

## 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,  
Г. И. Рязанцев, Г. Я. Штерн

## Редакционная коллегия:

Н. С. Булычев, А. И. Долгов,  
О. В. Егоров, С. Г. Елгаев,  
А. В. Ершов, В. Н. Жданов,  
В. Н. Жуков, А. М. Жуков,  
Н. Н. Кулагин, В. В. Котов,  
В. Е. Меркин, К. П. Никифоров,  
А. Ю. Педчик, П. В. Пуголов,  
А. А. Севастьянов, А. Ю. Старков,  
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

## № 4 2009

### Панорама

2

### Гидроизоляция тоннелей

Ремонтно-восстановительные работы  
на автодорожном тоннеле с использованием  
материалов и технологии «Монофлекс Френкеля»

5

Б. И. Яцков, А. В. Иванов, А. А. Чуднецов,  
С. И. Лобанов, Д. Я. Френкель

### Новые тоннели

Сдан в эксплуатацию Большой Новороссийский тоннель

6

М. Ю. Беленький

Московские метростроевцы успешно завершили  
проходку тоннеля под Босфором в Турции

8

Л. А. Астрин

### Городская инфраструктура

Передовые наукоемкие технологии,  
высокопрофессиональные кадры НПО «Космос» –  
основа создания уникальных транспортных объектов

10

Сооружение автодорожного тоннеля на пересечении  
Варшавского шоссе с Курским направлением МЖД  
методом продавливания

14

О. В. Сазонов

### Проектные решения

Южная рокада. Участок от Балаклавского проспекта  
до Каширского шоссе в Москве

16

А. З. Закиров

### Метрополитены

Современные системы пожарной сигнализации  
для метрополитенов

22

В. А. Курьшев, В. В. Николаев

Развитие моторельсового транспорта метрополитенов

24

В. Ф. Иванов

### Строительная техника

Малогабаритный буровой станок для работы  
в стесненных условиях

28

А. Г. Малинин

### Зарубежный опыт

Строительство тоннеля Седерстрем в Стокгольме

32

В. Н. Жуков

### Памятные даты

35 лет Байкало-Амурской магистрали

36

С. Н. Власов

### Проблемы безопасности

Повышение эффективности функционирования органов  
управления городскими автодорожными тоннелями  
Москвы при возникновении чрезвычайных ситуаций

42

Е. В. Корнеев

# СОДЕРЖАНИЕ



## ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Большой Новороссийский  
тоннель  
(с. 6)

## ОТКРЫТ НАЗЕМНЫЙ ВЕСТИБЮЛЬ СТАНЦИИ «КУРСКАЯ» КОЛЬЦЕВОЙ ЛИНИИ

25 августа 2009 г. вновь открылся для пассажиров наземный вестибюль станции «Курская» Кольцевой линии. Это стало вторым этапом комплексной реконструкции вестибюля «Курской» с установкой новых эскалаторов.

В здании вестибюля станции была проведена огромная работа по восстановлению исторического облика этого сооружения. Приобрели первоначальный вид скульптуры, светильники и торшеры, восстановлены орнамент, пол, лестничные марши. Фасад здания, который является шедевром архитектуры, полностью отреставрирован и приведен в первоначальный вид, каким он был при открытии в 1950 г. Существенные изменения коснулись только боковых порталов, которые ранее выполняли лишь декоративную роль. Теперь же там расположены комната милиции, построены служебные помещения, а также новые кассы. Последнее изменение позволило увеличить коли-

чество рабочих мест кассиров, что повысит пропускную способность вестибюля и культуру обслуживания пассажиров.

В ходе первого этапа реконструкции, который был завершен в мае текущего года, произведен большой объем ремонтных и строительных работ. Полностью реконструирован эскалаторный наклон, ведущий на станцию. Установлены новые эскалаторы, которые полностью удовлетворяют всем нормам и требованиям безопасности, имеют значительно лучший дизайн и более низкое энергопотребление. В машинном зале эскалаторов установили современные пульты управления.

Полностью реконструирован аванзал станции: произведена замена гранитного покрытия пола, бережно отреставрирована и восстановлена знаменитая колонна «Каменный цветок». Отреставрированы люстры, при этом максимально восстановлены все утраченные детали. Все

лампы накаливания заменены современными энергосберегающими. В служебных помещениях, в том числе в машинном зале эскалаторов, установлены кондиционеры.

В вестибюле смонтированы современные турникеты типа УТ-2005. При этом их число во входной группе увеличено почти в полтора раза, а на выходе установлены реверсивные турникеты.

Во время реконструкции были полностью заменены все кабельные, сантехнические и вентиляционные коммуникации, отремонтированы служебные помещения, размещены устройства охранной сигнализации. Вестибюль станции приведен в полное соответствие с противопожарными нормами: смонтированы пожарная автоматика, сигнализация и современные системы пожаротушения и дымоудаления.

Работы проводились силами ЗАО «Метроинжреконструкция» совместно со специалистами Московского метрополитена.

Замена эскалаторов на станции «Курская» – это очередной этап комплексной программы по реконструкции станций и вестибюлей метрополитена с восстановлением их первоначального облика. К настоящему времени проведена замена эскалаторов на станциях «Автозаводская», «Новокузнецкая», «Белорусская»-радиальная, «Динамо», «Театральная», «Чистые пруды», «Красные Ворота», «Курская»-радиальная, «Павелецкая», «Площадь Революции», «Лубянка», «Охотный Ряд», «Семеновская», «Маяковская», «Таганская»-кольцевая, «Арбатская» Арбатско-Покровской линии, «Добрынинская» и «Электровзводская». В данный момент подобные работы ведутся на восточном вестибюле станции «Площадь Революции» – он откроется в первой половине следующего года. А уже в конце текущего года на замену эскалаторов закроется вестибюль станции «Октябрьская» Кольцевой линии.



## В МОСКВЕ НАЧАЛОСЬ ДВИЖЕНИЕ ПО ВОЛОКОЛАМСКОМУ ТОННЕЛЮ

6 августа 2009 г. открылось движение по Волоколамскому тоннелю из области в Москву. Его прокладка осуществлялась в рамках проекта «Большая Ленинградка». На открытии присутствовал мэр Москвы Юрий Михайлович Лужков.

Планируется, что ввод тоннеля в эксплуатацию увеличит пропускную способность в

районе станции метро «Сокол» на 30 %.

Проект «Большая Ленинградка» предусматривает строительство многоуровневой развязки у метро «Сокол», которая является наиболее сложным участком: помимо Волоколамского тоннеля, там сооружается Алабяно-Балтийский. Развязку предполагается завершить в 2010 г.

До конца текущего года на «Большой Ленинградке» предусмотрено пройти самый сложный участок Алабяно-Балтийского тоннеля, который пролегал под действующей линией метрополитена.

Проект «Большая Ленинградка» включает в себя дорожно-транспортную реконструкцию и строительство

тоннелей на Тверской улице, Ленинградском проспекте и Ленинградском шоссе, а также на трех площадях – Пушкинской, Триумфальной и Тверской Заставы. Согласно плану реконструкции, трасса от центра столицы до МКАД станет полностью бессветофорной. Работы по проекту начались в 2006 г.



## ПРОЕКТ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЯ НА ПУШКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ПОДГОТОВЯТ В ЭТОМ ГОДУ

Проект сооружения автомобильного тоннеля, подземной парковки и других объектов на Пушкинской площади появится до 2010 г.

Начальник департамента дорожно-мостового и инженерного строительства Москвы Александр Левченко на пресс-конференции сказал: «В конце года должен выйти проект на подземное пространство и пройти все согласования, включая метрополитен. Самая главная задача –

организовать бессветофорное движение».

Он отметил, что на Пушкинской площади должен появиться автомобильный тоннель на Бульварном кольце, а также парковка на 800 машиномест. Кроме того, там предполагается разместить кафе, кинотеатр, выставочные и торговые площади.

«Сегодня там ведутся работы по раскопкам, археологи развернули там свои шатры. Я думаю,

их работа увенчается успехом», – отметил Александр Левченко. Прокладка тоннеля на Пушкинской площади входит в проект «Большая Ленинградка», который включает в себя ремонт и расширение Тверской улицы, Ленинградского проспекта, Ленинградского шоссе, а также Пушкинской и Триумфальной площади, Тверской Заставы.

После завершения всех работ на Ленинградском шоссе появят-

ся девять полос движения на выезд из Москвы и восемь – на въезд. По оценке специалистов, после окончания реконструкции трассы ее пропускная способность увеличится в 1,5–2 раза.

«Это не городской бюджет, это внебюджетные средства и здесь отвечать за инвесторов сложно», – добавил начальник департамента, говоря о сроках строительства некоторых подземных объектов на Пушкинской площади.



## РОССИЯ ДОСТРОИТ СОВЕТСКИЙ КОЛЛАЙДЕР

В подмосковном Протвине продолжатся работы по строительству ускорительно-накопительного комплекса, которые были начаты еще в советское время.

По словам директора Института физики высоких энергий Николая Тюрина, по множеству причин полностью реанимировать советский коллайдер невозможно, однако есть идея разместить в подземном кольцевом тоннеле гигантский аккумулятор, который помогал бы поддерживать перегруженную электросеть Московского реги-

она. Этот проект уже представили на всероссийских инновационных форумах и научно-технических ярмарках.

Строительство советского коллайдера началось еще в 1983 г. Комплекс был призван обеспечить создание поля с огромным электромагнитным напряжением, на тот момент вдвое превышающим энергию наиболее мощного в мире ускорителя, принадлежащего лаборатории имени Ферми в США, сообщает РИА «Новости». Обе ступени коллайдера планировалось разместить в одном тоннеле длиной почти 21 км.

Подземный кольцевой тоннель имел диаметр 5 м и был расположен на глубине от 20 до 60 м. По длине и глубине залегания он был аналогичен Кольцевой линии Московского метро. Сходство с метрополитеном дополнялось еще и тем, что примерно через каждые полтора километра к кольцевому тоннелю коллайдера примыкали подземные «станции». Эти залы были связаны с поверхностью земли вертикальными шахтами для проводки коммуникаций, транспортировки оборудования и т. д.

Первый участок – подземный канал длиной около 3 км – ввели в строй в 1994 г. Он соединил старый ускоритель протонов У-70, пять лет оставшийся самым крупным в мире, и новый коллайдер.

К середине 1990-х гг. было завершено строительство основного тоннеля, оставались монтажные работы по установке в нем оборудования. Но, к несчастью, из-за сокращения финансирования программы проект постепенно сворачивался, а в 1998 г. и вовсе был закрыт.



## СТРОЯЩИЕСЯ ОБЪЕКТЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Согласно целевой программе, принятой в начале этого года, петербургскими метростроителями ведутся строительные-монтажные работы на ряде объектов. Среди них сооружение наклонного хода и наземного вестибюля станции «Звенигородская» (на сегодняшний день выход в город осуществляется через пересадочный узел на станции «Пушкинская»). При возведении этого объекта применяется уникальная технология, разработанная совместно с институтом «Ленметрогипротранс». Благодаря этой технологии, которая заключается в закреплении грунта по периметру площадки методом jet-grouting, традиционное замораживание грунтов практически не дает осадок при их оттаивании, обеспечивая сохранность находящихся поблизости зданий и сооружений. На сегодняшний день инвесторы, отвечающие за строительство наземного вестибюля станции, уже приступили к возведению нижних этажей будущего торгового комплекса. На первых его этажах будет располагаться выход из метро на Звенигородскую улицу. Срок сдачи наклонного хода в эксплуатацию намечен на конец этого года.

Одним из самых значительных строящихся объектов, к которому приковано внимание не только петербургской, но и международной общественности – это сооружение наклонного хода станции «Обводный канал», где впервые будет применен уникальный тоннелепроходческий механизированный



Так будет выглядеть будущая ст. «Обводной канал»

комплекс Herrenknecht. В данный момент заканчивается монтаж оборудования, и строители надеются в сентябре приступить в проходке эскалаторного тоннеля. Подземный вестибюль станции уже практически готов. Там осталось смонтировать панели с изображением исторических кадров промышленных зон, расположенных в районе будущей станции, на путевые стены. Ст. «Обводный канал» входит в состав первой очереди Фрунзенского радиуса, введенного в эксплуатацию в декабре прошлого года. С того момента и до окончания работ по проходке наклонного хода и вестибюля станция будет «транзитной». Сдача объекта намечена на конец 2011 г.

Еще одним немаловажным объектом петербургских строителей является ст. «Адмиралтей-

ская», которая располагается в самом центре Петербурга рядом с Дворцовой площадью. Ее подземный вестибюль уже больше 10 лет ждет появления выхода на поверхность. Однако решить вопрос с местоположением будущего вестибюля и расселением жилого дома под эти цели удалось только в этом году. Основываясь на заключении экспертной комиссии, которая определила, что расселенный жилой дом «не является вновь выявленным памятником архитектуры», Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников Петербурга выдал разрешение на снос здания. В самое ближайшее время метростроители приступят к разработке котлована и подготовке стартовой камеры для ТПКМ Herrenknecht, который по окончании работ на

ст. «Обводный канал» будет демонтирован и перемещен на ст. «Адмиралтейская».

Также продолжают работы на втором пусковом комплексе Фрунзенского радиуса, включающего в себя станции «Бухарестская» и «Международная». Там идет сооружение станционных комплексов и камеры съездов. Практически завершена проходка наклонного хода ст. «Международная», которая ведется традиционным способом с заморозкой грунта. При появлении дополнительных средств финансирования, строители будут готовы в самые кратчайшие сроки закончить сооружение путевого тоннеля (второй пройден еще в советские годы) и ввести новые станции в эксплуатацию, обеспечив транспортную доступность жителям южных районов города.





# РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ НА АВТОДОРОЖНОМ ТОННЕЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ «МОНОФЛЕКС ФРЕНКЕЛЯ»

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

**А. В. Иванов**, генеральный директор ООО «СМУ-1 Мосметрострой»

**А. А. Чуднецов**, главный инженер ООО «СМУ-1 Мосметрострой»

**С. И. Лобанов**, первый заместитель генерального директора ГУП «Гормост»

**Д. Я. Френкель**, генеральный директор ООО «МПК «Монофлекс Френкеля»

При завершении строительства Серебряноборского автодорожного тоннеля на участке от МКАД до проспекта Маршала Жукова постепенно обнаруживались значительные водопритоки, вплоть до возникновения течей. Натурное обследование тоннеля позволило составить подробную дефектную ведомость, установить причины появления течей и принять соответствующие конструктивно-технологические решения по их устранению.

Определено, что основными причинами такого явления были нарушения требований к плотности бетонного массива вследствие некачественного уплотнения бетонной смеси, неточного выполнения холодных швов, т. е. примыкания свежего бетона к уже отвердевшему и наличие деформационных швов. Это в итоге привело к диффузионному проникновению воды из заобделочного пространства внутрь тоннеля через дефектные его участки. Ситуация осложнилась и обстоятельством, связанным с залеганием тоннеля ниже уровня воды в соседствующей Москве-реке, отчего по принципу сообщающихся сосудов вода в заобделочной породе находилась под избыточным давлением.

Разработанные конструктивно-технологические мероприятия по ликвидации течей были согласованы и утверждены ОАО «Метроргипротранс» и ОАО «Мосметрострой». Работы выполнялись с участием СМУ-1 Мосметростроя и ГУП «Гормост». Всего было устранено течей на общей площади 101,8 м<sup>2</sup>.

Водоподавление осуществлялось двумя способами – конструктивным и технологическим. Первый предусматривал пробуривание отверстий с установкой в них дренажных водоотводных трубок, а технологический включал в себя инъектирование протечек с целью замоноличивания дефектов специальными материалами.

В качестве основных материалов использовались сухая беззасадочная смесь «Монофлекс А» (ТУ 5745-001-70180593 2004), композиция «Монофлекс Е» (ТУ 2513 002-14738993-97) и гермитовые уплотняющие шнуры разных диаметров.

Сухая смесь приготавливалась при водотвердом отношении В/Т – 0,15–0,17 в установке «Гидротон» и наносилась методом торкретирования под давлением 6–8 атм. Материал «Монофлекс Е» укладывался на

поверхность слоем до 1 мм. Уплотняющие шнуры гермита обрабатывались тем же составом, после чего размещались на месте ремонта.

Гидроизоляция производилась на проезжей части автодорожного тоннеля, где на всю ширину его железобетонной конструкции, в целях предотвращения поднятия дорожного покрытия, вырубалась штроба сечением 100×200 мм для отвода воды в дождеприемный колодец. В нее укладывалась оцинкованная перфорированная труба с греющим проводом для предотвращения замерзания воды в зимний период. После этого готовилась дренажная смесь типа «козинаки» на основе отверждающей эпоксидной смолы и гранитного щебня фракции 5–10 мм. Ее укладывали на 2 см выше распределительной арматуры, затем производили торкретирование раствором «Монофлекс А».

Далее по всей рабочей части зоны наносился материал «Монофлекс Е» слоем до 1 мм, а по нему – торкрет-раствор «Монофлекс А» толщиной до 7 мм, поверх которого укладывалась арматурная сетка, обработанная «Монофлекс Е». В той же последовательности производили наращивание через каждые 1,5 ч этих материалов новыми слоями до достижения проектной отметки. Совместное применение обоих составов, учитывая их физико-химическую взаимосвязь, обеспечивает надежную гидроизоляцию по всей толщине ремонтируемого участка и высокую адгезию к основанию.

Деформационные швы, как известно, играют демпферную роль в работе всей конструкции обделки тоннеля. Одновременно являясь, по сути дела, элементом стыка, швы уязвимы для проникновения через них воды. Поэтому проблема их надежной гидроизоляции весьма актуальна.

Натурное обследование выявило их поврежденность, выраженную нарушением сплошности, трещинами, выкрашиванием, через которые проникала вода. Поэтому прежде, чем приступить к восстановлению, необходимо их обязательно очистить от мусора, грязи, осколков. Этот процесс осуществлялся обычными приемами с последующей промывкой водой под давлением и осушкой сжатым воздухом, при этом крайне важно сохранить кромки шва.

На подготовленную его поверхность в канавочную канавку вдавливались жесткими

ребрами металлические желоба внахлест по всей длине шва. Их внешняя сторона, концы и края предварительно покрывались составом «Монофлекс Е» для обеспечения герметичности. Затем между гранями желоба и стыками с двух сторон прокладывался гермит, после чего при помощи мини «Гидротона» наносился материал «Монофлекс Е» слоем до 1 мм с одновременной обработкой им полей и граней стыка. Последней операцией было торкретирование модифицированной беззасадочной смесью «Монофлекс А» толщиной не менее 7 мм. Через 1–1,5 ч повторялось поочередное нанесение в том же порядке материалов «Монофлекс Е и А» до достижения проектной отметки.

Завершающей операцией являлось нарезание руста по всей длине деформационного шва глубиной 11 мм и шириной 6 мм, куда закладывался с обжатием гермит, обработанный «Монофлексом Е». Одновременно предусматривалась закладка противопожарного герметика типа НИЛТ по всей длине деформационного шва.

В целях обеспечения надлежащего влажностного режима твердения торкрета на свежеложенный его последний слой пистолетом-распылителем наносился стабилизированный латекс СКС 65 ГП, разведенный водой в соотношении 1:2.

В случае непрекращающегося потока воды проводились все операции, указанные выше. Только вместо инъекторных трубок устанавливалась оцинкованная, на которую монтировались трубы ПВХ с утеплителем для сброса воды в дождевой колодец. Такой дренаж является неотъемлемой частью гидроизоляции.

Для гидроизоляции стен тоннеля в дефектных участках пробуривались отверстия, через которые сбрасывалась вода. После прекращения течи в эти отверстия подавался цементный раствор с регулируемым сроком схватывания для последующего нагнетания «Монофлекс N». Таким образом фильтрация была устранена.

Все ремонтно-восстановительные работы проводились с октября 2007 г. по май 2008 г. В настоящее время претензий к ним не имеется. Поэтому можно с уверенностью констатировать надежность и эксплуатационную долговечность ремонтов, произведенных по технологии и с материалами «Монофлекс Френкеля».



# СДАН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ БОЛЬШОЙ НОВОРОССИЙСКИЙ ТОННель

М. Ю. Беленький, заместитель генерального директора ОАО «Бамтоннельстрой»



## Торжественная сдача

12 июня 2009 г. на участке Крымск – Новороссийск Северо-Кавказской железной дороги состоялось торжественное мероприятие по случаю пуска в постоянную эксплуатацию Большого Новороссийского тоннеля.

В церемонии открытия приняли участие вице-президент ОАО «РЖД» Владимир Воробьев, начальник СКЖД – филиал ОАО «РЖД» Владимир Голоскоков, генеральный директор ОАО «Строй-Трест» Михаил Гутников, генеральный директор ОАО «Бамтоннельстрой» Виктор Гридасов, глава муниципального образования

города-героя Новороссийска Владимир Синяговский и другие официальные лица.

В приветственном слове вице-президент ОАО «РЖД» Владимир Воробьев отметил особую важность данного проекта. По его словам, старый тоннель уже не отвечал требованиям времени – современным поездам повышенного габарита необходим был тоннель соответствующего размера. Новый, современный, обеспечит безопасность и увеличит пропускную способность движения поездов на данном участке.

В торжественной обстановке генеральный директор ОАО «Бамтоннельстрой» Виктор

Гридасов вручил начальнику Северо-Кавказской железной дороги Владимиру Голоскокову символический ключ от нового тоннеля. В свою очередь, начальник СКЖД поблагодарил всех, кто принимал участие в его сооружении. В ходе приветственной речи неожиданно для присутствующих через новый тоннель был пущен пассажирский поезд.

## Проектные решения

Строительство тоннеля началось в октябре 2005 г. Он расположен на перегоне между станциями Тоннельная – Гайдук, где железная дорога пересекает Главный Кавказский хребет. Непосредственно к северному portalу тоннеля примыкает станция Тоннельная.

Условия прохождения трассы железной дороги на этом перегоне достаточно тяжелые. С учетом ее параметров, а также положения существующего тоннеля проектировщиками были рассмотрены два варианта реконструкции:

- строительство нового двухпутного тоннеля с консервацией существующего тоннеля;
- прокладка однопутного тоннеля с последующей реконструкцией существующего в однопутный.

В соответствии с заданием Министерства путей сообщения РФ (ОАО «РЖД») от 20 марта 2003 г. проектно-изыскательским институтом «Бамтоннельпроект» (генеральный директор Яковлев Александр Владимирович) был разработан проект реконструкции Большого Ново-



российского тоннеля по второму варианту, а именно строительство однопутного тоннеля с параллельной транспортно-дренажной штольней. Согласно проекту, длина нового тоннеля составляет 1627,8 п. м, а штольни – 1657,2 п. м. Продольный профиль тоннеля односкатный с уклоном в сторону южного портала и максимальной крутизной 11,1 ‰.

При существующих и перспективных грузопотоках по перегону Тоннельная – Гайдук было предусмотрено осуществить реконструкцию тоннеля в два этапа:

1-й – одновременное сооружение нового однопутного тоннеля и транспортно-дренажной штольни. Движение поездов в течение всего периода строительства будет осуществляться по действующему (старому) двухпутному тоннелю;

2-й – реконструкция старого тоннеля под один путь. Движение в это время будет производиться по новому тоннелю.

После завершения проходки обеих тоннелей двухпутное движение по перегону будет восстановлено.

### Горно-геологические особенности и строительство объекта

Рельеф местности в районе строительства среднгорный и в некоторых местах высокогорный, достаточно сильно расчлененный. Максимальная глубина заложения старого тоннеля составляет 103 м. Район проведения работ относится к сейсмической зоне – расчетная сейсмичность составляет 9 баллов, что было учтено при проектировании новых тоннелей. В целом горно-геологические условия не совсем благоприятны для ведения проходческих работ. Так, небольшая крепость пород (от  $f = 1,2-1,5$  до  $f = 4,0-5,0$  по Протодьяконову) – от слабоустойчивых пород до среднеустойчивых, переменная обводненность горного массива, зависящая от степени и характера трещиноватости пород, от времени года и количества выпадаемых осадков, все это усложняет процесс строительства. По предварительным оценкам ожидаемый максимальный приток воды на забой на момент проходки составил 15 м<sup>3</sup>/ч. При этом, вода по своему химическому составу не агрессивна к бетону нормальной проницаемости железобетонных конструкций.

Принимая во внимания все эти условия, проходку тоннеля вели с использованием комбайнов избирательного действия Alpine Miner AM-75 и Mitsui Miike MRH S-200 с двух порталов, уступным способом.

На участках, характеризующихся коэффициентом крепости  $f = 1,2-1,5$ , тоннель сооружали с опережающим креплением свода шпильями и ограниченной заходкой. В качестве временного крепления в основном применяли набрызг-бетон с пространственными арками, а в слабоустойчивых грунтах использовалась аркобетонная крепь из балки I № 30.

Сбойка по верхней (колоттной) части тоннеля состоялась 15 сентября 2007 г, а по нижней (штрасса) – 4 декабря того же года.

Бетонирование постоянной отделки (свода и стены) осуществлялось с помощью меха-



низированной опалубки Saga Kogio блоками по 12 м. Перед бетонированием производилась гидроизоляция из водонепроницаемой пленки «Агруфлекс» толщиной 2,2 мм с установкой дренирующего слоя из геотекстиля. Для сооружения железобетонной отделки тоннеля использовалась арматура из стали класса AI и AIII.

Верхнее строение пути выполнено на щебне с железобетонными шпалами и рельсами Р-65. Рельсовое скрепление – раздельное, типа КБ-65.

Параллельно строительству тоннеля так же с двух порталов велась проходка дренажной штольни. С южного она осуществлялась буровзрывным способом, а с северного – с помощью комбайна Alpine Miner AM-75. В качестве временного крепления, так же как и по тоннелю, в основном применяли набрызг-бетон, а на ослабленных участках – аркобетон. Сбойка штольни состоялась 24 июня 2007 г.

Наряду с основными работами по проходке тоннеля возводились объекты ВОХР, железнодорожный мост со стороны Южного портала, производилась установка

оборудования энергетического хозяйства для постоянной эксплуатации, велось устройство железнодорожных подходов. Всего было разработано около 295 тыс. м<sup>3</sup> горной массы, уложено около 76 тыс. м<sup>3</sup> монолитного бетона и железобетона. Применение в отделке современных гидроизоляционных материалов позволит увеличить срок службы данного сооружения на десятки лет.

Заказчиком строительства данного объекта является Дирекция по строительству объектов железнодорожного транспорта юга России – филиал ОАО «РЖД» (ДСОЖ-Юг), генеральный подрядчик ОАО «Строй-Трест», подрядчик ОАО «Бамтоннельстрой», ЗАО «УС ЮГСК» выполняло работы со стороны Южного портала, ООО «УМГКР» – с Северного. Генеральным проектировщиком является ООО ПИИ «Бамтоннельпроект».

Большой Новороссийский тоннель сдан. Следующий на очереди – Малый Новороссийский тоннель, строительные работы по которому завершены, и на данный момент он готовится к сдаче в постоянную эксплуатацию.

# МОСКОВСКИЕ МЕТРОСТРОЕВЦЫ УСПЕШНО ЗАВЕРШИЛИ ПРОХОДКУ ТОННЕЛЯ ПОД БОСФОРОМ В ТУРЦИИ

Л. А. Астрин, финансовый директор ОАО «Мосметрострой»



Коллектив Московского метростроя успешно завершил проходку тоннеля диаметром 6 м и протяженностью 3145 м под проливом Босфор. Это самый сложный участок на спроектированной трассе 150-километрового трубопровода в рамках проекта «Мелен», строящегося для обеспечения населения Стамбула пресной водой от реки Мелен. Система должна обеспечить потребность жителей города в питьевой воде до 2040 г. Мощность установки рассчитана на 750 тыс. м<sup>3</sup> в день.

ОАО «Мосметрострой» в консорциуме с ЗАО «Объединение «Ингеоком» и двумя турецкими строительными фирмами «Alke» и «STFA» в январе 2006 г. выиграли тендер на сооружение гидротехнического тоннеля под проливом Босфор на глубине от 0 до 140 м с уклоном 7,439 %.

Заказчиком выступает Министерство природных ресурсов Турции.

Для работы в проекте была сформирована команда из опытных специалистов ОАО «Мосметрострой» и СМУ «Ингеоком».

Геологические исследования для строительства Босфорского тоннеля системы Большой Мелен начались в 1993–1995 гг.

Первый тендер на прокладку тоннеля, объявленный в 1997 г., выиграл консорциум турецких и германских фирм. Однако по причине высоких геологических рисков и недостаточности исследований тендер признали недействительным.

Начиная с 1997 по 2002 г. были произведены дополнительные исследования (разведочное бурение морской части).

При производстве геологоразведочных работ по трассе тоннеля были пробурены 24 разведочные скважины различной глубины (max 200 м), в том числе: с азиатской стороны – 16 шт. и непосредственно в районе пролива – 8.

По результатам обработки данных бурения было установлено, что трасса тоннеля будет проходить в разнообразных горно-геологических условиях с пересечением зон тектонических нарушений и разломов (восемь скважин в морской части давали общее представление о наличии разломов и требовалось их уточнение. Поэтому в технологический цикл проходки тоннеля включили опережающее бурение на 40 м).

Породы по трассе представлены в основном песчаниками, аргиллитами, известняками с включением вулканических песчаников с прочностью породы от 15 до 100 МПа, коэффициентом фильтрации  $K = 1,1-6,0$  м/с. Уровень грунтовых вод колеблется от 50 до 140 м.

Данные характеристики пород дали возможность заложить в проект технологию сооружения тоннеля механизированным способом.

С учетом особенности геологических условий и требований проекта, фирмой «Херренкнехт» был спроектирован и изготовлен тоннелепроходческий механизированный комплекс диаметром 6,15 м с грунтопригрузом.

#### Параметры ТПКМ

диаметр . . . . .	6,150 мм
длина с технологическими тележками . .	142 м
общий вес . . . . .	около 730 т
мощность привода . .	2000 кВт
максимальный крутящий момент . . .	3,519 кНм

#### Завершение проходки







Специальная конструкция упорной рамы для монтажа ТПМК

Важными конструктивными особенностями ТПМК являются:

- выполнение во взрывобезопасном исполнении;
- установлены сверхчувствительные датчики метана, CO<sub>2</sub>, CO;
- система автоматического пожаротушения;
- специальная (удлиненная) конструкция защитного комплекса технологических тележек;
- специальная конструкция 4-рядного щеточного уплотнения юбки щита предназначена для работы при гидростатическом давлении грунтовых вод до 13,5 бар;
- наличие систем опережающего бурения разведочных и инъекционных скважин;
- мощная водоотливная установка.

Ввиду значительного уклона тоннеля (7,439 %) для доставки блоков обделки и вспомогательных материалов использовались мультисервисные транспортные средства на колесном ходу.

Выдача разработанной породы на портал осуществлялась с помощью конвейерной откатки.

Еще одной особенностью данного проекта является строительная площадка.

В связи со стесненными условиями сборки ТПМК, монтажная площадка размером 35×10 м располагалась вдоль узкой долины, а комплекс длиной 142 м необходимо смонтировать поперек ее. Поэтому проектом было предусмотрено сооружение 200-метровой проходной штольни.

Монтаж ТПМК производили частями, не более двух технологических тележек, передвигаемых смонтированные элементы по рельсам, установленным на специально изготовленных бетонных опорах, вглубь проходной штольни.

Монтаж ТПМК был начат в декабре 2007 г., а проходка тоннеля – в феврале 2008 г.

Большой сложностью проходки, кроме сильного психологического давления – над головой Босфор и глубина 140 м, было опережающее разведочное бурение через каждые 40 м, которое позволяло четко определить геологию, границы неустойчивых участков, водоприток и, соответственно, мероприятия по закреплению породы.

Для ее закрепления на неустойчивых участках и подавления большого водопритока производили:

- нагнетание водноцементного раствора и полимерных составов в лоб забоя;
- нагнетание полимерных составов за обделку для ликвидации течей;
- создание «упорного кольца» из полимерных составов для уменьшения притока воды.

Сооружение тоннеля завершилось в апреле 2009 г.

В настоящее время произведен демонтаж ТПМК через ствол диаметром 8 м и глубиной 140 м. Максимальный вес выдаваемых элементов – 96 т. Для их подъема работали одновременно два автокрана грузоподъемностью 800 и 400 т.

Для Московского метростроя это был первый опыт таких масштабных работ за рубежом. Торжественная церемония, посвящен-



Строительная площадка

ная окончанию строительства уникального объекта, с точки зрения технологий его реализации, состоялась 2 мая 2009 г.

Московским метростроевцам удалось за 15 месяцев соединить тоннелем два материка. Успешные результаты проходки при экстремально трудных геологических условиях еще раз доказали высокий уровень российского тоннелестроения.



# ПЕРЕДОВЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВЫСОКОПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КАДРЫ НПО «КОСМОС» – ОСНОВА СОЗДАНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Правительство Москвы из года в год наращивает темпы и объем дорожного и инженерного строительства для решения проблем транспортной доступности, повышения пропускной способности основных магистралей. Радиально-кольцевая схема организации городского движения, доставшаяся Москве от генеральных планов прошлого, с годами оказалась далекой от идеала и не приспособленной к работе в современных условиях. Решением транспортных проблем должно стать: совершенствование схемы организации транспортных потоков; строительство новых дорог и модернизация существующих, отдавая предпочтение развязкам тоннельного типа, позволяющим сохранить историческую застройку Москвы.

## Опора на фундаментальные научные знания

Яркий пример тому – реконструкция Большой Ленинградки. Генеральным подрядчиком на этом наиболее социально востребованном и значимом объекте транспортного строительства в Москве является НПО «Космос», возглавляемое лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Андреем Валерьевичем Черняковым.

Концерн выполняет заказы правительства Москвы, реализуя для города современные высокотехнологичные проекты реконструкции и строительства объектов транспортной инфраструктуры. Возводимые НПО «Космос» автодорожные тоннели придают новое качество городской инфраструктуре. Появляются не просто дороги под землей, а высокотехнологичные тоннели нового поколения с совершенными системами безопасности и управления движением.

## Первый результат

Одним из этапов реконструкции Большой Ленинградки был пуск в эксплуатацию Ходынского автодорожного тоннеля у Путевого Дворца в районе станции метро «Динамо», который подтвердил правильность применяемого НПО «Космос» метода высокоинтенсивного возведения конструкций тоннельного типа. Так, нормами продолжительности строительства этого тоннеля предусматривалось 36 мес., а специалисты НПО «Космос» завершили его сооружение через 10 мес. Начав работы в апреле 2006 г., уже в феврале 2007 г. было открыто движение по Ходынскому автомобильному тоннелю.

Инженерам НПО «Космос» удалось поднять конструкции тоннеля над подземными реками, выполнить методом инъектирования по Jet-технологии специальное плато,

ставшее опорой для свай, которые устраивались не сплошной стеной в отличие от первоначального проекта, а с определенным шагом. Это обеспечило беспрепятственное течение подземных вод и предотвратило возможное разрушение подземных коммуникаций и фундаментов близстоящих зданий.

## «Сокол». Инновации и надежность

Следующим этапом реконструкции Ленинградского проспекта стало масштабное строительство многоуровневой транспортной развязки в районе метро «Сокол». Работы ведутся в соответствии с долгосрочными градостроительными планами, учитывающими прогнозы развития данной городской территории в строгом соответствии с директивными сроками правительства Москвы. При этом сохранение автомобильного движения на период строительства важнейшей городской магистрали является принципиальной позицией НПО «Космос».

А. В. Черняков отмечает: «Строительство крупнейшей в Европе транспортной развязки в районе станции метро «Сокол» – действительно сложная, но интереснейшая многогранная инженерная задача. С самого начала пришлось решать вопросы устойчивости грунтов при возведении основных конструкций тоннелей, сохранности близлежащих зданий и подземных сооружений, переустройства сотен километров подземных инженерных сетей, подземных рек и т. д.»

Строительство современной транспортной развязки в районе метро «Сокол» изначально предполагало большой объем работ в сложных гидрологических условиях, в центральной части мегаполиса при плотной городской застройке и сотнями объектов подземных коммуникаций. Проектом строительства предусмот-

рено: реконструкция существующего Ленинградского автомобильного тоннеля; сооружение новых Волоколамского и Алабяно-Балтийского автомобильных тоннелей (движение автотранспорта по которым будет осуществляться по трем полосам в обе стороны); эстакады с бокового проезда Ленинградского проспекта на Волоколамское шоссе; переустройство трамвайных путей, с разворотом на транспортном узле и заменой их бесшумными рельсовыми путями; перекладку существующих и сооружение новых подземных коммуникаций.

25 декабря 2007 г. было открыто рабочее движение по обновленному Ленинградскому тоннелю, общая длина которого составляет 660,21 м. Специалисты НПО «Космос» заменили старые несущие конструкции, укрепили стены и расширили тоннель до трех полос в каждом направлении. Объем выполненных бетонных работ составляет более 27 тыс. м<sup>3</sup>, осуществлена перекладка сотен километров подземных инженерных коммуникаций.

На реконструкцию данного тоннеля проектом отводилось 12 мес. Применяемые НПО «Космос» наукоемкие технологии строительства позволили обеспечить пуск тоннеля на 7 мес. раньше нормативных сроков.

Пуск первой очереди Волоколамского автомобильного тоннеля, соединяющего Волоколамское шоссе с Ленинградским проспектом, по направлению из области в центр города, состоялся совсем недавно – 5 августа, а в четвертом квартале текущего года намечен его ввод в эксплуатацию в полном объеме. Общая длина тоннеля равна 1730 м, из которых 1170 м – закрытая часть. Тоннель сооружен на глубине до 14 м. При его строительстве осуществлена прокладка нового русла реки Таракановки, убранного в коллектор более полувека назад (одновременно с прокладкой метрополитена).

Все работы по возведению основных конструкций Волоколамского тоннеля, выемке грунта, укреплению близлежащих зданий и сооружений и перекладке инженерных коммуникаций НПО «Космос» ведет параллельно, а не последовательно, как это принято в общей строительной практике, что требует уникальных методов организации работ и обеспечивает выполнение жесткого графика.

Важно и то, что для безопасности пешеходов через проезжую часть на этом участке возведены временные пешеходные мосты. (Кстати, москвичи уже привыкли к построенным ранее подземным переходам и пешеходным мостам с лифтами и пандуса-

ми у северного выхода станции метро «Динамо», на улице Серегина, в проезде № 5509, у Шебаевского переулка, южного выхода станции метро «Аэропорт» и др.).

Открытая 25 декабря 2008 г. временная эстакада с Ленинградского проспекта на Волоколамское шоссе (длина 378 м) позволила обеспечить бесветофорное движение на данном участке дороги, что способствовало увеличению пропускной способности магистрали.

Уникальный тоннель – в створе улиц Алабяна и Большая Академическая создается на глубине более 20 м. Он пройдет под существующей Замоскворецкой линией метро, Ленинградским и Волоколамским тоннелями. После окончания работ в нем также будет по три полосы движения в каждом направлении.

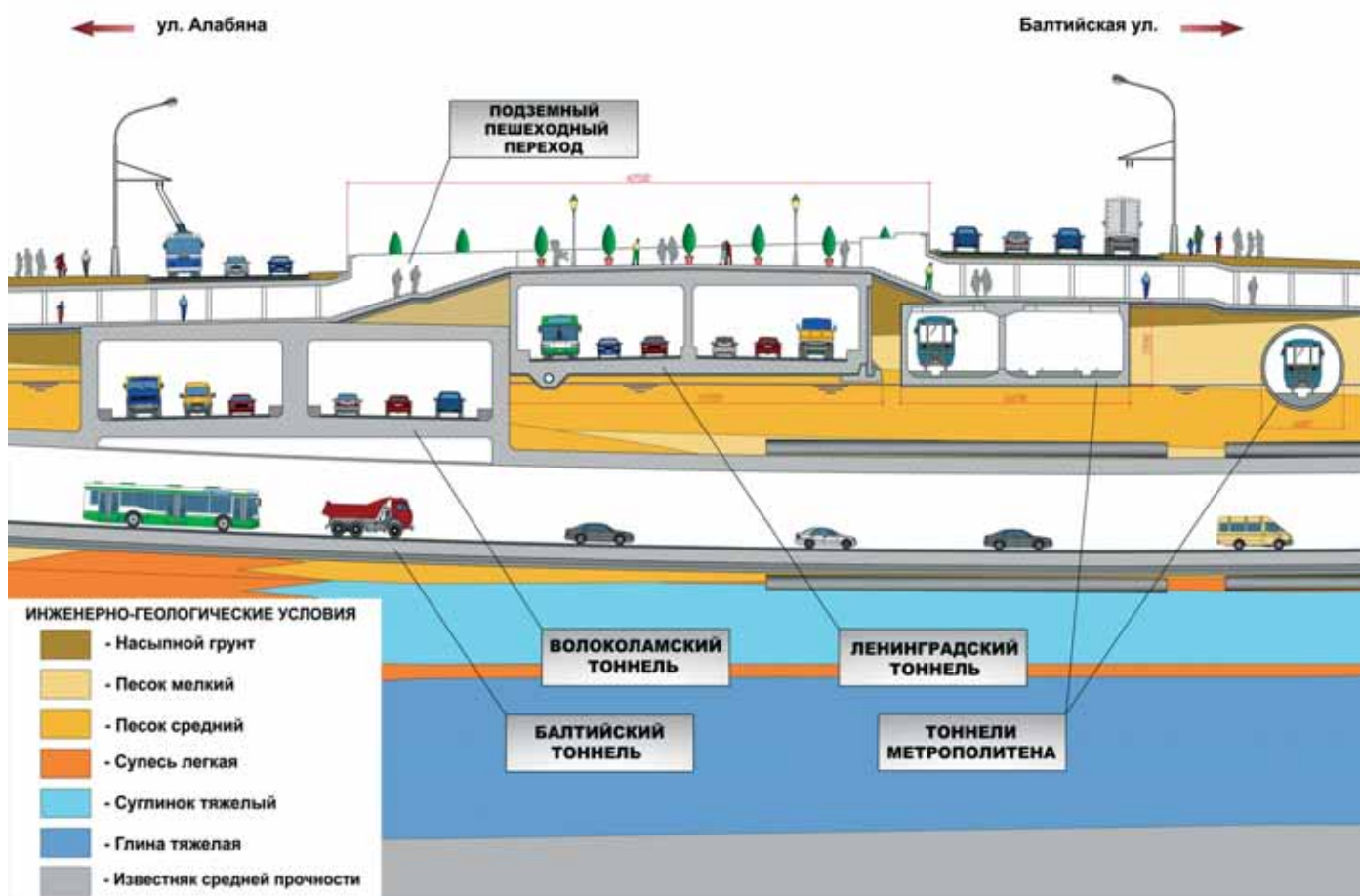
Общая длина будущего тоннеля, получившего рабочее название Алабяно-Балтийский, составит 2015 пог. м.

«Какая же будет польза от этого тоннеля?» – вправе спросить читатель. Дело в том, что до сих пор улица Балтийская была тупиковой, ограничивалась Октябрьской железной дорогой. Теперь, когда под путями будет проложен Алабяно-Балтийский автомобильный тоннель, возникнет связка Ленинградского проспекта с Большой Академической улицей и Дмитровским шоссе с одной стороны Ленинграда, а с другой стороны появится выход с Ленинградского проспекта к Рублевскому и Можайскому шоссе, через Звенигородский проспект. В сумме получится часть транспортного кольца, которое свяжет районы четырех административных округов столицы – Западного, Северо-Западного, Северного и Северо-Восточного.

Строительство этого тоннеля беспрецедентно по сложности проводимых работ, применяемым инженерным решениям и технологиям. Концерн впервые в отечественной практике ведет прокладку автомобильного тоннеля под тоннелем метрополитена, которым ежедневно пользуются миллионы пассажиров, без остановки движения метropоездов. Специалисты НПО «Космос» принимают все необходимые меры безопасности, в том числе укрепляют грунт под конструкциями метрополитена, устанавливают специальные страховочные пакеты, в местах будущей проходки укрепляют основания тоннелей. Их бетонная конструкция усиливается рядом мероприятий, в том числе путем устройства внутри тоннеля продольных металлических неразрезных сквозных ферм.

Еще одна новация: при сооружении автомобильного тоннеля создан уникальный специализированный центр





Поперечное сечение Ленинградского проспекта после завершения строительства



Начало проходки Алабяно-Балтийского тоннеля

управления проходкой (ЦУП). Здесь на экранах компьютеров, в режиме реального времени, специалисты НПО «Космос» наблюдают за изменением состояния грунтов при проходке. Информацию об их разряжении или о избыточном давлении фиксируют специальные датчики, заглубленные в землю. В

ЦУП также поступает информация о влиянии изменений состояния грунтов на инженерные коммуникации, фундаменты домов и метро. Все решения по характеру проходческих работ принимаются на основе точных расчетов с помощью методов математического моделирования поведения грунтов.

Проходка осуществляется под защитой экранов из труб. Тщательно выверяется каждое действие операторов и мастеров-проходчиков для главной цели – отсутствия воздействия, при строительстве, на действующий метрополитен.

Регулярно руководителем ГУП «Московский Метрополитен» Д. В. Гасымов на месте работ тщательно и жестко оценивается состояние безопасности метро при возведении Алабяно-Балтийского тоннеля, согласовываются технологии, темпы и текущие задачи строителей.

Всего на возведении объекта сегодня задействовано более 4 тыс. человек, 40 буровых установок, 29 экскаваторов, 21 автобетононасос, 62 единицы средств малой механизации, более 200 единиц техники различного назначения.

В НПО «Космос» убеждены, что поставленные задачи можно решать только с помощью единения усилий высокопрофессиональных строителей, талантливых проектировщиков, ученых, служб заказчика.

«Сегодня необходимо опережать стремительные темпы развития Москвы, создавать и реализовывать проекты, основанные на научных достижениях, которые позволяют в сжатые сроки возводить сложнейшие объекты транспортной инфраструктуры», – отмечает руководитель НПО «Космос» А. В. Черняков.





# COGEMACOUSTIC®

## СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯТОРОВ И ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ

ПОЛОЖИТЕСЬ НА НАШ ТРИДЦАТИЛЕТНИЙ ОПЫТ

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

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

### **Cogemacoustic предлагает:**

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

### **Системы постоянной вентиляции**

#### *Удовлетворение всех ваших требований*

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

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



### **Шахты**

*К вашим услугам – наш богатый опыт*

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

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

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

### **Адрес во Франции:**

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

### **Представительство в России:**

Tel. (495) 724-74-81  
Fax. (499) 265-79-51

# СООРУЖЕНИЕ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ВАРШАВСКОГО ШОССЕ С КУРСКИМ НАПРАВЛЕНИЕМ МЖД МЕТОДОМ ПРОДАВЛИВАНИЯ

О. В. Сазонов, главный инженер проекта, ГУП «Мосинжпроект»

Большим событием текущего года является реализация уникального проекта – сооружение в Москве автодорожного тоннеля на пересечении Варшавского шоссе с Курским направлением железной дороги методом продавливания. Данный способ строительства институтом ГУП «Мосинжпроект» был выбран неслучайно – иной возможности построить современный восьмиполосный тоннель под действующей железной дорогой без прекращения движения поездов не было.



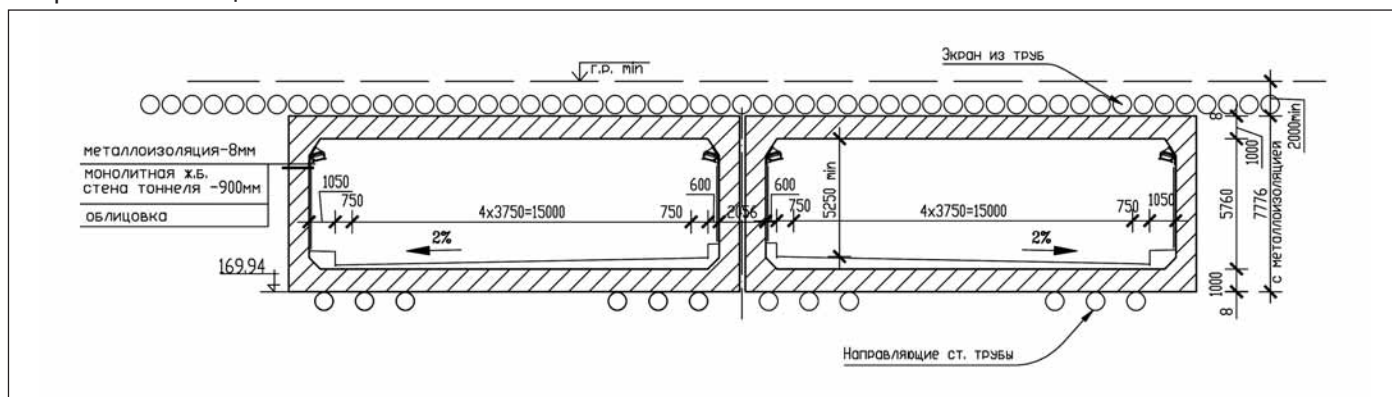
Группа домкратов



Смонтированные карты металлоизоляции

До настоящего времени Варшавское шоссе в районе Южного Бутово проходило под железнодорожным путепроводом, не отвечающим современным транспортным потокам и к тому же негабаритному по высоте. Курское направление МЖД на данном перегоне ст. Бутово – ст. Красный Строитель проходит в невысокой насыпи и имеет четыре главных пути. При выборе трассы нового участка дороги были учтены многочисленные факторы, подтверждающие то, что единственным способом прокладки транспортного тоннеля является метод «продавливания», впервые осуществлённый в 2001 г. СМУ-5 ОАО «Метрострой» при строительстве участка 4-го транспортного кольца на пересечении Нахимовского проспекта и Павелецкого направления МЖД по проекту Мастерской № 7 ГУП «Мосинжпроект». Усложняющим фактором для принятого метода производства работ являлось то, что выбранная ось нового участка Варшавского шоссе пересекала железнодорожную насыпь под острым углом  $\alpha=30^\circ$ , в результате чего собственно проходка удлинилась до 120 м. Было принято решение выполнить транспортный тоннель в две очереди отдельно под каждое направление движения, состоящее из четырёх полос автотранспорта, общей шириной в бортах  $B=16,5$  м. С учётом конструктивных толщин элементов сечение тоннеля составило  $20 \times 8$  м в виде объёмной замкнутой железобетонной секции. По длине каждая очередь состояла из трёх секций длиной по 30 м, причём хвостовая секция первой очереди имела удлинённое на 17,5 м днище с наклонными падающими стенами, держащими откос насыпи железной дороги по окончании проходки. До начала продавливания необходимо было выполнить следующие подготовительные этапы работ:

Поперечное сечение секций тоннеля



- усиление четырёх главных путей железной дороги страховочными пакетами с ограничением скорости движения поездов до 40 км/ч;
- устройство стапеля из металлической рамы на буронабивных сваях диаметром 830 мм и установка платформы для размещения проходческого комплекса «Херренкнехт». При этом входной и выходной откосы были закреплены;
- возведение боковых стен рабочего (входного) и приёмного (выходного) котлованов их буресекущихся свай диаметром 1 м;
- создание задней упорной стенки с устройством массива из грунтоцементных свай;
- разработка рабочего котлована глубиной 11 м от головок рельс с укреплением лобового откоса с уклоном 1:1;
- устройство системы дренажа по дну рабочего котлована, препятствующему притоку грунтовых вод в основание стапеля;
- сооружение его железобетонной плиты с наколочными путями и железобетонной стенкой упора.

Затем на стапеле сооружались три железобетонные секции первой очереди тоннеля с поочерёдным бетонированием днища, стен и перекрытия. Днище и стены объёмной секции бетонировались в сплошной наружной защитной изоляции, выполненной из металлокарт индивидуального изготовления. По длине и высоте они сболчивались через герметик. После устройства перекрытия металлокарты стены замыкались сваренными между собой стальными листами  $\delta=8$  мм. Друг от друга секции располагались на расстояниях 2,1 м, в которые монтировались индивидуальные кассеты с домкратами грузоподъемностью 120 т. Всего было установлено три группы домкратов между секциями и задней упорной стенкой. Общее их число составило 145 шт. Специально изготовленная гидравлическая система развивала усилие в 10 тыс. т.

На первую (головную) секцию была смонтирована ножевая часть, состоящая из отдельных пространственных металлоизделий общим весом 242 т. Собственно продавливание производилось поэтапно по принципу движения гусеницы, то есть первая секция отталкивалась с упором во вторую, вторая – в третью, третья – в упорную стенку. Длина рабочих заходок составляла 80 см, а при максимальных усилиях находящейся в грунте первой секции – 40 см, при этом промежуток между упорной стенкой и домкратной группой хвостовой секции заполнялся усиленными железобетонными блоками шириной 40 см.

Грунт в забое разрабатывался экскаватором «обратная лопата» сверху вниз под углом 45°, грузился фронтальным погрузчиком в два автосамосвала, которые вывозили его в отвал за пределы секций, внутри которых была устроена система принудительной вентиляции. На всём протяжении проходки под днище и за стены первой секции закачивался бентонитовый состав. Это, в купе с металлоизоляцией, снижало силы трения.

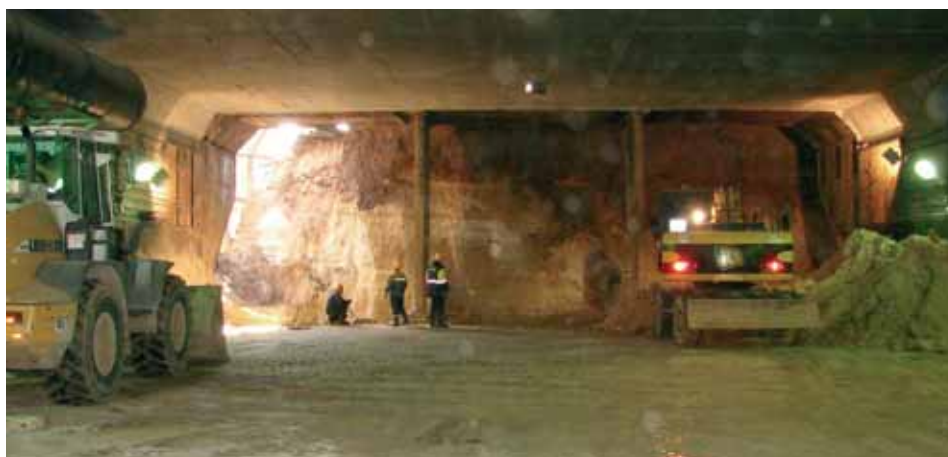
В строительстве данного объекта принимали участие: ЗАО «Трансмонолит» производило продавливание; коллектив Тоннельного отряда-44 соорудил надежную и высокоточную систему защиты будущего тоннеля – защитный экран; рамповую часть возводил «Гидротехник-447»; дорожные работы и перекладку коммуникаций вело СУ-35 Гордорстроя. Гидравлический комплекс разработал и изготовил Скуратовский опытно-механический завод.



**Ножевая часть**



**Экран из труб под железнодорожным полотном**



**Разработка забоя**

**Готовый тоннель**



# ЮЖНАЯ РОКАДА. УЧАСТОК ОТ БАЛАКЛАВСКОГО ПРОСПЕКТА ДО КАШИРСКОГО ШОССЕ В МОСКВЕ

А. З. Закиров, главный инженер проекта, вице-президент ОАО «Метротранс»



Сегодня в Москве зарегистрировано более трех миллионов автомобилей. Ежегодно к ним прибавляется еще 100 тысяч – не считая 600 тысяч машин, каждый день приезжающих в столицу из других регионов. Правительство Москвы решает транспортную проблему комплексно: выводит за черту города промышленные предприятия, развивает общественный транспорт, прокладывает новые автотрассы и модернизирует старые.

## Градостроительная ситуация

Построенные в Москве кольцевые магистрали не справляются с возрастающей нагрузкой. Поэтому уже сегодня начались работы над двумя новыми хордовыми трассами – Северной и Южной рокадами. Северная пройдет по улице Алабяна и Балтийской, Южная – по Балаклавскому проспекту и улице Обручева. Они должны будут разгрузить кольцевые трассы Москвы и связать между собой спальные районы, которые до сих пор были разделены клиньями железных дорог и промзон. В районах сложившейся застройки дороги пройдут по мостам и тоннелям.

Проектируемая автодорожная магистраль Южной рокады соединит Балаклавский проспект и улицу Борисовские пруды, пересекая при этом Варшавское шоссе, Пролетарский проспект и Каширское шоссе.

В Южном административном округе Москвы основными существующими радиальными магистралями, осуществляющими связь района с Москвой и областью, являются Варшавское, Каширское шоссе и Пролетарский проспект. Их важной особенностью, влияющей на характер функционирования магистралей, является то, что они практически не имеют планировочно значимых дублирующих направлений. Кроме того, поперечное хордовое направление «Южная рокада» полностью не сформировано, что вызывает перегрузку этих радиальных направлений.

По результатам предпроектных проработок можно сделать вывод о том, что исчерпан запас пропускной способности Каширского и Вар-

шавского шоссе, улиц Кантемировская и Борисовские пруды. На пределе пропускной способности работают Балаклавский и Пролетарский проспекты. Помимо этого, следует отметить неравномерность загрузки трасс по участкам.

## Природные условия района строительства

Запроектированный участок расположен на частично застроенной территории с многочисленными подземными коммуникациями. Трасса начинается в районе пересечения Балаклавского проспекта и Варшавского шоссе и простирается на восток, пересекая 1-й Котляковский переулок, Пролетарский проспект, проходит по Кантемировской улице через Кавказский бульвар, Каспийскую улицу, пересекает реку Чертановку, Борисовские пруды, Каширское шоссе и идет далее по улице Борисовские пруды. Её длина около 6,5 км.

В геоморфологическом отношении участок проведения работ расположен в пределах поймы и третьей надпойменной террасы реки Москвы. В районе прохождения трассы распространены четвертичные, меловые, юрские и каменноугольные отложения. Гидрологические условия района работ характеризуются наличием надюрского и каменноугольного водоносных горизонтов. Территория предполагаемого строительства относится к неопасной в карстово-суффозионном отношении.

## Основные проектные решения

Проектируемая трасса является продолжением Балаклавского проспекта и проходит по границе промзоны Котляково, через при-

родный комплекс в районе реки Чертановки (транспортный коридор вычленен из территории природного комплекса), через существующую жилую застройку по улице Кантемировской, через территорию природно-исторического парка «Царицыно» и вливается в улицу Борисовские пруды.

Магистраль запроектирована на три полосы движения в каждом направлении.

Поперечный профиль включает в себя ширину проезжей части 35 м, т. е. шесть полос движения по 3,75 м, разделительной шириной 2 м и полос безопасности по 1 м. Трогуары вдоль трассы предусмотрены шириной 3 м с каждой стороны. Так же запроектированы съезды на уличную сеть и внутриквартальные дороги.

По трассе запроектированы четыре транспортных развязки: № 1 (Варшавское шоссе) – трехуровневая; № 2 (под железной дорогой), № 3 (Пролетарский проспект) и № 4 (Каширское шоссе) – двухуровневые.

## Трасса тоннеля

Сооружение тоннелей намечено осуществлять закрытым и открытым способами работ.

Проходка тоннелей будет вестись при помощи щитового тоннелепроходческого механизированного комплекса фирмы «Херренкнехт» диаметром 14,2 м с гидropriгрузом забоя, завершившего проходку Северо-Западного тоннеля.

Открытый способ предусмотрен вдоль улиц Кантемировская и Борисовские пруды.

Размещение стартовой и разворотных камер намечено на территориях свобод-



ных от капитальной застройки, вне природоохранных зон.

В плане применены кривые радиусов на участке щитовой проходки в пределах от 800 до 2500 м и от 1000 до 2200 м.

Уклоны продольного профиля тоннельного участка приняты в пределах от 30 до 40 ‰.

На рамповых участках перед въездом в тоннель ширина каждой из трех полос также запроектирована равной 3,5 м. На длине рамповых участков на выезде из тоннеля намечено постепенное уширение каждой полосы с 3,5 до 3,75 м. Служебный проход шириной 0,75 м предусмотрен только с правой стороны по ходу движения автомобилей.

### Строительные конструкции

Закрытый способ с использованием тоннелепроходческого механизированного комплекса (ТПМК) применен на пересечении с природоохранном комплексом с северной стороны Нижнего Царицынского пруда, на пересечении с путями Московской железной дороги Курского направления, с Каширским шоссе, частично под Кантемировской улицей до пересечения с улицей Кошкина.

Обделка внутренним диаметром 12,35 м и наружным 13,75 м – сборная из высокопрочных и водонепроницаемых железобетонных блоков. Стыки между блоками в кольце – плоские. Для повышения жесткости обделки предусматривается перевязка швов соседних колец. Кольцо шириной по оси 2000 мм состоит из девяти блоков: шести нормальных, двух смежных и одного ключевого.

На радиальные поверхности блоков со стороны, противоположной забою, по оси действия щитовых домкратов наклеены распределительные прокладки.

Ключевой блок располагается против одного из домкратов. Он выполняется в виде клина, обращенного широкой стороной к забою.

При вводе и выводе щита, в местах устройства межтоннельных проходов на длине не менее 10 м в каждую сторону от проема устанавливаются кольца из блоков с постоянными связями растяжения.

В качестве изоляции в сечении расположены два контура уплотнительных прокладок.

Поперечное сечение основного тоннеля разделено на функциональные зоны:

- средняя часть служит для одностороннего движения транспорта в одном уровне по трём полосам;
- сводовую часть тоннеля занимают устройства дымоудаления, освещения, сигнализации и связи;
- нижняя выделена для вентиляционных каналов, кабельных и коммуникационных коллекторов.

Для эвакуации людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций проектом предусмотрено строительство межтоннельных сборок через каждые 250 м друг от друга. Всего запроектировано девять сборок. Из них шесть располагаются между тоннелями за-

крытого способа работ и сооружаются закрытым способом с предварительным закреплением грунта замораживанием из забоя, а три – открытым способом.

Работы по сооружению сборок закрытого способа ведутся после устройства плиты проезжей части тоннелей.

Плита толщиной 600 мм запроектирована в виде железобетонной конструкции, опирающейся на железобетонные опоры, устраиваемые в боковых частях обделки.

По длине тоннеля она разделена деформационными швами, расстояние между которыми определяется расчетом температурно-влажностного режима в тоннеле и составляет 36 м. Конструкция деформационных швов обеспечивает надежную гидроизоляцию всех нижерасположенных помещений с помощью установки специальных гидроизоляционных мастик. В швы закладываются также материалы, обеспечивающие огнестойкость и дымогазонепроницаемость конструкции.

Проектом предусматривается комплексная организация работ по проходке и одновременное ведение работ по возведению внутренних конструкций.

Технология их сооружения отражает устройство боковых опор и продольных стен под плитой проезжей части, выполнение огнезащитных покрытий на внутреннюю поверхность тоннеля, монтаж короба дымоудаления.

Для производства арматурных и бетонных работ запланировано применение технологических тележек и механизированных передвижных опалубок на самоходных тележках по рельсовой колее.

При разработке технологии сооружения опорных конструкций и плиты проезжей части был использован положительный опыт строительства плиты в Северо-Западном тоннеле:

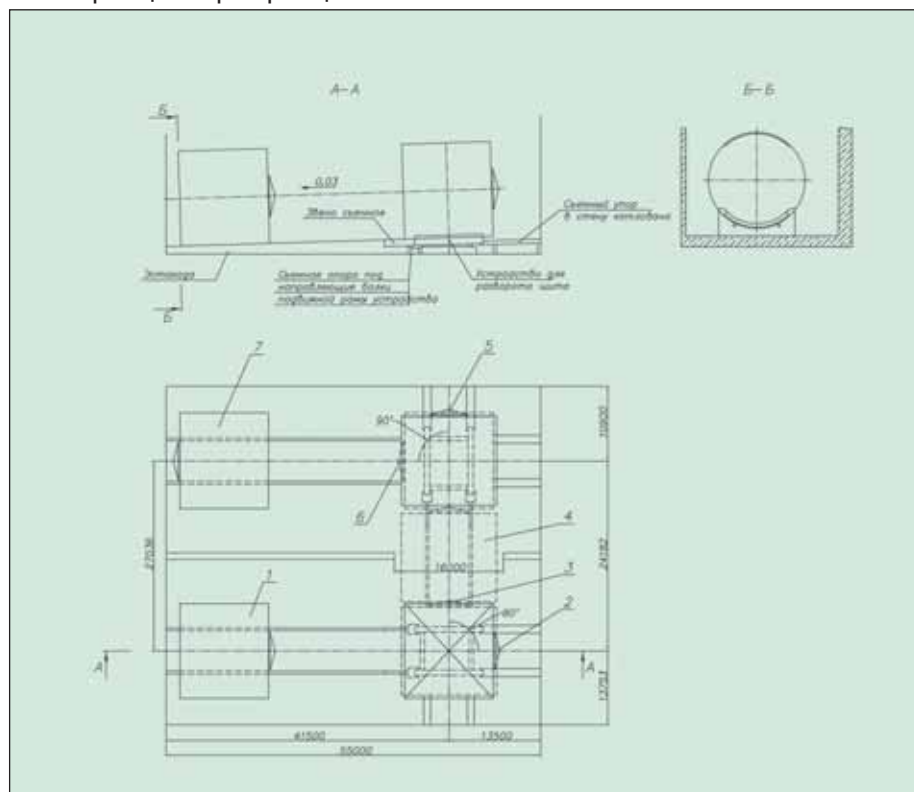
- для фиксации опалубки боковых опорных конструкций и удержания бетонной массы в процессе ее укладки использованы лотковые распорные элементы;
- технологические платформы, обслуживающие строительные процессы, передвигаются по рельсовым путям, установленным на кронштейнах, которые закреплены на блоках обделки тоннеля. Это позволило расширить зону действия каждой из платформ и одновременно освободить пространство, расположенное ниже платформ для строительных операций и доставки материалов.

В проекте представлены две технологические схемы сооружения плиты проезжей части.

*Вариант 1.* Базовым элементом этой технологической схемы является объемный арматурный каркас плиты заводского изготовления. Объемный арматурный каркас представляет собой пространственную конструкцию из арматурных стержней. Геометрические размеры и форма каркаса соответствуют форме и размерам плиты перекрытия.

Рабочие стержни каркаса расположены в его верхней и нижней частях параллельными рядами вдоль пролета возводимого перекрытия. Рабочие стержни верхнего и нижнего рядов каждый в своей плоскости связаны между собой отрезками распределительной арматуры, расположены в одной вертикальной плоскости и соединены вертикальными распределительными стержнями в объемный каркас.

Схема перемещения и разворота щита



Во внутреннем пространстве объемного каркаса в двух сечениях рабочие стержни соединены парами и объединены с помощью вертикальных и наклонных стержней из распределительной арматуры, образуют фермы. Они являются конструктивным элементом каркаса, который воспринимает вертикальную нагрузку от собственного веса каркаса при подъеме его грузоподъемным механизмом, транспортировке и установке в пролете тоннеля в процессе возведения плиты.

Снизу к рабочим стержням нижнего ряда закреплена арматурная сетка, которая далее в процессе изготовления каркаса обетонируется. При укладке бетона сетка с закрепленным на ней слоем бетона служит несъемной опалубкой плиты, а в процессе её эксплуатации – дополнительным защитным слоем для нижнего ряда рабочей арматуры.

Объемный арматурный каркас может быть изготовлен на специальной установке в арматурном цехе на строительстве или на заводе железобетонных изделий.

Готовый каркас грузят краном и транспортируют к месту сооружения плиты. Устанавливают его в рабочее положение на боковые опоры тоннеля. Снизу каркаса предусмотрены инвентарные винтовые опорные стойки для восприятия на него нагрузки, возникающей в процессе укладки бетона.

Таким же образом устанавливают плотную к зафиксированному ранее каркасу все

последующие по всей длине участка для одновременного бетонирования.

Затем ставят торцевую опалубку в конце блока и укладывают бетон в плиту проезжей части. После перехода бетона в твердое состояние снимают торцевую опалубку и монтируют рядом вплотную каркас следующего участка бетонирования и т. д. Опорные стойки снизу каркасов удаляются только после набора прочности бетона в соответствии с регламентом.

Применение объемного арматурного каркаса при возведении плиты проезжей части позволит:

- отказаться от изготовления и использования комплекта механизированной опалубки;
- сократить количество технологических операций, непосредственно производимых на участке строительства, так как основные операции по изготовлению и монтажу арматуры перенесены в заводские условия;
- механизировать процесс армирования, сократить сроки и снизить стоимость строительства.

*Вариант II.* Технологическая схема в этом случае представляет собой традиционное применение передвижной опалубки для монтажа и укладки бетона. Основными её отличиями являются простота конструктивного устройства опалубки и предлагаемые схемы её использования.

Передвижная опалубка плиты опирается и передвигается по эстакаде, которая разме-

щена по обе стороны рельсовых откаточных путей ниже уровня возводимой плиты.

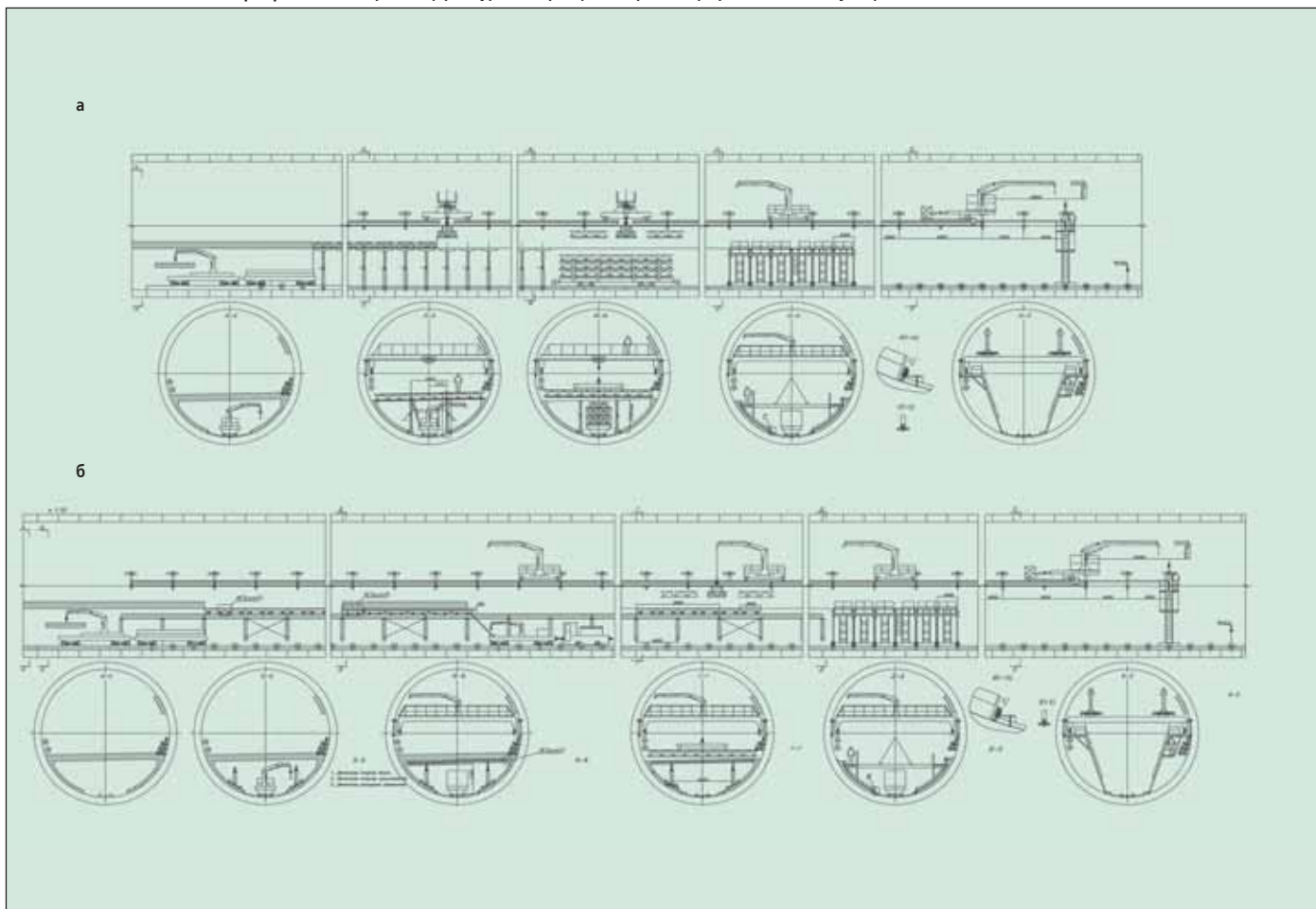
Эстакада смонтирована на кронштейнах на нижних участках боковых опор. Кронштейны с шагом 4 м закреплены на закладных анкерах, которые устраиваются при бетонировании опор. На верхних фланцах кронштейнов закреплены отрезки двутавровых балок, длина каждого – 8 м. К верхней полке балок, по центру, приварена стальная полоса для качения по ним колес секций опалубки.

Комплект опалубок включает отдельные секции, объединенные в передвижные группы. Длина каждой, состоящей из шести секций вдоль оси тоннеля, составляет 12 п. м.

Секция опалубки представляет собой сварную плиту. Основными несущими элементами секции являются двутавровые балки, длина которых равна длине перекрываемого пролета. Балки и уголки на боковых кромках опалубки связаны между собой промежуточными поперечными связями. Сверху опорная конструкция секции закрыта стальным листом.

Каждая секция опирается на эстакаду в четырех точках при помощи винтовых пар, гайки которых закреплены на опорной конструкции секции и снизу снабжена четырьмя колесами, служащими для передвижения опалубки по балкам эстакады. Торцы секции оборудованы устройствами, обеспечивающими оптимальный зазор между бо-

Схема возведения плиты перекрытия: а – вариант I (арматурный каркас); 2 – вариант II (передвижная опалубка)



ковыми упорами и секцией в момент ее перемещения и надежное прилегание к боковым опорам плиты при подготовке опалубки для укладки бетона.

Для сокращения времени на передвижку опалубки секции связаны в группы гибкими шарнирными связями. Они обеспечивают независимое продвижение секций по эстакаде, особенно на криволинейных участках, и одновременно – жесткое крепление их между собой в рабочем положении клиновыми зажимами.

Передвижение группы опалубок к участку установки осуществляется штатным дизельным локомотивом при помощи жесткой тяги, шарнирно закрепленной на его платформе и на первой по ходу движения секции опалубки в составе группы.

В зависимости от предполагаемой скорости сооружения плиты перекрытия комплект опалубок может включать три группы из 6, 12 или 18 секций, что составит соответственно 108, 216 и 324 п. м/мес. Необходимо отметить, что при этом будет соответственно увеличиваться длина эстакады.

Последовательность работ при возведении плиты перекрытия следующая.

Группа опалубок передвигается к месту проведения работ. Первая секция останавливается в начале участка бетонирования по указанию маркшейдера и поднимается в рабочее положение на винтовых опорах. Затем к ней подвигают следующую, также устанавливают на опоры и соединяют с первой секцией клиновыми зажимами. Подобным образом располагают остальные секции группы опалубок.

После установки их в рабочее положение монтируют арматурный каркас плиты, размещают торцевую опалубку и укладывают бетон. После выстойки его в опалубке, соответствующей регламенту, секции поочередно опускают на колеса и в составе группы передвигают к следующему участку бетонирования.

Применение опалубки позволяет:

- отказаться от разработки и изготовления специальных её перестановщиков;
- сократить затраты на изготовление механизмов для перемещения и одновременно упростить и ускорить процесс передвижения и монтажа опалубки;
- получить необходимую скорость возведения плиты, в зависимости от количества секций в комплекте;
- использовать специализированные бригады (монтажников арматуры, бетонщиков и др.) для выполнения этих видов работ последовательно на каждом участке.

При устройстве огнезащитных покрытий и монтаже короба дымоудаления применяются передвижные подмости на пневмоходу.

Технологические тележки, опалубки и передвижные подмости нестандартной конструкции изготавливаются по индивидуальному проекту для заданных габаритов тоннельных конструкций и подвиж-

ного состава, обеспечивающего проходку тоннеля.

Продольные стены под плитой проезжей части, разделяющие вентиляционный канал, кабельный и коммуникационный коллекторы, приняты из силикатных стеновых блоков в дымогазонепроницаемом исполнении заданной огнестойкости.

Основные несущие конструкции монтажно-демонтажной, транзитной и разворотных камер сооружаются сверху вниз поэтапно при разработке в них грунта, т. к. на период проходки ТПМК служат также ограждающими конструкциями совместно со стальным шпунтом и элементами крепления котлованов.

Основные несущие конструкции камер запроектированы как рамы из монолитного железобетона.

Шпунтовое ограждение используется как наружная гидроизоляция по стенам. В лотке шпунт замыкается металлическим листом с анкерами.

Постоянные конструкции внутри монтажно-демонтажной, транзитной и разворотных камер сооружаются после окончания проходки, демонтажа ТПМК, разборки временных упоров, балок, рам, лотка, с поэтапным снятием крепления котлована и выравниванием ограждающих стен и основания.

Конструкция тоннелей открытого способа работ представляет собой раму из монолитного железобетона с наружной оклеечной изоляцией. В местах холодных и деформационных швов предусматриваются гидрошпонки.

Дорожная одежда включает в себя оклеечную гидроизоляцию в два слоя или материалы серии ТФ, защитный слой из мелкозернистого бетона, армированный сеткой, двухслойное асфальтобетонное покрытие. Данная конструкция аналогична примененной в Северо-Западных тоннелях и разработана совместно с институтом СоюздорНИИ.

Полы и стяжки в коллекторах, межтоннельных проходах и технологических помещениях приняты цементно-бетонные с обеспыливающим покрытием. Внутренние перегородки сооружаются из монолитного бетона, силикатных блоков и кирпича.

### Организация строительства тоннеля открытым способом

Участок строительства тоннелей занимает проезжую часть Кантемировской улицы. Движение городского транспорта по ней на этом отрезке закрывается и переводится на старую Кантемировскую улицу с устройством временных подъездных дорог к жилым домам вдоль строительной площадки. В зоне сооружения разворотной камеры (точка Е<sup>1</sup>) и открытого способа работ проходят воздушные линии высоковольтной сети (ЛЭП), которые подлежат переустройству, а также необходимо будет переложить водосток диаметром 1200 мм. В связи со стесненными условиями работы предстоит вести в охранной зоне ЛЭП, при

необходимости ее временного отключения и демонтажа проводов.

Инженерно-геологические условия строительства представляют собой слои средней мощности насыпного грунта, суглинков и песков различной крупности.

На большей части участка тоннелей грунтовые воды залегают на 5 м выше дна котлована.

Проходка участка будет вестись одновременно, кроме отрезка длиной 50 м на приемыкании к разворотной камере, который сооружается после разворота в ней щита, выхода его из камеры и проходки 300 м.

Строительство тоннелей предусмотрено в котловане с ограждающей «стеной в грунте» с анкерным креплением.

На данных работах используются комплекты оборудования, включающие экскаваторы с грейферным ковшем или фрезой, в зависимости от наличия, растворные узлы, краны стреловые грузоподъемностью 25 т и др.

Для производства гидроизоляции предусмотрено устройство пазух котлована шириной 1,2 м, которые после сооружения конструкции заполняются привозным песком средней крупности с послойным уплотнением поливом водой одновременно с обеих сторон конструкции на одинаковую высоту.

Разработка грунта в котловане ведется с последовательной установкой временных инъекционных анкеров, обеспечивающих геометрическую плотность котлована, по традиционной технологии гидравлическими экскаваторами марки «LIEBHERR» R-944 с оборудованием обратная лопата и грейфер, с погрузкой в автотранспорт.

Возведение монолитных конструкций тоннеля осуществляется с использованием стреловых и башенных кранов для подачи арматуры и элементов опалубки, а также автобетононасосов и автобетономесителей.

### Организация строительства участка тоннеля закрытым способом

Строительство автодорожного тоннеля от улицы Кантемировской до улицы Борисовские пруды закрытым способом разбито на два участка.

Первый (длиной около 1000 м) – от монтажно-демонтажной камеры (точка Е), расположенной на пересечении Кантемировской улицы с Каспийской, до разворотной камеры (точка F), находящейся на пересечении Каширского шоссе с улицей Борисовские пруды. Этот участок тоннелей проходит под железнодорожными путями Московской железной дороги и в зоне природно-исторического парка «Царицыно».

Второй (длиной около 600 м) – от монтажно-демонтажной камеры (точка Е) до разворотной (точка Е<sup>1</sup>), запроектированной на пересечении Кантемировской улицы с улице Кошкина, проходит под улицей Кантемировской, под которой располагаются многочисленные коммуникации.

Вести проходку предусмотрено одним щитовым комплексом в следующей последовательности: из монтажно-демонтажной камеры (точка Е) сооружается правый тоннель длиной около 1000 м до разворотной камеры (точка F). После разворота щита проходится левый тоннель длиной около 1600 м через транзитную камеру (точка Е) до разворотной (точка Е<sup>1</sup>). Затем левый тоннель сооружается на длину ещё около 600 м до монтажно-демонтажной камеры (точка Е), где производится демонтаж щита.

В целях сокращения продолжительности строительства, уменьшения трудоемкости работ по демонтажу щита после проходки одного тоннеля и монтажу его для сооружения второго тоннеля, проектом предусмотрена разворотная камера.

В соответствии с установленным регламентом проходка организовывается в две стадии:

- первоначальная, на длине 300 м;
- последующая, после доведения комплекса до расчетных параметров и приемки его в эксплуатацию, предусматривает испытание режущего инструмента на длине 200 м и проходку с возведением обделки до демонтируемой камеры.

На первоначальной стадии выполняется комплекс работ по испытанию и наладке всех систем ТПМК и периферийного оборудования, а также обучение персонала методам выполнения отдельных операций в предписанных режимах работы ТПМК по регламенту фирмы «Херренкнехт».

Первоначальная стадия включает этапы:

- вывод щита с первой технологической платформой из монтажной камеры и сооружение первых 20 м;
- монтаж второй технологической тележки и возобновление проходки на длину 300 м.

В последующей стадии до возобновления работ в монтажной камере демонтируются временные кольца, рама упора и бетонное ложе технологических платформ; прокладываются коммуникации и рельсовые пути со стрелочными переводами.

При проходке тоннеля в последующей стадии технология резания породы, монтажа обделки и нагнетания раствора не меняется.

Блоки обделки, раствор для нагнетания, трубы и другие материалы доставляются на железнодорожном составе, сформированном из блоквозки, емкости с раствором и дизельного локомотива.

Технологический цикл сооружения тоннеля состоит из основных операций:

- резание породы;
- монтаж кольца обделки;
- нагнетание раствора за обделку.

В процессе проходки осуществляется:

- приготовление и подача по трубопроводу бентонитовой суспензии к щиту;
- транспортировка от щита по трубопроводу пульпы к сепарационной установке;
- отделение грунта от бентонита, погрузка в транспортные средства и возврат в гидро-

систему обогащенного бентонита требуемой консистенции;

- доставка на блоквозках элементов обделки;
- приготовление и доставка раствора к узлу нагнетания;
- наращивание коммуникаций.

Для приема щита в демонтажную (разворотную, транзитную) камеру перед последней на длине 15 м создается бетонный массив замещения грунта методом «стена в грунте».

В соответствии с установленным регламентом предусматриваются плановые остановки для замены режущего инструмента ТПМК и проведения ремонтно-профилактических работ. Предварительно, в соответствии с расчетной диаграммой давлений в призабойной зоне снижается уровень бентонитового пригруза с подачей избыточного давления сжатого воздуха, после чего в режиме кессона производится смена режущего инструмента и необходимые ремонтно-профилактические работы.

После проходки правого тоннеля от точки Е до разворотной камеры в точке F осуществляется разворот щита и перемещение его через проем в средней стенке на трассу левого тоннеля, где начинается врезка по отработанной схеме.

Устройство для разворота проходческого щита размещено в разворотной камере. Оно представляет собой круговой опорный рельс, закрепленный на основании камеры, на который свободно, на опорных лыжах установлена поворотная платформа. Сверху на её продольных опорных балках предусмотрены направляющие полозья для перемещения и установки проходческого щита. Одновременно круговой опорный рельс соединен с поворотной платформой вертикальной осью, которая находится в геометрическом центре кругового опорного рельса. Поворотная платформа снабжена гидроцилиндрами для ее поворота вокруг вертикальной оси. Снизу на её продольных опорных балках с внешней стороны кругового опорного рельса закреплены попарно на общих осях шарнирные опоры.

После поворота платформы на 90° для изменения угла наклона горизонтальной оси щита шарнирные опоры, размещенные с одной стороны платформы, взаимодействуют с подвижными клиновыми упорами, расположенными в основании камеры.

Устройство работает следующим образом. После окончания проходки тоннеля щит выводят в разворотную камеру и опирают на эстакаду. По ней посредством гидроцилиндров нижней группы щит передвигается к месту разворота. После установки его на поворотной платформе демонтируются съемные звенья эстакады. Затем включают гидроцилиндры поворота и разворачивают поворотную платформу на 90°. Далее начинают работать гидроцилиндры, которые перемещают клинья и поворачивают платформу во-

круг общей оси шарнирных опор, расположенных с противоположной стороны, изменяя угол наклона горизонтальной оси щита и передвигают его по поперечной эстакаде. После схода щита поворотное устройство демонтируют и собирают на оси второго тоннеля, после чего щит устанавливают на устройство в месте разворота. Вначале поворачивают на 90°, затем на требуемый угол наклона щита, который соответствовал бы направлению оси второго тоннеля в точке поворота. Щит, упираясь на торцовую стену разворотной камеры, используя при этом промежуточные блоки обделки или другие упоры, сползает с поворотной платформы устройства на эстакаду и передвигается к началу проходки второго тоннеля.

Технологические тележки комплекса предполагаются переставлять в рабочее положение стреловыми кранами грузоподъемностью 320 т.

После сооружения левого тоннеля до транзитной камеры в точке Е щитовой комплекс проходит её с временными лотковыми блоками, затем производится врезка щита и дальнейшее строительство левого тоннеля до разворотной камеры в точке Е<sup>1</sup>. После проходки щита на длину 300 м от транзитной камеры осуществляется его остановка для транспортировки грунта и подачи блоков обделки через эту камеру. В этот период начинаются работы по устройству плиты проезжей части обоих тоннелей на участке от точки Е до точки F.

После разворота щита в точке Е<sup>1</sup> (аналогично точке F) ведется проходка правого тоннеля до монтажно-демонтажной камеры в точке Е, где производится демонтаж щитового комплекса.

По завершении сооружения правого тоннеля начинается устройство плиты проезжей части левого, а после демонтажа щитового комплекса – правого тоннеля.

От разворотных камер (точки Е<sup>1</sup> и F) тоннели с рамповыми участками строятся открытым способом.

После проходки тоннелей закрытым способом в районе точек Е и F открытым способом возводятся притоннельные сооружения.

Для прокладки правого тоннеля в сторону точки F сооружается открытым способом монтажно-демонтажная камера в точке Е в котловане глубиной до 30 м в сложных инженерно-геологических условиях: перемежающиеся водонасыщенные пески, супеси и суглинки при расположении уровня грунтовых вод в 3-х метрах от земной поверхности (до 27 м выше дна котлована). Учитывая невозможность выполнения надёжного водопонижения в таких грунтах, предусмотрено устройство шпунтового ограждения крепления стен котлована, заглублённого в нижележащие водоупорные грунты (юрские суглинки и глины) с откачкой воды из образовавшегося замкнутого контура по проекту водопонижения. Глубина шпунтового ограждения до 38 м с заглублением в водоупор более 5 м.

Шпунтовое ограждение выполняется методом «стена в грунте» с разработкой траншеи станком фирмы «Бауэр» под глинистым раствором заходками не более 6 м, в которую опускаются панели из металлических труб диаметром 720×10 мм (шпунт) с замковыми элементами. Трубы заполняются бетоном В15, затрубное пространство – твердеющим глиноцементным составом.

До начала разработки грунта в котловане с наружной стороны торцевых стен сооружаются бетонные массивы методом «стена в грунте».

Разработка грунта и устройство несущей железобетонной конструкции монтажной камеры ведутся поэтапно сверху вниз с одновременной установкой распорного крепления в виде расстрелов и покосов в сооруженную конструкцию. По мере обнажения шпунтового ограждения замковые элементы шпунта завариваются металлическими накладками.

После возведения конструкции монтажной камеры временное распорное крепление демонтируется.

Разработка грунта ведется одноковшовыми экскаваторами обратная лопата ЭО-4121 с емкостью ковша 1 м<sup>3</sup>, со сменным оборудованием, с погрузкой в автотранспорт. Выдача грунта из котлована осуществляется экскаватором-грейфером Э-652Б с емкостью ковша 0,5 м<sup>3</sup> и краном в бадах.

Сооружение монолитных конструкций камеры осуществляется с помощью стреловых кранов грузоподъемностью 25 и 40 тс.

Транзитная камера примыкает к монтажно-демонтажной, располагается со стороны левого тоннеля и служит для проходки тоннелей от точки Е до точки Е<sup>1</sup> и от Е<sup>1</sup> до Е.

Строительство её ведётся открытым способом в тех же условиях, что и монтажно-демонтажной. Ограждающие стены могут выполняться одновременно для двух камер. Разработка грунта в транзитной камере начинается после выхода щита из монтажно-демонтажной и проходке на 300 м.

Разворотные камеры в точках Е<sup>1</sup> и F сооружаются открытым способом в котлованах соответственно глубиной 24 и 29 м в сложных инженерно-геологических условиях: перемежающиеся водонасыщенные пески, супеси и суглинки при расположении уровня грунтовых вод в 8-ми метрах от земной поверхности (до 16 м выше дна котлована). Здесь также предусмотрено устройство шпунтового ограждения крепления стен котлована, заглублённого в нижележащие водоупорные грунты (юрские суглинки и глины) с откачкой воды из образовавшегося замкнутого контура по проекту водопонижения. Глубина шпунтовых ограждений до 32 и 38 м с заглублением в водоупор более 5 м. Ширина котлованов до 52,6 и 52,8 м, в связи с чем запроектировано устройство стены также из шпунта.

Для проходки и возведения обделки тоннеля применен ТПМК со щитом диаметром 14,2 м с гидропригрузом забоя и двумя технологическими тележками.

Для разработки породы щит оборудован восьмилучевым ротором, имеющим встроенный центральный ротор диаметром 3 м с отдельным приводом вращения. Лучи роторов оснащены ковшами, радиальными и тангенциальными съёмными резцами. Максимальный рабочий ход ротора 80 см.

Стабильность забоя постоянно поддерживается бентонитовой суспензией под сжатом воздухом в напорной камере.

В хвостовой части щита смонтирован блок коукладчик для сборки колец обделки.

Первая технологическая тележка оборудована агрегатами электро- и гидросистем, обеспечивающими работу щита, монтаж обделки и узла нагнетания раствора.

На второй технологической тележке размещено оборудование для выполнения вспомогательных операций по разгрузке блоков обделки с блоковозки, наращивание звеньев труб для подачи бентонита и пульпопровода, а также мастерские, комплект рельсов, труб и других материалов.

Общая длина ТПМК – 57,8 м.

Проектом предусматривается комплексная организация работ по проходке тоннеля ТПМК при одновременном сооружении внутренних конструкций поточным методом – устройство боковых опор и продольных стен под плитой проезжей части, нанесение огнезащитных покрытий на внутреннюю поверхность тоннеля, монтаж короба дымоудаления.

Для производства арматурных и бетонных работ запроектировано применение технологических тележек и механизированных передвигных опалубок на самоходных тележках по рельсовой колее.

При разработке технологии сооружения опорных конструкций и плиты проезжей части был использован положительный опыт строительства в Серебряноборских тоннелях:

- для фиксации опалубки боковых опорных конструкций и удержания бетонной массы в процессе ее укладки использованы лотковые распорные элементы;
- технологические платформы, обслуживающие строительные процессы, передвигаются по рельсовым путям, установленным на кронштейнах, которые закреплены на блоках обделки тоннеля. Это позволило расширить зону действия каждой из платформ и одновременно освободить пространство, расположенное под ними для строительных операций и доставки материалов.

Внедрение технологии сооружения плиты проезжей части и уникального метода проходки без демонтажа щита, а разворота его в демонтажной камере для проходки другого тоннеля после завершения первого, впервые примененного в России, значительно сократят продолжительность и трудоемкость строительства.

На обе эти технологии получены авторские свидетельства и патенты на изобретения.

### Противопожарные технические мероприятия

Анализ пожарной опасности тоннелей показывает, что возникающие пожары сопро-

вождаются интенсивным задымлением путей эвакуации в объеме тоннеля, притоннельных сооружений и поверхности, а также высокими температурами. Это затрудняет или даже делает невозможной самостоятельную эвакуацию людей, препятствует эффективной работе аварийных, в том числе пожарных подразделений. В связи с этим в проекте предусмотрены противопожарные мероприятия.

В случае возникновения аварии, пожара или чрезвычайной ситуации на их ликвидацию прибывает большое количество пожарных и других спецмашин, личного состава аварийных служб и специального оборудования.

Поэтому возникают проблемы определения маршрутов движения аварийно-спасательных служб, подъездов, их размещения, забора и подачи воды, путей перемещения и мест рассредоточения эвакуируемых людей и специальных аварийных подразделений.

На генеральном плане проработаны:

- контуры автодорожного тоннеля в составе транспортной развязки;
- места расположения притоннельных, служебно-технических и вспомогательных помещений (венткамеры, трансформаторные подстанции, насосная станция пожаротушения);
- пожарные проезды, подъезды к порталам и ко всем входам в тоннель для пожарной и другой спецтехники к местам их оперативных действий, а также обеспечение круговыми и сквозными проездами, площадками для маневрирования пожарной и другой специальной техники;
- площадки для размещения эвакуируемых из тоннеля людей при пожаре;
- территории для стоянки спецтехники городских служб (аварийно-спасательных, пожарных, милицейских, санитарных и др.), доставляющих личный состав для участия в процессе локализации, ликвидации пожара и спасения людей. Они проектируются у эвакуационных выходов, пунктов подключения пожарных машин к сухотрубам;
- расположение пожарных гидрантов; патрубков сухотрубов и пожарных кранов внутреннего противопожарного водопровода; шахт выброса дыма и забора воздуха;
- схема наружного водоснабжения для пожаротушения.

Кроме того, сооружение оборудуется мощными установками противодымной защиты. При работе они удаляют огромное количество дыма и выбрасывают его наружу.

Новаторство, оригинальность, надежность конструктивных решений, безопасность строительства и эксплуатации подтверждают профессионализм сотрудников, занятых в данном проекте. Инженеры гордятся своей значимой работой, которая помогает многомиллионному городу решить тяжелую транспортную проблему. Мы надеемся, что этот проект доставит эстетическое удовольствие москвичам высокими светлыми сводами тоннелей, широкими дорогами, удобными развязками.

# СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

**В. А. Курышев**, главный технолог Международной Ассоциации «Метро»  
**В. В. Николаев**, генеральный директор ЗАО «Секуритон-РУС»

**М**етрополитен является сложным инженерно-техническим сооружением, обеспечивающим комфортную и безопасную перевозку пассажиров. Это – основная обязанность работников метрополитена. Безопасность перевозок включает в себя не только обеспечение безотказной работы всех технических устройств и систем обеспечения перевозочного процесса, но и пожарной безопасности. Защита от пожара, как известно, включает в себя три основных составляющих: защита людей (пассажиров, персонала, населения, проживающего вблизи территории метрополитена), имущества и окружающей среды. В силу специфики метрополитена – высокая плотность движения с большим количеством пассажиров, замкнутость системы в ограниченном простран-

стве, – все это затрудняет эвакуацию пассажиров. И поэтому раннее обнаружение очага возгорания дает возможность сотрудникам метрополитена адекватно среагировать и принять эффективные меры по безопасной эвакуации людей.

На сегодняшний день многими компаниями-производителями накоплен богатый опыт по обнаружению очага возгорания и существующие пожарные извещатели, как правило, успешно справляются с решением этой проблемы. Между тем, до недавнего времени для защиты помещений с повышенной или отрицательной температурой, влажностью, запыленностью, коррозионной средой было крайне сложно, а зачастую и невозможно, подобрать эффективно работающие пожарные извещатели.

Эту проблему успешно разрешили ученые и конструкторы фирмы «SECURITON» (Швейцария). Ими были разработаны и запущены в производство пожарные извещатели для специального применения.

Специализация компании – наукоемкое производство систем охранной и пожарной сигнализации, контроля и управления доступом, видеонаблюдения, комплексных систем безопасности. В основе производства оборудования «SECURITON» лежит многолетний опыт профессионалов, на вооружении которых находятся самые современные технологии, технические, организационные и конструктивные решения.

В данной статье рассмотрены три системы пожарной сигнализации, которые могут быть эффективно применены для работы в условиях метрополитена: дымовсасывающая ASD, линейная тепловая дифференциальная ADW и линейный термоизвещатель TSC 511 (термокабель).

## Дымовсасывающая система ASD



## Дымовсасывающая система ASD

Она предназначена для использования в активных системах раннего предупреждения о пожаре. Принцип работы ASD основан на непрерывном контроле состава воздуха, всасываемого через отверстия разветвленной сети трубок, с помощью высоконадежных пожарных извещателей, расположенных в замерной камере, с последующей обработкой информации специализированным электронным блоком.

Это самая последняя разработка универсальной аспирационной системы, которая имеет одну или две трубы с индивидуальным контролем. Данная система оборудована настройкой чувствительности 0,002–10 %/m и позволяет производить идеальное детектирование благодаря (HD) сенсору. Она соответствует VdS EN 54–20, класса А, В, и С, нечувствительна к загрязнению (patent pending) и обеспечивает динамическую подстройку чувствительности.

Кроме вышеперечисленных характеристик система ASD позволяет обеспечивать мощное всасывание (>400 Pa) и создавать при работе минимальный уровень шумов (ISO 11690-1). Она обладает свойством автообучения и поставляется с сертифицированной программой расчета воздушного потока.

Характерными областями применения ASD являются: складские помещения с высокими стеллажами; станции метрополитена, авиационные терминалы и иные помещения, где высота или другие конструктивные особенности не позволяют установку точечных пожарных извещателей.



Линейная тепловая дифференциальная система ADW

### Линейная тепловая дифференциальная система ADW

Функциональный принцип ее действия основан на расширении воздуха под воздействием нагревания в пневматически герметичной системе медных трубок.

В детекторе находятся электронный сенсор давления, устройство для генерирования испытательного давления (испытание на герметичность) и управляемая процессором обрабатывающая электроника.

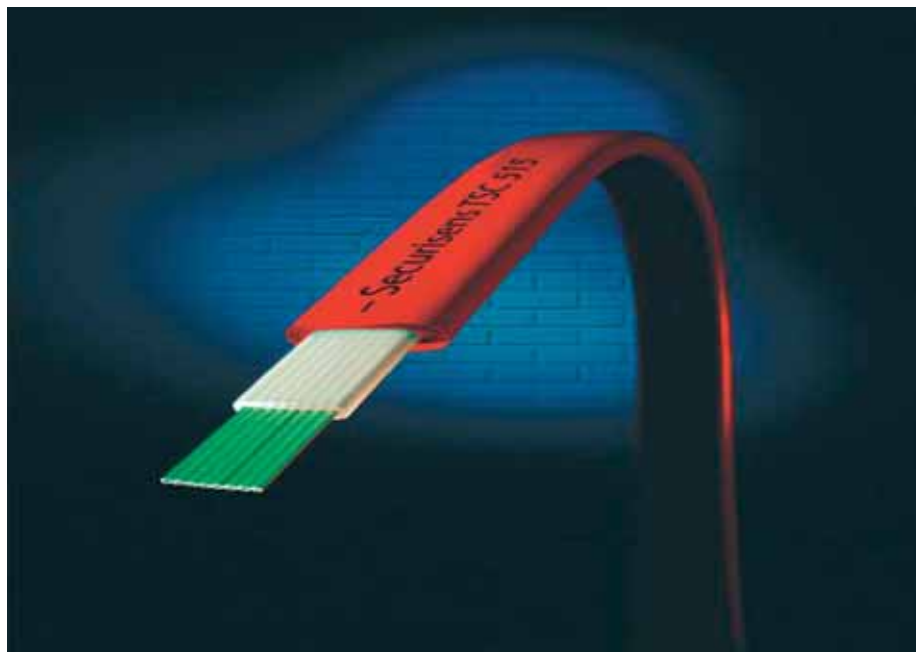
Сенсор непрерывно измеряет абсолютное давление в сенсорной трубке. Сигналы от него постоянно обрабатываются микропроцессором. При повышении давления за время, установленное программным обеспечением, включается сигнал тревоги. Посторонние воздействия извне, такие как температурные амплитуды, вызванные изменениями погоды (медленное нарастание давления) или повышение интенсивности движения транспорта в тоннелях, фильтруются как влияния окружающей среды, и сигнал тревоги не включается.

Для дистанционного и оперативного контроля за работой системы в ней предусмотрена постоянная автоматическая диагностика состояния сенсорной трубки, а также самопроверка электронной части оборудования.

Благодаря своим конструктивным особенностям, система ADW пригодна для использования там, где не могут быть применены традиционные пожарные датчики. Например, автодорожные, железнодорожные и подземные тоннели; взрывоопасные производства; погрузочные рампы; крытые автостоянки; коллекторы и т. п.

Система имеет следующие технические и эксплуатационные характеристики:

- стойка к агрессивным средам (газы, влажность);
- диапазон рабочей температуры детектора от  $-20$  до  $+50$ , сенсорной трубки от  $-40$  до  $+160$ ;



Линейный термоизвещатель TSC 511 (термокабель)

- наличие регулировки чувствительности прибора;
- полностью автоматическая самодиагностика;
- низкая стоимость обслуживания;
- медная сенсорная трубка имеет внутреннее сечение 4 мм и внешнее 5 или 6 мм, длина трубки до 130 м.

Опыт эксплуатации системы ADW 511 в тоннелях 3-го транспортного кольца в Москве в течение нескольких лет доказал ее работоспособность, надежность и удобство в эксплуатации.

### Линейный термоизвещатель TSC 511 (термокабель)

Это кабель, размещенный в специальной пластиковой оболочке, внутри которой расположены температурные сенсоры с индивидуальной адресацией. Они реагируют как на максимальную температуру, так и на ее изменение. Ширина кабеля составляет 5 мм, высота 15 мм, вес 78 г/м.

Кабель изготавливается с различными дистанциями между сенсорами, предназначенными для точного обнаружения очага возгорания.

Программное обеспечение позволяет легко менять настройки. Система свободно программируемая; возможно объединение отдельных сенсоров в зоны. Отдельные сенсоры можно настраивать на различные температурные характеристики в зависимости от локального их местонахождения.

Сам кабель удобен в монтаже. Работы по его установке заключаются, по сути, в закреплении в местах его прокладки специальных клипс, в которые в дальнейшем его защелкивают. Не представляет труда и замена поврежденных участков. Нужно лишь его вырезать, закрепить стандартные разъемы и подсоединить к ним новый отрезок кабеля.

Благодаря современным технологиям термокабель прекрасно работает в агрес-

сивных средах, при 100-% влажности, повышенной запыленности. Он идеально подходит для защиты объектов железнодорожного транспорта, метрополитенов, подземных тоннелей, кабельных коллекторов и т. п.

Кабель обладает следующими основными эксплуатационными характеристиками:

- температурный диапазон от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ ;
- очень быстрое детектирование открытого пламени;
- разработан для сложных условий эксплуатации;
- стойкий к грязи, коррозии, химическим соединениям;
- дифференциальный и максимальный принцип;
- гибкое программное обеспечение;
- возможно программирование индивидуальных зон;
- адресные датчики свободно программируются;
- интерфейсы RS 232 и 485;
- дистанция между сенсорами 4/7/10/20 м;
- возможна дистанция по запросу заказчика;
- один модуль может подключать до 3000 м кабеля;
- сертификация по VdS EN 54-5 Class A1.

В настоящее время указанными системами в России оборудован ряд объектов метрополитенов в Санкт-Петербурге и Казани, полностью защищены метрополитен в г. Роттердаме (Нидерланды), автомобильные тоннели 3-го транспортного кольца, Краснопресненский тоннель в Москве, автомобильные тоннели в г. Сочи, Северомуйский железнодорожный тоннель.

Все представленное в России оборудование компании «SECURITON» соответствует европейским стандартам и имеет соответствующие международные и российские сертификаты.



# РАЗВИТИЕ МОТОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА МЕТРОПОЛИТЕНОВ

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



**В** последние годы различные службы метрополитенов все чаще поднимают вопросы о необходимости замены или модернизации находящихся в эксплуатации рельсовых мотовозов, платформ, самодвижущихся тележек и т. п.

Сложность их решения заключается в том, что на территории страны отсутствует предприятие, которое бы специализировалось на разработке и изготовлении этого вида транспорта для метрополитенов. В разные годы к производству мотовозов, дрезин, платформ и др. волевым решением МПС СССР подключались предприятия: Пермский мотовозоремонтный завод, ЗАО «Людиновотепловоз», Тихорецкий и Брянский машиностроительные заводы. Большое количество специализированной техники изготавливалось соб-

ственно на метрополитенах (на базе списанных пассажирских вагонов). В первую очередь, это касается снегоочистителей, промывочных комплексов, вагонов габаритных и путеизмерителей.

В настоящее время большинство мотовозов и платформ не соответствуют современным требованиям и нуждаются в ремонте, который выполнить в условиях большинства метрополитенов крайне трудно не только из-за отсутствия соответствующих ремонтных баз, но и запасных частей к устаревшей технике.

По просьбе метрополитенов в феврале 2006 г. Ассоциацией «Метро» было организовано совещание с участием специалистов метрополитенов и заводов-изготовителей моторельсового транспорта (МРТ), на котором был проведен глубокий анализ опыта

эксплуатации МРТ и приняты единые требования к тяговым модулям.

В результате совместной работы к началу 2009 г. на метрополитены поступили:

- автотрассы типа АРВ (М)-1 и мотовозы с гидроманипулятором (производство ООО «Муромтепловоз»);
- электровозы (производство ЗАО «Вагонмаш»);
- тяговые мотовозы ТМ-001 (производство ОАО «Тихорецкий машиностроительный завод»);
- автодрезины АГМс (метро) и тягового мотовоза АГМс-тм (производство Пермского мотовозоремонтного завода);
- платформы типа УП-3 (производство ООО «Метакрафт», г. Пермь);
- мотовозы МТМ230 (производство ЗАО НПО «Транспортная механика»);



Мотовоз МГМ-1, производство ООО «Муромтепловоз»



Тяговый мотовоз ТМ-001, производство ОАО «Тихорецкий машиностроительный завод»



- рельсовозные тележки (разработка ЦНИИС, производство Можайского опытно-экспериментального завода);
- самодвижущиеся крановые установки для ремонта и замены элементов пути.

Итоги этой работы были подведены в декабре 2008 г. на совещании по МРТ, проходившем на Московском метрополитене.

По состоянию на январь 2009 г. на метрополитенах СНГ в эксплуатации находилось: мотовозов, дрезин и др. – 145 ед., платформ – 364 ед., спецтехники – 108 ед.

По предложению ОАО «Пермский МРЗ «Ремпутьмаш» на его базе под эгидой Международной Ассоциации «Метро» 21–22 июля 2009 г. состоялся семинар-совещание специалистов метрополитенов и промышленных предприятий, где был продолжен диалог метрополитенов с одним из ведущих изготовителей моторельсового транспорта (на метрополитенах в общей сложности насчитывается более 60 % техники производства ПМРЗ, а 35 % оставшейся – используют его комплектующие).

С приветственными обращениями к участникам совещания-семинара обратились исполнительный директор ОАО «ПМРЗ «Ремпутьмаш» С. А. Палкин и заместитель председателя Пермской Торгово-промышленной палаты Е. А. Миронова.

С перечнем задач, которые предстояло решить участникам совещания-семинара, выступил главный технолог Международной Ассоциации «Метро» В. Ф. Иванов (автор статьи). В частности, он передал основные пожелания руководителей метрополитенов СНГ о том, что моторельсовый транспорт должен:

- соответствовать самым жестким современным международным нормам экологичности;
- обеспечивать комфортность машинистов и выезжающих ремонтных бригад;
- позволить снизить эксплуатационные затраты на обслуживание и ремонт МРТ.

Заместитель директора ОАО «ПМРЗ «Ремпутьмаш» Л. Б. Добагов ознакомил участни-



Колесные пары к мотовозам для метрополитенов

ков совещания-семинара с музеем завода и производством мотовозов, автодрезин, платформ, а также путевых скреплений типа ЖБР.

Главный конструктор ОАО «ПМРЗ «Ремпутьмаш» В. Д. Смирнов сделал доклад по выполненным на заводе разработкам МРТ, предусмотренным специально для метрополитенов. Это:

- тягловый мотовоз АГМС-тм и основные направления его модернизации;
- прицепы УП-3 и их модификации;
- тягловый модуль МТ-30 для транспортирования прицепов массой до 30 т на больших уклонах;
- агрегат мочный (с емкостями на 11 и 30 т);
- агрегат зумпфовый (емкость цистерн 11 м<sup>3</sup>);
- прицеп для перевозки крупногабаритных грузов (грузоподъемность 40 т);
- снегоочиститель шнекороторный на базе автодрезины АГМС-тм (производительность 300 м<sup>3</sup>/ч).

Он подробно остановился на технических предложениях ПМРЗ, на конструкциях

и возможной поставке опытных образцов специального МРТ для метрополитенов уже в 2009 г.

Главный технолог ОАО «Верещагинский ПРМЗ «Ремпутьмаш» В. А. Ганищев выступил с предложениями по совершенствованию снегоочистительного комплекса СМ-5 для работы в условиях метрополитенов.

Инженер по адаптации двигателей фирмы «Камминз Инк» Д. Г. Суматохин доложил:

- о специфических особенностях применения дизельных и бензиновых двигателей в отраслях промышленности и транспорта (см. табл.);
- об отличиях и особенностях европейских (Евро-3) и американских (ПЕР-3) экологических норм на содержание вредных веществ в выхлопных газах от работающих двигателей;
- о ряде двигателей для моторельсового транспорта, которые, по мнению компании, могли бы найти применение в тоннелях метрополитенов.

По результатам рассмотрения и обсуждения представленных рабочих проектов и

Таблица

Характеристики дизелей ISB/QSB в сравнении с бензиновыми двигателями ЗИЛ 375, ЗИЛ 130

Двигатель	ISB/QSB 6,7	Зил 375	Зил 130
Тип	рядный, 6-цилиндровый	V-образный, 8-цилиндровый	V-образный, 8-цилиндровый
Рабочий объем, л	6,7	7	6
Номинальная мощность, л. с. (кВт)	130–275 (97–205)	180 (1800) при 3200 об/мин	150 (110) при 3200 об/мин
Максимальный крутящий момент, Нм	584–990 (930 Нм@1500; 731 Нм@1500)	470 при 1800 об/мин	402 при 1800-2000 об/мин
Наддув	турбонаддув с охлаждением типа воздух-воздух	атмосферный	атмосферный
Удельный эффективный расход топлива, г/кВт*ч	242 (190 л.с.@2400), 248 (160 л.с.@2500)	292	292
Вес, кг	475	490	490
Ресурс, тыс. км	800	350	350



Тяговый мотовоз АГМС-тм и прицеп УП-3-07М



Тяговый модуль АГМС-тм с гидростатическим приводом

Кабина машиниста электропоезда метрополитена «Русич», изготовленная ЗАО «Лидер-Тюнинг»



технических предложений участники совещания решили следующее.

*По тяговым модулям и самоходным МРТ:*

- принять предложение Петербургского метрополитена:
  - о целесообразности разделения тяговых модулей на классы: до 20 и до 40 т прицепного веса;
  - при выборе мощности тяговых двигателей учитывать их работу на уклонах пути 1/60000;
  - согласиться с предложением Московского метрополитена о признании перспективным применение гидростатического привода колесных пар;
  - рекомендовать к внедрению на метрополитенах модернизированный тяговый модуль АГМС-тм с гидростатическим приводом, который может быть оборудован краноманипулятором, силовым генератором и сварочным аппаратом;
  - предложить ОАО «ПМРЗ «Ремпутьмаш»;
  - совместно с ЗАО «Лидер-Тюнинг» рассмотреть применение композитных материалов в конструкции кабин машинистов и салонов для ремонтных бригад и инспекций;
  - совместно с ЗАО «Лада-Флект» решить вопросы обеспечения кабин машинистов и салонов системами вентиляции и климат-контроля;
  - совместно с УНТЦ ЭТ подготовить предложения по устройству на МРТ систем пожаротушения.

*По зумпфовым установкам и промывочным комплексам:*

- учитывая многолетний опыт Московского метрополитена в решении вопросов создания, совершенствования и эксплуатации зумпфовых установок и комплексов для промывки тоннелей, принять его технические требования к данному виду МРТ в качестве базовых с дополнениями Киевского метрополитена.

В качестве основных водосборников использовать ёмкости с объёмом 16 м<sup>3</sup>;

- ПМРЗ рассмотреть предложения фирмы «Камминз Инк» о возможном применении самостоятельной дизель-генераторной установки для обеспечения электропитанием насосов (актуально при внешних ситуациях);
- принять к сведению информацию ПМРЗ о возможности модернизации ходовой части (с заменой колесных пар) зумпфовых установок, собранных на базе вагонов типа «Д» на Московском и других метрополитенах.

*По снегоуборочной технике:*

- считать целесообразным применение на метрополитенах снегоуборочной техники шнекороторного и обдувного («Ветерок») типов;
- принять к сведению информацию ОАО «Верещагинский ПМЗ «Ремпутьмаш» по конструкции и техническим характеристикам снегоочистителя СМ-5 и его возможной адаптации к работе в условиях метрополитенов;

- учитывая большой опыт эксплуатации снегоуборочной техники на Петербургском метрополитене, принять, в качестве базового, подготовленные им технические требования на изготовление шнекороторного снегоочистителя;

- Петербургскому метрополитену совместно с ВПРМЗ необходимо откорректировать их с учетом замечаний и предложений метрополитенов, прозвучавших на данном совещании (снегоуборочная техника должна быть самоходной, управляться в одно лицо, иметь автоматическую систему подъема шнеко-ротора при прохождении стрелочных переводов и др.).

*По прицепным и специальным платформам:*

- одобрить работы, проводимые на ОАО «ПМРЗ «Ремпутьмаш» по прицепам УП-3 и их модификациям;

- рекомендовать к применению на метрополитенах прицепов УП-3 в вариантах модификации и для перевозки крупногабаритных грузов (грузоподъемность 40 т);

- рекомендовать ПМРЗ при разработке платформ и самодвижущихся МРТ унифицировать площадки для установки сменных агрегатов, механизмов, мусоросборников и т. п.

*По восстановительным ремонтам и модернизации МРТ, находящегося в эксплуатации на метрополитенах:*

- принять к сведению предложения ОАО «ПМРЗ «Ремпутьмаш»:

- о возможности предприятия проводить ремонтно-восстановительные работы моторельсового транспорта как в условиях своего предприятия, так и в условиях метрополитенов (после изучения возможных ремонтных площадок);

- о восстановлении паспортов на ремонтируемый или модернизируемый подвижной состав;

- об обеспечении метрополитенов запасными частями к моторельсовому транспорту.

Участники семинара-совещания приняли также предложения по разработке учебно-справочного пособия по моторельсовому транспорту для метрополитенов. К этой работе предполагается привлечь специалистов метрополитенов, ПТКБ «Ремпутьмаш», производителей моторельсового транспорта и других заинтересованных предприятий.

Подводя итоги сотрудничества Ассоциации «Метро» и предприятий-изготовителей моторельсового транспорта, сегодня можно говорить о создании предпосылок к полному переоснащению метрополитенов передвижной железнодорожной спецтехникой.

*Р.С. Когда настоящая статья была уже написана, от ОАО «Тихорецкий машиностроительный завод им. В. В. Воровского» поступили предложения по созданию при Ассоциации «Метро» Технического Совета по МРТ и учреждению Фонда для финансирования ОКР и изготовления образцов новой техники на машиностроительных предприятиях.*



**Зумпфовый агрегат**



**Снегоочиститель шнекороторный на базе АГМс-тм**

**Прицеп грузовой УП-3-04М. Предназначен для эксплуатации в метрополитене, при строительстве линий метро, на железных дорогах и подъездных путях**



# МАЛОГАБАРИТНЫЙ БУРОВОЙ СТАНОК ДЛЯ РАБОТЫ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А. Г. Малинин, ООО «Специальная строительная техника»

Специалисты предприятия «Специальная строительная техника» продолжают разработку строительного оборудования для специальных работ. В статье приводится описание малогабаритного бурового станка с уникальными техническими характеристиками. В настоящее время закончена обкатка опытного образца и начинается серийный выпуск изделия.

**В** подземном строительстве часто встречаются задачи, которые необходимо решать в стесненных условиях.

Устройство микросвай, цементация оснований фундаментов при реконструкции зданий и сооружений, укрепление грунтов или устройство анкеров из забоев тоннелей, горных выработок – эти и подобные задачи требуют специальной буровой техники. Буровые установки, с одной стороны, должны обладать высоким крутящим моментом, а с другой – иметь небольшие габариты, позволяющие работать в ограниченном стесненном пространстве.

Отметим, что в условиях экономического кризиса дополнительным условием является низкая цена, которая дает возможность снизить стоимость машино-часа и, в конечном итоге, себестоимость строительных работ.

Соединить «несоединимое» попытались специалисты машиностроительного предприятия «Специальная строительная техника» (г. Пермь), поставив перед собой задачу выпуска малогабаритного бурового станка нового типа.

Его гидравлическая схема была разработана фирмой «ALTERRA GmbH» (Швейцария), обладающей большим опытом конструирования подобной техники для горных работ. Эта же фирма поставила все гидравлические узлы для нового изделия (гидравлические распределители, клапана и т. д.).

После детального обсуждения было принято совместное решение о применении вращателя производства известной фирмы «Eurodrill» (Германия).

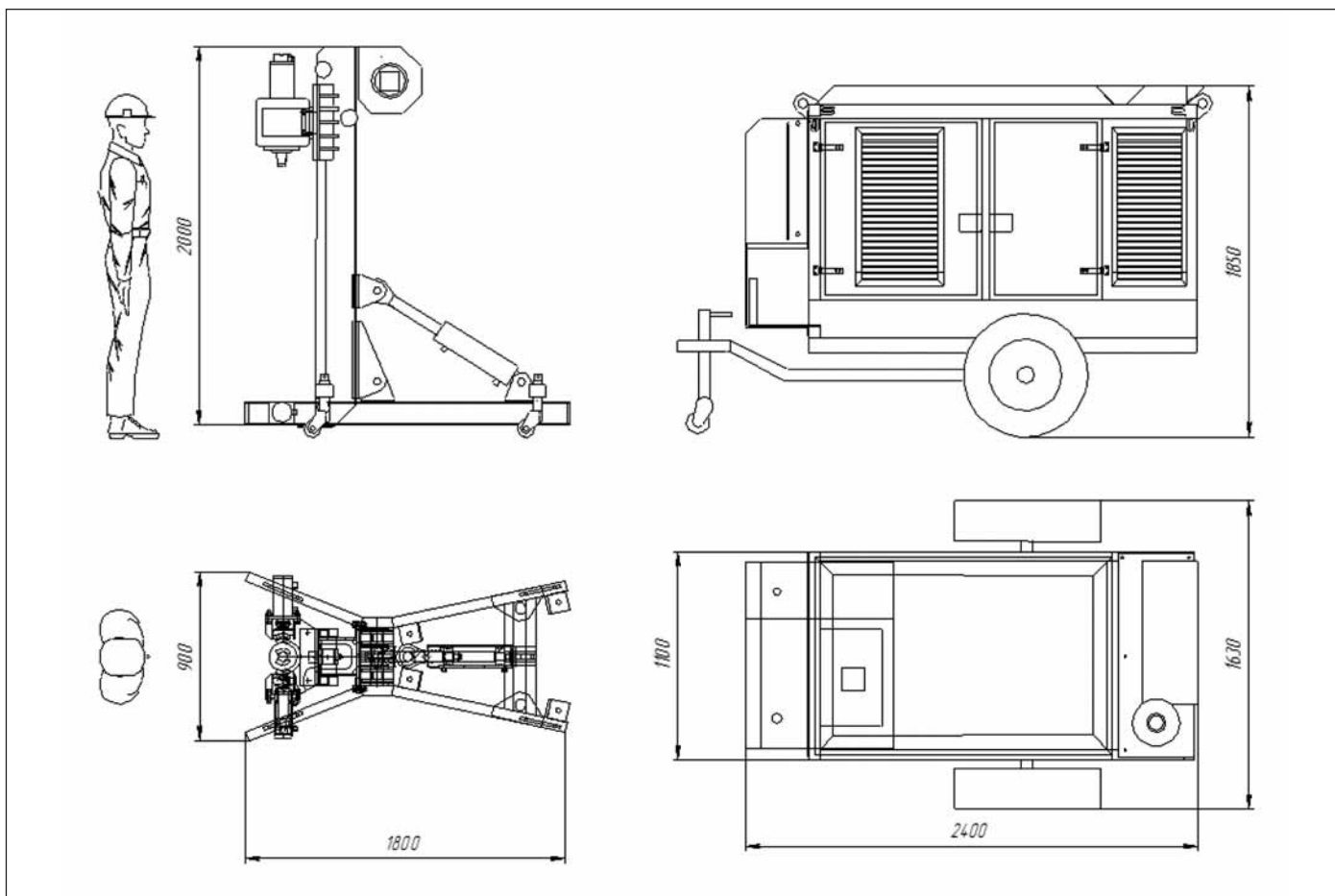
Российский вклад заключался в уникальной компоновке станка, позволяющей впи-

сать его в высотный габарит 2100 мм, а при небольшой модификации – до 2000 мм. Сборка станка осуществлялась на производственной базе предприятия «Специальная строительная техника».

Буровой станок выпускается в традиционной для данного типа оборудования раздельной компоновке с гидростанцией при штатном комплекте соединительных гидравлических рукавов, позволяющей максимально уменьшить габариты станка, который устанавливается непосредственно на точке бурения, а гидростанция – в любом удобном месте строительной площадки.

Учитывая многофункциональность станка, его уникальные возможности при решении различных задач подземного строительства, по инициативе швейцарской стороны ему было присвоено и соответствующее имя – Figaro.

Схема компоновки станка



**Технические характеристики бурового станка «Figaro Maschine FM 400»**

Буровой станок предназначен для следующих видов специальных строительных работ, выполняемых в стесненных условиях:

- устройство буроинъекционных свай;
- укрепление фундаментов зданий;
- струйная цементация грунтов;
- устройство анкеров.

Буровой станок разделен на два модуля – мачту с вращателем, установленную на раме, и гидростанцию.

Гидравлическая станция собрана на базе дизельного двигателя Д-243 мощностью 57,1 кВт (Республика Беларусь), хорошо зарекомендовавшего себя в нашей стране при его использовании в тракторах, компрессорах и других силовых агрегатах. Экспортный вариант предусматривает установку двигателя Detroit Diesel VM706 (США) мощностью 92 кВт.

Буровой станок состоит из следующих составных узлов: рама, мачта, буровая каретка, вращатель. Мачта отклоняется от вертикали до 45 градусов с помощью гидроцилиндра или раздвижной штанги.

Каретка перемещается по направляющим с помощью цепи, приводимой в движение редуктором «Sauer Danfoss» с тяговым усилием 40 кН.

Технические характеристики вращателя RH 400 производства фирмы «Eurodrill» (Германия) приведены в табл. Здесь же отметим, что на первой передаче реализуется максимальный момент в 4400 Н·м при 72 об/мин. Вторая передача реализует максимально быстрое вращение вала 144 об/мин при пониженном моменте 2200 Н·м.

Такие характеристики вращателя являются оптимальными для реализации быстрой проходки скважин, а также при бурении скважин большой глубины.

В качестве примера, иллюстрирующего мощность станка, укажем, что в г. Екатеринбурге при укреплении фундамента здания с целью последующей проходки под ним тоннеля метрополитена с помощью данного станка были пробурены скважины глубиной 30 м в глинах от текучей до твердой консистенции с многочисленными прослоями скальных пород.

Управление станком производится с выносного пульта. На нем установлены манометры, позволяющие следить за давлением масла в узлах гидросистемы, определяющих давление на забой скважины, крутящий момент вращателя, а также силу зажима домкратов бурового стола.

Для регулирования движения каретки вниз в процессе бурения (подачи бурового инструмента в скважину) на пульте находятся два вентили. Первый – регулирует скорость подачи инструмента, а второй – давление породоразрушающего инструмента на забой скважины.

Скорость вращения шпинделя регулируется двумя ручками (в случае установки двух гидромоторов) пропорциональных гидрораспределителей.

**Дополнительные опции**

Для более производительного соединения буровых штанг на станке можно разместить стол с двумя гидравлическими зажимными



**Внешний вид бурового станка**

**Внешний вид гидростанции**





Планетарный редуктор с тяговым усилием 40 кН



Выносной пульт



Выполнение работ на буровом станке «Figaro» в г. Екатеринбурге

домкратами. Сила зажима – 90 кН, раскрытие домкратов – 50–150 мм.

По специальному заказу может быть установлена вторая пара домкратов, позволяющая развинчивать штанги с моментом 22,5 кН·м. Однако в этом случае высота станка увеличится на 250 мм.

Кроме того, разработана дополнительная опция, реализующая возможность производства работ по струйной цементации грунтов. Для этого в электрическую схему станка устанавливается таймер, отсчитывающий временной интервал подъема монитора. Кроме того, в

Технические характеристики	
<i>Вращатель</i>	
Тип	Eurodrill RH 400
Количество передач	2
Максимальный крутящий момент, Н·м, (при частоте вращения, об/мин)	4400 (0–72)
	2200 (0–144)
<i>Мачта</i>	
Высота, мм	2100 (2000)
Ход подачи, мм	1250
Максимальная длина штанг, мм	1000
Усилия подачи вверх-вниз, кН	40
Наклон мачты, град	0–45
<i>Гидростанция</i>	
Двигатель (по выбору)	Detroit Diesel VM 706 (США); мощность 92 кВт
	Д-243 (Беларусь); мощность 57,1 кВт
Объем бака гидравлического масла, л	200
<i>Зажимные домкраты</i>	
Сила зажима, кН	90
Раскрытие зажимных домкратов, мм	50–150
Момент развинчивания, кН·м	22,5
<i>Масса</i>	
Буровой станок на раме, кг	480
Буровой станок на гусеничном ходу, кг	2000
Гидростанция, кг	1800
<i>Габариты станка</i>	
Высота, мм	2100 (2000)
Ширина, мм	900
Длина, мм	1800
<i>Габариты гидростанции</i>	
Высота, мм	1850
Ширина, мм	1630 (1100)
Длина, мм	2400

этом случае на вал двигателя гидростанции устанавливаются два гидронасоса. При включении только одного из них, на вращатель подается половина потока, что позволяет снизить обороты вращателя до оптимального уровня при струйной цементации – 10–30 об/мин.

Следующая существенная модификация станка заключается в возможности его установки на гусеничное шасси. По мнению авторов, подобная модификация значительно повышает мобильность станка на открытой строительной площадке, но снижает его «проникновение» в труднодоступные места подвальных помещений.

### Стоимость

Концепция, заложенная специалистами предприятия «ССТ» в основу нового изделия, позволила создать буровой станок по своим техническим характеристикам несколько не уступающий аналогичным изделиям зарубежного производства.

Стоимость станка оказалась в 2–3 раза ниже его зарубежных аналогов, что, как мы надеемся, сделает его привлекательным для российских строительных предприятий, работающих в современных жестких условиях экономического кризиса.





специальная строительная техника

## Оборудование для цементации грунтов

Буровые установки  
Comacchio, IPC, MDT,  
Tecniwell

Высоконапорные  
цементировочные насосы  
Tecniwell

Миксерные станции  
CM-40/90 "Вихрь"

Инъекционные комплексы  
IPC, Tecniwell

Инъекционные насосы  
GP30, НБЗ-120/40

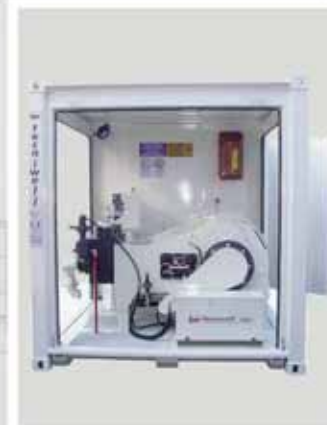
Буровой инструмент для  
струйной цементации  
Jet1, Jet2: штанги,  
мониторы, форсунки,  
долота

Силосы для хранения  
цемента

Специальные строительные  
вагоны, баки для воды

Анкера Titan, Атлант,  
MiniJet

Склад в Москве и Перми



Тел./факс: (499) 195-25-41, (342) 219-61-56 e-mail: info-cct@perm.ru

[www.cct.perm.ru](http://www.cct.perm.ru)

# СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ СЕДЕРСТРЕМ В СТОКГОЛЬМЕ

В. Н. Жуков, ООО «Цюблин»



Район расположения строящегося тоннеля Седерстрем

В столице Швеции г. Стокгольме начато строительство линии метрополитена длиной около 6 км от ст. «Седра» до ст. «Томтебода». Самый сложный участок метрополитена – тоннель, соединяющий два берега озера Мэларен в центре Стокгольма, который в силу особенностей конструкции может быть назван также подводным мостом.

Реализацией этого проекта занимается строительный консорциум компаний Ed. Züblin AG (Германия) и Pihl (Дания). Проектная организация – Техническое бюро Компании Ed. Züblin AG.

## Общая информация

Как следствие предложенного оптимального варианта трассы новой линии метро и рельефа

## Южный берег до начала строительства



местности было решение расположить подводный участок тоннеля на ростверках свайного фундамента, что делает его подобием моста, расположенного на глубине 15–20 м.

Длина участка тоннеля метрополитена по контракту – 412 м, в том числе подводного участка – 300 м. Он будет состоять из трех погружных секций. Примыкающие к нему северный и южный береговые участки сооружаются горным способом. Учитывая то, что тоннель расположен в прочных гранитах, проходка его подземной части ведется с использованием буровзрывного способа.

Условия строительства этого тоннельного участка, как в части геологии, так и в силу расположения в самом центре города, на редкость сложные. На участке озера под слоем

мощностью 2–6 м моренных отложений и глины находится очень прочный гранит. Береговые котлованы тоннеля также располагаются в гранитах на узких набережных на расстоянии 20–40 м от исторических зданий. Фарватер озера Мэларен должен оставаться свободным, в частности, для прогулочных катеров и яхт.

Еще один осложняющий строительство фактор – наличие коммуникационного тоннеля в непосредственной близости от трассы строящегося тоннеля метрополитена.

## Контрактные условия

Основные условия контракта на строительство участка тоннеля метрополитена длиной 412 м, в том числе 300-метровый подводный участок, сооружаемый опускными секциями:

- паушальная цена на весь комплекс работ, включающий все проектные и строительные-монтажные работы;
- взаимоотношения заказчика и подрядчика регулируются положениями АВТ 04 (шведский аналог немецкого VOB);
- контрактом предусмотрена эскалация цены в случае существенного изменения цен на материалы и инфляции;
- предполагается аванс в размере 15 %;
- оплата выполненных работ производится в соответствии с графиком платежей.

## Конструкция тоннеля

Подводный участок тоннеля состоит из трех погружных железобетонных секций,



две из них длиной по 107 м и одна 86 м. Они опираются на четыре промежуточных опоры и на береговые участки. Основание промежуточных опор – кусты свай со стальным сердечником – широко применяемое конструктивное решение в скандинавских странах.

В поперечном сечении погружные секции тоннеля имеют прямоугольную форму с размерами 20,5×10,25 м с двумя отделениями: для двухпутного тоннеля метрополитена и сервисное. Поперечное сечение примыкающих подземных береговых участков – корытообразной формы.

### Береговые котлованы

Береговые котлованы – это не только опоры подводного моста, но и участки перехода тоннеля от подводного расположения к подземному.

Последовательность сооружения северного котлована заключается в следующем:

- с понтона строительная площадка ограждается стальным шпунтом. Снизу шпунтовое ограждение фиксируется стальными штырями (штифтами), устанавливаемыми в пробуренные скважины, а сверху – GEM-анкерами; затем выполняется обратная засыпка скальным материалом;
- в силу того, что стальной шпунт не может быть заглублен в гранит, с целью снижения фильтрации по периметру шпунтового ограждения выполняется Jet-grouting. Учитывая жесткие ограничения экологического характера, используются нестандартные решения для снижения вероятности попадания цементного раствора в воду озера;
- с отсыпанной площадки выполняется ограждение котлована из буросекующихся свай диаметром 1,2 м, заглубляемых в гранит;

- в скальном массиве за контуром будущего тоннеля производится противофильтрационная инъекция цементного раствора (укрепительная цементация);

- буровзрывным способом ведется разработка берегового участка, в котором возводятся железобетонные конструкции тоннеля.

На участке строительства южного котлована прокладывается объезд – дорога, идущая по набережной, которая смещается в сторону озера, на предварительно сооружаемый мост. Котлован разрабатывается в пределах набережной в скальных породах.

### Подходной тоннель

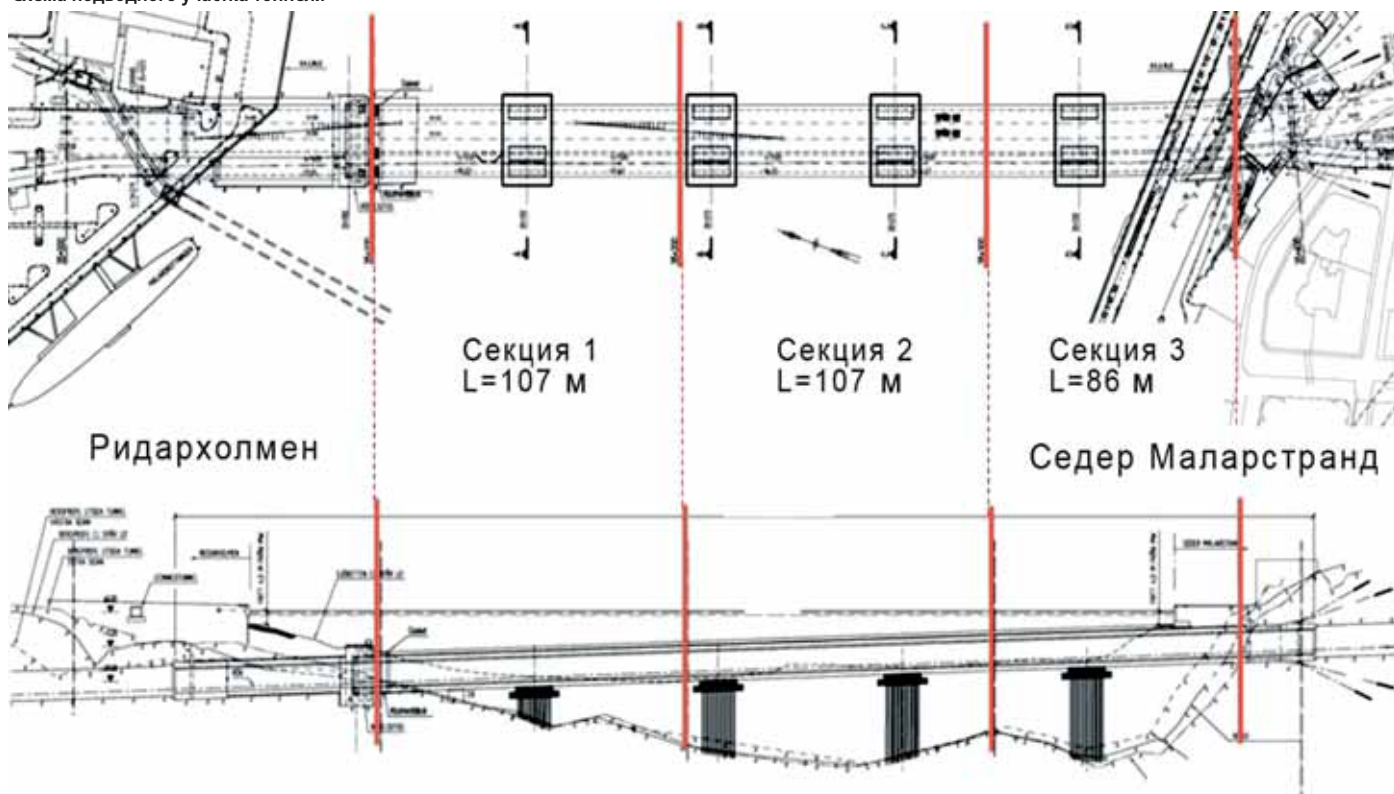
Для сооружения подземного участка тоннеля метрополитена, примыкающего к южному котловану, пройден подходной тоннель. Его портал расположен на набережной на расстоянии чуть более 20 м от исторического здания. Поперечное сечение подходного тоннеля около 60 м<sup>2</sup>. Тоннель пройден буровзрывным способом. Временная крепь – облегченная, из анкеров и местами набрызгбетона. Учитывая расположение тоннеля, действуют жесткие ограничения в плане производства работ:

- в ночное время они запрещены;



Северный берег до начала строительства

### Схема подводного участка тоннеля





Строительство объездной дороги у южного котлована

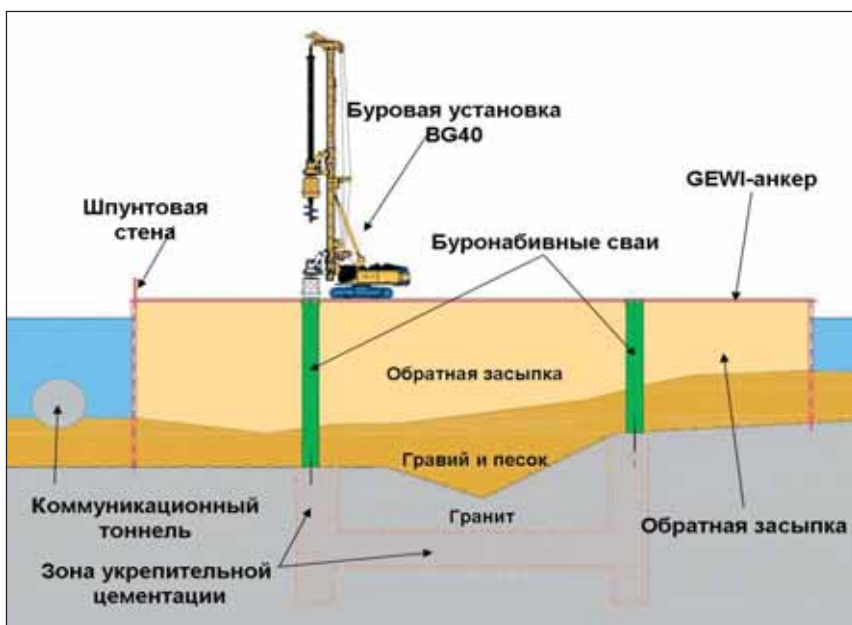


Схема строительства северного котлована



Стальной каркас секции тоннеля, подготовленный к транспортировке

## Объемы основных работ по контракту

Железобетон, тыс. м <sup>3</sup>	30
Подводное бетонирование, тыс. м <sup>3</sup>	2
Арматурная сталь, тыс. т	6
Стальные конструкции, тыс. т	6
Фундаментные сваи, шт.	300
Разработка скальной породы, тыс. м <sup>3</sup>	30

- взрывы разрешены в узкие временные «окна» утром и после обеда;
- для исключения разлета взорванной породы на портале тоннеля смонтированы массивные «шторы».

## Участок тоннеля, сооружаемый погружными секциями

Стальные каркасы погружных секций тоннеля, включающие стальной корпус, арматурные каркасы и элементы жесткости, будут изготовлены в Таллинне. Затем буксиром на барже по Балтийскому морю, они последовательно будут транспортироваться в Швецию, в район Ундерас. Расстояние от Таллинна до него 700 км. В связи с тем, что транспортируемые секции шире некоторых шлюзов в районе Зедерталие, в 50 км от Ундераса, их каркас располагается на барже таким образом, чтобы он был выше стен шлюзов. В Ундерасе, ориентировочно в 50 км от Стокгольма, баржа затопливается для разгрузки стального каркаса, остающегося на плаву. Здесь будет выполняться обетонирование каркаса каждой секции, после чего их буксиром доставят в Стокгольм к месту расположения тоннеля и установят в проектное положение. Бетонные работы по каждой секции производят в определенной последовательности, чтобы не было смещения центра тяжести секции и, как следствие, риска крена и затопления секции.

Секции тоннеля в проектное положение устанавливаются с помощью системы растяжек на ростверки предварительно выполненного свайного основания. В первую очередь – крайние секции, причем южная сначала задвигается в проем южного котлована, а затем, после установки центральной секции, выдвигается в проектное положение и стыкуется с соседней. Для защиты котлована и подземного 70-метрового участка тоннеля от воды, в проеме, оборудованном во фронтальной стене, в который задвигается секция, устраивается уплотнение, некое подобие сальника.

## Ограничения, связанные с местом расположения строящегося тоннеля

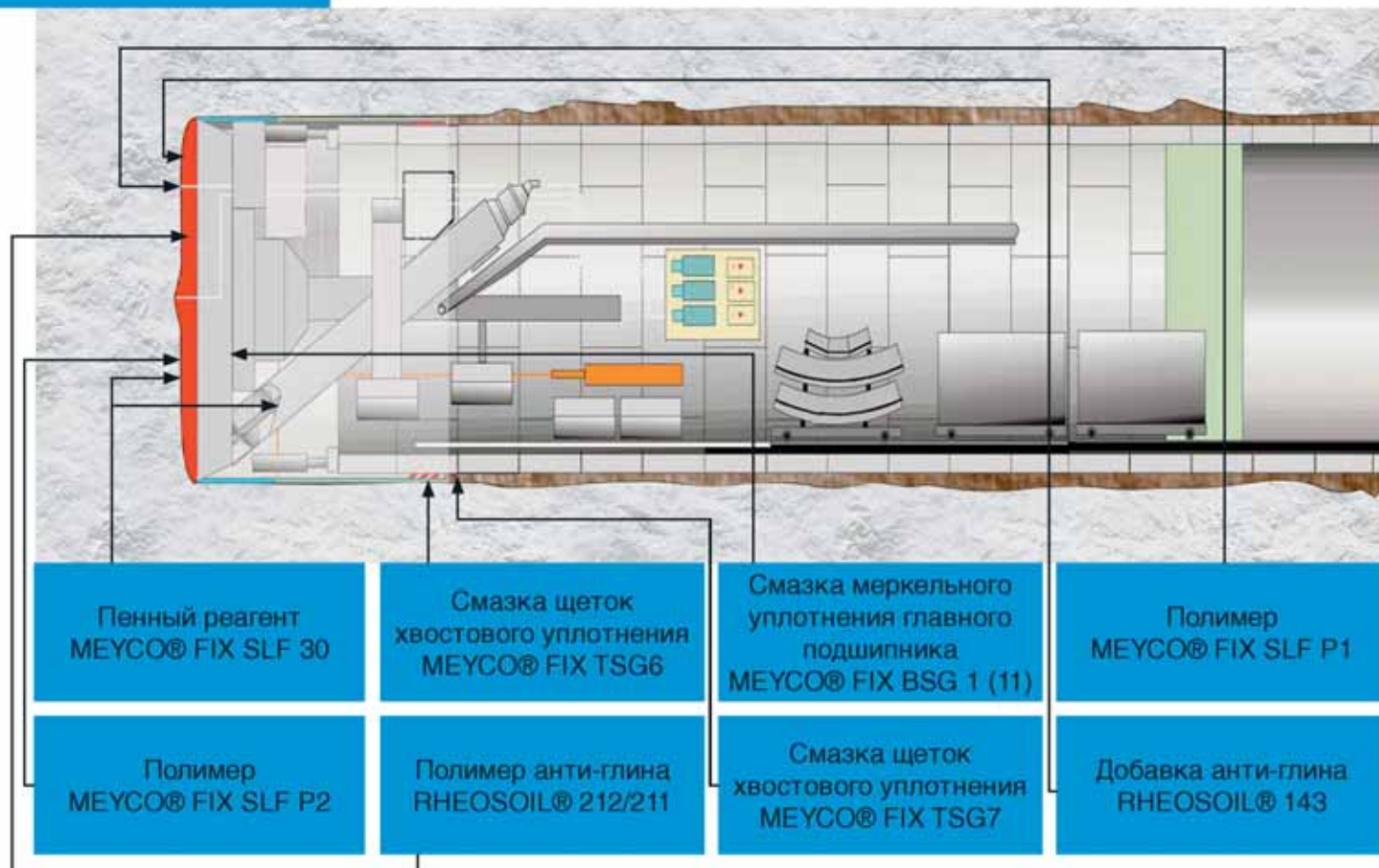
Как было сказано ранее, строящийся тоннель расположен между двумя островами в центре Стокгольма.

На Южном, Седер Мелерштранде, живут известные артисты и художники. В нескольких десятках метров от южного котлована и портала подходного тоннеля, а также непосредственно над ним расположены исторические здания – символы этого района. Недалеко от северного котлована находится известный отель.

Поэтому в районах стройплощадок на стенах зданий установлены датчики, измеряющие сейсмическое воздействие от проводимых работ и шумовое воздействие. Мониторинг осуществляет американская компания «Geokon». При производстве взрывных работ в качестве средств взрывания, с целью снижения сейсмического воздействия, используется система Нонель с 32 сериями замедлений.

В настоящее время ведется сооружение береговых котлованов, участка тоннеля метро, примыкающего к южному котловану, завершена проходка подходного тоннеля, идут подготовительные работы к устройству подводных свайных фундаментов.





**BASF Construction Chemicals** – мировой лидер в области производства высококачественных расходных материалов для тоннелестроения и горного дела, имеющий обширную сеть производств по всему миру, предлагает полный спектр своей продукции, отвечающей европейским стандартам качества и экологической безопасности.

Наиболее востребованные продукты всегда имеются в наличии на складе в Москве - пенный реагент, полимеры для несвязных грунтов, смазка щеток хвостового уплотнения, смазка меркельного уплотнения главного подшипника, а также полимеры антиглина.

Вся продукция сертифицирована и имеет сертификаты экологической безопасности СЭС, поскольку является биоразлагаемой, что позволяет избежать проблем с утилизацией разработанной породы.

Продукция включена в перечень материалов, рекомендованных ведущими производителями к применению на всех типах МТПК.

Новинка 2009 года - смазка меркельного уплотнения MEYCO® FIX BSG11 обладает повышенными водоотталкивающими свойствами и улучшенной перекачиваемостью даже при низких температурах.

Расходные материалы производства BASF Construction Chemicals можно приобрести за рубли со склада в Москве. Приобретая продукцию BASF, вы также получаете бесплатное техническое консультирование в части применения расходных материалов, что позволяет добиться максимальной экономической эффективности.

Уполномоченный представитель в России - ООО «ЛТС»,  
по вопросам приобретения обращаться к Абрамову С.Ю.  
тел (495) 254-40-66; (495) 254-2008; факс (495) 253-97-71,  
эл. почта: [sabr@intertorginc.ru](mailto:sabr@intertorginc.ru)

# 35 ЛЕТ БАЙКАЛО–АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

С. Н. Власов, зам. председателя президиума правления Тоннельной ассоциации России



**Т**ранзитная Байкало-Амурская железнодорожная магистраль является вторым широтным ходом, проходящим параллельно Транссибу по малоосвоенным районам Иркутской, Читинской, Амурской областей, Бурятской и Якутской АССР и Хабаровского края, на огромной территории которых разведаны крупные месторождения полезных ископаемых.

## Первопроходцы



Сооружение магистрали вызвано необходимостью усиления транспортных связей Забайкалья и Дальнего Востока с промышленными центрами Запада страны и создания благоприятных условий для развития производительных сил этих районов.

Завершение строительства БАМа создало второй железнодорожный выход к портам тихоокеанского побережья, который сокра-

тил дальность перевозок грузов по сравнению с существующим направлением по Транссибирской магистрали до Тынды на 590 км, до Комсомольска – на 488 км и до Хабаровска (через Тынду – Сквородино) – на 230 км. Важное значение имеет повышение маневренности сети железных дорог Восточной Сибири и Дальнего Востока и рациональное распределение транзитных перевозок между БАМом и Транссибом.

Район тяготения Байкало-Амурской железнодорожной магистрали вытянулся с запада на восток на 2,5 тыс. км и достигает в ширину 500–600 км, охватывая 21 административный район указанных выше областей, республик и краев общей площадью около 1,5 млн км<sup>2</sup>.

Сооружение БАМа привело к коренным сдвигам в развитии транспортной схемы района и, в частности, к образованию железнодорожных узлов в Тынде и Ургале и развитию Ленского и Комсомольского узлов. Кроме того, со строительством линии Беркамит – Томмот – Якутск и развитием речных портов в Томмоте (р. Алдан) и Якутске (р. Лена) Байкало-Амурская магистраль играет важнейшую роль в обеспечении транзитных перевозок грузов, направляемых через порты по рекам Алдан и Лена в северо-восточные районы страны.

На Байкало-Амурской железнодорожной магистрали был выполнен большой объем

работ по сооружению тоннелей. На трассе расположено пять перевальных тоннелей в однопутном исполнении: Байкальский – длиной 6,7 км, Северомуйский – 15,3, Кодарский – 1,9, Дуссе-Алиньский – 1,8, Нагорный – 1,2 км. Два однопутных тоннеля общей протяженностью 2,5 км были построены на обходе Северо-Муйского хребта и четыре двухпутных Мысовых, общая длина которых превысила 5,1 км, – на побережье Байкала. Всего с учетом подходов тоннелей к трассе, транспортных и вспомогательных штолен было выполнено около 70 км подземных выработок. Из их числа почти 40 км приходится на самый протяженный в России Северомуйский тоннель.

Характерными особенностями тоннелей на БАМе является их большая протяженность, сложные климатические, топографические и инженерно-геологические условия.

Распределенность тоннельных объектов на расстоянии более 1000 км по трассе магистрали потребовала выработки организационных мероприятий, которые обеспечивали бы эффективное управление строительством, оперативное решение возникающих сложных технических вопросов, координацию действий проектных, научных и строительных организаций и, наконец, контроль за ходом работ из единого центра, находящегося в непосредственной близости от сооружаемых объектов.

С учетом этих особенностей и небывало большого объема работ, который предстояло выполнить при строительстве тоннелей, начиная с 1973 г. разрабатывались и реализовывались комплексные научно-технические программы и мероприятия. Это относилось к совершенствованию технологии прокладки тоннелей и увеличению темпов проходки на основе заблаговременной инженерной подготовки и внедрению новых технологических процессов, улучшения организации и механизации работ, оснащения строительных подразделений высокопроизводительной техникой, необходимыми материалами и квалифицированными кадрами. На всех этапах строительства магистрали и сооружения тоннелей этим вопросам уделялось большое внимание. Так, еще за год до опубликования партийно-правительственных постановлений о строительстве БАМа к местам проходки будущих тоннелей по поручению руководства Минтрансстроя выезжала группа работников Главтоннельстроя и Главтранспроекта. В ее состав входили С. Н. Власов – главный инженер Главтоннельметростроя, В. И. Медейко – директор проектно-исследовательского института «Ленметрогипротранс», Н. И. Кулагин – начальник технического отдела Ленметрогипротранса, Э. А. Приц – главный инженер проекта института «Сибгипротранс» и другие специалисты.

В задачу группы входило ознакомиться с топографическими условиями мест расположения будущих тоннелей и рассмотреть возможности строительства дорог для



http://parovoz.com

подхода к ним и обеспечения коммуникационной связью.

Группа проехала и пролетела по пути магистрали, по местам будущих тоннелей и подготовила мероприятия для руководства Министерства по первоначальным работам тоннельщиков на БАМе.

В разработке проектно-технической документации, выполнении горнопроходческих и строительного-монтажных работ, проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, создании и изготовлении конструкций, материалов, машин и механизмов принимало участие большое количество организаций и предприятий под единым организационно-техническим руководством Министерства транспортного строительства и его главных управлений: Главбамстроя и Главтоннельметростроя.

Генеральным подрядчиком (основным исполнителем) всего комплекса работ по прокладке тоннелей являлось Управление Бамтоннельстрой, а генеральным проектировщиком – Ленметрогипротранс с его филиалом «Бамтоннельпроект». Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы велись отделением «Тоннели и метрополитены» ЦНИИСа Минтрансстроя и СКТБ Главтоннельметростроя со своими лабораториями и отделами непосредственно на стройке. Кроме этих головных организаций, в выполнении различных работ и поставках материалов и оборудования, а также оказании различной помощи принимали участие: Метрогипротранс, Сибгипротранс, Армгипротранс, Мосметрострой, Ленметрострой, «Визбас», «Метромаш», «Бурятгеология», Госцентр «Природа», трест «Шахтспецстрой», Карагандинское шахтостроительное управление, проектная контора Шахтспецстроя, Донгипрооргшахтстрой и др.

При сооружении тоннелей совместными усилиями научных работников, проектировщиков и строителей было разработано и осуществлено в натуре большое количество технических решений по проходке тоннелей применительно к конкретным инженер-

но-геологическим условиям в грунтах с различной степенью обводненности и раздробленности. Наиболее сложным оказалось строительство Северомуйского тоннеля, где был внедрен целый ряд интересных технических решений по преодолению сложных участков – зон тектонических разломов.

Уже в ходе работ удалось с использованием космической съемки дополнительно к имеющейся информации обнаружить ряд разломных зон на трассе тоннеля, в том числе тектоническую протяженностью более 800 м, сложенную водонасыщенными дезинтегрированными скальными грунтами до состояния дровсы. Гидростатический напор на данном участке превышал 30 атм.

Это привело к задержке окончания строительства Северомуйского тоннеля и необходимости сооружения обходного участка постоянной железнодорожной линии с максимальным уклоном 18 ‰, на котором расположены два тоннеля: № 1 длиной 1,7 км и № 3 – 0,8 км.

В результате за пятнадцатилетний период накоплен большой опыт проектирования и сооружения транспортных тоннелей большого сечения (56–120 м<sup>2</sup>) в сейсмически активном районе (более 10 баллов), в самых разнообразных и очень сложных инженерно-геологических условиях – от слабоустойчивых до совершенно неустойчивых пород с водопритоками от двух-трех десятков до нескольких тысяч кубических метров воды в час с напором до 30 атм и температурой до +40 °С, а также в условиях вечной мерзлоты.

Строительство Байкало-Амурской железнодорожной магистрали навсегда останется памятной вехой в возведении инженерных сооружений России, какие были в нашей истории: город Санкт-Петербург, Великая Транссибирская магистраль, ДнепрогЭС, Братская ГЭС, подземные электростанции на Вахше и Колыме, заводы Магнитогорска и Комсомольска-на-Амуре.

Хочется пожелать всем, кто принимал участие в этой огромной стройке, дальнейших больших успехов в строительстве инженерных и транспортных сооружений России.



### ВАЛЕРИЮ ЕВСЕЕВИЧУ МЕРКИНУ – 70 ЛЕТ

*1 сентября исполнилось 70 лет Валерию Евсеевичу Меркину – директору Научно-исследовательского центра «Тоннели и метрополитены» (НИЦ ТМ – филиал ЦНИИС – головного научно-исследовательского института отрасли), доктору технических наук, профессору, академику Российской академии транспорта, заслуженному строителю Российской Федерации, заслуженному изобретателю РСФСР, почетному транспортному строителю, лауреату премии Совета Министров СССР.*

*Путь в науку талантливого инженера, изобретателя, ученого, организатора и руководителя начался с Метростроя, куда после окончания МИИТа Валерий Меркин пришел в СМУ-8 начальником смены, мастером шахтной поверхности. Затем – конструктор 1-й категории в проектно-конструкторском бюро ВНИИ Транспортного строительства. В аспирантуру ЦНИИ МПС пришел инженер с блестящей миштовской подготовкой, опытом производственника и проектировщика, богатым творческим потенциалом, успешно реализованным в последующей деятельности старшим инженером, младшим, а затем старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией и с 1986 г. отделением «Тоннелей и метрополитенов» института, директором НИЦ «Тоннели и метрополитены».*

*Начиная с семидесятых годов, под руководством В. Е. Меркина и при его непосредственном участии разрабатывались все основные нормативные документы, новые методы, конструкции и технологии, решались актуальные проблемы строительства метрополитенов и транспортных тоннелей на всей территории бывшего Союза, включая горные тоннели БАМа и Закавказья, городские тоннели в Москве, Санкт-Петербурге и Перми.*

*В. Е. Меркин принимал непосредственное участие в научном сопровождении проектирования и возведения таких уникальных комплексов, как первая в Москве одноводчатая станция метрополитена глубокого заложения «Тимирязевская», многоярусная подземная автостоянка на Манежной площади, Северомуйский и другие тоннели БАМа.*

*Большой личный вклад внес В. Е. Меркин в проектирование и сооружение крупнейших подземных сооружений 3-го транспортного кольца Москвы. Под его научным руководством и при его личном участии, начиная с 1996 г., были разработаны и успешно реализованы Комплексные программы научно-технического сопровождения строительства многоярусных тоннельных сооружений на Кутузовской, Гагаринской, Волоколамской и Нахимовской транспортных развязках и крупнейших в Европе городских Лефортовского и Серебряноборских тоннелей.*

*На этих объектах применены разработанные с участием В. Е. Меркина эффективные материалы и конструктивно-технологические решения современного мирового уровня, обеспечивших высокое качество, необходимые темпы и безопасность работ, охрана природной и городской среды. Например, новые конструкции и технологии сооружения железнодорожного тоннеля на Гагаринской развязке; материалы и конструкции деформационных швов в тоннельной обделке и плите проезжей части автодорожных тоннелей; конструкции обделки и технологические параметры защитного экрана из труб при прокладке тоннелей под железнодорожными насытями без перерыва движения поездов; технические условия на проектирование тоннельных конструкций, быстротвердеющие составы бетонов и технология скоростного возведения плиты проезжей части, бесцементные таллонажные растворы для заполнения пространства между обделкой и грунтом; технологические регламенты на изготовление заводских изделий и материалов, а так же на все основные виды строительно-монтажных работ тоннельных объектов и др.*

*В настоящее время Валерий Евсеевич принимает участие в обеспечении строительства транспортной развязки в районе станции «Сокол» Московского метрополитена.*

*В. Е. Меркин является одним из авторов новой технологии изготовления железобетонных водонепроницаемых блоков для сборных обделок кругового очертания для строительства транспортных тоннелей и метрополитенов. Созданная им технология базируется на использовании передового зарубежного и отечественного опыта с учетом реальных возможностей заводов ЖБК и предусматривает применение высокоточных форм, эффективных химических добавок, уникальных стендов и методов контроля водонепроницаемости изделий. Данная разработка внедрена при реконструкции Московского метрополитена, строительстве упомянутых Лефортовского и Серебряноборских автодорожных тоннелей и участка тоннеля мини-метро в Москве.*

*Организованный под руководством и при участии В. Е. Меркина мониторинг зданий и коммуникаций в зоне прокладки тоннелей, обеспечил принятие своевременных мер по их сохранности на основе оперативной информации о состоянии наблюдаемых объектов.*

*В. Е. Меркин автор около 200 научных трудов, включая 3 учебника и 7 монографий, 69 изобретений. Желаем Валерию Евсеевичу крепкого здоровья, долголетия, новых творческих и научных свершений.*

*Коллектив НИЦ «Тоннели и метрополитены»  
Тоннельная ассоциация России  
Редакция журнала «Метро и тоннели»*



### **ВИКТОРУ ПЕТРОВИЧУ ХРУСЮ – 50 ЛЕТ**

*Генеральному директору СМУ-4 ОАО «Мосметрострой» Виктору Петровичу Хрусю исполнилось 50 лет. Окончив с отличием Киевский политехнический институт в 1984 г., Виктор Петрович Хрусь приступил к работе в СМУ-4 Московского метростроя в должности мастера шахтной поверхности на шахтостроительном участке. В 1987 г. он – сменный инженер, в 1988 – главный энергетик, впоследствии – заместитель главного инженера. В июле 1990 г. Виктор Петрович назначается на должность начальника СМУ-4 Мосметростроя. В настоящее время – генеральный директор ООО «СМУ-4 Метрострой».*

*Под непосредственным руководством Виктора Петровича коллектив СМУ-4 качественно и в срок обеспечил ввод в эксплуатацию и реконструкцию вестибюля ст. «Арбатская» Арбатско-Покровской линии, пять станций лёгкого метро Бутовской линии, дополнительный выход станции «Маяковская» Замоскворецкой линии, участок Митино-Строгинской линии, станции «Сретенский бульвар» и «Трубная» Люблинской линии; участвовал в строительстве транспортных тоннелей в Лефортове и под Серебряным Бором.*

*В 2005–2009 гг. силами СМУ-4 было смонтировано 18 эскалаторов, полностью заменено эскалаторное оборудование на пяти станциях Московского метро, освоено монтаж новых серий эскалаторов E-25T и E-55T. При установке крупногабаритных немецких вентиляторов «TIT-TURBO» на 3-м транспортном кольце и в тоннелях под Серебряным Бором коллективом инженеров СМУ-4 при непосредственном руководстве В. П. Хруся были реализованы инженерные мероприятия, которые позволили провести уникальные работы по установке вентиляторных агрегатов в сжатые сроки.*

*Участвуя в оснащении Лефортовского автодорожного тоннеля инженерными системами, СМУ-4 успешно осуществило монтаж впервые применяемой системы автоматического водяного пожаротушения (АВПТ), а при сооружении Серебряноборских тоннелей – монтаж новейших систем пожаротушения, энергоснабжения, вентиляции и дымоудаления, водоотведения, связи и оповещения, управления дорожным движением и оповещения водителей, газоанализа и контроля загазованности воздуха и системы газоочистки.*

*В 2007 г. СМУ-4 Метростроя по просьбе Московского метрополитена приняло на себя решение задач по снабжению материалами и оборудованием строящихся объектов, оно не только освоило чрезвычайно ёмкую номенклатуру изделий, но и предложило использование отечественных аналогов кабельной продукции взамен импортных, что позволило существенно снизить стоимость электромонтажных работ на прокладке метро.*

*В апреле 2009 г. система менеджмента качества, внедрённая в ООО «СМУ-4 Метрострой», с успехом прошла сертификацию на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2001.*

*Большое внимание Виктор Петрович уделяет подбору и расстановке кадров. Об этом говорит тот факт, что около 40 % работников имеют высшее и среднетехническое образование, основной костяк организации составляют кадровые высокопрофессиональные рабочие, проработавшие на предприятии не один десяток лет.*

*Виктор Петрович Хрусь – грамотный, зрелый современный руководитель, использующий в своей работе лучшие традиционные управленческие методики прежних лет и современные инновации менеджмента.*

*В коллективе СМУ-4 и всего Московского метростроя пользуется заслуженным авторитетом как талантливый руководитель, специалист высокого класса, порядочный, открытый, жизнерадостный человек.*

*За долголетний и добросовестный труд, высокие показатели в работе В. П. Хрусю присвоено почетное звание «Заслуженный строитель Российской Федерации». Он награждён правительственными наградами: медалями «За заслуги перед Отечеством», «В память 850-летия Москвы», неоднократно поощрялся руководством Корпорации «Транстрой» и ОАО «Мосметрострой».*

*Желаем Виктору Петровичу крепкого здоровья, счастья и успехов в его трудовой деятельности.*

*Коллектив ООО «СМУ-4 Метрострой»  
Редакция журнала «Метро и тоннели»*



### МИХАИЛУ ЮРЬЕВИЧУ АРБУЗОВУ – 50 ЛЕТ

14 сентября директору строительного управления № 5 Мосметростроя

Михаилу Юрьевичу Арбузову исполнилось 50 лет.

Верный выбор сделал он однажды, став метростроевцем. И то, что Михаил Юрьевич вот уже почти три десятилетия занимается строительством метро, говорит о том, что он осознанно выбрал профессию и остается ей верен.

Михаила Юрьевича Арбузова всегда отличало и отличает знание горного дела. Теорию он изучал в институте (закончил Московский институт инженеров транспорта, отделение «Мосты и тоннели»), а опыт приобретал непосредственно на метростроевских объектах в коллективе СМУ № 5.

Инженерные способности Михаила Юрьевича, его природная смекалка, техническое мышление известны не только строителям, но и проектировщикам, конструкторам... Очень важно, когда руководитель строительной организации способен творчески поразмышлять над техническим проектом, не просто принять его, изучить и претворить в жизнь, а еще и внести в него свежую струю, какое-то рациональное зерно. Тогда руководитель – не только исполнитель, но и соавтор идеи, творческий участник производственного процесса.

Лучшее подтверждение тому – объекты, которые коллектив СМУ № 5 Мосметростроя соорудил за последние три десятилетия. Так уж получается, что ему достаются очень сложные задания, над выполнением которых надо крепко подумать, не раз и не два обсудить технические решения. Для кого-то это было бы, может быть, лишней головной болью, но только не для Михаила Юрьевича. Сложное техническое решение, наоборот, всегда вызывает в нем какой-то азарт.

Ему нравится, когда сложно, когда надо что-то придумывать.

Сложно какой-то из объектов поставить на первое место. Они все потребовали и от коллектива, и от его руководителя очень много сил и напряжения. Стоит назвать станции «Боровицкая» и «Петровско-Разумовская», подземный торговый центр на Манежной площади, коллектор у здания МГУ на Моховой улице, транспортный тоннель на Нахимовском проспекте, станции «Воробьевы горы» и «Сретенский бульвар», Серебряноборские тоннели (участок Краснопресненского проспекта от МКАД до проспекта Маршала Жукова). Любым из этих объектов можно гордиться.

Михаил Юрьевич в разные годы в разных должностях участвовал в их сооружении.

Очень значимый для СМУ № 5 объект – транспортный тоннель под Павелецкой железной дорогой. Впервые строителям пришлось осваивать метод продавливания в грунте готовых секций тоннеля. Здесь было внедрено много интересных технических решений, в том числе и тех, что были предложены инженерами нашего коллектива во главе с Арбузовым.

Строительство велось без остановки движения поездов на железной дороге.

Еще одна значительная веха в производственном процессе – ствол Т-3 на Большой Никитской улице. Впервые в практике метростроения вместе со специалистами субподрядной организации применили способ заморозки с помощью сухого льда, который ранее никогда не использовался при проходке вертикальных шахтных стволов.

Надо отметить, что станция «Сретенский бульвар», которую только недавно достроили, отличается по своей конструкции от других станций глубокого заложения. Здесь использовано новое инженерное решение конструктора Метрогипротранса Е. Барского и директора СМУ № 5 М. Арбузова, которые получили патент на изобретение.

Особенность его заключается в том, что на станции обратный свод вытолен из монолитного железобетона.

При возведении ст. «Сретенский бульвар» наиболее сложным участком работ был пересадочный узел на ст. «Чистые пруды». Коллектив СМУ № 5 возвращается сюда в третий раз: строительство на первой очереди, реконструкция среднего зала и вот теперь примыкание к новому метровокзалу. Первоначально проект предполагал сооружение пересадочного узла (наклонного хода) с искусственным замораживанием грунтов. Для этого нужна была дополнительная строительная площадка на Мясницкой улице. В условиях центра города это было большой проблемой, так как требовало реорганизовать движение транспорта. Михаил Юрьевич предложил пройти наклон под защитой экрана из труб, что в данных условиях требовало очень точного расчета. Вся сложность и опасность заключалась в том, что станция первой очереди «Чистые пруды» была сооружена из монолитного железобетона и примыкать к этим конструкциям было весьма проблематично. И защитный экран из труб оказался прекрасным решением.

Пятьдесят лет – возраст зрелости, мудрости и расцвета. Вещ наши коллектив поздравляет Михаила Юрьевича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, долгих лет жизни, счастья, удачи и надеется еще на долгую совместную работу по строительству новых линий и станций столичного метрополитена.

Коллектив СМУ № 5 Мосметростроя  
Тоннельная ассоциация России и редакция  
журнала «Метро и тоннели» присоединяются к поздравлениям.





### ЮРИЮ СТЕПАНОВИЧУ ФРОЛОВУ – 70 ЛЕТ

*Доктору технических наук, профессору Юрию Степановичу Фролову исполнилось 70 лет.*

*После окончания в 1961 г. факультета «Мосты и тоннели» Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта (НИИЖТа) Юрий Степанович начал свою трудовую деятельность на строительстве Бакинского метрополитена. В 1965 г. перешел на научно-педагогическую работу на кафедру мостов и тоннелей НИИЖТа. Закончив аспирантуру на кафедре тоннелей и метрополитенов НИИЖТа, в 1972 г. защитил кандидатскую диссертацию. С этого времени он трудится в ЛИИЖТЕ – ПГУПСЕ, пройдя путь от старшего научного сотрудника, руководителя лаборатории моделирования тоннелей, доцента до профессора кафедры (1996 г.).*

*Профессор Ю. С. Фролов является одним из ведущих ученых страны в области строительства и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов.*

*Результаты обследования технического состояния горных железнодорожных тоннелей, расположенных в районах с суровым климатом на трассе Транссибирской магистрали, и практические разработки, выполненные Ю. С. Фроловым в первые годы научной деятельности, позволили решить ряд проблем, связанных с эксплуатационной надежностью этих сооружений, а также с прокладкой протяженных тоннелей на Байкало-Амурской магистрали. С 1975 по 1980 г. он являлся ученым секретарем Координационного совета ЛИИЖТа по вопросам проектирования и строительства БАМа, один из авторов справочно-методического пособия «Тоннели», подготовленного ЦНИИСом в помощь строителям БАМа в 1979 г.*

*Основное направление научной деятельности профессора Ю. С. Фролова в последние годы – экспериментально-теоретические исследования работы конструкций транспортных тоннелей и подземных сооружений метрополитена методами физического и математического моделирования, оценка их эксплуатационной надежности.*

*Результаты его научных исследований использованы при внедрении новых конструкций односводчатых и колонных станций на линиях метрополитена в Санкт-Петербурге, в том числе при проектировании и возведении уникальной двухъярусной объединенной пересадочной станции «Спортивная». При непосредственном участии Ю. С. Фролова решались вопросы объемно-планировочного и конструктивного решения перегонных тоннелей при восстановлении участка линии метрополитена в зоне «Размыв».*

*Комплекс экспериментально-теоретических и натурных исследований, выполненных для обоснования эффективности внедрения новых конструктивно-технологических решений при проходке тоннелей Петербургского метрополитена под руководством Ю. С. Фролова и его непосредственном участии, позволил решить чрезвычайно важную проблему безосадочной проходки выработок в плотно застроенных районах города. Эта работа, внедренная в производство совместно со специалистами ОАО «Метрострой», НИИПИИ «Ленметрогипротранс» и ЗАО «СМУ-11» отмечена дипломом и почетным знаком Федерального агентства по строительству и ЖКХ «За внедрение передовых технологий при освоении подземного пространства».*

*Важной инициативой, получившей поддержку и у заказчиков и у подрядчиков, явилась работа, связанная с обоснованием необходимости предусмотреть и узаконить в проектной документации транспортных тоннелей и метрополитенов раздел анализа рисков.*

*По инициативе и под научным руководством профессора Ю. С. Фролова выполнен большой объем экспериментально-теоретических исследований по обоснованию рациональных типов крепи и технологии проходки горных транспортных тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях. Практическая значимость этой работы подтверждена при внедрении ее результатов на таких уникальных объектах, как тоннели на автомагистрали Адлер – Красная Поляна и тоннель на обходе г. Сочи.*

*Ю. С. Фролов является квалифицированным педагогом, на высоком уровне ведущим все виды педагогической деятельности. За многие годы работы в НИИЖТ – ПГУПС (ЛИИЖТ) он воспитал несколько поколений грамотных инженеров-тоннельщиков, способных на современном уровне ставить и решать сложные технические вопросы; опубликовал в печати более 120 научно-методических трудов, в том числе 2 монографии, 4 учебника (в соавторстве). Юрий Степанович является членом Тоннельной ассоциации России, Научно-технического экспертно-консультационного совета Петербургского регионального отделения Тоннельной ассоциации России, участвует в работе экспертных комиссий и технических советов ОАО «Метрострой», НИИПИИ «Ленметрогипротранс» и ГУП «Петербургский метрополитен».*

*Долголетняя активная и плодотворная научно-педагогическая деятельность Ю. С. Фролова отмечена знаками «Изобретатель СССР», Министерства транспорта «XXX лет Байкало-Амурской магистрали», МПС «Почетному железнодорожнику», АО РЖД «За безупречный труд на железнодорожном транспорте».*

*Президиум Тоннельной ассоциации России поздравляет Юрия Степановича Фролова с пожеланием ему здоровья и долгих лет плодотворной деятельности.*

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ АВТОДОРОЖНЫМИ ТОННЕЛЯМИ МОСКВЫ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Е. В. Корнеев, к. т. н., ОАО «Метротранс»



**К** настоящему времени в Москве функционируют четыре автодорожных тоннеля значительной протяженности, построенные как открытым способом, так и с применением специализированного горнопроходческого щита, в том числе:

- Кутузовский путепровод тоннельного типа в составе 3-го транспортного кольца;
- Гагаринский автодорожный тоннель в составе 3-го транспортного кольца;
- Лефортовский тоннель глубокого заложения и тоннель открытого способа работ встречного направления в составе 3-го транспортного кольца;
- автодорожные тоннели участка Краснопресненского проспекта от МКАД до проспекта Маршала Жукова.

Кроме того, выпущена проектно-сметная документация стадии «Проект» по автодорожным тоннелям участков Южной рокады от Балаклавского проспекта до Каширского шоссе и 4-го транспортного кольца от Коломенского проезда до дублера Волгоградского проспекта.

Вполне очевидно, что перечисленные городские автодорожные тоннели (далее –

ГАТ) существенно различаются с точки зрения конструктивных, общестроительных и технологических решений, реализованных при их строительстве и обустройстве, а также с точки зрения реализованных схем организации движения транспорта (имеется в виду, в частности, совмещение в тоннелях участка Краснопресненского проспекта от МКАД до проспекта Маршала Жукова и Коломенском тоннеле движения автотранспорта и поездов метрополитена).

В то же время, с точки зрения состава комплекса реализованных технологических систем, организации управленческой деятельности персонала диспетчерской службы эксплуатирующих организаций и состава решаемых ими задач, перечисленные тоннели имеют много общего:

- основные эксплуатирующие организации – ГУП «Гормост» и ГИБДД;
- непрерывный круглосуточный режим работы диспетчерских служб;
- устройство центрального диспетчерского пункта (ЦДП) как органа организации и управления движением автомобильного

транспорта в ГАТ и на подходах к ним, управления комплексом систем жизнеобеспечения и безопасности тоннелей и места размещения персонала диспетчерских служб эксплуатирующих организаций;

- оснащение объектов самым современным и эффективным оборудованием, дающим возможность оперативного рационального решения основных задач, стоящих перед персоналом диспетчерской службы эксплуатирующих организаций, в том числе:

- обеспечения функционирования объекта в соответствии с его основным назначением (организация бесперебойного безостановочного и безопасного движения транспорта);
- жизнеобеспечения объекта;
- достижения всесторонней безопасности участников дорожного движения, персонала объекта, а также сохранности сооружений и оборудования.

## Организация управления ГАТ в штатном режиме эксплуатации

В штатном (эксплуатационном) режиме персонал диспетчерских служб эксплуатиру-

ющих организаций действует самостоятельно: ГУП «Гормост» – в соответствии с «Регламентом технической эксплуатации сооружений и оборудования автодорожного тоннеля», ГИБДД – в соответствии с «Положением о Центре телеавтоматического управления движением транспорта (ЦТАУ ДТ) УГИБДД ГУВД по г. Москве (Система «СТАРТ»)», а также в рамках задач, определяемых соответствующими должностными и специальными инструкциями, техническими регламентами (профилактического обслуживания, ремонта оборудования, мойки сооружений и конструкций тоннелей и т. д.). Следует отметить, что «Регламент технической эксплуатации...» в обязательном порядке разрабатывается, согласуется и утверждается в процессе выпуска проектной документации на стадии «Рабочая документация».

Такого типа задачи в большинстве случаев реализуются независимо (автономно), однако отдельные мероприятия решаются совместно, с применением инженерного оборудования технологических систем и с привлечением персонала и специализированных технических средств эксплуатирующих организаций, например:

- ремонтные работы в транспортной зоне, выполняемые техническим персоналом ГУП «Гормост», для проведения которых необходимо частичное закрытие движения транспорта в тоннелях (например, по одной из крайних полос), реализуемое и контролируемое диспетчерской службой ГИБДД;

- ремонтные или строительные работы под плитой проезжей части тоннелей глубокого заложения, осуществляемые техническим персоналом ГУП «Гормост», для проведения которых необходима доставка и последующая разгрузка материалов, инструментов и оборудования в зоне одного из межтоннельных переходов, реализуемое под контролем диспетчера ГИБДД либо под прикрытием патрульных автомобилей ДПС ГИБДД;

- эвакуация неисправного (поврежденного) автомобиля из транспортной зоны тоннеля, производимая с использованием спецтехники (тягача) ГУП «Гормост» под контролем диспетчера ГИБДД либо под прикрытием патрульных автомобилей ДПС ГИБДД.

Практическая деятельность диспетчеров эксплуатирующих организаций осуществляется с автоматизированных рабочих мест (АРМ), размещаемых в диспетчерском зале ЦЦП объекта, с использованием комплекса средств автоматизации и связи, а также системы отображения информации коллективного пользования.

Персонал дежурных смен диспетчерских служб эксплуатирующих организаций установленного состава постоянно в круглосуточном режиме находится в диспетчерском зале, а также в аппаратных и в других служебных помещениях здания ЦЦП объекта.

### **Организация управления ГАТ в режиме возникновения ЧС**

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.02 и ГОСТ Р 22.1.12, под чрезвычайной ситуацией (ЧС) в

ГАТ в общем случае понимается состояние, при котором в результате появления источника чрезвычайной ситуации в тоннелях и на подходах к ним нарушаются нормальные условия жизни и деятельности, возникает угроза жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, городскому хозяйству и окружающей природной среде.

Другими словами, под ЧС понимается реализация событий или процессов, возникновение, развитие и последствия которых могут привести к гибели людей, разрушению сооружений тоннеля, а также к снижению либо прекращению возможности непрерывного и устойчивого функционирования объекта.

**Ликвидация чрезвычайных ситуаций** – это проведение в зоне ЧС в ГАТ, на подходах к нему и прилегающих к нему территориях, а также, при необходимости, в тоннелях и сооружениях метрополитена, силами и средствами ликвидации чрезвычайных ситуаций всех видов разведки и неотложных работ, а также организация жизнеобеспечения пострадавших участников движения транспорта, персонала диспетчерских и технических служб объекта и личного состава этих сил.

Эти мероприятия проводятся персоналом диспетчерских и технических служб объекта с привлечением, в случае необходимости, сил и средств городских специализированных организаций и служб. Порядок их взаимодействия при ЧС определяется «Регламентом взаимодействия дежурных смен эксплуатационных служб объекта на случай возникновения ЧС» и «Оперативным планом тушения пожара», в обязательном порядке разрабатываемых, согласуемых и утверждаемых в процессе выпуска рабочей документации.

Основной задачей деятельности всех задействованных служб является предотвращение гибели людей и спасение их во время развития чрезвычайной ситуации и при ликвидации ее последствий. От уровня оперативности и эффективности действий начальника дежурной смены службы эксплуатации тоннелей, дежурных смен пожарно-спасательных отрядов Управления гражданской защиты Москвы, дежурного инспектора (далее – диспетчера) ГИБДД зависит количество людей, попавших в зону действия возможной чрезвычайной ситуации в ГАТ, и, соответственно, тяжесть возможных ее последствий.

До прибытия руководителя ликвидации ЧС (тушения пожара), определяемого, в соответствии с действующими документами, из числа лиц руководящего состава подразделений, находящихся в оперативном подчинении ГУ МЧС России по г. Москве, контролирует действия по предотвращению чрезвычайной ситуации, ее локализации и ликвидации ее последствий начальник дежурной смены службы эксплуатации тоннелей (далее – НДС).

Для предотвращения гибели людей на первом этапе (до прибытия пожарно-спаса-

тельных и поисково-спасательных подразделений, аварийных служб и т. д.) НДС принимает решение об ограничении или запрещении движения транспорта в автодорожных тоннелях, а также о проведении эвакуации людей.

О принятом решении НДС обязан проинформировать диспетчера ГИБДД, находящегося в диспетчерском пункте.

Обеспечение мероприятий по предупреждению ЧС, минимизации и ликвидации их последствий в части, касающейся обеспечения управления дорожным движением в ГАТ и на подходах к ним, в том числе с использованием технических средств организации дорожного движения и АСУ ДД, осуществляется диспетчером ГИБДД с привлечением патрульных автомашин ДПС ГИБДД и во взаимодействии с ЦТАУ ДТ УГИБДД ГУВД г. Москвы и территориальными отделами ГИБДД.

Диспетчер ГИБДД в рамках, определенных регламентом, обязан совместно с НДС проводить мероприятия по оповещению и координации действий привлекаемых подразделений ГИБДД в соответствии с инструкциями руководства ГИБДД и регламентом взаимодействия служб.

### **Содержание управленческой деятельности диспетчерских служб ГАТ в процессе ликвидации ЧС с использованием комплекса технических средств АСУ ТП**

При переходе из штатного режима (штатной ситуации – ШС) в режим ЧС, например, при возникновении пожара в тоннеле вследствие столкновения автотранспорта, на первый план выдвигаются задачи по организации пожаротушения, противодымной защиты и недопущению распространения огня; передаче тревожной информации соответствующим городским службам; организации и проведению эвакуации из тоннеля людей и неисправного или пострадавшего автотранспорта, по обеспечению сохранности сооружений и оборудования объекта.

Существенно, что моментом возникновения такой ситуации с точки зрения режима работы ЦДП является факт получения диспетчером соответствующей тревожной информации, а не время реального возникновения ЧС.

Такой подход принципиально предопределяет особые требования к системам и техническим средствам, предназначенным для сбора, обработки информации об обстановке и доведения ее до диспетчера (это, в частности, система теленаблюдения за обстановкой в тоннеле, система связи, система пожарной сигнализации, система охранной сигнализации и контроля и управления доступом и т. п.). Очевидно, что до тех пор, пока тревожная информация не дойдет до диспетчера, ЧС не установлена и ни о какой целенаправленной деятельности не может быть и речи.

В интересах определенности целесообразно дополнительно выделить нештатный режим работы диспетчерских служб (режим НШС), под которым подразумеваются лю-

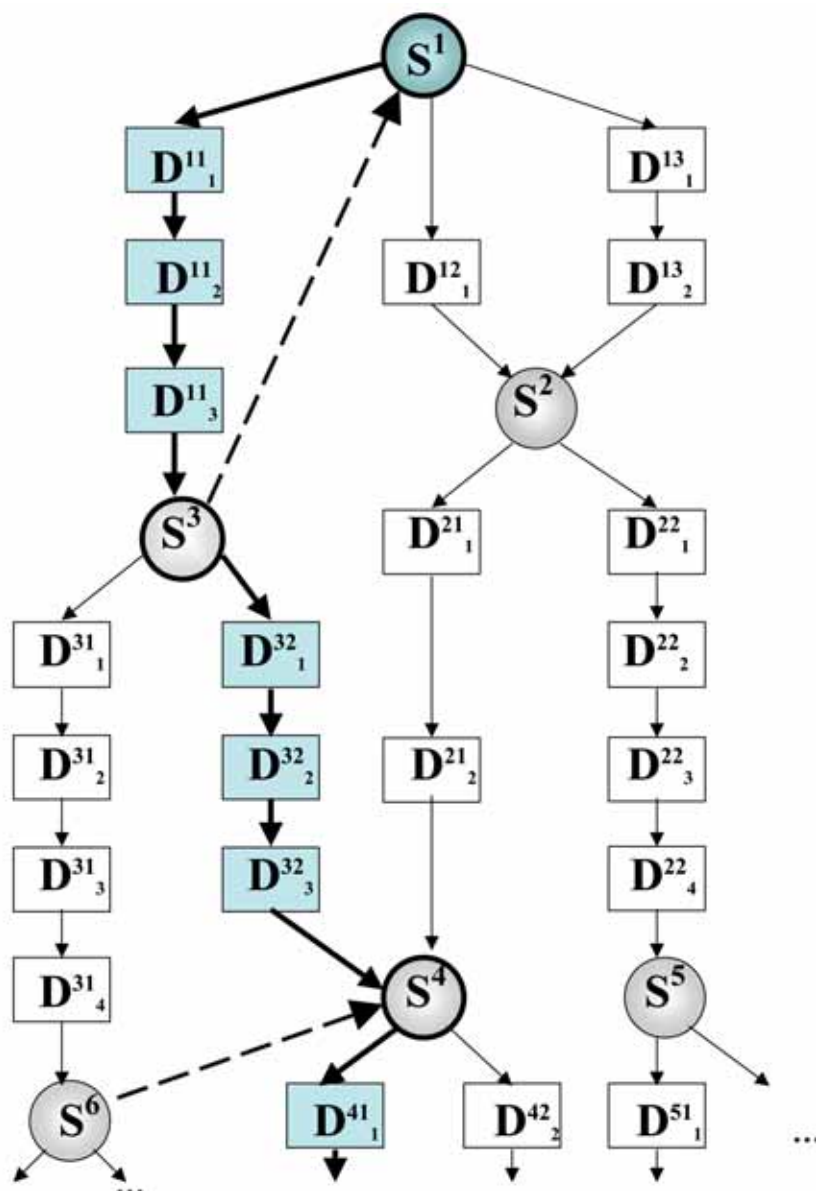


Рис. 1. Обобщенный алгоритм работы персонала дежурной смены ЦДП при ликвидации последствий ЧС

бые целенаправленные действия диспетчерского персонала, вынужденно выходящие за рамки штатного режима работы, описанного выше. Данный режим возможен при возникновении сигнала тревоги, когда сам факт чрезвычайной ситуации еще не подтвержден или не отменен.

Процесс ликвидации ЧС в городских автомобильных тоннелях – сложный ответственный процесс последовательной реализации совокупности взаимосвязанных целенаправленных действий с использованием всех необходимых доступных ресурсов – технических средств различного назначения, в том числе и специальных, и людей, как из состава персонала объекта, так и привлекаемых в установленном порядке.

С одной стороны, действия дежурной смены практически в любых ЧС достаточно жестко и однозначно определены соответствующими инструкциями и наставлениями. С другой стороны, это процесс, несомненно, творческий, поскольку в реальной сложной ситуации, в условиях резкого дефицита вре-

мени и когда далеко не все необходимые ресурсы могут оказаться доступными, оптимальный (рациональный) вариант устранения последствий ЧС или ее предотвращения не может быть предусмотрен ни одним руководящим документом.

По существу, в процессе ликвидации ЧС, представляющем из себя последовательное принятие частных, в определенном смысле рациональных управленческих решений, персоналом дежурной смены реализуются три основных функции:

- получение, сбор, уточнение и анализ информации о факте возникновения ЧС, а также о текущей обстановке и ее развитии с учетом результатов уже принятых и реализованных частных решений;
- непосредственное принятие частных решений по управлению доступными ресурсами в зависимости от складывающейся ситуации;
- непосредственное управление, то есть доведение информации о принимаемых частных решениях до исполнительных устройств (либо непосредственно, либо через

персонал соответствующих служб) с последующим контролем их выполнения.

Данный подход принципиально важен, поскольку дает основания для обоснованной декомпозиции процесса принятия решения на информационные процессы (сбор, обработка, анализ информации, принятие частных решений и их доведение до исполнителей или исполнительных устройств) и физические (непосредственное функционирование технических средств различного назначения).

Обобщенный алгоритм работы персонала дежурной смены ЦДП при ликвидации последствий ЧС представлен на рис. 1.

Очевидно, что он является только основой для разработки конкретных алгоритмов. Реальный алгоритм работы дежурной смены при возникновении ЧС достаточно сложен и разветвлен даже в том случае, когда все исполнительные устройства функциональных подсистем полностью исправны и управляющая информация от диспетчера поступает незамедлительно и без искажений.

В общем случае, управление проведением мероприятий по ликвидации последствий ЧС с использованием возможностей размещенного в диспетчерском зале ЦДП комплекса средств автоматизации и АСУ ТП, заключается в следующем.

1. Поиск с АРМ НДС, выбор и активизация видеокамеры (видеокамер) АСУ ДД (либо видеокамеры системы охранного видеонаблюдения), позволяющей подтвердить факт возникновения ЧС и визуально контролировать развитие обстановки в зоне ее возникновения.

2. Оповещение (автоматически либо с АРМ помощника НДС) должностных лиц городских служб и организаций в установленном порядке в соответствии с регламентом их взаимодействия.

3. Выдача указаний должностным лицам из состава дежурной смены, соответствующих регламенту взаимодействия служб и складывающейся обстановке.

4. Подготовка НДС решения о составе и порядке реализации мероприятий, с которых начинается процесс ликвидации последствий ЧС.

5. Принятие (реализация) НДС в необходимой последовательности частных решений (управляющих воздействий):

- получение информации о срабатывании технологических систем, включающихся автоматически (системы водяного пожаротушения, оповещения и управления эвакуацией, контроля и управления доступом и других) на средствах отображения информации индивидуального и коллективного пользования либо вызов с помощью имеющегося на АРМ НДС и его заместителя программного обеспечения (диалогового интерфейса) функциональных схем основных технологических систем для поиска и последующей активизации необходимых исполнительных устройств (дистанционное управление), а также технологических систем, управля-

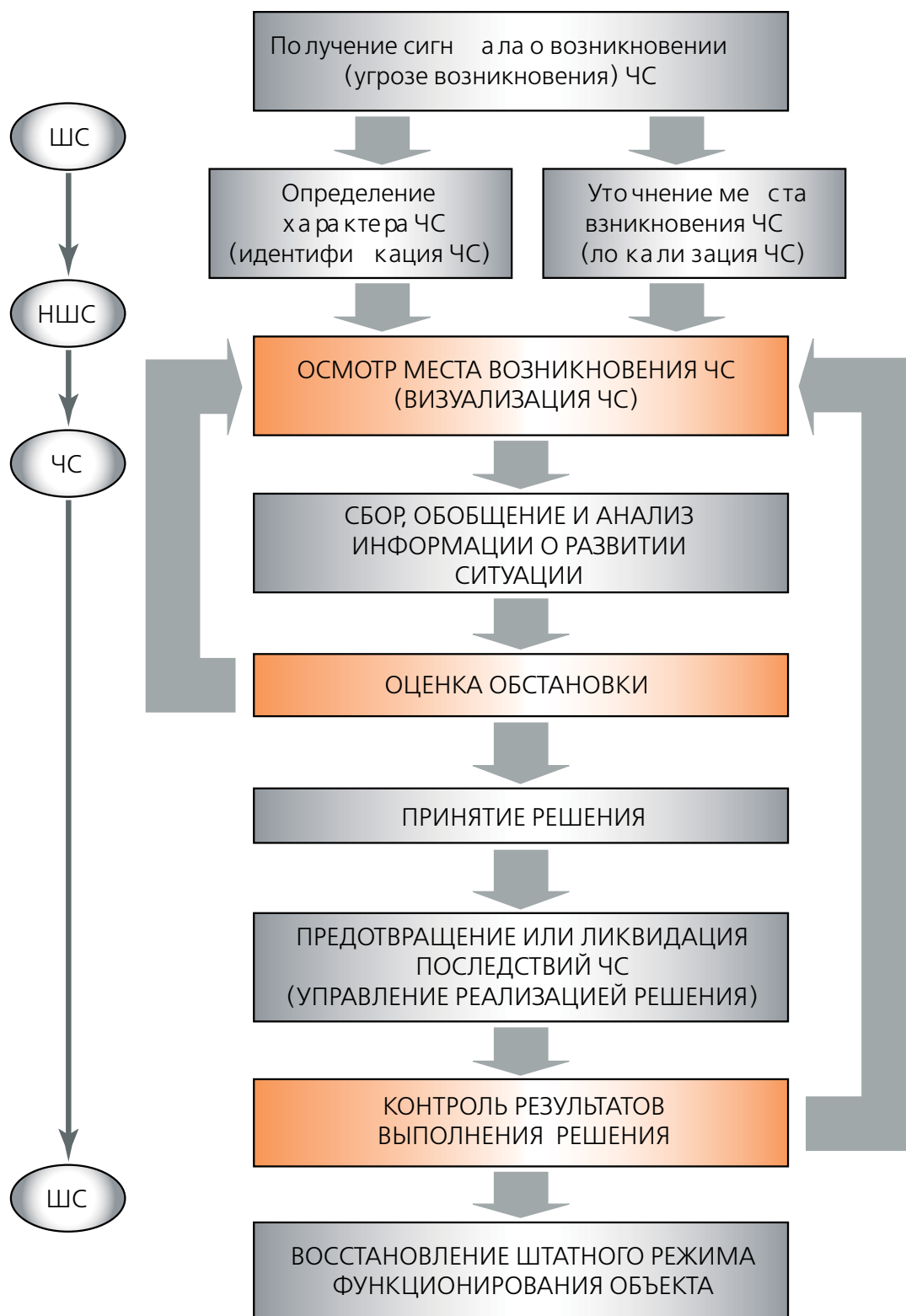


Рис. 2. Условное дерево принятия ситуационных и детерминированных решений

мых дистанционно для поиска и последующей активизации необходимых исполнительных устройств;

- непрерывный контроль обстановки в зоне возникновения ЧС с выбором и активизацией видеокамеры (видеокамер) АСУ ДД либо видеокамеры системы охранного видеонаблюдения и с использованием мониторов соответствующих АРМ, либо системы отображения информации коллективного пользования.

6. Принятие (реализация) НДС каждого последующего частного решения (управляющего воздействия).

Даже из приведенного достаточно лаконичного описания видно, что проблема идентификации ЧС, локализации места ее возникновения и процесс поиска (сопоставления, выбора) соответствующих исполнительных устройств технологических систем объекта может достаточно существенно увеличить время не только приня-

тия, но и реализации принятого, пусть даже вполне эффективного решения. В наибольшей степени это увеличение связано с тем, что необходимость эффективного решения проблемы обеспечения функционирования, жизнедеятельности и всесторонней безопасности современных ГАТ потребовала их обустройства сложнейшими комплексами взаимосвязанных высокотехнологичных и наукоемких инженерных систем. Это, в свою очередь, предпо-

ределяет как огромный объем мониторинговой информации, так и чрезвычайно большое количество разнообразных исполнительных устройств технологических систем, подлежащих автоматизированному контролю и управлению.

Именно с многообразием и объемом информационного взаимодействия диспетчера с АСУ ТП объективно связаны существенные потери времени, принципиально снижающие эффективность и ограничивающие возможность практического применения АСУ ТП (в «чистом» виде, без алгоритмов автоматизированного управления техническими средствами инженерных систем) в процессе проведения комплекса мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий ЧС в ГАТ.

### Существо алгоритмов автоматизированного управления техническими средствами инженерных систем

Для пояснения основного содержания алгоритмов автоматизированного управления техническими средствами инженерных систем рассмотрим условное дерево (граф состояний) принятия и реализации решений (управленческих воздействий) в процессе проведения персоналом дежурных смен диспетчерских служб автодорожных тоннелей мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий ЧС (рис. 2).

Достаточно очевидно, что вся совокупность управляющих воздействий может быть разделена на две существенных категории:

- ситуационные – это воздействия, определяющие дальнейшее направление процесса последовательного принятия частных (локальных) управляющих воздействий. Реализация именно таких воздействий (принятие решений об их реализации) и является прямой прерогативой лица, принимающего решения. Они на рис. 1 отображены индексами вида  $S^i$ ; где  $i$  – порядковый номер ситуационного воздействия (решения), вырабатываемого (реализуемого) в процессе предотвращения и ликвидации последствий ЧС;

- детерминированные (однозначно определенные, безусловные), обозначаемые индексами вида  $D^i_k$ , где  $i$  соответствует  $S_j$ -му ситуационному воздействию (решению);  $j$  определяется конкретной веткой алгоритма, соответствующей реализации  $S_j$ -го ситуационного решения, а индекс  $k$  определяет порядок (номер) соответствующего детерминированного воздействия на выбранной  $S_j$ -м ситуационным воздействием (решением)  $j$ -й ветке алгоритма.

В процессе реализации мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий ЧС происходит последовательная отработка ситуационных воздействий (решений) и связанных с ними детерминированных, то есть реализуется одна, в какой-то степени рациональная траектория из допустимого множества траекторий, определяющих дерево принятия данных решений. Для ситуации,

представленной на рис. 2, такой траекторией является:

$$S^1 \rightarrow D^{11}_1 \rightarrow D^{11}_2 \rightarrow D^{11}_3 \rightarrow S^3 \rightarrow S^{32}_1 \rightarrow D^{32}_2 \rightarrow D^{32}_3 \rightarrow S^4 \rightarrow D^{41}_1 \rightarrow \dots$$

Например, в процессе ликвидации последствий ЧС типа «Пожар в транспортной зоне» тоннеля после принятия НДС ситуационного решения о проведении эвакуации людей из аварийного участка в автоматическом режиме вырабатываются следующие детерминированные воздействия:

- передача в конкретный противопожарный отсек транспортной зоны сообщений, формируемых системой оповещения и управления эвакуацией людей (о проведении эвакуации, о порядке ее проведения, необходимости заглушить двигатели, покинуть транспортные средства и соблюдать спокойствие и т. д.);

- включение световых указателей направления эвакуации по сигналам, формируемым системой оповещения и управления выводом людей в зависимости от взаимного расположения места возникновения ЧС и путей эвакуации людей (межтоннельных переходов);

- разблокировка дверей в конкретных межтоннельных переходах на путях эвакуации людей по сигналам, формируемым системой контроля и управления доступом;

- включение на путях эвакуации аварийного освещения;

- ввод в действие вентиляторов местной вентиляции в конкретных межтоннельных переходах для обеспечения подпора воздуха и недопущения распространения продуктов горения в транспортную зону автодорожного тоннеля встречного направления;

- вывод на средства отображения информации данных с видеокамер системы охранного видеонаблюдения, расположенных в конкретных межтоннельных переходах.

Все эти воздействия формируются автоматически, минуя процедуру поиска, выбора и последующей активизации соответствующего АРМ необходимых исполнительных устройств средствами дистанционного управления. После реализации каждого из перечисленных решений должно выдаваться соответствующее сообщение.

Определим наиболее существенные особенности, которые требуется учитывать в процессе разработки и реализации алгоритмов автоматизированного управления техническими средствами инженерных систем:

- необходимость предоставления лицу, принимающему решение (НДС), информации такого объема и состава, при котором возможна оперативная разработка обоснованных рациональных мероприятий и их последующая реализация;

- необходимость одновременного (параллельного) проведения нескольких существенных процессов, например, дымоудаления, пожаротушения и эвакуации людей из тоннеля. Это определяет требования по резервированию управления и распределению

функций между несколькими АРМ в составе комплекса средств автоматизации ЦДП;

- весьма жесткие требования к надежности и непрерывности функционирования средств связи и оповещения;

- для практического использования алгоритмов должно быть разработано специализированное программное обеспечение (интерфейс пользователя), по сути, определяющее возможность реализации автоматизированной системы поддержки принятия решений. Такое программное обеспечение должно быть объектно-ориентированным, учитывающим конструктивные, функциональные и технические параметры конкретного автодорожного тоннеля;

- важнейшая роль отводится системе теленаблюдения, в решающей степени влияющей на характер принимаемых решений, обеспечивающей визуальный контроль обстановки в тоннеле и объективную оперативную оценку последствий работы исполнительных устройств функциональных подсистем.

Кроме того, необходимо определить важнейшие требования для разработки алгоритмов в соответствии с их целевым назначением:

1. Последовательность этапов должна быть привязана по времени к порядку действий, определяемому инструкцией и регламентом работы дежурной смены ЦДП при ликвидации ЧС и ее последствий.

2. В состав алгоритма в общем случае должны входить как непосредственно действия по применению технических средств, так и организационные мероприятия по ликвидации ЧС и ее последствий.

3. Алгоритм должен рационально сочетать автоматический и автоматизированный (диалоговый) режимы управления применением технических средств инженерных систем.

4. Все действия и события, включая персонала дежурной смены, результаты работы оборудования, все переговоры в ЦДП в период ликвидации последствий ЧС должны автоматически фиксироваться в защищенном журнале (протоколе) регистрации действий с указанием времени выполнения и фактического исполнителя каждого действия.

Учитывая значительную трудоемкость процесса разработки алгоритмов автоматизированного управления техническими средствами инженерных систем ГАТ при возникновении ЧС, целесообразно начинать ее с оформления содержательного (вербального) алгоритма, представляющего собой словесное описание порядка комплексного применения всех технических средств (в первую очередь, программно-аппаратных средств АСУ ТП), обеспечивающих идентификацию, локализацию и визуализацию ЧС, а также проведение мероприятий по ликвидации ЧС и ее последствий. Только после рассмотрения и согласования вербального алгоритма компетентными специалистами эксплуатирующих и специализированных организаций может быть принято решение об их практической реализации.

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

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

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

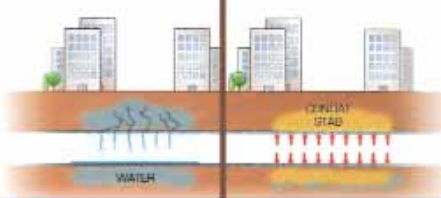
- повысить его механическую прочность;
- уменьшить проницаемость.

## Области применения CONDAT Stab

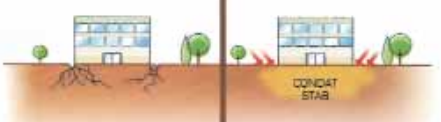
**Укрепление стен стартовых котлованов при запуске тоннелепроходческих комплексов**



**Ремонт существующих подземных коммуникаций в случае их повреждения**



**Ремонт и укрепление фундаментов**



**Водонепроницаемость и герметизация подземных сооружений**



**Укрепление насыпей**



**Работа тоннелепроходческого комплекса в предельно тяжелых условиях**



Официальный представитель фирмы Condat Lubrifiants в России  
ООО «ТА Инжиниринг Инт.»

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

тел.: (495) 724-7481

факс: (499) 265-7951



## Capital Group | CONSULTING COMPANY

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

В оценке промышленных объектов с 2003 года

**+7 (495) 951 38 16 | [www.capitalgroup.ru](http://www.capitalgroup.ru)**

Профессионализм. Независимость. Объективность. Гибкие формы сотрудничества

## КОНДАТ – все, что нужно для щитовой проходки

**Герметизирующий состав  
для хвостового уплотнения**

**Герметизирующий состав  
для защиты главного подшипника**

✓ CE NEW - L æ æ CE, CE ØæE L L æ -  
ÆE æE L L L ° L ° 1 æE L CE ° ææ ° æE æ

**Трансмиссия**

**Гидравлика**

**Консистентная смазка**

**Кондиционер грунта**

**Присадки и полимеры**

Адрес во Франции:

Avenue Frederic Mistral-B.P. 16 - 38670 Chasse-sur-Rhone, France  
tel. +33 478 07-38-45, fax +33 478 07-37-67  
tmsi@condat.fr, www.condat.fr



Представительство в России и СНГ:

Россия, 107078, Москва, ул. Новорязанская, 16, офис 20  
тел.: (495) 724-74-81,  
факс: (499) 265-79-51