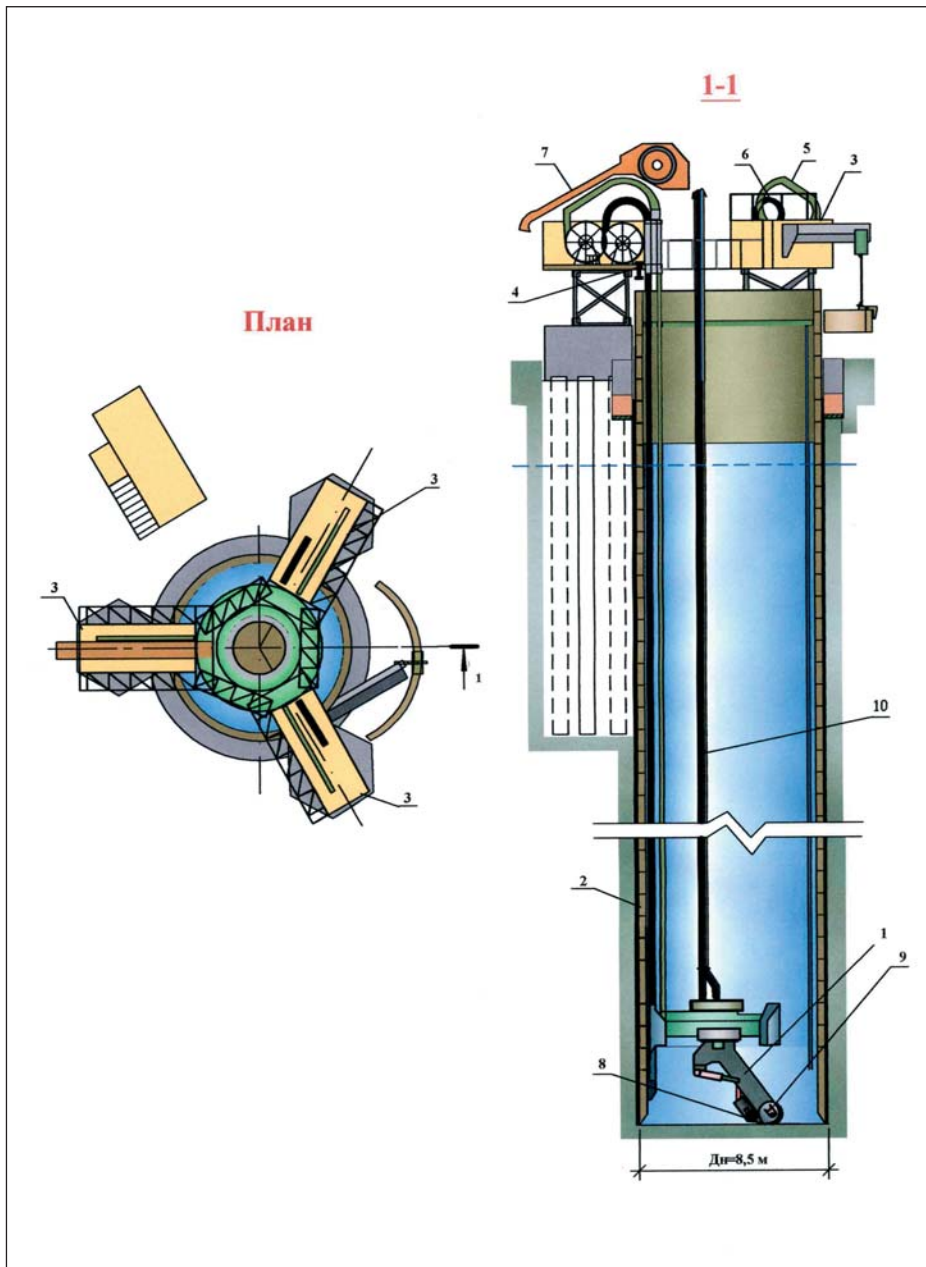


Рис. 2. Принципиальная схема сооружения ствола: 1 – стволопроходческая машина; 2 – обделка ствола; 3 – опускной контейнер; 4 – гидравлические домкраты; 5, 6 – лебёдки для удержания обделки машины; 7 – энергетическая лебёдка; 8 – погружной насос; 9 – фрез-барабан; 10 – трубопроводы энергетических линий

Таблица

Основные характеристики буровой стволопроходческой машины

|   |  |
|---|--|
| Диаметр ствола, м   | 7,5-8,5                                |
| Глубина ствола, м   | до 80                                  |
| Коэффициент крепости пород, f                                       | до 9                                   |
| Масса, т  | 57                                     |
| Техническая производительность, м <sup>3</sup> /мин                 | 0,2-0,54                               |
| Установленная мощность, кВт   | 400                                    |
| Производительность погружного насосного агрегата, м <sup>3</sup> /ч | 250                                    |
| Тип рабочего органа   | фрез-барабан с поперечным перемещением |

лись водоносные горизонты с водопритоком от 10 до 50 м<sup>3</sup>/ч (рис. 1).

При этом создавалась ситуация, когда из-за сложностей с оформлением отвода и обустройства строительной площадки до пуска участка линии оставалось не более 11 месяцев. Этого времени было явно недостаточно, если применить традиционную технологию сооружения стволов, предлагаемую проектом организации работ институтом «Метротранс», по которому только замораживание грунтов и затем проходка ствола с использованием стволопроходческого комплекса КШГ-3 потребовали бы более года.

По контракту с ОАО «Трансинжстрой» поставку и внедрение СМК осуществляла фирма «Херренкнехт» (г. Шванау, Германия). Опытный коллектив специалистов ОАО «Метротранс» разрабатывал документацию по подготовке строительства и конструкции обделки.

Стволопроходческий механизированный комплекс создавался для проходки стволов методом опускной крепи в любых грунтовых условиях (песок, глина, водонасыщенные грунты и крепкие известняки), особенно когда важно избежать выхода в забой грунтовых вод или пльвунов и просадки поверхности окружающей территории.

В состав комплекса входит стволопроходческая установка, состоящая из проходческой машины, опускного агрегата и периферийного оборудования к ней, включая отстойники, сепарационную установку, энергетические цепи и технологические линии (рис. 2).

Технология работ с применением СМК заключается в следующем.

Стволопроходческая машина обеспечивает разработку грунта находящимся на телескопической стреле рабочим органом фрезерного типа и откачку разработанного грунта в виде водяной суспензии на поверхность. Машина распирается в нижние кольца обделки ствола и может использоваться в полностью погруженном состоянии при давлении до 4 бар для противодействия давлению грунтовых вод (рис. 3-6). Опускной агрегат представляет собой стальную раму со встроенными гидравлическими цилиндрами. Он располагается над стволом и удерживает обделку тросовыми подвесками, закрепленными к ножевой части.

Обделка ствола – сборная железобетонная. Кольцо высотой 1 м состоит из трёх высокоточных блоков с внутренней металлической гидроизоляции и резиновыми уплотнительными полосами по бортам.

Блоки обделки изготавливал завод ЖБИ № 18 ОАО «Моспромжелезобетон» в формах, поставленных фирмой «Херренкнехт» по контракту с ОАО «Трансинжстрой».

Сборка колец производится на верхней части ствола.

Для монтажа блоков в стесненном пространстве используются консольные краны с ручным управлением с максимальной грузоподъемностью 8 т. Совмещение этой операции с погружением обделки позволяет значительно увеличить производительность.



Для уменьшения сил трения, возникающих при опускании ствола, применяется система бентонитовой смазки. Вертикальное его положение определяется системой наведения (вертикальным инклинометром).

Сепарационная установка HSP400 – это компактный, автономный блок для удаления частиц грунта из транспортного трубопровода. Она применяется для сепарации водяных, бентонитовых и полимерных суспензий. Монтируется на контейнере-отстойнике емкостью 25 м<sup>3</sup>. Поставляется вместе с мультициклонной ступенью, повышающей мощность установки путем уменьшения границы разделения.

В комплекте СМК поставляются рабочие и резервные автономные источники электроснабжения комплекса: два дизельных генератора мощностью по 800 кВт и один – 400 кВА. Электропитание механизмов, мониторинг всего процесса и управление операциями производятся из контейнера управления, находящегося на поверхности. Все параметры, включая положение режущего органа стволопроходческой машины, фиксируются и графически воспроизводятся перед оператором на дисплее панели управления.

В зоне обводнённых неустойчивых пород ствол заполняется водой на 1 м выше уровня грунтовых вод для создания гидрпригруза и облегчения разработки грунта стволопроходческой машиной, который в виде пульпы выдвигается на поверхность погружным насосным агрегатом и поступает по шламопроводу в сепараторную установку, где отделяется от воды. Далее грунт сбрасывается в отстойники, откуда затем грузится экскаватором с грейферным ковшом в автосамосвалы. Отделённая от грунта в сепараторе вода поступает в контейнеры-отстойники. После очищения она снова подводится по двум трубопроводам для заполнения в ствол и питания форсунок низкого и высокого давления. Контейнеры-отстойники рассчитаны на долив в количестве, необходимом для поддержания уровня выше УГВ.

На поверхности устанавливаются три опускных контейнера. В каждом из них размещены: две лебёдки (для удержания ствола и машины), гидравлические домкраты, крановый блок с тубинговой балкой. От каждой из двух лебёдок протянуты стальные тросы через барабаны. Тросы, удерживающие машины, состоят из 16 ветвей, обделку ствола – из 32. Один комплект тросов крепится к расчалочным блокам, другой – к специальным пластинам на трёх первых кольцах обделки. Лебёдки, удерживающие обделку, обеспечивают вертикальность ствола при проходке, что особенно важно

при перемещении машины из одного очистного положения в другое. На одном контейнере размещается лебёдка энергетических линий (водоподачи, гидравлические, пневматические, бентонита, электричества).

Бентонитовый раствор нагнетается в зазор между обделкой ствола и прилегающим грунтом через отверстия в каждом десятом кольце.

Погружение крепи производится через каждые 0,33 м посредством давления на неё гидравлических домкратов. После её опускания на 2 м проходку останавливают и сваривают стыки блоков с установкой на швы стальной накладки.

Чтобы определить все возможные отклонения шахты, начальной трубы (стартового стакана) и машины, предусмотрены два способа измерений:

- положения машины с помощью инклинометрической измерительной системы, установленной в раме машины;
- шахты и положения начальной трубы с применением инклинометра, вставленного в трубки уклономеров.

Первое задается установкой удерживающих плит, и после отверждения бетона машина жестко соединяется с начальной трубой. Таким образом, во время проходки с помощью инклинометра можно измерять положение машины в начальной трубе, по уклономерным трубкам – вертикальность шахты.

Использованный ОАО «ТрансИнжстрой» СМК был пионерным образцом для условий Московского метрополитена. По этой причине в элементах комплекса вскрылись отдельные недоработки, такие, как недостаточная эффективность сепарационной установки и некоторые другие, которые устранялись в процессе работы.

### Выводы

Применение технологии сооружения ствола с использованием СМК позволяет:

- сократить более чем в два раза сроки сооружения объекта;
- не изменять способы проходки при изменении горногеологических условий;
- сократить до минимума количество необходимого обслуживающего персонала;
- улучшить условия труда и повысить безопасность производства работ;
- вести сооружение объекта без всякого вредного влияния на экологическую обстановку среды и гидрогеологические свойства грунтов, что весьма важно в условиях плотной городской застройки.



Рис. 3. Вид строительной площадки



Рис. 4. Крановый блок с тубинговой балкой, обделка, опускные контейнеры



Рис. 5. Стволопроходческая машина

Рис. 6. Стволопроходческая машина в стволе



# II МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ «СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ. CITY BUILD – 2008»

С 10 по 13 ноября 2008 г. в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо» (пав. № 3, зал № 15) состоялся II Международный форум «Строительство городов. City Build – 2008». Его организатор – компания «Глобал Экспо», соорганизаторы – Тоннельная ассоциация России, ОАО «Новое Кольцо Москвы», ЗАО «Полимергаз», МА «Системсервис», ВАНКБ, НП «АВОК», Ассоциация строителей России и др. Официальную поддержку проекту оказывали Министерство регионального развития РФ и правительство Москвы.

II Международный форум «Строительство городов. City Build – 2008» объединил на одной выставочной площадке 12 самостоятельных и, вместе с тем, взаимодополняющих выставок.

В числе участников II Международного форума: Корпорация «Трансстрой», специалистами которой только в последние годы построены сложнейшие многоуровневые транспортные развязки на МКАД и 3-м транспортном кольце Москвы, крупнейший в России Лефортовский автодорожный тоннель и двухпутный железнодорожный тоннель с трехуровневым пассажирским терминалом аэропорта Внуково; ОАО «Метрострой» – одна из ведущих строительных организаций Санкт-Петербурга; НПО «Ассоциация Крилак» – производитель огнезащитных материалов для всех видов строительных конструкций; компания «Навгекком» – ведущий российский поставщик всего спектра измерительного оборудования для строительства; компания «Хантсман-НМГ» – лидер в разработке, производстве и дистрибуции материалов и технологий для строительной промышленности; компания «Йена GPS» – разработчик технологических решений, связанных с применением GPS оборудования и сопутствующих геодезических и маркшейдерских инструментов; проектный холдинг «Каналстройпроект»; ОАО «Бамтоннельстрой» – крупнейшая компания в строительном комплексе России; ЗАО «Атлас Копко» – мировой лидер в области производства, реализации и послепродажного обслуживания буровых инструментов, подземных буровых установок для прокладки тоннелей и проведения горных работ, наземных буровых установок, погрузочно-доставочного оборудования, оборудования для разведочного бурения, строительных инструментов; ООО «Херренкнехт тоннельсервис» – мировой лидер и единственный поставщик проходческих машин диаметром от 150 мм до 19 м для прокладки коммуникаций и строительства транспортных тоннелей различного назначения во всем спектре инженерно-геологических условий; ОАО «Московский метрострой» – ведущая Российская строительная организация, осуществляющая строительст-



во метрополитенов и других подземных сооружений «под ключ»; компания «Ловат» – мировой лидер по проектированию, обслуживанию, ремонту и производству щитовых тоннелепроходческих комплексов, которые используются при строительстве метротоннелей, железнодорожных, сервисных, коммуникационных тоннелей и подводных тоннелей для шахт; НПО «Космос» – многопрофильное научно-производственное объединение; ООО «Светосервис» – ведущая российская светотехническая компания и др.

10 ноября 2008 г. состоялось торжественное открытие II Международного форума «Строительство городов. City Build – 2008».

«Генеральный план развития Москвы до 2025 г. ставит перед московскими строителями высокую планку. Нам нужно построить еще порядка 90 млн м<sup>2</sup> жилья. Обеспечить москвичей всеми необходимыми объектами социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры, реконструировать существующие кварталы, активно осваивать подземное пространство. Все это немыслимо без широкого внедрения новейшей техники, технологии и материалов, поэтому форум «Строительство городов – 2008» очень актуален для московских строителей и вызывает большой интерес не только у профессионалов, но и у широкого круга общественности. Форум, несомненно, дополнительно вольет творческие идеи в осуществление строительных процессов», – сказал собравшимся на церемонии заместитель мэра г. Москвы Владимир Ресин и пожелал участникам Форума плодотворной работы и воплощения в жизнь новых интересных проектов, которые сделают жизнь людей более удобной и комфортной.

На церемонии открытия форума присутствовал также президент Ассоциации строителей России Николай Кошман.

Перед началом официальной церемонии открытия II Международного форума состоялась пресс-конференция.

Основными на ней были вопросы, касающиеся влияния международного экономического кризиса на строительную индустрию России; инновационных достижений зарубежных и отечественных предприятий в строительной отрасли и перспектив развития форума «Строительство городов».

Александр Левченко, руководитель Департамента дорожно-мостового и инженерного строительства Москвы, сказал: «Благодаря тому, что Москва организывает такие выставки, мы имеем возможность общаться друг с другом, знакомиться с новыми технологиями, применять эти технологии в Москве, а технологии сегодня в Москве – самые передовые в мире, которые существуют, и все они применяются в Москве».

Главными задачами выставки являлись:

- показать наиболее значимые градостроительные территории города и существующие достижения в освоении их подземного пространства;
- рассмотреть новые объемно-планировочные решения транспортных подземных сооружений и подземных объектов городской инфраструктуры;
- осветить специальные вопросы инженерно-геологических изысканий и проектирования, инженерной подготовки территорий;
- показать оборудование и технологии работ в подземном строительстве;
- отразить вопросы жизнеобеспечения по пожарной и промышленной безопасности при возведении и эксплуатации подземного сооружения;
- представить технику и технологии для геопрогноза, охраны окружающей среды и мониторинга за состоянием возводимых конструкций и поверхности и многие другие вопросы.

Для проведения выставки и связанных с ней мероприятий Тоннельная ассоциация России осуществила большую подготови-



тельную работу и приняла участие в разработке деловой программы II Международного форума «Строительство городов. City Build» 10–13 ноября 2008 г. в г. Москве на МВЦ «Крокус Экспо».

В деловой программе были определены все организационно-технические формы работы Тоннельной ассоциации на Международном форуме «Строительство городов – 2008», к числу которых относятся:

- 10 ноября 2008 г. – проведение I Национального строительного конгресса «Стратегия перехода к устойчивому развитию строительного комплекса России». Организатор – Ассоциация строителей России. Торжественное открытие II Международного форума «Строительство городов – 2008»;

- 11 ноября 2008 г. – работа секции «Подземный город», Международной научно-технической конференции «Особенности освоения подземного пространства и подземной урбанизации в крупных городах мегаполисах». Организатор – Тоннельная ассоциация России при участии Корпорации «Трансстрой», НИЦ «Тоннели и метрополитены», Московского государственного горного университета, Московского государственного строительного университета, Московского государственного университета сообщения;

- 12 ноября 2008 г. – работа секции «Подземный город» и проведение круглого стола по теме «О создании саморегулирующей организации в подземном строительстве». Организаторы – Тоннельная ассоциация России, Российский Союз работодателей строителей и Ассоциация строителей России.

Желающие смогли посетить строительство автотранспортных тоннелей на транспортной развязке Ленинградского и Волоколамского шоссе в районе метро «Сокол».

Семинар «Бестраншейные технологии: санация коммуникаций, микротоннелирование, горизонтально-направленное бурение» прошел под руководством исполнительного директора НП «РОБТ» А. Ю. Сеницына.

В рамках выставки: подведены итоги конкурса «На лучшее применение передовых технологий при освоении подземного пространства»; состоялись встречи со специалистами из разных регионов страны, распространялась техническая литература; постоянно демонстрировались фильмы о строительстве новых протяженных тоннелей в Москве – Лефортовского и Серебряноборского.

В работе выставки «Подземный город – 2008» приняли участие более 70 организаций. Был сформирован блок Тоннельной ассоциации России, включающий: ОАО «Метрострой» СПб, ПСК «Трансстрой», НПО «Ассоциация Крилак», ОАО «Краспан», фирму «Хайман Унтертаге техник» (Германия).

Целью проведения Международной научно-технической конференции «Особенности освоения подземного пространства и подземная урбанизация в крупных городах мегаполисах» являлось рассмотрение различных инженерно-геологических и градостроительных ситуаций при строительстве

подземных сооружений в крупных городах мегаполисах.

В процессе работы конференции обсуждались следующие вопросы.

- Освоение подземного пространства и основные направления развития урбанизации больших городов и мегаполисов – крупнейшая задача современности.

- Особенности градостроительных и инженерно-геологических условий строительства различных наземных и подземных транспортных развязок в условиях крупных городов.

- Новые технологии стабилизации грунтов при строительстве городских подземных комплексов и тоннелей.

- Исследования, проектирование, изготовление и применение однослойных монолитных обделок для городских коммуникационных тоннелей.

- Геотехнические и геодезические измерения и оборудование, применяемое при строительстве подземных сооружений и транспортных развязок.

- Охрана окружающей среды при освоении подземного пространства.

- Мониторинг за состоянием зданий, инженерных объектов и поверхности при строительстве подземных сооружений.

- Проблемы и задачи нормативного обеспечения освоения подземного пространства.

- Эффективные технологии устройства ограждающих конструкций, котлованов в стесненных условиях городской застройки.

- Новые технологии для строительства подземных сооружений и транспортных развязок.

В конференции приняли участие 106 специалистов из 38 организаций. Был издан сборник докладов.

Задачей проведения круглого стола «О создании саморегулирующих организаций в подземном пространстве» было обсуждение стратегии переходов периода 2008–2009 гг. на саморегулирование в подземном строительстве. В нем участвовали 70 специалистов из различных регионов России.

Были рассмотрены следующие вопросы.

- Стратегия переходного периода 2008–2009 гг. на саморегулирование в строительной отрасли.

- Нормативные акты Правительства РФ и Минрегионразвития, реализующие этот процесс.

- Взаимосвязь технического регулирования и саморегулирования в строительстве.

- Создание и регистрация Некоммерческих партнерств с целью саморегулирования.

С целью повышения темпов и качества строительства различных подземных объектов на основе применения прогрессивных технологий, конструкций и материалов был проведен конкурс «На лучшее применение передовых технологий при освоении подземного пространства». На него было представлено 19 работ от 47 организаций.

Решением конкурсной комиссии все участники были награждены Дипломом и Почетным знаком.

Среди награжденных работ следует, по нашему мнению, отметить следующие приоритетные работы:

- «Разработка и создание технологии строительства кабельных тоннелей без возведения вторичной обделки («рубашки») с применением высокопроизводительных ТПМК и высокоточных железобетонных блоков». Заявители: МГТУ, ОАО «СУПР», ООО «Инжстрой-Сити монолит», ОАО «Моспром-железобетон», ГУП «Мосинжпроект», ГУП «НИИ Мосстрой», все – г. Москва;

- «Проходка вертикальных выработок глубиной до 80-ти м стволопроходческим комплексом фирмы «Херренкнехт АГ». Заявители: ООО «Струйные технологии и строительство» г. Санкт-Петербург; ОАО «Транс-инжстрой», ОАО «Метрогипротранс» г. Москва, фирма «Херренкнехт АГ» г. Шванау (Германия);

- «Программный комплекс автоматизированного проектирования подземных коммуникаций – Проект 3Д». Заявитель: ООО «Институт «Каналстройпроект», г. Москва;

- «Эффективная конструкция односводчатой станции Екатеринбургского метрополитена с первичной обделкой из набрызг-бетона». Заявители: Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены» г. Москва, ООО «Метрострой ПТС», ОАО «Уралгипротранс», Муниципальное управление «УЗПС Метро», г. Екатеринбург;

- «Безосадочная технология сооружения подземных выработок Петербургского метрополитена в протерозойских глинах». Заявители: НИПИИ ОАО «Ленметрогипротранс», ОАО «Метрострой», Санкт-Петербургский государственный университет (СПГУПС), СМУ-11 Метростроя, Петербургский метрополитен, г. Санкт-Петербург.

II Международный форум «Строительство городов. City Build – 2008» прошел с большим успехом. В нем участвовали около 500 предприятий из 38 регионов России и 40 зарубежных стран. За четыре дня форум посетили 13270 специалистов из 60 регионов России. Мероприятие вызвало большой интерес и освещение СМИ.

Форум – уникальное событие градостроительной индустрии, объединивший специалистов всех этапов строительного процесса.

Организаторы форума выражают особую благодарность за поддержку в организации и проведении компаниям: НПФ «Трансстрой» – официальному негосударственному пенсионному фонду форума; ГУП «Мосинжпроект» – генеральному спонсору V Юбилейной Международной выставки «Подземный город – 2008» и ОАО «Тоннельный отряд № 44» – официальному спонсору

Все мероприятия на форуме «Строительство городов – 2008», связанные с подземным строительством, проходили под руководством и непосредственным участием руководителя Департамента дорожно-мостового и инженерного строительства г. Москвы Александра Николаевича Левченко.



## II МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Н. И. Кулагин, К. П. Безродный, доктора технических наук, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»



**26** –28 ноября 2008 г. в Санкт-Петербурге в помещении ОАО «ЛенНИИпроект» состоялась II Межрегиональная научно-практическая конференция «Обеспечение безопасности при использовании современных технологий строительства подземных сооружений в сложных условиях городской застройки», посвященная освоению подземного пространства северной столицы.

Конференция проходила по трем темам.

1. Градостроительные, организационные, правовые и страховые вопросы.

2. Инженерно-геологические изыскания для подземного строительства. Технологии проектирования и производства работ.

3. Натурные наблюдения, расчеты, моделирование и мониторинг.

Доклады, прозвучавшие на конференции, изданы в виде тезисов.

В результате работы конференции и обсуждения докладов был принят меморандум.

Организаторы конференции: Санкт-Петербургское отделение Тоннельной ассоциации России, Администрация Санкт-Петербурга, СОО, ЛАСПО, ПГУПС, СПбГИ (ГУ), СПбГАСУ, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» и ОАО «ЛенНИИпроект».

В работе конференции приняли участие 162 человека из Санкт-Петербурга, Москвы, Екатеринбурга, а также специалисты из Германии, Голландии и Франции.

Было заслушано 35 докладов.

Тема освоения подземного пространства участниками конференции признана одним из самых актуальных вопросов развития мегаполиса, но следует констатировать, что больших достижений в этом направлении в Санкт-Петербурге, кроме успешного развития метрополитена, инже-

нерных сетей, за прошедший год не произошло. Для решения данной проблемы создан Научно-технический экспертно-консультационный совет при Санкт-Петербургском отделении Тоннельной ассоциации России.

Заслушав доклады и сообщения, участники конференции считают:

- конференция способствует консолидации усилий по использованию безопасных технологий возведения подземных сооружений в городской застройке, правильное применение которых зависит от учета геотехнических свойств грунтов с прогнозом их изменений, а также внедрению новых технологических механизмов производства работ и мониторинга на всех стадиях строительства и эксплуатации подземных объектов;

- первоочередной задачей развития подземного строительства в мегаполисе является создание при правительстве Санкт-Петербурга Координационного совета на основе Экспертного совета Санкт-Петербургского отделения Тоннельной ассоциации России. В него должны войти ученые и специалисты по изысканиям, проектированию, строительству, нормативно-правовому обеспечению, а также представители исполнительной и законодательной власти Санкт-Петербурга.

Основными направлениями деятельности Координационного совета по подземному строительству должны стать:

- разработка Концепции комплексного освоения подземного пространства Санкт-Петербурга на ближайшую перспективу с учетом развития метрополитена, инженерных сетей, подземных автостоянок, транспортных тоннелей, подземных переходов и объектов коммерческого назначения;

- создание адресной программы размещения подземных объектов с учетом инженерно-геологического зонирования территорий на основе Генерального плана города и Правил землепользования и застройки;

- обеспечение проектирования и строительства подземных объектов нормативной базой;

- проведение экспертизы;
- развитие законодательно-правовой базы для привлечения инвесторов.

Высшим учебным заведениям при освещении вопросов инженерной геологии и геотехники формировать программы подготовки студентов с учетом новой техники и технологий подземного строительства, а также требований к инженерным изысканиям.

Кроме этого было отмечено, что при освоении подземного пространства больших городов необходимо обратить особое внимание на подготовку специалистов-профессионалов, умеющих грамотно и обоснованно применять современное проходческое оборудование и высокие технологии работ с соблюдением правил техники безопасности. Для этого вузам, выпускающим специалистов по профилю строителей-тоннельщиков, совместно с заинтересованными проектными и строительными организациями следует усилить роль производственной практики для студентов старших курсов путем увеличения сроков ее прохождения (два-три месяца) на объектах, соответствующих профилю единой специализации, в том числе и за рубежом. Это позволит не только повысить подготовку специалистов, но и, в конечном итоге, сократить количество аварийных ситуаций и несчастных случаев на производстве, происходящих из-за низкой квалификации инженерно-технического персонала.



## Памяти Анатолия Константиновича Поправко



В декабре 2008 г. на 73-м году жизни скончался А. К. Поправко.

Анатолий Константинович родился 10 января 1936 г. в г. Омске.

После окончания в 1958 г. МИИТа с квалификацией «Строитель мостов и тоннелей» Анатолий Константинович начал трудовую деятельность в Новосибирске в должности инженера-проектировщика Сибгипротранса. После учебы в аспирантуре Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта он успешно защитил кандидатскую диссертацию.

Тридцать пять лет – с 1964 по 1999 г. – Анатолий Константинович посвятил подготовке специалистов-тоннельщиков в Новосибирском институте инженеров железнодорожного транспорта – сначала в должности доцента, а затем профессора, заведующего кафедрой тоннелей и метрополитенов, которую он создал в 1982 г.

А. К. Поправко – известный ученый в области проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей и метрополитенов, автор многих научных и методических работ, в том числе учебника «Проектирование тоннелей». Известна его особая роль в продвижении и реализации идеи строительства первого в Сибири – Новосибирского метрополитена.

Это был разносторонне талантливый человек. Его жизнелюбие, неизменное чувство юмора, неиссякаемая энергия и целеустремленность в сочетании с присущей ему инженерной эрудицией и творческим отношением к делу, которому он служил, снискали искренние симпатии и уважение нескольких поколений студентов, а каждая встреча с коллегами-тоннельщиками обещала радость

общения. Прекрасный педагог и строгий воспитатель, он умел привить студентам любовь к своей профессии и многих научил сохранять ей верность на многие годы. Кто учился у него, тот помнит его афоризм: «Настоящих тоннельщиков мало, и мы знаем друг друга в лицо», помнит его блестящие лекции, колоритные рассказы о тоннелях и тоннельщиках, его стихи, посвященные открытию Новосибирского метрополитена:

«Метро в Сибири, некогда кандальной.

Кто в это верил, кто подумать мог!?

Я тоже ехал в этот путь недальний,

И в горле у меня стоял комок...».

Его труд отмечен многочисленными грамотами МПС и МТС, знаками «Почетный железнодорожник» и «Почетный транспортный строитель» и живет в делах его учеников, многие из которых стали руководителями крупных организаций отрасли.

Светлая память об Анатолии Константиновиче навсегда сохранится в наших сердцах.

**Друзья, коллеги, ученики**

## Памяти Николая Павловича Ваучского



4 февраля 2009 г. на 83-м году жизни скончался генерал-лейтенант в отставке Николай Павлович Ваучский.

Он родился 19 мая 1926 г. в Вологде. В 1948 г. окончил Высшее инженерно-техническое училище ВМС (ныне ВИТУ – Военный инженерно-технический университет) по специальности берегового строительства. Затем проходил службу на Черноморском флоте в г. Севастополе, Новороссийске и Измаиле, возводя подземные, гидротехнические и фортификационные сооружения. В 1953 г. началась его преподавательская и научная деятельность в ВИТУ ВМФ. В 1961–1968 гг. – начальник проблемной научно-исследовательской лаборатории по защите сооружений от воздействия средств поражения, в 1968–1975 гг. – начальник кафедры подземных сооружений, с 1975 г. по 1988 г. – начальник Ленинград-

ского высшего военно-технического училища (ныне ВИТУ).

В 1959 г. защитил кандидатскую диссертацию в области расчета обделок подземных сооружений по предельным состояниям, а в 1972 г. – докторскую (методы анализа расчета и испытаний специальных сооружений).

Выйдя в отставку, с 1988 г. – главный научный сотрудник Научно-исследовательского центра МО в Ленинграде, с 1995 г. – профессор ВИТУ, затем ведущий научный сотрудник.

Николай Павлович автор более 300 научных работ, в том числе учебника, монографий, нормативных документов и более 60 авторских свидетельств. Будучи длительное время председателем Специализированного совета по присуждению ученых степеней доктора наук и руководителем многих комплексных НИР, способствовал созданию ряда научных школ и подготовке более 20 докторов наук.

Н. П. Ваучский основал ряд научных направлений, в частности, по сейсмозащите сооружений, безопасности подземной ядерной энергетики и подземного хранения сжиженного природного газа. Он один из инициаторов объединения ученых и инженеров в области комплексного использования подземного пространства России. С 1993 г. – председатель Проблемного совета Академии технологических наук России по комплексному использованию подземного пространства Северо-Западного региона и

Санкт-Петербурга, член Тоннельной ассоциации России.

Концептуальные вопросы научной и педагогической деятельности изложены в учебнике «Подземные сооружения» (1991), в докладе «Оценка перспектив развития ядерной энергетики на основе анализа изменений в биосфере с энергетических позиций» (Труды I Всесоюзной конференции ядерного общества СССР, т. 1, г. Обнинск, 1991), также в докладах на ряде Международных научных конференций в 1988–2000 гг.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1980), лауреат Премии Совета Министров СССР (1988), доктор технических наук (1972), профессор по кафедре подземных сооружений (1973), почетный профессор ВИТУ (1996), академик Российской Академии технологических наук (1996), участник Великой Отечественной войны, награжден орденами «Отечественной войны I степени», «Красной Звезды», «За службу Родине в ВС СССР III степени», орденами НДР БНР, 25 медалями СССР и зарубежных стран. Ветеран подразделений особого риска. За участие в подземных ядерных испытаниях награжден орденом «Мужества».

Светлая память о Николае Павловиче Ваучском навсегда сохранится в наших сердцах.

**Командование ВИТУ  
Тоннельная ассоциация России**



специальная строительная техника

## Оборудование для цементации грунтов

Буровые установки  
Comaccio, IPC, MDT,  
Tesciwell

Высоконапорные  
цементирующие насосы  
Tesciwell

Миксерные станции  
CM-40/90 "Вихрь"

Инъекционные комплексы  
IPC, Tesciwell

Инъекционные насосы  
GP30, НБЗ-120/40

Буровой инструмент для  
струйной цементации  
Jet1, Jet2: штанги,  
мониторы, форсунки,  
долота

Силосы для хранения  
цемента

Специальные строительные  
вагоны, баки для воды

Анкера Titan, Атлант,  
MiniJet

