

# Дорога открыта...

## Самая современная техника для строительства тоннелей

Мобильность – это ключ к будущему. Строительство тоннелей закрытым способом открывает большие возможности и освобождает дороги от транспортных перегрузок. Фирма «Херренкнехт АГ» располагает для этого самой современной и самой мощной техникой. Наши щиты с гидропригрузом, щиты для работы в скальных породах, модульные проходческие комбайны с открытым забоем, микротоннелепроходческие установки и установки горизонтального направленного бурения обеспечивают нашим клиентам по всему миру настоящий прорыв в будущее в строительной области. Наша техника работает в любых геологических условиях и на всех континентах мира.

Но уникальными в своем роде нас делает не только широкий диапазон нашей продукции и наше ноу-хау в механизированной проходке тоннелей. Как лидеры в этой технологии мы устанавливаем ориентиры, когда речь идет об экономичности, безопасности и защите окружающей среды.

## Свет в будущее в конце каждого нового тоннеля !



ТПК для Лефортовского тоннеля  $\varnothing$  14,2 м



Щит с грунтопригрузом, Мадрид, Испания,  $\varnothing$  9,33 м



ТПК для скальных пород, Готтард, Швейцария  $\varnothing$  8,83 м



HERRENKNECHT AG  
D-77963 SCHWANAU

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

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

ЗАО «ХЕРРЕНКНЕХТ ТОННЕЛЬСЕРВИС»  
107497, Москва, Россия,  
ул. Бирюсинка, д. 4  
телефон: (+7) 095 462 38 78  
факс: (+7) 095 462 57 44

## Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России  
Московский метрополитен  
Московский метрострой  
Мосинжстрой

## Редакционный совет

**Председатель совета**  
В. А. Брежнев

**Заместители председателя:**  
Д. В. Гаев, С. И. Свирский

### Члены совета:

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

## Редакционная коллегия:

О. Т. Арефьев, Н. С. Бульчев,  
Д. М. Голицынский, Е. А. Демешко,  
Е. Г. Дубченко, О. В. Егоров,  
С. Г. Елгаев, А. В. Ершов, В. Н. Жданов,  
В. Н. Жуков, А. М. Жуков,  
Н. Н. Кулагин, А. М. Летуновский,  
В. В. Котов, В. Е. Меркин,  
Ю. А. Кошелев, В. В. Неретин,  
К. П. Никифоров, А. Ю. Педчик,  
П. В. Пуголовков, В. П. Самойлов,  
А. А. Севастьянов, Л. К. Тимофеев,  
Б. И. Федунец, Ю. А. Филонов,  
В. Х. Фомин, Ш. К. Эфендиев

## Главный редактор

С. Н. Власов

## Тоннельная ассоциация России

тел.: (095) 208 80 32, 208 81 72  
факс: (095) 207 32 76  
e-mail: rus\_tunnel@mtu-net.ru

## Издатель

ООО «ТА Инжиниринг»  
Лицензия ИД № 04404  
тел.: (095) 929 64 82, 929 65 74  
факс: (095) 929 65 48  
Отдел рекламы: (095) 929 66 73  
103051, Москва,  
Цветной бульвар, 17, оф. 217  
e-mail: tunnels@metrostroy.ru

## Генеральный директор

О. С. Власов

## Редактор

Г. М. Сандул

## Компьютерный дизайн и верстка:

М. Б. Брилинг, А. В. Попов

## Фотографы:

А. В. Попов, М. Б. Брилинг

Журнал зарегистрирован  
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов  
журнала только с письменного  
разрешения издательства  
© ООО «ТА Инжиниринг», 2004

## № 2 2004

<b>Новости</b>	<b>3</b>
<b>События</b>	<b>6</b>
<b>Начало проходки Серебрянборских тоннелей в Москве</b>	
<b>В Тоннельной ассоциации России</b>	<b>8</b>
<b>Конференции</b>	
<b>Казань. Опыт эксплуатации современных технических средств на метрополитенах</b>	<b>12</b>
<b>Микроклимат в метрополитенах</b>	<b>16</b>
В. Ф. Иванов	
<b>Интервью</b>	
<b>Метро в Казани – не мечта, а реальность</b>	<b>18</b>
Интервью с М. М. Рахимовым	
<b>Безопасность</b>	
<b>Антитеррористическая работа на Московском метрополитене</b>	<b>20</b>
Д. В. Гаев	
<b>Комплексное использование подземного пространства под площадью Гагарина в Москве</b>	<b>22</b>
С. Ф. Панкина, Ю. М. Самохвалов	
<b>Гидроизоляция</b>	
<b>Общие принципы гидроизоляции подземных и заглубленных сооружений</b>	<b>26</b>
А. А. Шилин	
<b>Технологии</b>	
<b>Эффективная технология крепления при помощи анкерных свай «Титан»</b>	<b>30</b>
И. М. Малый, П. А. Маслов	
<b>Ограждение котлованов с помощью технологии струйной цементации грунтов</b>	<b>33</b>
А. Г. Малинин, П. А. Малинин	
<b>Метрополитены</b>	
<b>Отечественное вентиляторостроение для метрополитенов и перспективы его развития</b>	<b>36</b>
В. Я. Заслов	
<b>Опыт эксплуатации подвижного состава на Санкт-Петербургском метрополитене</b>	<b>38</b>
А. Н. Стрекаловский	
<b>Теория и практика</b>	
<b>Расчет оптимальной величины пригрузки забоя при проходке тоннелей ТПМК</b>	<b>40</b>
Ю. К. Зарецкий, М. И. Карабаев	
<b>Вопросы обучения кадров</b>	
<b>Концепции дистанционного обучения</b>	<b>44</b>
В. Р. Ефремов	
<b>Входной билет... на стройплощадку</b>	<b>47</b>
Т. А. Шишова	
<b>Поздравления</b>	<b>48</b>

# СОДЕРЖАНИЕ



## ФОТО НА ОБЛОЖКЕ:

Сборная обделка тоннелей  
Казанского метрополитена,  
производимая заводом  
ЖБИ Казметрострой

**ВОЗМОЖНОСТЬ**

# прорыва

**МОЩЬ, СКОРОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ  
ТОННЕЛПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (ТПМК)  
ФИРМЫ «ЛОВАТ» ПОДТВЕРЖДЕНЫ РЕЗУЛЬТАТАМИ  
ПРОХОДКИ В САМЫХ СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Тоннелестроители всего мира выбирают Ловат: пять поколений инженерного новаторства, 225 тоннелепроходческих комплексов, 1,000,000 метров пройденных тоннелей, 380 завершенных объектов во всех уголках земного шара.*

Через свои офисы в Канаде, Европе, Азии, Австралии, а также через сеть представительских фирм во всем мире Ловат обеспечивает поставку ТПМК с грунтовым и бентонитовым пригрузом для мягких смешанных и скальных пород, обеспечивает монтаж и наладку оборудования, обучение персонала заказчика, сопровождение проходки.

Ловат берет на себя поставку всего вспомогательного оборудования для обеспечения работы ТПМК.

*Уже 25 лет Ловат Инк. работает в России через своего представителя фирму «Интерторг, Инк», США.*



**LOVAT Inc.**

**Ловат Инк. представлен в России**

«Интерторг Инк.»: 123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63

тел.: (095) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162

факс: (095) 253-9771



# ПЕРВАЯ РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

При проходке участка правого перегонного тоннеля мини-метро от станции «Международная» до станции «Киевская» был применён горнопроходческий комплекс фирмы «Lovat» диаметром 5,6 м.

Проходку осуществляло СУ-19 ОАО «ГПР-1».

Для ведения тоннелепроходческой машины по проектной трассе тоннеля была использована, впервые в отечественной практике, российская система навигации (SN-P).

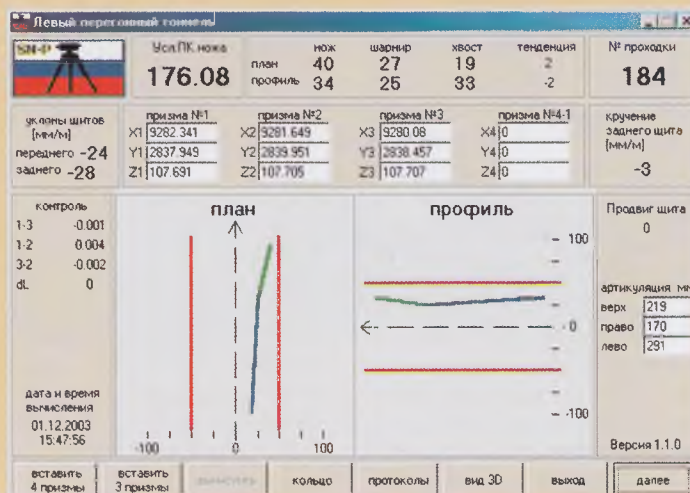
Были применены два промышленных компьютера. Один из них установлен на проходческой машине рядом с рабочим местом машиниста щита, другой находился около тахеометра, которым определялись координаты призм, закреплённых на щите. Маркшейдер по мере необходимости производил измерения, после чего на компьютере машиниста щита появлялись данные фактического положения

проходческой машины в графическом и цифровом виде, переданные по радиомодему связи с компьютера маркшейдера.

Несмотря на то, что геометрически трасса тоннеля была достаточно сложной, радиусы кривых составляли 200 м, щит прошёл всю трассу тоннеля с максимальным отклонением не превышающим  $\pm 50$  мм. Все геометрические параметры проходки по всему пройденному тоннелю фиксировались в базе данных и протоколах на каждое смонтированное кольцо обделки. Программа автоматически составляла графическую диаграмму проходки тоннеля в плане и профиле.

Всё оборудование для системы навигации приобретено в России.

Данная система навигации намного дешевле зарубежных аналогов и имеет хорошее соотношение цена-качество. При отсутствии проходческих работ два компьютера-ноутбука, тахеометр и призмы могут с успехом



Главное окно программы SN-P

использоваться в других геодезическо-маркшейдерских работах.

В данное время с помощью подобной, но более совершенной системы навигации SN-Pi (система навигации - призмная с инклинометром) успешно ведётся проходка сервисной штольни Тарманчуканского

тоннеля (п. Архара, Амурская область).

Близится к завершению создание полностью автоматической системы навигации SN-PA, основанной на использовании тахеометра фирмы «Leica», с автоматическим наведением на цель.



# НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ

В. И. Ваганов,

МУП «Челябметротрансстрой»

В. Е. Меркин, О. Ю. Антонов,

НИЦ ТМ

При строительстве метрополитена в г. Челябинске в ноябре 2003 г. на перегоне «Торговый центр» – «Площадь Революции» установлены кольца новой облегченной чугунной обделки повышенной прочности. Тюбинги обделки отлиты из чугуна марки СЧ 30 и имеют ряд конструктивно-технологических особенностей, составляющих ноу-хау разработчика – Научно-исследовательского центра «Тоннели и метрополитены» (НИЦ ТМ) – филиала головного научного подразделения России в области метро и тоннелестроения – Научно-исследовательского института транспортного строительства. Организацию производства и поставки тюбингов по лицензионному договору с НИЦ ТМ осуществляет уральская фирма «Метромашкомплект», тюбинги отливает Ново-

сибирский завод «Сиблитмаш».

Благодаря существенному снижению массы чугуна (около 1,5 т на метр тоннеля по сравнению даже с облегченным вариантом серийной обделки, отливаемой в Магнитогорске), стоимость конструкции удалось снизить более чем на 10 %, что позволило Челябинскому метрополитену сохранить городу в 2003 г. более миллиона рублей.

Управление «Челябметротрансстрой» и НИЦ ТМ еще в 1997 г. предпринимали попытку организовать на предприятиях Челябинской области изготовление тюбингов из чугуна повышенной прочности СЧ 35 для перегонных тоннелей. Это основной вариант конструкции НИЦ ТМ, масса кольца которого еще на 270 кг легче укладываемой сейчас обделки и составляет 3715 кг; масса облегченного варианта серийной конструкции 5474 кг. Правда, здесь для отливки тюбингов требуется электропечной чугун, т. к. для вагранок предельная марка СЧ 30. Под ваграночный

чугун этой марки НИЦ ТМ и корректировал нынешнюю конструкцию массы кольца 3985 кг. Применяя новую конструкцию, мы ориентируемся не только на ее экономичность (помимо меньшей стоимости самих колец сокращаются затраты на транспортировку и монтаж обделки, снижается трудоемкость работ), но также на то, что, по сути дела, это первая отечественная обделка для перегонных тоннелей и шахт метро, в полной мере отвечающая условиям прочности, надежности и долговечности действующим нормам.

Как показывают расчеты, напряжения растяжения в ребрах тюбингов существующих серийных обделок в шельге кольца выше расчетных сопротивлений чугуна во всем диапазоне нескальных обводненных грунтов, начиная с юрских и дислоцированных кембрийский глинистых и кончая песками. Опыт возведения первых колец новой обделки показал ее технологичность. При ведении буровзрыв-

ных работ при отставании забоя на 5–7 м с комплексом защитных мероприятий, предусмотренных нормами, поврежденный тюбингов не наблюдалось.

Перечисленные факторы представляли достаточное основание для организации производства и применения на перегонах Челябинского метро облегченной обделки НИЦ ТМ еще в течение шести лет. К сожалению, предложенный лицензионный договор Магнитогорским металлургическим комбинатом и Саткиным металлургическим заводом оказался неподписанным. Осуществить это все же удалось сейчас «Метромашкомплекту» и «Сиблитмашу», что позволило впервые в отечественном метростроении возводить отечественную конструкцию, по своим основным качествам находящуюся на уровне лучших мировых образцов, а по некоторым показателям (экономичность, универсальность, коэффициент использования несущей способности материала) превышающим последние.



# БАУМА ШИРОКО ОТМЕТИЛА 50-ЛЕТИЕ

С 29 марта по 4 апреля 2004 г. в Мюнхене прошла грандиозная выставка строительного оборудования – «БАУМА-2004». Компания «Messe Munchen GmbH» (организатор выставки) выделила 500 тыс. м<sup>2</sup> выставочной площади для экспонентов, это больше, чем когда-либо ранее. В этом году ярмарка отметила свое пятидесятилетие.

Павильоны и открытые площадки в Новом Мюнхенском Центре торговых выставок превратились в гигантскую витрину для показа самой новой продукции международных производителей строительной техники и оборудования. Число компаний-экспонентов составило 2746 (в 2001 г. – 2341) из 48 стран (на 6 стран

больше, чем в 2001 г.), 52% участников были не из Германии. Выставку посетили более 400 тыс. человек.

Стоит отметить значительный интерес к выставке специалистов строительной отрасли России и стран СНГ. Представители многих крупных российских строительных организаций и проектных институтов побывали в Мюнхене в этот период.

Особенностью данной выставки явилось то, что производители горного оборудования были выделены в специальный сектор «Баума майнинг» – самый большой на выставке. 514 компаний-производителей данной отрасли на общей площади 14 тыс. м<sup>2</sup> представляли



Панорама выставочного комплекса «БАУМА 2004»

свои самые последние достижения. Традиционно на выставке участвовали крупнейшие мировые производители гор-

но-проходческого оборудования, такие как: «Херренкнехт АГ», «Ловат Инк», «Вирт-НФМ», «Роббинс».



«Для осуществления пилотных проектов требуется не только безупречная техника, но и работа в команде всех, вовлеченных в проект. Заказчик, инженер-консультант, строительные компании и производители тоннелепроходческого оборудования – все находятся в одной лодке. «Teamwork Tunnelling» (тоннелирование в команде) требует взаимного доверия и уважения», – Мартин Херренкнехт.

*Teamwork Tunnelling* – именно этот девиз фирма «Херренкнехт АГ» выбрала для осуществления своих проектов по проходке тоннелей и своей экспозиции на выставке «БАУМА-2004».

«Херренкнехт АГ» представила самые интересные и важные проекты, как из области строительства транспортных тоннелей, так и из области строительства коммунальных трубопроводов по всему миру. На стенде компании можно было ознакомиться с новейшими достижениями в производстве

тоннелепроходческого оборудования, получить исчерпывающую информацию от профессионалов по технике и технологиям, познакомиться с инновационными разработками фирмы (например, с установкой для сооружения опускных колодцев).

Вокруг стенда компании «Херренкнехт АГ» были представлены фирмы, относящиеся к группе компании «Херренкнехт», – производители сопутствующего оборудования для тоннелирования:

- *Schwarzer GmbH* – системы для обработки данных и управления проходкой;
- *MSD Maschinen- und Stahlbau Dresden* – производство металлоконструкций;
- *H+E Logistik GmbH* – логистика;
- *Bohrtec* – производство буровых установок;
- *Bernold Ceresola* – производство оборудования для изготовления блоков;
- *GeneSys Elektronik GmbH* – электросистемы;
- *VMT Gesellschaft für Vermessungstechnik* – системы ведения проходки.

На стенде компании было предусмотрено более десяти переговорных комнат, в которых можно более детально и в спокойной обстановке пообщаться с нынешними и потенциальными партнерами по бизнесу, обсудить дальнейшее сотрудничество и найти оптимальное ре-

шение для обеих сторон.

Для своих клиентов фирма «Херренкнехт АГ» организовала так называемый «Баварский вечер», который прошел 31 марта в ресторанчике с типично баварским колоритом

«Аугустинеркеллер». Мартин Херренкнехт лично пригласил всех партнеров фирмы из более 30 стран мира, которые в тот момент находились в Мюнхене. На празднике присутствовало более 500 человек.



Стенд фирмы «Херренкнехт АГ» был одним из крупнейших в данном разделе выставки



**«Во многом авторитет фирмы «Ловат» среди тоннелестроителей объясняется тем, что она постоянно внедряет новые разработки в конструкцию своих тоннелепроходческих комплексов», — Рик Ловат.**

На выставке «БАУМА-2004» фирма «Ловат Инк.» широко представила технику для строительства тоннелей метро, железнодорожных и автодорожных тоннелей, коллекторов и коммуникационных тоннелей в скальных, смешанных и мягких грунтах. Это — хорошо зарекомендовавшие себя во всем мире ТПМК с грунтопригрузом и щиты с открытым забоем для твердых скальных пород, а также высокотехнологичная техника по возведению тоннельной обделки с полным комплектом современного защитного оборудования. Интерес вызывает ряд нов-

шеств, которые фирма внедрила на своем оборудовании. Так, для строительства системы подземных городских коллекторов в Лос-Анджелесе (Калифорния, США) фирма «Ловат» заключила с Департаментом строительства города и группой строительных компаний Traylor/J.F.Shea/Frontier-Kemper/Kenny контракты на поставку семи тоннелепроходческих комплексов «Ловат».

При этом строительные компании настояли на том, чтобы поставляемые для них ТПМК имели улучшенные показатели по эффективности проходки. Фирма «Ловат» разработала и внедрила в конструкцию поставляемых тоннелепроходческих комплексов RME152SE и RMP152SE принципиально новую схему привода режущего органа ТПМК. Эта разработка позволяет тоннелепроходческим комплексам, оснащенным электроприводом ротора, получить следующие преимущества по сравнению с ТПМК, оснащенными гидроприводом:

- более высокий КПД тоннелепроходческого комплекса, что приводит к меньшему энергопотреблению при проходке;
- более экологически чистый процесс проходки;
- меньший шум при работе ТПМК, влияющий на операторов;
- сокращение числа вспомога-



Стенд фирмы «Ловат» на выставке «БАУМА-2004»

тельных устройств и механизмов, что повышает надежность машин;

- сокращение трудоемкости и временных затрат на устранение неисправностей агрегатов ТПМК;
- сокращение потребления расходных материалов (гидравлического масла, масляных фильтров, фитингов и т. д.) во время проходки;
- увеличение значения максимального момента резания на роторе;
- снижение тепловых потерь в работе привода и соответственно устранение потребности в дополнительных устройствах охлаждения системы привода ТПМК;
- повышение производитель-

ности ТПМК при сохранении установленной мощности.

Естественно, что при использовании тоннелепроходческих комплексов, оснащенных электроприводом, повышаются требования к квалификации обслуживающего персонала, но это, в конечном счете, приводит к большей эффективности использования ТПМК при строительстве тоннелей.

На очереди у фирмы «Ловат» внедрение в конструкцию ТПМК модернизированного шнекового конвейера, системы уплотнений щита и конструкции главного подшипника, а также новой системы кондиционирования грунта.



## ИСПЫТАНИЕ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В марте 2004 г. в сборочном цехе производственной базы ООО «Трансстройтоннель-99» (генеральный директор А.Р. Штеклейн) были проведены заводские испытания опытного образца щитового расширительного комплекса КЩР 1500/2500, разработанного конструкторами этой организации.

В состав комплекса входят герметический гидромеханизированный щит — расширитель диаметром 2,5 м, основная шахтная домкратная установка с усилием 12000 кН и несколько передвижных промежуточных домкратных установок и стабилизирующих секций.

В процессе испытаний членам комиссии, в состав которой входили представители ООО «Организатор», Тоннельной ассоциации России и Управления Московского округа по технологическому надзору

был продемонстрирован процесс разработки резцами щитовой машины кольцевого отверстия в заранее приотверленном бетонном блоке размерами 3,1 × 2,7 × 1,2 м и прочностью 15 МПа. По результатам испытаний опытный образец комплекса КЩР 1500/2500 был рекомендован к проведению приемочных испытаний на производственном объекте.



## СИСТЕМА НОРМИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

«В Москве действует одна из лучших систем нормирования при строительстве подземных сооружений», — заявил директор НИИОСП им. Герсеванова Вячеслав Ильичев на круглом столе «Наиболее опасные здания в Москве: слухи и реальность».

По словам В. Ильичева, уплотнение застройки в столице привело к активному освое-

нию подземного пространства города. Первым опытом такого строительства стал торговый комплекс «Охотный ряд». При его сооружении были использованы не только новые технологии и материалы, но и разработана серьезная нормативная база.

Так, перед началом любого подземного строительства должна быть детально обследо-

вана не только территория будущей стройки, но и состояние всех близлежащих строений. В проект обязательно вносятся мероприятия по их защите.

В. Ильичев также подчеркнул, что вести строительство можно на любых видах грунта, в любых условиях, надо лишь провести исследования и применять соответствующие технологии.



# В МОСКВЕ НАЧАЛАСЬ ПРОХОДКА СЕРЕБРЯНОБОРСКИХ ТОННЕЛЕЙ

– Михаил Юрьевич, коллектив возглавляемой вами организации «Тоннель 2001», входящей в структуру Мосметростроя, начинает большое строительство Серебряноборских тоннелей. Чем сооружение этих тоннелей отличается от Лефортовского?

– Это, прежде всего, размещение в сечении каждого из основных тоннелей двух видов транспорта: автодорожного (вверху) и линии метрополитена (внизу). Это впервые делается в России, а также, по-моему, и в мире. Кроме того, в Лефортове был один основной транспортный тоннель, а здесь будет два, соединенных между собой пятью сбойками для эвакуации людей в случае чрезвычайных ситуаций. Наконец, между основными тоннелями располагается сервисный, диаметром 6 м, – для прокладки коммуникаций, эвакуации людей и обслуживания основных тоннелей.

– Насколько известно, тендер на строительство тоннелей в Серебряном Бору должен состояться 26 мая 2004 г., но уже с конца апреля Мосметрострой приступил к началу проходки. Значит ли это, что подрядная организация уже выбрана?

– Не совсем так. На основании Постановления правительства Москвы Мосметрострою было поручено проведение подготовительных работ для проходки Серебряноборских тоннелей, а именно: освоить строительную площадку, проложить инженерные коммуникации, построить временные административно-хозяйственные помещения, благоустроить территорию. Большие объемы были выполнены по сооружениям, связанным непосредственно с проходкой: устройство шахт для монтажа щитов, строительного сепарационной установки и компрессорной станции, сборка кранов для монтажа оборудования. Одновременно проводилась санация ТПМК, который работал в Лефортове. Это первый этап для начала проходки, который успешно был выполнен. 24 апреля мэр Москвы приезжал на строительство, осмотрел и одобрил проделанную работу.

Сейчас мы приступили к следующему этапу работ: наладке смонтированного оборудования, ТПМК, сепарационной установки, компрессорной станции и других устройств. Также мы должны осуществить проходку первых 238 м тоннеля. Подрядная организация для проходки всего тоннеля пока не определена, но надеюсь, что это будем мы после завершения тендера.

– А почему именно 238 м?

– Чтобы щит не простаивал, было принято решение разрешить заказчику, ООО «Организатор», начать проходку и проинформировать весь комплекс до начала проведения тендера. А расстояние в 238 м

На вопросы журнала «Метро и тоннели» отвечает Михаил Юрьевич Арбузов, руководитель организации, которой поручено начать проходку тоннелей в Серебряном Бору.



было определено из условия расположения первой сбойки. За это время надо устранить замечания, которые будут выявлены при обкатке ТПМК. Кроме того, за этот период необходимо выполнить монтаж второй тележки, т. к. шахта не позволяет полностью смонтировать весь комплекс. Для этого надо пройти около 140 м. Одним словом, надо сделать все, чтобы в дальнейшем проходка велась в непрерывном цикле.

– Какие вы видите сложности при проходке Серебряноборских тоннелей?

– Прежде всего, инженерно-геологические условия. В отличие от трассы Лефортовского тоннеля, здесь на большой длине расположены неустойчивые водонасыщенные песчаные грунты и небольшие участки глинистых грунтов. Это потребует очень внимательного ведения щита и обеспечения работы сепарационной установки.

Прокладка линии метрополитена требует соблюдения более жестких допусков при монтаже обделки, чтобы выдержать габариты приближения строений линии метро и укладки пути.

Третья большая сложность – это устройство пяти сбоек между тоннелями, четыре из которых сооружаются в водоносных неустойчивых грунтах. Должны быть осуществлены мероприятия по их закреплению, разработаны металлические кон-

струкции обделки сбоек и определена технология работ. Очевидно, что трудностей впереди много.

– Скажите, определена ли уже технология проходки сервисного тоннеля? Он будет вестись щитом с грунто- или гидротризом?

– Окончательно этот вопрос еще не решен. Скорее всего, это будет ТПМК фирмы «Херренкнехт» с гидротризом. Хотя рассматривается и вариант по применению щита фирмы «Ловат» с грунтопригрузом, работающего на Бутовской линии метро.

– Вы возглавляли СМУ-5 Мосметростроя. Сейчас руководите фирмой «Тоннель 2001», которой поручено вести проходку. Это новая организация?

– Нет, это старая организация. Именно «Тоннель 2001» начинал подготовительные работы и проходку Лефортовского тоннеля. Сегодня я остаюсь руководителем СМУ-5 Мосметростроя и возглавляю «Тоннель 2001». Это вызвано тем, что в случае победы в тендере Московского метростроя, эти организации будут вести работы по всему тоннелю на участках открытого и закрытого способа работ, т. е. чтобы все было сосредоточено в одних руках.

О проектных решениях тоннелей в Серебряном Бору см. «Мит» № 3, 2003 г.



Генеральный директор Мосметростроя Г. Я. Штерн рассказывает о проделанной работе



Монтаж ротора ТПКМ, февраль 2004 г.



Монтажная камера ТПКМ для проходки сервисного тоннеля, апрель 2004 г.



Щитовые монтажные камеры Серебряноборских тоннелей



В президиуме отчетной конференции ТА России  
слева направо: С. Н. Власов, В. М. Ситцев,  
В. А. Брежнев, В. Г. Лернер, В. А.-Б. Бессолов



С приветственным словом к собравшимся обратился председатель президиума правления **Владимир Аркадьевич Брежнев**.

До начала работ конференции В. А. Брежнев поздравил Ю. И. Ярового, председателя Уральского Регионального отделения ассоциации, профессора Уральского университета путей сообщения с 60-летием со дня рождения и вручил ему памятные часы, а также Свидетельства, Дипломы и Знаки следующим вновь принятым членам Тоннельной ассоциации России:

- Исаеву А. Г. – первому вице-президенту ОАО «Метрогипротранс»;
- Закирову А. З. – вице-президенту ОАО «Метрогипротранс»;
- Шишко В. Ф. – главному инженеру ОАО «Челябметрострой»;
- Школьникову В. И. – генеральному директору ООО «Спецпромтехнология»;
- Талисману В. Л. – главному специалисту ООО «Каналстройпроект».

С отчетом правления по итогам работы за период с 2000 по 2004 гг. и основными направлениями деятельности ассоциации на текущий год выступил первый заместитель председателя правления **Сергей Николаевич Власов**. В своем докладе он отметил положение дел в тоннельном и подземном строительстве России и отразил основные моменты работы ассоциации за истекший период.

**За отчетный период в тоннельном строительстве России произошли события, указывающие на большой опыт и успехи российских тоннельщиков и строителей подземных сооружений.**

Сдан в эксплуатацию Северомуйский тоннель на БАМе длиной 15,3 км – самый протяженный на сети железных дорог России.

*10 марта 2004 г. состоялась IV Отчетно-выборная конференция Тоннельной ассоциации России. В ней приняли участие около 140 делегатов из городов и регионов России и ближнего зарубежья.*



А. З. Закиров, вице-президент ОАО «Метрогипротранс» получает диплом и знак ТА России

Его строительство обогатило отечественный опыт тоннелестроения по применению ряда технологий и оборудования в сложных инженерно-геологических условиях, зонах разломов и неустойчивых грунтах.

В центре Сибири на железнодорожной линии Абакан – Междуреченск введен в эксплуатацию Нанчхульский тоннель длиной 2,4 км, а на Дальнем Востоке заканчивается прокладка двухпутного Тармачуканского железнодорожного тоннеля длиной 2,2 км.

В Москве завершено строительство крупнейшего городского автодорожного тоннеля России и Европы – Лефортовского дли-

ной 3,3 км, рассчитанного на пропуск 4000 автомашин в час. В сжатые сроки были построены большие автодорожные тоннели на обходной дороге вокруг Лефортово по тоннельно-эстакадному варианту и Гагаринский тоннель под железнодорожное и автомобильное движение.

С применением нового типа гидроизоляции обделки сооружен Мацестинский автодорожный тоннель на обходной дороге вокруг г. Сочи и ведется прокладка других автодорожных тоннелей в этом районе.

Продолжалось строительство метрополитенов. В Москве открыто движение по



М. Г. Зерцалов, МГСУ



Н. И. Кулагин, ОАО «Ленметрогипротранс»



И. Я. Дорман, ГУП «Мосинжпроект»



С. Р. Гильштейн, «Альянс К»



Г. Н. Полянкин, СГУПС

первой линии легкого метро в Южное Бутово общей протяженностью 10,5 км, из них 8,2 км проходят по эстакаде, а также на новом участке Арбатско-Покровской линии с двумя станциями «Парк Победы».

В Санкт-Петербурге, на месяц раньше намеченного срока, была закончена проходка тоннелей на участке в зоне «Размыв» между станциями «Лесная» – «Площадь Мужества» в чрезвычайно сложных инженерно-геологических условиях с применением нового оборудования. В г. Казани активно ведется строительство нового метрополитена, ввод первой линии которого длиной почти 8,6 км намечается в 2005 г.

В Екатеринбурге сдан в эксплуатацию еще один участок линии метро с одноводчатой станцией глубокого заложения «Геологическая». Продолжается строительство метрополитенов в Красноярске, Новосибирске, Челябинске.

Большие работы осуществлялись на сооружении подземной части Московского Международного делового центра «Москва-Сити». Здесь строится пересадочный узел на три линии метрополитена и участок мини-метро от ст. «Киевская» до ст. «Международная».

На Ирганайской ГЭС в Дагестане построен деривационный тоннель диаметром 8,5 м, длиной 5 км, а в Башкирии завершена проходка гидротехнического Юмагузинского водохранилища.

Активно продолжается работа по прокладке коммуникационных тоннелей. В Санкт-Петербурге для транспортировки нефти проложен второй подводный тоннель под р. Невой длиной около 800 м, диаметром 2,5 м.

Тоннельная ассоциация России оказывает всем организациям – членам ТАР инженерные услуги и помощь по различным техническим вопросам.

Появилось новое направление – научно-техническое сопровождение строительства тоннелей и подземных сооружений, предусматривающее проведение мониторинга за возведением конструкций, разработка системы наблюдательных станций, регламентов для технологических процессов, составление научно-технических отчетов по строительству крупных объектов. Здесь вместе с НИЦ ТМ активно работала Тоннельная ассоциация России с участием СКТБ Тоннельмострой,

проектных институтов, ИПКОН, ООО «ТА Инжиниринг» и специалистов учебных заведений Московского горного университета, МГСУ, МГУПС.

По созданию ответственных механизированных щитов для проходки коммунальных тоннелей активно работают фирмы «Крот» и «Альянс К». Ими разработаны щиты для проходки тоннелей со сборными и монолитно-прессованными бетонными обделками, которые были применены на ряде московских объектов под ул. Большая Дмитровка и тоннеля для усиления Филевского коллектора. Разработку российских микротоннелей ведут управление «Трансстройтоннель-99», ООО «Владес», ОАО «НИТЭП» и Скуратовский экспериментальный завод, ОАО «Метромаш».

В организациях Мосметрострой, Мосинжстрой, Метрострой Санкт-Петербурга, Бамтоннельстрой, Казметрострой, Челябинметрострой и других внедряется в производство высокопроизводительная горнопроходческая техника нового поколения. Для применения этих машин в России Тоннельная ассоциация разработывала Экспертные заключения о соответствии их



В зале конференции идет голосование

российским нормативам и промышленной безопасности.

**Работа строилась так, чтобы ежегодно проводить научно-технические совещания** по важным проблемам тоннелестроения с целью привлечения к ним как можно большего числа членов ассоциации. Совместно с Союзом НИО были организованы и проведены большие Всероссийские и Международные конференции: в 2001 г. – «Градоформирующие технологии XXI века» и в 2003 г. – «Инженерное искусство в развитии цивилизации», посвященная 150-летию со дня рождения В. Г. Шухова.

Большим мероприятием в 2002 г. стала Международная научно-техническая конференция «Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы».

Тоннельная ассоциация совместно с выставочной компанией «Глобал Экспо» при поддержке Гостроя РФ и правительства Москвы стала инициатором организации проведения в марте 2004 г. Первой Международной выставки «Подземный город-2004» и Научно-практической конференции «Городские подземные сооружения — опыт и возможности освоения подземного пространства на коммерческой основе». Цель этих важных мероприятий: на основе достигнутого опыта показать существующие достижения и пути расширения подземного строительства в городах с привлечением инвесторов.

**Разработка новых нормативных документов** – еще одно очень важное направление деятельности ассоциации, к которому привлекается широкий круг специалистов-тоннельщиков.

**Большое значение приобретает информирование членов Тоннельной ассоциации России.** Сегодня можно сказать, что главным средством общения стал журнал «Метро и тоннели» – научно-технический и информационный журнал ТАР.

В 2001 г. составлен и издан рекламного-информационный справочник коллективных членов Тоннельной ассоциации России. В него вошли сведения о 60 наиболее крупных

и активных организациях ассоциации.

Организован сайт Тоннельной ассоциации в Интернете, и по желанию организаций информационно-рекламные сведения о них могут размещаться на этом сайте.

Благодаря большой организационной и финансовой поддержке Корпорации «Трансстрой», Управления по строительству Лефортовского тоннеля и ООО «Трансстройтоннель» впервые в нашей стране на сооружении Лефортовского тоннеля ассоциацией был организован музейно-информационный центр. Это позволило создать постоянную тематическую выставку, снять три видеопленки о строительстве тоннеля и издать три проспекта.

**Тоннельная ассоциация России активно сотрудничает** с Международной Тоннельной ассоциацией, с национальными Ассоциациями и ведущими зарубежными фирмами, занимающимися строительством подземных сооружений, разработкой прогрессивных технологий, изготовлением современного высокопроизводительного оборудования.

Далее были изложены Основные направления деятельности ассоциации на следующее четырехлетие и план работы на 2004 г.

**Затем был заслушан доклад Ревизионной комиссии**, с которым выступал ее председатель Б. И. Федунец. В докладе был отмечен ряд недостатков, к числу которых следует отнести недостаточное привлечение рядовых членов ассоциации к проводимым мероприятиям, на участие ТА России в проведении квалификации организации и специалистов – членов ТАР.

**В прениях по докладам выступили:**

- Кулагин Н. И. — председатель Санкт-Петербургского Регионального отделения ассоциации, доктор технических наук;
- Дорман И. Я. — член президиума правления, главный специалист ГУП «Мосинжпроект»;
- Меркин В. Е. — член президиума правления ассоциации, директор филиала ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены»;
- Зерцалов М. Г. — член правления ассоциации, декан Московского государственного

строительного университета;

- Яровой Ю. И. — председатель Уральского Регионального отделения ассоциации, заведующий кафедрой Уральского университета путей сообщения.

Отчет правления и отчет Ревизионной комиссии конференция утвердила единогласно и одобрила деятельность ассоциации за отчетный период. Основные направления деятельности ассоциации были утверждены с учетом замечаний и предложений делегатов конференции.

**Среди новых направлений деятельности Тоннельной ассоциации России следует отметить:**

- необходимость организации и проведение квалификационной сертификации членов и организаций Тоннельной ассоциации России;
- более широкое предоставление информации о новых технологиях и проектах;
- привлечение в ассоциацию организаций, эксплуатирующих тоннели и подземные сооружения, и рассмотрение вопросов гидроизоляции, эксплуатационной надежности тоннелей и подземных сооружений;
- сосредоточение в ассоциации информации о проектах и строительстве тоннельных и подземных сооружений в России;
- организацию работы с секцией «Геофизические методы исследований при строительстве тоннелей»;
- расширение контактов с родственными общественными организациями – АНО «Инвестстройметро», Международной Ассоциацией «Метро», «РОБТ», Ассоциацией инженеров и специалистов транспортного строительства и др.

**Были избраны руководящие органы Тоннельной ассоциации России – правление, президиум правления и Ревизионная комиссия.**

Председателем правления Тоннельной ассоциации России избран **В. А. Брежнев** – президент Корпорации «Трансстрой». И. заместителями избраны: **В. Н. Александров** – генеральный директор ОАО «Метрострой» Санкт-Петербурга, член Совета Санкт-Петербургского отделения Тоннельной ассоциации России; **В. А. Бессолов** – начальник Управления строительства Лефортовского тоннеля; **С. Н. Власов** – первый заместитель, директор Исполнительной дирекции правления; **С. М. Воскресенский** – генеральный директор ОАО «Трансинжстрой»; **В. Г. Лернер** – первый заместитель генерального директора ОАО «Мосинжстрой».

Председателем Ревизионной комиссии избран **Б. И. Федунец** – доктор технических наук, профессор МГТУ.

Участники конференции выразили уверенность, что правление, президиум и Исполнительная дирекция правления и дальше будут направлять деятельность Тоннельной ассоциации России на эффективное решение актуальных задач в проектировании, строительстве и эксплуатации тоннелей и других подземных сооружений в нашей стране.

## В ТОННЕЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ РОССИИ

### Состав правления Тоннельной ассоциации России на 2004–2008 гг., избранный на IV конференции ТА России

1. Абрамчук В. П.	ФГУП «Управление строительства № 30»
2. Адуйский Е. А.	НПО «КОСМОС»
3. Александров В. Н.	ОАО «Метрострой» Санкт-Петербург
4. Александров А. В.	Государственное учреждение УГН И ВГСЧ при Госстрое РФ
5. Беленький М. Ю.	ОАО Корпорация «Трансстрой»
6. Бессолов В. А-Б.	Управление строительства Лефортовского тоннеля
7. Бочаров В. Ф.	Исполнительная дирекция правления
8. Брежнев В. А.	ОАО Корпорация «Трансстрой»
9. Булычев Н. С.	Тульский государственный университет
10. Василевский П. Г.	ОАО «Бамтоннельстрой»
11. Власов С. Н.	Исполнительная дирекция правления
12. Воскресенский С. М.	ООО «Корпорация Гидроспецстрой»
13. Гильштейн С. Р.	ОАО «Альянс К»»
14. Гольшев А. П.	ОАО «Бамтоннельстрой»
15. Дорман И. Я.	ГУП «Мосинжпроект»
16. Елгаев С. Г.	ОАО «Трансинжстрой»
17. Жуков В. Н.	СПИИ «Гидроспецпроект»
18. Зерцалов М. Г.	Московский государственный строительный университет
19. Изюмов С. В.	ЗАО «Геологоразведка»
20. Ильин В. А.	ООО «Дальтоннельстрой»
21. Картозия Б. А.	Московский государственный горный университет
22. Котов В. В.	ОАО «Метрогипротранс»
23. Крук Ю. Е.	АНО «Инвестстройметро»
24. Кулагин Н. И.	ОАО «Ленметрогипротранс»
25. Левченко А. Н.	Департамент градостроительной политики развития и реконструкции г. Москвы
26. Лернер В. Г.	ОАО «Мосинжстрой»
27. Ломбас С. В.	Институт «Ленгипроинжпроект»
28. Магдиев Ш. Р.	ООО «Даггидроспецстрой»
29. Малицкий В. С.	ООО «Каналстройпроект»
30. Меркин В. Е.	Филиал ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены»
31. Муравин Г. И.	ООО «Организатор»
32. Неретин В. В.	ООО «ГПР-1»
33. Ногин В. А.	Санкт-Петербургское отделение ТА России
34. Панкина С. Ф.	ГУП «Мосинжпроект»
35. Плохих В. А.	ОАО «ВИЗБАС»
36. Полянкин Г. Н.	Сибирский государственный университет путей сообщения
37. Пуголюков П. В.	ЗАО «Южная горно-строительная компания»
38. Рахманинов Ю. П.	ОАО «Трансинжстрой»
39. Святухин Ю. К.	ОАО «Мосметрострой»
40. Сергеев В. К.	Московский государственный университет путей сообщения
41. Серегин А. Г.	УП «Минскметрострой»
42. Симонов Ю. Ф.	ОАО «СКТБ Тоннельметрострой»
43. Соколов И. Н.	ОАО «Метротоннельгеодезия»
44. Федунец Б. И.	Московский государственный горный университет
45. Фурса А. Г.	Петербургский метрополитен
46. Четыркин Н. С.	ОАО «СКТБ Тоннельметрострой»
47. Шилин А. А.	ЗАО «Триада-Холдинг»
48. Штеклейн А. Р.	ООО «Трансстройтоннель-99»
49. Штерн Г. Я.	ОАО «Мосметрострой»
50. Эфендиев Ш. К.	АО «Азертоннельметрострой»
51. Яровой Ю. И.	Уральский университет путей сообщения

### Состав президиума правления Тоннельной ассоциации России, избранный на 1-м заседании правления 10 марта 2004 г.

1. Александров В. Н.	ОАО «Метрострой» Санкт-Петербург
2. Беленький М. Ю.	ОАО Корпорация «Трансстрой»
3. Бессолов В. А-Б.	Управление строительства Лефортовского тоннеля
4. Бочаров В. Ф.	Исполнительная дирекция правления
5. Брежнев В. А.	ОАО Корпорация «Трансстрой»
6. Булычев Н. С.	Тульский государственный университет
7. Василевский П. Г.	ОАО «Бамтоннельстрой»
8. Власов С. Н.	Исполнительная дирекция правления
9. Дорман И. Я.	ГУП «Мосинжпроект»
10. Жуков В. Н.	СПИИ «Гидроспецпроект»
11. Зерцалов М. Г.	Московский государственный строительный университет
12. Котов В. В.	ОАО «Метрогипротранс»
13. Лернер В. Г.	ОАО «Мосинжстрой»
14. Меркин В. Е.	Филиал ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены»
15. Неретин В. В.	ООО «ГПР-1»
16. Ногин В. А.	Санкт-Петербургское отделение ТА России
17. Плохих В. А.	ОАО «ВИЗБАС»
18. Рахманинов Ю. П.	ОАО «Трансинжстрой»
19. Сергеев В. К.	Московский государственный университет путей сообщения
20. Федунец Б. И.	Московский государственный горный университет
21. Четыркин Н. С.	ОАО «СКТБ Тоннельметрострой»
22. Штерн Г. Я.	ОАО «Мосметрострой»

### Состав Ревизионной комиссии, избранный на IV конференции ТА России

1. Бубман И. С.	Исполнительная дирекция правления
2. Ногин В. А.	Санкт-Петербургское отделение ТА России
3. Федунец Б. И.	Московский государственный горный университет

# КАЗАНЬ

## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА МЕТРОПОЛИТЕНАХ

**В** г. Казани 30 и 31 марта 2004 г. проходила конференция на тему: «Опыт эксплуатации современных технических средств на метрополитенах». Она была организована Международной Ассоциацией «Метро» по просьбе администрации г. Казани, и связана с предстоящим в августе 2005 г. пуском первого участка первой линии Казанского метрополитена.

В конференции приняли участие: министр Транспорта и дорожного хозяйства Татарстана В. А. Швецов, глава администрации г. Казани К. Ш. Исхаков, председатель Международной Ассоциации «Метро» Д. В. Гаев, генеральный директор МА «Метро» Е. Г. Дубченко и члены Совета этой Ассоциации, генеральный директор АП ГПИ «Казгражданпроект» М. А. Кафиатуллин, начальник Управления по строительству Казанского метрополитена Г. Н. Тулисов, начальник МУП «Казметрострой» М. М. Рахимов, генеральный директор ОАО «Ленметрогипротранс» Н. И. Кулагин, генеральный директор АНО «Инвестстройметро» Ю. Е. Крук, директора предприятий и НИИ из Москвы, Санкт-Петербурга, задействованных в поставке подвижного состава и оборудования для Казанского метрополитена, руководители высших и средне-специальных учебных заведений г. Казани.

На конференции были заслушаны доклады по темам: «Опыт эксплуатации подвижного состава, в том числе с асинхронным приводом», «Внедрение комплексной системы обеспечения безопасности движения и автоматизированного управления



движением поездов», «Единый диспетчерский центр», «Современные системы управления поездов», «Комплексная радиосвязь с применением щелевого излучающего кабеля», «Опыт эксплуатации системы «ИГЛА» и «черного» ящика на поездах метрополитена», «О мерах по противодействию терроризму и повышению безопасности пассажиров», «О подготовке и проведении стажировки специалистов для эксплуатации метрополитена в г. Казани» и др.

С докладами выступили руководители

метрополитенов и служб, директора и конструкторы заводов-изготовителей составов для метрополитенов, ученые высших и средних учебных заведений.

В ходе конференции состоялись дискуссии и обмен мнениями участвующих в ней специалистов.

Своими впечатлениями о прошедшем событии и о строительстве метрополитена в Казани поделились с журналом «Метро и тоннели» некоторые участники конференции.



**Е. Г. Дубченко,**  
генеральный директор  
Международной Ассоциации  
«Метро»

Техническая конференция, проведенная в Казани, является важным событием, неразрывно связанным с подготовкой к вводу первого пускового комплекса Казанского метрополитена.

Инициаторами проведения этой конференции была наша Ассоциация и мэрия г. Казани. Но больше всего, конечно, была заинтересована администрация города.

Я считаю, что мы правильно сделали, выбрав местом проведения этой конференции г. Казань. Казанцы узнали о тех достижениях, которые имеются во всех службах и подразделениях метрополитенов других городов, ознакомились с проблемами, с которыми приходится сталкиваться в процессе эксплуатации. Возникли даже спорные вопросы о том, какие технологические решения следует внедрять, а какие нет, и пришли к выводу, что не следует наступать на те же грабли, что и другие коллективы метрополитенов в пору своего становления.

Важно, что это совещание проводилось практически перед пуском. И жаль, что тогда в Казани не были еще назначены начальник метрополитена и руководители служб, которые могли ознакомиться с деятельностью других метрополитенов и уже на стадии строительства в предпусковой период начать работу по подготовке к эксплуатации.

Но сейчас это упущение исправлено, и мы узнали, что начальник метрополитена уже назначен. Кроме того, большая группа из Казани выехала в Санкт-Петербург с целью ознакомления со структурами служб, эксплуатации подвижного состава, эскалаторов, экономической деятельности, диспетчерского контроля и управления и другими вопросами.

Думаю, что на этом они не остановятся, побываю и в других городах. Они посетили уже Москву и приедут обязательно еще раз. Ведь прежде, чем решать свои проблемы, надо увидеть особенности управления и эксплуатации такого сложного вида транспорта как метрополитен.

Для правильной организации своей рабо-

ты казанцы должны иметь четкое представление о том, с чего начинать. Например, по вопросам движения поездов надо определить количество машинистов, место их обучения, необходимую техническую аппаратуру и т. д. В электродепо – как производить технический осмотр, технический ремонт и что для этого требуется.

В решении этих и других вопросов действенную помощь оказывает наша Ассоциация. Ведь она является единственным связующим звеном между метрополитенами городов России и ближайшего зарубежья в рамках СНГ.

Ассоциация ежегодно проводит совещания, конференции и семинары по определенной тематике с участием руководителей и специалистов соответствующих служб. Эти мероприятия проводятся в различных городах, где есть метрополитены и где специалисты имеют возможность общения, обмена мнениями и опытом.

Мы оказываем помощь всем метрополитенам, членам Ассоциации в обеспечении различных документов и информации, перечней разработанных технических решений и новой технике. Такую помощь получают, если к нам обращаются, и казанцы. Думаю, что и они в скором времени станут членами нашей Ассоциации.



**О. Д. Антосенко,**  
заместитель главы  
администрации г. Казани

– Казань – это город, где тесно переплелись история и культура Востока и Запада, город с богатой историей и глубокими традициями.

По количеству населения Казань перешагнула миллионный рубеж. Поэтому остро встал вопрос о создании такого пассажирского транспорта, который мог бы в кратчайшие сроки и с высоким комфортом доставить людей к местам проживания, приложения труда, объектам культуры, спорта и т. д.

Проблема сооружения нового вида транспорта возникла еще и потому, что в 2,5 раза увеличилось количество маршрутов наземного транспорта. Кроме того, в г. Каза-

ни много улиц, представляющих историческую ценность.

Метрополитен является экологически чистым скоростным видом транспорта. Он отвечает всем требованиям и задачам по перевозке пассажиров.

Согласно решению Президента Татарстана о ликвидации ветхого жилья в центре города, мы переселили до 50 тысяч человек в Северное и Восточное Заречье. И это количество населения оказалось удаленным от центра и мест приложения труда.

В 2000 г. принято решение о выделении первого пускового участка линии метрополитена протяженностью 8,67 км с пятью станциями. Он свяжет центр г. Казани с жилыми районами Горки и Азино.

Координирующим органом в строительстве метрополитена является городская администрация. Она не просто помогает, а осуществляет все направления строительства, как финансовые, так и технические. Каждый день в 7-30 утра мэр г. Казани в течение полутора лет проводит оперативные совещания, где обсуждаются все текущие вопросы.

По рекомендации Ассоциации «Инвестстройметро» мы реализуем на сооружении метрополитена передовые технические новшества, а прошедшая конференция показала, какие современные технические средства можно внедрить и при эксплуатации метрополитена. И администрация города этими вопросами занимается.

Мы пришли к необходимости установить директивный срок – сдать метрополитен к 30 августа 2005 г. к тысячелетию г. Казани. Времени осталось мало. Для проходки переронных тоннелей и возведения станций привлечены субподрядные организации. В Казметрострое трудятся московские проходчики «Ингеокома», ТО № 44 г. Сочи на ст. «Кремлевская», ст. «Горки» возводит коллектив НПО «Космос», работают специалисты по возведению монолитных конструкций станций «Суконная слобода» и «Площадь Тукая», привлечены также проходчики из Алматы, Самары, Протоннельстрой со своими щитами «Ольга» и «Полина» фирмы «Ловат». Это дает нам уверенность, что метрополитен в г. Казани будет введен в установленный срок.

В строительство метрополитена мы включились одними из последних. И, конечно, используем в своей работе опыт коллег из других городов России, стан СНГ. Большую помощь нам оказывают общественные организации Ассоциация «Инвестстройметро», Тоннельная ассоциация России, а теперь начали получать помощь и от Международной Ассоциации «Метро».

В проекте расположение станций увязано с общей транспортной системой города. В их архитектурном облике будут присутствовать национальные особенности, использованы современные отделочные материалы. Станции будут олицетворять то название, которое заложено в их наименовании и связано с их месторасположением – «Суконная слобода», «Кремлевская», «Пло-

падь Тукая» и т. д. Эти темы и будут реализованы в отделке. Тем более что для этого имеются различные материалы и технологии.

В г. Казани проводился конкурс на лучший архитектурный проект, в котором участвовали специалисты ведущих проектных институтов города. Были определены несколько победителей. Их проекты мы тщательно рассмотрели, высказали авторам замечания и предложения и отдали им на доработку.

В перспективе первую линию метрополитена предстоит продолжить от ст. «Горки» в сторону жилого массива, перейти речку Казанку и уйти в сторону Московского района.



**А. В. Ершов,**  
главный инженер  
Московского метрополитена

– Казань для проведения конференции была выбрана не случайно. Ведь в этом городе 30 августа 2005 г. предстоит ввести в эксплуатацию первый участок линии метрополитена. А работ предстоит выполнить очень много, и вопросов, которые надо решить уже сегодня, а может быть еще и вчера, накопилось достаточно.

Руководство города Казани и Дирекция строящегося метрополитена проявили инициативу и попросили председателя Ассоциации «Метро» провести эту конференцию в их городе. Они понимают, что метрополитен – это не просто транспортная система, а одна из тех жизненных артерий города, которая обеспечивает его жизнедеятельность.

Казань – своеобразный город, и транспортных проблем хватает. Улочки узкие, а транспорта очень много. Поэтому с пуском метро люди в нем задыхаются совсем по-другому. Отрадно, что руководство города это понимает и уделяет строительству метрополитена должное внимание.

Метрополитен – это уникальное предприятие. И несмотря ни на какие политические или экономические события метрополитены России и стран СНГ тесно общаются между собой, делятся своим опытом, тех-

ническими достижениями, говорят о своих трудностях. Одним словом, создается сообщество метрополитенов. Каждый год эксплуатационники собираются по специальностям по линии Международной Ассоциации «Метро»: движущие, эскалаторщики, путейцы и т. д. И казанцы (хотя еще и не вступили в Ассоциацию) уже включились в работу сообщества: начинают звонить, посещать метрополитены в других городах. Они поняли, что нельзя замыкаться на чем-то одном, увидели, что тот путь, который им был когда-то предложен, не совсем верен, что можно применить какие-то другие технические средства, которые позволят не только удешевить строительство, но и решить проблемы эксплуатации в плане перевозки, организации движения и технического обслуживания.

И это совещание, на мой взгляд, одно из немногих важных и нужных мероприятий. Во-первых, мы встретились и пообщались с коллегами, во-вторых, увидели, что люди стали более вдумчиво и внимательно подходить к тем решениям, которые им предлагаются и оценивать их с разных позиций. И казанцы, познакомившись на конференции со многими метрополитеновцами, решат, куда им следует обратиться для обмена опытом. На всех метрополитенах люди работают творчески, и везде можно что-то перенять.

А сейчас им следует в первую очередь составить программу подготовки кадров. Нет такого высшего учебного заведения, которое готовило бы машинистов поездов и эскалаторов, работников СЦБ и связи, диспетчеров, механиков и слесарей. А от них как раз все и зависит. Эти люди должны обладать определенным навыком. Мало пройти теоретический курс. Машинистов поездов надо, например, научить, как действовать в чрезвычайных ситуациях. И если уже сегодня в Казани не начнут работу по подбору и обучению кадров, то завтра будет поздно. Теоретический курс можно пройти за 1-2 месяца, этого достаточно. А вот получение навыков требует длительного времени. Надо уже сейчас направлять людей на действующие метрополитены, чтобы они там поработали вместе со специалистами и приобрели практические навыки.

На Московском метрополитене есть УПЦ, где готовят специалистов среднего звена. Мы предложили казанцам направить туда часть людей для обучения, и я думаю, что они этим приглашением воспользуются.

Проблема кадров всегда была и останется основной. Поэтому назначенному начальнику метрополитена г. Казани надо сразу начинать готовиться к эксплуатации, т. е. подбирать и готовить кадры. И мне кажется, что в руководстве Казани это поняли.

Главная задача конференции – помочь казанцам в пуске первой очереди метрополитена путем обмена опытом и знаниями, считаю, выполнена.



**Ш. З. Гильманов,**  
председатель Комитета  
по транспорту и связи в г. Казани

– Планировочная структура города исторически развивалась как радиально-кольцевая, постепенно формируясь от Казанского Кремля. Река Казанка разделяет город на две части, примерно равные по территории и численности населения.

Уровень развития системы городского пассажирского транспорта с его наземными уличными видами транспорта имеет достаточно четкий предел, связанный с их техническими и градостроительными возможностями.

На сегодняшний день транспортные перевозки по г. Казани осуществляются традиционными видами транспорта: автобусами, троллейбусами и трамваями. Что касается перевозки автобусом, то здесь существуют различные виды собственности. У нас 250 автобусных маршрутов общей протяженностью 2800 км и 17 троллейбусных. За сутки перевозит более 1,8 млн человек.

Практика больших городов показывает, что охватить все районы города наземным транспортным невозможно, не имея метро. Тем более что территория г. Казани с возведением новых микрорайонов значительно увеличивается.

Поэтому единственным решением транспортной проблемы города оказалось строительство скоростного, комфортного подуличного вида транспорта – метрополитена. Пуск его однозначно состоится в 2005 г. Это будет большим подарком казанцам к 1000-летию города.

На сессии Казанского Совета народных депутатов была принята в окончательном варианте Программа развития транспортного обслуживания населения. Та динамика, которую мы имеем, показывает, что с вводом метрополитена количество наземного транспорта сокращено не будет. Уже разработана проектно-сметная документация на прокладку 64 км новых троллейбусных линий.

Сегодня ведется очень серьезная работа

над оптимизацией маршрутной сети г. Казани. Разрабатывается генеральный план новой транспортной схемы с учетом существующей системы. В соответствии с этой схемой предусматривается увеличение числа маршрутов всех наземных видов транспорта.

В целях оптимизации сети будут меняться схемы автобусных и троллейбусных маршрутов, чтобы доставлять пассажиров как можно ближе к станциям метрополитена.

Весь городской транспорт, как наземный, так и подземный, – это единое целое, единая комплексная система, и отделять их друг от друга ни в коем случае нельзя.

С учетом того, что до пуска осталось совсем немного времени, мы подошли вплотную к созданию Дирекции по эксплуатации метрополитена и на ее базе – Управление метрополитена.

Очень полезной для нас оказалась прошедшая конференция, на которой рассматривался опыт эксплуатации современных технологических средств на метрополитенах. Эти вопросы мы обсуждали с коллегами из других городов, присутствующими на ней.

Сегодня требуются современные нестандартные подходы в решении технических проблем, особенно в развитии внеуличных скоростных видов пассажирского транспорта.

Много новых технологий будет внедрено и в г. Казани. Это – подвижной состав с новыми системами управления, устройства пути на лежневом основании, новая диспетчерская связь с теленаблюдением. Будут использованы мероприятия, наработанные Московским метрополитеном по борьбе с терроризмом.

В первый период эксплуатации метрополитена предусматривается обращение линии десяти 4-вагонных составов с интервалом движения в пределах 6 минут.





# МИКРОКЛИМАТ В МЕТРОПОЛИТЕНАХ

**В. Ф. Иванов,**

главный технолог

Международной Ассоциации «Метро»

**В** работе конференции приняли участие ведущие специалисты метрополитенов СНГ, институтов, проектирующих метрополитены, ряда научно-исследовательских и учебных институтов РАН, МЧС РФ, аварийно-спасательных частей МЧС РФ и промышленных предприятий.

**Участники конференции заслушали и приняли к сведению информацию:**

- Ассоциации «Метро» и метрополитенов: Московского, Петербургского, Новосибирского, Самарского, Екатеринбургского, Нижегородского, Минского, Киевского, Харьковского, Днепропетровского, Ереванского, Ташкентского – по анализу состояния микроклимата на подземных объектах, опыте применения различных режимов тоннельной вентиляции, проблемах организации безопасного состояния воздушной среды на станциях и тоннелях метрополитена;

• ООО «Гормаш» (Екатеринбург) – по анализу обследований работы вентиляционных систем всех метрополитенов СНГ;

• СПб филиала ВНИИПО МЧС РФ (С.-Петербург) – по принятию «Программы научно-технического обеспечения пожарной безопасности метрополитенов РФ» готовности к продолжению разработки аварийных режимов включения вентиляции при загорании или задымлению на объектах метрополитенов;

• ИГД СО РАН (Новосибирск) – о результатах исследований климатических колебаний воздушной среды и рекомендациях по устройству вентиляции (в т. ч. в экстремальных условиях) для метрополитенов мелкого заложения Урала и Сибири;

• НИИ горно-спасательного дела «ИГД Респиратор» (г. Донецк) – о результатах исследования вентсистем Киевского и Харьковского метрополитенов, а также предложения по использованию в метростроении и при эксплуатации метрополитенов методик расчета организации воздухообмена, принятых в горно-рудной и угольной промышленности;

• НИО-4 ЦАГИ (Москва) – о новых возможностях расширения области работы регулируемых осевых вентиляторов и применению методик расчета вентиляционной сети метрополитена с помощью программных средств ЭВМ;

• фирмы «Прософт-Е» (Екатеринбург) – по возможному применению на метрополитенах наработок этой организации в области автоматизации управления режимами тоннельной вентиляции, контролю параметров воздушной среды и технического состояния оборудования;

• УГТА (Екатеринбург) – о результатах обследований работы тоннельной вентиляции метрополитенов;

• УГТА, ФГУП «Военизированные горно-спасательные части Урала» МЧС РФ – о раз-

*В период 18-19 марта 2004 г. на базе Уральской государственной горно-геологической академии (Екатеринбург) прошла конференция «Организация воздухообмена в тоннелях и на станциях метрополитенов. Работа вентиляции в экстремальных условиях».*

работке планов ликвидации аварий на подземных сооружениях (электронная версия) и обучению персонала метрополитенов по работе в экстремальных условиях;

• Академии ГПС МЧС РФ (Екатеринбург) – о проблемах подготовки кадров для профилактики и ликвидации чрезвычайных ситуаций в действующих метрополитенах;

• проектных институтов: ОАО «Метротранс» (Москва), ОАО НИПИИ «Ленметротранс» (С.-Петербург), ОАО «Минскметротранс» (г. Минск), АО «Укртоннельметротранс» (г. Киев) – о принципах и обосновании принимаемых решений при проектировании вентиляции метрополитенов в современных условиях;

• «НИПИГОРМАШ» (Екатеринбург) – о перспективах развития отечественного вентиляторостроения;

• ОАО «АМЗ – ВенКон» – о работах по модернизации вентиляторов ЦАГИ-2,4 и состоянии дел с выпуском тоннельных вентиляторов;

• АОТ «Завод Промавтоматика» (Екатеринбург) – о разработке и поставке на метрополитены систем автоматического управления тоннельными вентиляторами;

• ОАО «Кирсинский кабельный завод» (г. Кирс, Кировской обл.) – о возможном применении на метрополитенах негорючих кабелей с минеральной изоляцией;

• Международной Ассоциации «Метро» – об официальной позиции Международного Союза общественного транспорта (МСОТ) по предотвращению пожаров и борьбе огнем в метрополитенах.

После обсуждения вопросов состояния микроклимата на подземных объектах метрополитенов, работ, проводимых метрополитенами, научно-исследовательскими организациями по анализу режимов вентиляции станций и тоннелей, (в т. ч. в экстремальных ситуациях), а также состояния дел в отечественном вентиляторостроении, участниками конференции было отмечено, что за время, прошедшее с момента предыдущей конференции (1997 г., С.-Петербург), **на метрополитенах проведена следующая работа по претворению принятых решений.**

1. На Московском и Петербургском метрополитенах, совместно с СПб филиалом ВНИИПО МЧС РФ, разрабатываются аварийные режимы включения вентиляционных установок для каждого перегонного тоннеля и станции.

2. На Новосибирском метрополитене, совместно с ИГД СО РАН, проведены исследования движения потоков воздуха в тоннелях (в т. ч. тупиковых) и на станциях в зимний период для метрополитенов мелкого заложения, и разработаны конкретные рекомендации по применению различных режимов



**В.В. Куликов, представитель Екатеринбургского филиала Академии ГПС МЧС РФ; в президиуме: Н.П. Косарев, д.т.н., профессор, ректор УГГА и В.Ф. Иванов, главный технолог Ассоциации «Метро»**



**В.В. Митрофьевич, начальник сектора осевых вентиляторов ГосНИЦ ЦАГИ; Т.Е. Щирова, начальник ТО ЭМС Самарского метрополитена**

включения тоннельной и местной вентиляции в зависимости от температуры воздуха, как в штатных, так и нештатных ситуациях.

3. На Киевском и Харьковском метрополитенах, совместно с НИИ горно-спасательного дела и пожарной безопасности «Респиратор» проведены исследования эффективности работы и разрабатываются режимы вентиляции, с учетом опыта проветривания угольных шахт.

4. Работы по разработке аварийных режимов проводятся на Самарском, Екатеринбургском, Нижегородском и других метрополитенах.

5. На всех метрополитенах проводится анализ состояния воздушной среды по температуре и влажности. Результаты анализа ложатся в основу графиков включения режимов вентиляции.

6. На основе анализа годовых изменений состояния воздушной среды на Московском и Петербургском метрополитенах разработаны аэрологические характеристики подземных объектов, которые позволяют на бо-



слева направо: А. М. Красюк, д.т.н., с.н.с. ИГД СО РАН; А. Н. Чигишев, главный инженер ЭМС Новосибирского метрополитена; И. В. Первухин, генеральный директор АМЗ «ВенКон»; В. И. Кутаев, главный конструктор АМЗ «ВенКон»

лее высоком уровне организовать работу всех систем вентиляции метрополитена.

7. В КБ ОАО АМЗ «ВенКон» начата разработка проекта модернизации вентиляторов типа ЦАГИ-2,4.

8. В 1999-2001 гг. разработаны и переданы промышленности Технические требования метрополитенов к системам управления тоннельными вентиляторами.

В связи с угрозой террористических актов, на метрополитенах организованы и проводятся обучение и тренировки всего личного состава метрополитена. Ярким примером готовности работников метрополитена действовать в экстремальных условиях является их работа в период теракта на Московском метрополитене (февраль, 2004 г.) и соответствующие проверки на других метрополитенах.

**Участники конференции отметили также следующие причины, которые создают серьезные трудности в решении вопросов поддержания нормативных параметров воздушной среды, а также эвакуации пассажиров при возникновении внештатных ситуаций в тоннелях (теракт, загорание, задымление, появление отравляющих и токсичных веществ и т. п.).**

1. Отсутствие или недостаточность современной законодательной и нормативно-технической базы деятельности метрополитенов СНГ (в первую очередь СНИП «Метрополитены»).

2. Отсутствие органа, координирующего деятельность и организующего взаимодействие различных ведомств России и стран СНГ в решении вопросов развития и безопасной эксплуатации метрополитенов.

3. Причины, связанные с качеством проектирования и строительства метрополитенов:

- сдача в эксплуатацию новых объектов метрополитенов без полной отладки систем жизнеобеспечения (вентиляция, водоотведение). Имеют место случаи отсутствия вентиляторов, насосов, защитных перекрытий (последние часто исключаются из состава проекта);

- соблюдая режим экономии финансовых средств, производится уменьшение диаметра перегонных тоннелей. По этой причине, в случае остановки поезда на перегоне (особенно в криволинейном участке) происхо-

дит перекрытие тоннеля, что не позволяет проводить его вентиляцию, а также безопасную эвакуацию пассажиров;

- из-за отсутствия финансирования остановлено или ведется недостаточно оснащение метрополитенов системами автоматического контроля состояния воздушной среды и автоматического управления вентиляционными установками;

4. В связи с началом процедуры банкротства ОАО АМЗ «ВенКон» (февраль, 2004 г.), возникла угроза срыва поставок на метрополитены тоннельных вентиляторов и запасных частей к ним для замены и модернизации.

5. Другие причины.

**По итогам работы конференции, ее участниками были приняты следующие рекомендации.**

**Для метрополитенов СНГ**

1. В обязательном порядке пересмотреть и, в случае необходимости, внести коррективы в действующие инструкции применения режимов вентиляции при возникновении экстремальных ситуаций (загорание, задымление, токсикация и др.) для каждой станции и перегона, при различном расположении поездов на линии, времени года, техногенной городской обстановки техническом состоянии вентиляционного оборудования и т. п.

2. Проводить корректировку схем и режимов вентиляции после реконструкции действующих и ввода в эксплуатацию новых объектов метрополитена, изменения поезда обстановки, пассажиропотоков и др. Для этих целей использовать опыт Петербургского метрополитена по анализу аэрологической карты метрополитена, разрабатываемой на основе многолетних наблюдений за состоянием микроклимата на подземных объектах.

3. Требовать от проектных и строительных организаций акты натурных испытаний режимов вентиляции на вновь вводимых объектах.

4. Принимать меры по оснащению подземных объектов действенными системами автоматического контроля состояния воздушной среды и автоматического перехода на оптимальные для конкретной ситуации режимы вентиляции.

5. Включать в планы обучения и тренировок работников метрополитена отработку защиты пассажиров и устройств на основе международного опыта.

6. В системах тоннельной вентиляции использовать вентагрегаты, системы управления, защитные устройства и т. п. только прошедших установленный комплекс испытаний и получивших соответствующие сертификаты. При применении оборудования зарубежных фирм требовать от поставщиков документы, подтверждающие соответствие указанным в паспортах техническим харак-

теристикам, в соответствии с действующими в стране нахождения метрополитена нормами и положениями.

**Для научно-исследовательских институтов, вузов и проектных организаций**

Рекомендовано рассмотреть и направить в Ассоциацию «Метро» предложения по возможному применению при проектировании и эксплуатации метрополитенов:

- опыт горно-рудной и угольной промышленности по организации вентиляционных систем;

- результаты исследований ИГД СО РАН по работе вентиляционных систем в условиях Урала и Сибири;

- предложения УГТА по созданию универсальной схемы вентиляции метрополитенов;
- предложения СПб филиала ВНИИПО МЧС РФ и ОАО «Метрогипротранс» о внедрении систем вентиляции с использованием сбоек между тоннелями, клапанов в перегонных тоннелях у станций и отдельной вентиляции тоннелей;

- предложения ЦАГИ по организации комплекса работ по математическому моделированию вентиляционных сетей метрополитена в целом, физическому моделированию их элементов и тестированию методов математического моделирования и по проведению анализа режимов работы вентиляционных систем и разработке высокоэффективных вентагрегатов и методов управления вентиляционными режимами (номинальными и чрезвычайными).

**Для организаций, проектирующих метрополитены**

При разработке схем проветривания подземных объектов метрополитенов, наряду со штатными режимами, просчитывать работу систем вентиляции для всех случаев возможного возникновения экстремальных ситуаций.

**Для специалистов в области проектирования и эксплуатации метрополитенов, исследовательских организаций**

Рекомендовано направить в Международную Ассоциацию «Метро» свои предложения по техническим требованиям к тоннельным вентиляторам и системам управления (срок – до 30 апреля 2004 г.).

1. Участникам конференции дать предложения в Ассоциацию «Метро» о возможном применении вентиляторов тоннельной вентиляции, изготавливаемых на предприятиях СНГ, а также организации их выпуска на новых производствах.

2. В целях качественной проработки вопросов, касающихся работы систем вентиляции (в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций) метрополитенов и исключения возможных ошибок при проектировании, строительстве и эксплуатации вентиляционных систем, считать целесообразным создать межведомственный координационный центр. В качестве базовой организации предложить Уральскую государственную горно-геологическую академию (Екатеринбург).

Просить УГТА подготовить «Положение о координационном центре» и перечень решаемых им задач.



27 февраля 2004 г. в КРК «Пирамида» награждали руководителей года – директоров предприятий, добившихся особого успеха, являющихся эталоном управления. В номинации «Лучший руководитель строительной организации» победил начальник МУП «Казметрострой» Марат Мулахмедович Рахимов. О том, как идет строительство Казанского метрополитена, мы и поговорили с лауреатом.



## МЕТРО В КАЗАНИ – НЕ МЕЧТА, А РЕАЛЬНОСТЬ

– *Марат Мулахмедович, поздравляем Вас с этой престижной наградой. Скажите, какие чувства возникли у вас после вручения диплома и золотого значка «Руководитель года»?*

– Я горжусь этим званием, оно дает мне право более осмысленно, ответственно смотреть на то дело, которое веду. Понимать, что оно нужно – для города, для республики. Посудите сами: каждый день в 730 у нас первая планерка, которую проводит мэр Казани Камиль Шамильевич Исаков. Работаем на ней интенсивно, скрупулезно, рассматривается мой доклад о суточном выполнении работ на каждом объекте, намечаются первоочередные задачи. 11 марта исполнилось семь лет, как я приехал в столицу Татарстана. Правда, это время пролетело как один день...

– *А до этого где работали?*

– Я окончил Новосибирский институт инженеров транспорта и начал работать в Ташметрострое, где прошел все этапы от горного мастера до начальника стройки. Участвовал в сдаче двух пусковых комплексов Ташкентского метро. Не как руководитель, правда. Также работал на БАМе, принимал участие в строительстве Северомуйского тоннеля, самого большого в бывшем Советском Союзе.

При встрече с Премьер-министром Республики Рустамом Миннихановым, мэром города Камилем Исаковым получил «добро» на приглашение команды специалистов с БАМа, которые, может, и не все умели в метростроении, но зато

знали проходку в сложных гидрогеологических условиях. А это было для начала самым главным.

– *В прошлые годы работы продвигались довольно вяло. Не хватало денег. Как обстоят дела сейчас?*

– Сейчас налаживается финансирование. Теперь все упирается в то, что предстоит одолеть очень большие объемы. За оставшееся время на строительстве и обустройстве Казанского метрополитена нам предстоит освоить более 10 миллиардов рублей. Мы работаем круглосуточно, по скользящему графику. Хорошо, что в городе и республике нам помогают на разных уровнях – заводы, предприятия, службы. Министерство строительства Татарстана постоянно оказывает

их со всей страны. Четыре проходческих щита фирмы «Ловат», два из которых принадлежат ОАО «Протонтоннельстрой». Они будут работать на перегоне «Горки» – «Аметьево»: там сухие грунты, благоприятные условия.

Третья машина – это наша знаменитая «Сююмбике». Мы прошли этим щитом более 3,5 км. Сегодня мы извлекаем ее из котлована на «Кремлевской», организуем монтаж на станции «Суконная слобода». Она пойдет правым тоннелем на отрезке «Суконная слобода» – «Аметьево». В данный момент смонтирована и 12 марта начала проходку еще одна машина (принадлежит Объединению «Ингеоком») по имени «Катюша».

Проходка левого тоннеля между станциями

**Нам предстоит одолеть очень большие объемы. За оставшееся время на строительстве и обустройстве Казанского метрополитена нам предстоит освоить более 10 миллиардов рублей. Мы работаем круглосуточно, по скользящему графику.**

помощь в проведении экспертиз и ценообразования. Сам министр Владимир Александрович Швецов часто бывает у нас. Недавно принимали большую делегацию дорожников страны, участников Всероссийского совещания. Порядовало, что все отзывались хорошо о нашей стройке.

– *У вас ожидается большое привлечение в сейсмостойкие проходческих щитов...*

– Да. Мы задействуем восемь машин. Собрали

«Площадь Тукая» и «Кремлевская» показала очень сложные гидрогеологические и горные условия строительства. Для них наша машина оказалась слабоватой, поэтому на техническом совете мэр Казани Камиль Исаков разрешил купить машину фирмы «Вирт». Она придет примерно в первых числах мая: все зависит от ледовой обстановки на Волге.

Шестая машина получена из Алматы. Это про-

ходческий щитовой комплекс советского производства. Для работ на нем приглашаются на субподряде организации Алматинского метростроя. Седьмая и восьмая машины – механизированные щиты также отечественного производства, поступили от объединения «Самараметрострой». Как видите, почти все метростроители участвуют на строительстве в Казани.

**– Сколько машины пройдут в этом году?**

– В принципе, если все получится, в этом году по графику мы должны пройти рекордное количество метров. По плану это 7804 метра. Для сравнения: в прошлом году мы прошли полтора километра. Сейчас усиленно изготавливаем тоннельную обделку. На сегодня она готова на четверть: более двух километров из восьми.

Сейчас идут немеханизированные щиты. Тремя машинами по 10 м в день – это не скорость. Но так и должно быть: скоростные машины пойдут в работу дальше. У нас запланирована средняя скорость проходки щитов – 200 пог. м в месяц. Самое большое количество метров, которое можно быть пройдено, – 1100 в месяц. На этот показатель мы выйдем, когда задействуем все восемь машин. Этот пик придется на летние месяцы, июль-август, когда щиты перейдут на скоростной режим проходки.

Что касается суточного исполнения, я могу уверенно сказать, что мы идем в графике, если сегодня



Торжественный митинг, посвященный пуску щита «Ловат», проходку которым будут вести специалисты Объединения «Ингеоком»

есть место, где безопасно и красиво.

**– А что будет после завершения проходки?**

– Будут идти пусконаладочные работы. В тоннелях подадут напряжение, пойдут поезда. Полгода мы должны обкатывать подвижной состав,

ном диспетчере. Ежедневно приходится решать десятки текущих вопросов: своевременной поставки бетона, машин, кранов, механизмов. Ведь на нашем объекте работают 39 субподрядных организаций.

**– Многие казанцы считают метро в своем городе излишеством и пустой тратой денег.**

– Если это обыватель, то у него соответствующий взгляд на все. Существует определенный закон: если есть миллион жителей, то самая главная проблема города – транспортная. В Казани она еще усугубляется тем, что город исторически ценен, ему 1000 лет. Разработана федеральная целевая программа «Сохранение исторического центра Казани». Что значит – сохранить? Это значит, что улицы не могут быть расширены. А миллион пассажиров надо как-то перевозить...

Есть и другой критерий: если пассажиропоток 5 тыс. чел./ч, то достаточно трамвая, если 10 тыс. – прибавляем троллейбус, еще больше – автобус. Но у нас пассажиропоток в час пик выше! И сегодня наблюдается рост числа личного автотранспорта. С каждым годом увеличивается темп автомобилизации. Сегодня по центру города, по его узким улицам проехать без пробок почти невозможно! Разгрузить центральную часть города сможет только метро. Можно, конечно, как в современных городах, построить эстакаду, пустить движение по верху. Но у нас зима, снег... И к тому же метрополитен рассматривается как объект гражданской обороны, с точки зрения защиты населения от чрезвычайных ситуаций.

Конечно, сегодня мы доставляем некоторые неудобства горожанам. Перекрыты улицы Даурская, Карбышева, Свердлова, Кремлевская, Новокремлевская. Но зато потом откроются новые. Например, улица Свердлова будет продолжением пешеходной зоны улицы Баумана. Откроются центральные подземные магазины на территории станции «Площадь Тукая». Разве плохо?

Для меня сегодня метрополитен в Казани уже не мечта. Это – реальность, которую надо только правильно оценить, осмыслить, расставить все на свои места. За качество строительства я отвечаю!

## В этом году по графику мы должны пройти рекордное количество метров. По плану это 7804 метра. Для сравнения: в прошлом году мы прошли полтора километра.

на отстаем, то завтра где-то опередим...

Главное – достаточное и своевременное финансирование. Потому что когда тоннельный комплекс начнет проходку, его нельзя будет остановить.

**– А какая проблема самая большая?**

– Большое беспокойство вызывает неподготовленность территорий. Вынос коммуникаций должен был произойти годами раньше, чтобы у нас было время для освоения строительных площадок. Сегодня все идет параллельно. Это огромное количество коммуникаций, которые нужно укрепить или которые мешают разработке котлованов. Это самая главная трудность.

Некоторые объекты просто не можем начать: на станции «Горки» у нас нет электро энергии в достаточном количестве, не вынесены электрокабель и теплотрассы; на станции «Аметьево» не вынесены канализация и газопровод; на «Кремлевской» много огромнейших, диаметром 700 и 900 мм, высоконапорных водоводов, которые обеспечивают город водой.

**– Какие задачи Вы считаете первоочередными?**

– Выполнить указ Президента и все порученные им задачи, которые имеют один итог – ввод пускового участка метрополитена к 1000-летию Казани. Пока других рубежей у нас нет.

Но построить – это еще не все. Надо метро оснастить и станции одеть в мрамор и гранит. Я не хочу сказать, что станции метрополитена – это дворцы, но люди должны радоваться, что у нас

обучать машинистов и все службы метрополитена. Надо создать безопасные для пассажиров условия. Кроме того, движением будет управлять автоматизированная система. Это очень сложный механизм.

Многих интересует внешний вид станций. У нашего генпроектировщика, Казгражданпроекта, есть головной институт – «Ленметрогипротранс», предстоит уложить в облицовку станций около 25 тыс. м<sup>2</sup> мрамора и 10 тыс. м<sup>2</sup> гранита.

**– А какие организации будут вести отделочные работы?**

– Прежде всего, мы хотим широко использовать фирму «Алекс-Альфа», которая хорошо зарекомендовала себя в Санкт-Петербурге. Она имеет свои карьеры по разработке мрамора, свою линию по обработке гранита и мрамора. Она является еще и монтажной организацией – ведет укладку облицовочного камня.

У нас много разных предложений. И мы будем выбирать.

Первой под обделку ориентировочно летом этого года будет сдана станция «Суконная слобода», следом, с небольшим отставанием – «Площадь Тукая».

**– Марат Мулахмедович! Для ускорения процесса строительства привлечено несколько десятков субподрядных организаций. Как Вам удается управлять таким огромным строительным процессом?**

– В этом деле большая нагрузка ложится на наш производственный отдел, отдел главного механика. Но особая ответственность – на глав-

# АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКАЯ РАБОТА НА МОСКОВСКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ



**Д. В. Гаев,**  
начальник Московского  
метрополитена

созданное администрацией метрополитена, также работает на основании договора с администрацией метрополитена.

*Сотрудники метрополитена* – работающие на станциях и в поездах, действуют в соответствии с должностными инструкциями.

*Пассажир* – участвует в общем процессе через информацию, передаваемую от пассажира работникам метрополитена.

Структура преступлений и нарушений предопределяет структуру и направленность работы по обеспечению криминогенной безопасности.

## Задачами Управления внутренних дел на метрополитене являются:

- обеспечение охраны станций метро и его объектов;
- поддержание общественного порядка на станциях и в поездах;
- борьба с преступностью, проведение следствия, профилактика правонарушений;
- регулировка пассажиропотоков при проведении массовых нестандартных перевозок и сбоях в движении поездов.

Охрана метрополитена осуществляется круглосуточно, вооруженными патрулями; сопровождение поездов и поддержание общественного порядка в них – специальными патрулями.

С учетом вновь складывающихся социальных проблем в новом российском обществе в последние три года в УВД дополнительно созданы подразделения:

- по работе с бродяжничеством;
- по работе с детским бродяжничеством и правонарушениями;
- по контролю за коммерческой деятельностью сторонних организаций на территории метрополитена;
- кинологовское и экспертно-саперное.

Выстроен центр кинологовской службы УВД для размещения ста служебных собак.

Специальное охранное предприятие «Щит-Гарант» было создано в 2001 г. Его задача – контроль за особыми зонами метрополитена, имеющими наибольшие пассажиропотоки.

Зоны контроля сотрудниками УВД, охранного предприятия, персонала метрополитена достаточно широко представлены на каждой станции, но в условиях громадных пассажиропотоков активно развиваются и технические средства контроля.

## Технические средства контроля

Среди технических средств контроля сегодня на метрополитене имеются:

- радиосвязь;
- местная телефонная связь;

- специальная сигнализация;
- системы теленаблюдения;
- переговорные устройства в вагонах «пассажир – машинист».

Внедряются:

- передача телесигнала в диспетчерский центр метро и диспетчерскую УВД на метрополитене;
  - корпоративная и общая сотовая связь.
- Завершение этих проектов предусмотрено в 2004 г.

В перспективе планируется введение теленаблюдения внутри вагонов поездов.

## Антитеррористическая безопасность

Профилактика и противодействие возможности проведения террористических актов включает в себя:

- выявление и устранение причин и условий, способствующих осуществлению террористических актов на метрополитене;
- выявление, пресечение террористических действий, минимизация их последствий;
- в случае их совершения – скорейшая ликвидация последствий.

Вся система антитеррористической безопасности на уровнях информации, профилактики, ликвидации последствий описана в специальных инструкциях. Для персонала метрополитена и сотрудников УВД это введено в должностные обязанности, и проводятся периодические тренировки как штабные, так и в условиях реального метрополитена.

Система информации отработана и имеет постоянный штат. Она используется ежедневно в оперативной работе метрополитена.

Со специализированными спасательными и пожарными подразделениями, территориальными органами управления и защиты правопорядка заключены соглашения о взаимодействии, проводятся постоянные совместные тренировки и учения.

Специализированные подразделения метро имеют численность 1000 человек, оснащены автотранспортом, специализированной техникой и инструментом. Структура их соответствует структуре метрополитена: подвижной состав, тоннельные сооружения, электроснабжение, освещение, вентиляция и водоотлив, связь и сигнализация. Эти подразделения находятся на дежурстве круглосуточно. В период между выездами на случаи чрезвычайных происшествий они задействуются в устранении технических неисправностей на линиях метрополитена, в технологических процессах по поддержанию технических средств метро.

Все большее распространение получают

**В** жизни Москвы метрополитен является ведущим и наиболее удобным для населения видом городского пассажирского транспорта. Он надежно связывает центр города с промышленными районами и жилыми массивами.

Доля метрополитена в балансе пассажирской транспортной работы города составляет 57%.

Основными компонентами безопасности перевозок метрополитена являются техническая, криминальная и антитеррористическая безопасность.

Два последних компонента связаны между собой, т. к. уровень криминальной безопасности непосредственно влияет на возможность проведения террористической акции.

## Структура организации работы по обеспечению криминальной безопасности

Вся работа базируется на взаимодействии специализированных организаций, созданных для выполнения задач только на метрополитене, в тесном взаимодействии с оперативным персоналом метрополитена, а также с пассажирами.

*Управление внутренних дел метро* – это специализированное подразделение Главного управления внутренних дел Москвы МВД России. Оно работает на основании договора с администрацией метрополитена.

*Охранное предприятие* – коммерческое,

технические средства контроля. Это, и уже упомянутые, системы теленаблюдения не только за пассажирскими зонами, но и в служебно-технических помещениях и вагонах.

Все устройства метрополитена, имеющие выход на поверхность земли, в которых отсутствует постоянный персонал, оборудованы автоматическими системами контроля от несанкционированного проникновения с выходом сигнала на диспетчерскую метро и диспетчерскую городской милиции со сроком прибытия нарядов в течение 3-5 минут.

Ведутся также разработки систем обнаружения газового и химического оружия пожара.

Ежедневный комплекс организационных предупредительно-профилактических мероприятий по предупреждению террористических акций включает в себя:

- проведение 100%-о осмотра составов в электродепо перед выдачей их на линии с обязательной проверкой функционирования связи «пассажир-машинист»;
- проведение осмотров платформ, вестибюлей, межстанционных и подулочных переходов. Осуществляется обязательная проверка вагонов на конечных станциях и при направлении составов в электродепо в целях недопущения проникновения посторонних лиц и завоза предметов;
- передача по громкоговорящей связи через каждые 10 минут специального текста по разъяснению пассажирам их поведения при обнаружении бесхозных предметов и вещей;
- контроль целостности запорных устройств киосков вентиляционных шахт;
- готовность аварийно-восстановительных средств метрополитена;
- отработка действий оперативного персонала метрополитена: от работника станции, машиниста и диспетчерского персонала до высшего командного состава по взаимодействию при эвакуации пассажиров и ликвидации последствий террористических акций с УВД на метрополитене, территориальными органами управления и подразделениями ГУВД, Министерства по ЧС, пожарной охраны.

### Готовность к чрезвычайным ситуациям

Метрополитен в силу своих специфических особенностей даже в условиях нормальной эксплуатации представляет собой сооружение повышенной опасности. Это обусловлено наличием многочисленных источников потенциальной опасности – пассажиропотоков высокой плотности, источников высокого напряжения.

Проблемы безопасности пассажиров в метро никогда не были сформулированы в полной мере.

Перечень аварийных ситуаций, которые могут возникнуть на метрополитене в процессе эксплуатации:

- столкновение поездов из-за отказа автоматики;
- случайное падение предметов и пассажиров с платформы на рельсовый путь или

попытки проникновения в перегонные тоннели с платформы станции;

- пожар или взрыв в вагоне поезда или на станции;
- потеря машинистом способности управления поездом вследствие болезни, ранения или других причин;
- остановка поезда в тоннеле, вызванная неисправностью его технических систем, отключением питания контактного рельса или аварией верхнего строения пути;
- затопление тоннелей из-за нарушения герметичности отделки или неисправности водоотливных установок;
- затопление станций через лестничные сходы из-за разрыва подземных водонесущих коммуникаций.

Любая из названных причин, в зависимости от времени и места её возникновения, может привести к трагическим последствиям разной степени тяжести.

Учитывая это, главной задачей работников метрополитена является обеспечение личной безопасности граждан, поэтому каждый должен быть готов как к проведению мер по предупреждению возникновения возможных чрезвычайных ситуаций, так и к ликвидации их последствий, сведения к минимуму ущерба от них в тех случаях, если предотвратить вышеуказанные обстоятельства не удалось.

Определенную напряженность вызывают поступающие анонимные угрозы проведения террористических актов на Московском метрополитене.

Каждый сигнал тщательно проверяется. Осуществляются мероприятия по установлению абонента, сообщившего о подготавливаемом взрыве. Проводятся дополнительные осмотры вестибюлей, платформ станций с участием кинолога со служебно-розыскной собакой. Кроме этого, с использованием специальной аппаратуры и служебно-розыскных собак проводится обследование забытых на станциях метрополитена предметов на наличие взрывчатых веществ.

Осуществление указанных мероприятий в определенной мере способствует повышению охраны объектов метрополитена и обеспечению безопасности пассажиров.

Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора на метрополитене постоянно осуществляет динамическое наблюдение и лабораторный контроль загрязнения воздуха станций. Разрабатывается система обнаружения применения в метро высокотоксичных веществ.

Особенно тщательно контролируется обеспечение пожарной безопасности.

Парк подвижного состава оборудован системой обнаружения пожаров АСОПТ «Игла». Осуществляется промышленная эксплуатация автоматизированной системы предрейсового осмотра машинистов (АСПО).

Вагоны оборудуются аварийными трапами для вынужденной эвакуации людей.

При возникновении пожара (на станции, в тоннеле, вагоне поезда и др. местах) немедленно вызываются пожарные подразделения города, которые в соответствии с

инструкцией взаимодействуют с работниками метрополитена и УВД по эвакуации пассажиров и ликвидации пожара (загорания, задымления), используя при этом и имеющиеся на метрополитене средства пожаротушения.

Во всех случаях чрезвычайных ситуаций взаимодействие служб метрополитена с городскими службами осуществляется работниками диспетчерского участка.

Оказание медицинской помощи пассажирам и работникам метрополитена в обычных нормальных условиях осуществляется медицинскими работниками метрополитена.

При чрезвычайных ситуациях оказание помощи и эвакуация пострадавших производится центром экстренной медицинской помощи города, вызов ее организует диспетчер.

Для изоляции и временного хранения подозрительных предметов каждая станция метрополитена оборудована взрывозащитной камерой, в которую помещается обнаруженный предмет.

Для оперативного взаимодействия по оказанию метрополитену помощи в чрезвычайных ситуациях диспетчерский участок службы движения оборудован прямой связью с диспетчерскими участками (дежурными) соответствующих служб города (пожарной, Мосэнерго, УВД, Горноспасательным отрядом, центром экстренной медицинской помощи, Мосгазом, штабом ГОЧС Москвы и др.).

Спасательные и восстановительные работы при чрезвычайных ситуациях организуются штабом, в состав которого входят руководители практически всех служб и предприятий метрополитена под непосредственным руководством его начальника.

### Программа обучения

В целях проверки отработки действий готовности городских служб и ведомственных сил к действиям по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций регулярно проводятся тренировки, целью которых являются:

- проверка реальности планов действий при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций (Московского метрополитена, городских служб);
- определение степени готовности органов управления, сил и средств Московской городской системы;
- отработка организации взаимодействия, вопросы управления городскими и ведомственными силами.

В ходе тренировки практически отрабатываются вопросы спасения, оказания помощи пострадавшим и проведение специальных работ по ликвидации последствий на объектах метрополитена с реальным привлечением сил и средств МГСЧС.

На период проведения тренировки создается штаб.

Городские организации в соответствии с задачами выделяют для этих целей силы и средства.



# КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ПОД ПЛОЩАДЬЮ ГАГАРИНА В МОСКВЕ

**С. Ф. Панкина,  
Ю. М. Самохвалов**  
ГУП «Мосинжпроект»

**Р**айон площади Гагарина является важным жилым и общественным центром, а также транспортным узлом Москвы. Он расположен в Юго-Западном административном округе города. Здесь размещаются плотная жилая застройка, торговые и офисные помещения, а также здание Президиума Академии Наук России. Здесь сосредоточен ряд основных транспортных артерий города. К их числу относятся: Ленинский проспект, участок 3-го автомобильного кольца от Андреевского моста до выезда на ул. Вавилова, улицы Косыгина и Вавилова, проспект 60-летия Октября, а также действующая линия метрополитена Калужско-Рижского радиуса со станцией «Ленинский проспект» и намечаемая к строительству перспективная линия метро со станцией «Площадь Гагарина». Параллельно трассе 3-го кольца проходит Малое кольцо Московской железной дороги, которую в перспективе, после электрификации, предусматривается использовать для пассажирского транспорта, с остановочным подземным пунктом в зоне пересечения со станцией метро «Ленинский проспект» (рис. 1).

Работы по проектированию транспортных сооружений на площади в комплексе с подземными сооружениями выполнены институтом «Мосинжпроект» (генеральный проектировщик) с участием ряда специализированных научно-исследовательских и проек-

*Планом реконструкции площади Гагарина предусматривается возведение транспортных сооружений с одновременным строительством в подземном пространстве гаражей-автостоянок и многофункциональных комплексов, а также использование их надземной территории для размещения многоэтажных зданий различного назначения. Первая очередь строительства транспортных сооружений уже осуществлена. Проложен транспортный тоннель 3-го кольца от Андреевского моста до ул. Вавилова с комплексом подземных сооружений под ним и зданий над ним. Намечается сооружение второй очереди – строительство транспортной развязки на площади с подземными гаражами, многофункциональным комплексом, надземными зданиями.*

ных организаций. К их числу относятся НИИОСП им. Герсевича, ЦНИИС, ЗАО «Метро-Стиль», ГСПИ и др.

Строительство транспортных сооружений предусмотрено в две очереди: первая – сооружение 3-го транспортного кольца; вторая – транспортная развязка пересечения Ленинского проспекта с улицей Косыгина и проспектом 60-летия Октября.

К настоящему времени завершено строительство первой очереди – участка 3-го транспортного кольца – автодорожного тоннеля от Андреевской набережной до ул. Вавилова с развязкой движения транспорта на пересечении с Ленинским проспектом. Движение по нему открыто в декабре 2001 г.

Трасса 3-го кольца на данном участке, заключенном в тоннель, проходит в зоне Малого кольца Московской железной дороги, пересекая Ленинский проспект, улицу Вавило-

ва и действующую линию метрополитена в пределах станции «Ленинский проспект». Железнодорожные пути также заключены в тоннель со станцией (остановочным пунктом) в интервале между Ленинским проспектом и улицей Вавилова.

Длина автомобильного тоннеля составляет 1105 м, в том числе закрытой части – 894 м, открытой части со стороны моста – 26 м, рамповой части со стороны улицы Вавилова – 185 м. Тоннельная часть включает в себя два отверстия прямоугольной формы для проезжей части с четырехполосным движением в каждом направлении, дополнительные боковые выезды и выезды шириной 7,5–8,5 м. Ширина каждой полосы движения в тоннеле составляет 3,75 м, высота проезда – 5,25 м. Величина пролета в свету каждого отверстия тоннеля принята равной 18,6 м – в рядовом сечении и до 32 м – для участков слияния в

тоннеле въездов и выездов. Максимальные продольные уклоны по проезжей части магистрали составляют 3%.

В пространстве шириной 3 м между отверстиями тоннеля размещены каналы вентиляции и дымоудаления.

Железнодорожный тоннель с порталами у Андреевского моста и улицы Вавилова длиной 925 м включает в себя два главных пути Малого кольца Московской железной дороги и имеет прямоугольную форму сечения высотой 7,65 м и шириной 11,6 м – на перегоне и 16,8 м – пределах остановочного пункта. Наибольший уклон в зоне пересечения со станцией метро «Ленинский проспект» составляет 8%, на остальных участках – не более 1,5-7%.

Размещение автомобильного тоннеля в пределах выемки железной дороги и взаимное косое пересечение тоннелей в разных уровнях позволили использовать подземное пространство под автомобильным тоннелем на значительной части его длины, в целях устройства одно- двухъярусных гаражей – стоянок для легковых автомобилей с общим количеством машиномест 620, а также технологических помещений по обслуживанию автостоянки и тоннеля.

Весь комплекс этих сооружений в конструктивном отношении является единой подземной пространственной многопролетной и многоярусной системой, возводимой открытым способом.

Наибольший интерес представляет конструктивное решение транспортных тоннелей на участке пересечения со станцией метро «Ленинский проспект». Они здесь располагаются над станцией с зазором между конструкциями 0,6 м – для железнодорожного тоннеля и около 3 м для автодорожного.

Из условия обеспечения сохранности, устойчивости и нормального режима работы станции передача на ее конструкции нагрузок, а также деформаций от транспортных тоннелей недопустима. Конструктивное решение тоннелей принято в виде мостового перехода над станцией с фундаментами (опорами) из свай глубокого заложения, жестко объединенными с пролетными строениями. Фундаменты мостового перехода выполнены из монолитных свайных ростверков, опирающихся на заделанные в них железобетонные буронабивные сваи диаметром 2 м. Сваи с учетом инженерно-геологических условий и требований по исключению влияния осадок тоннелей на станцию метрополитена выполнены глубиной 56–62 м при опирании их на верхнюю толщу известняков, с заделкой в них на 1 м. Общее количество свай на устройство мостовых переходов составляет 48 шт. Тоннели являются пролетным строением мостового перехода длиной 53,6 м и представляют собой коробчатые рамные конструкции из монолитного предварительно напряженного железобетона (рис. 2).

Для обеспечения удобной пассажирской связи действующей станции «Ленинский проспект» и станции линии метро между собой, а также с платформами подземного остановочного пункта железной дороги в зоне

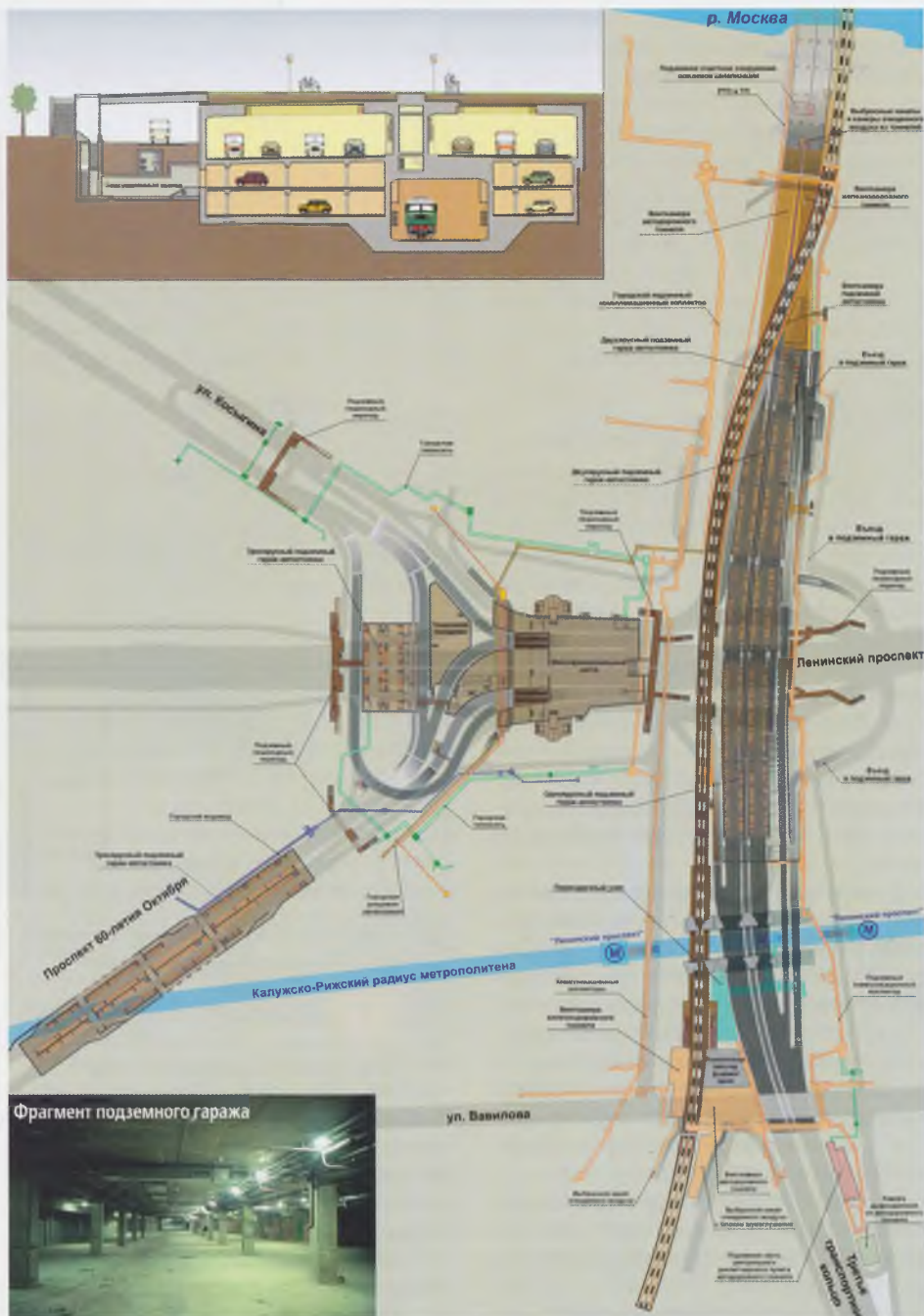


Рис. 1. Подземное пространство под площадь Гагарина

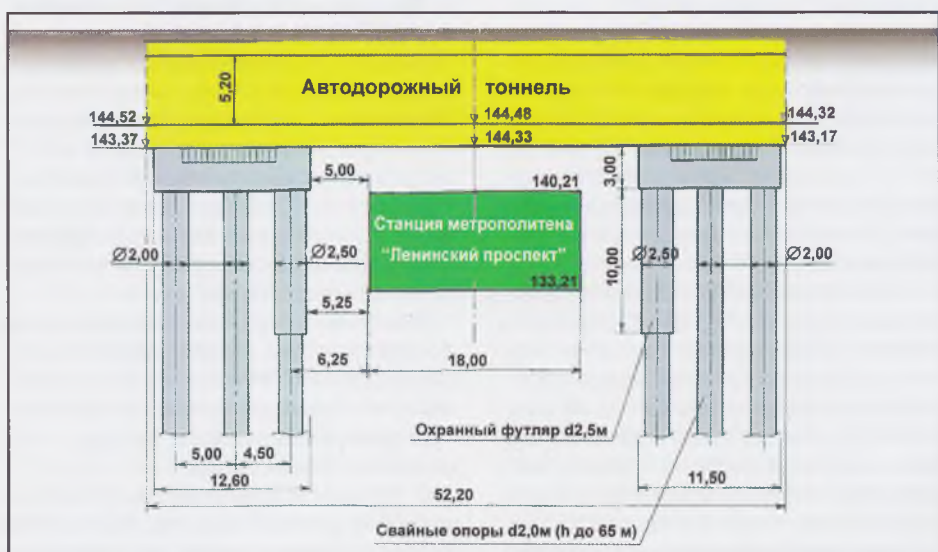


Рис. 2. Конструктивное решение транспортных тоннелей на участке пересечения со станцией метро «Ленинский проспект»



их пересечения осуществлено строительство подземного пересадочного узла с выходами на поверхность, пешеходными переходами под автодорожным и железнодорожным тоннелями, связкой между станцией метро и переходом под автодорожным тоннелем. Подземные несущие конструкции пересадочного узла возведены одновременно со строительством транспортных тоннелей (рис. 3).

Над тоннелями, помимо транспортной развязки, осуществлено устройство пешеходных и зеленых зон, видовых площадок. Предусматривается также размещение зданий над тоннельными сооружениями и вблизи от них.

Так, над рамповой частью автодорожного тоннеля за ул. Вавилова построено трехэтажное здание Центрального Диспетчерского Пункта для управления работой автодорожного тоннеля, системой транспортных развязок, технологических служб. Для здания диспетчерской фундаментом (платформой) служит система балок-стенок, опирающихся на стены рампы. Высота коробчатой конструкции платформы позволила разместить внутри нее технологические помещения для инженерного обслуживания здания. В здании полезной площадью 3,3 тыс. м<sup>2</sup> размещаются все необходимые службы управления безопасным движением транспорта в тоннеле.

К числу намечаемых строительством зданий над транспортными сооружениями согласно разработанной ОАО «Семонтек» и ГипроНИИ РАН «Комплексной программе реконструкции площади Гагарина» относятся:

- проектируемое на стадии рабочей документации трехэтажное здание многозального кинотеатра площадью 7 тыс. м<sup>2</sup>, размещаемое на участке между Ленинским проспектом и мостовым переходом через станцию метро «Ленинский проспект»;

- здание 3-этажного торгового пассажа «Третье кольцо», размещаемое над мостовым переходом тоннелей над станцией метро общей площадью более 10 тыс. м<sup>2</sup>;

- перспективные административные, торговые, развлекательные и т. п. помещения, размещаемые на других участках.

Для располагаемых на транспортных сооружениях перспективных зданий конструкции тоннелей будут являться «платформой», поэтому расчетные нагрузки от них были учтены при расчетах как самих сооружений, так и грунтового массива. Все несущие конструкции подземных сооружений возведены одновременно с транспортными сооружениями.

Таким образом, в зоне построенных транспортных сооружений первой очереди на площади Гагарина общей площадью около 80 тыс. м<sup>2</sup> введено в действие подземных помещений площадью более 65 тыс. м<sup>2</sup>, включая построенные подземные гаражи-автостоянки, вместительностью 620 машиномест, подземные технологические помещения по обслуживанию тоннелей и автостоянок.

Для обеспечения полной развязки автомобильного движения на площади Гагарина необходимо завершение строительства всего

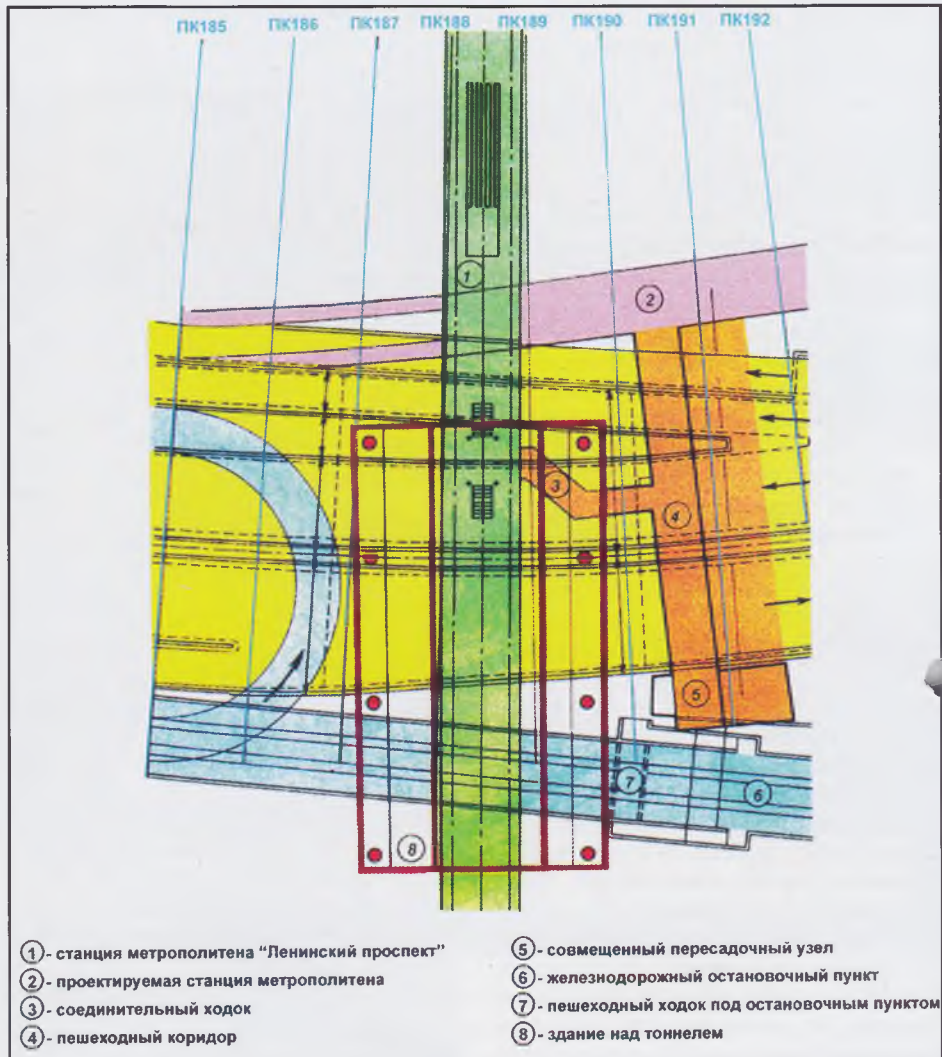


Рис. 3. Схема подземного пересадочного узла

комплекса транспортных сооружений. Сооружения второй очереди транспортной развязки на площади Гагарина располагаются на участке Ленинского проспекта от пересечения с 3-м транспортным кольцом до пересечения с улицей Косыгина и проспектом 60-летия Октября. В состав второй очереди входят 5 тоннелей длиной от 108,5 до 375 м с односторонним двухполосным движением в каждом тоннеле. Общая длина тоннелей составляет 918,5 м. Тоннели связывают улицу Косыгина и проспект 60-летия Октября как между собой, так и с Ленинским проспектом, обеспечивая безостановочное движение транспорта по этим магистралям в любом направлении. Ширина тоннелей в свету составляет от 11,2–11,8 м – в рядовом сечении до 25 м – в расструбной части при ширине одной полосы движения – 3,75 м. Высота тоннелей в свету 5,25 м.

Ленинский проспект в местах примыкания боковых рамповых съездов уширяется. Автомагистраль на этом участке имеет по 7 полос движения в каждом направлении: по 4 полосы – для основного направления и по 3 – на рамповых боковых съездах.

В подземном пространстве, ограниченном тоннельными съездами, ведущими к основным тоннелям развязки, размещаются притоннельные помещения для инженерного обслуживания тоннелей.

В большей части подземного пространства под проезжей частью Ленинского проспекта в пределах развязки предусматривается строительство двухъярусного многофункционального центра с автостоянкой в его составе, а также расположенного между перпендикулярными тоннелями трехъярусного гаража-автостоянки. Общее количество машиномест в этих стоянках составляет 550 (рис. 4).

Общая площадь многофункционального центра – около 22 тыс. м<sup>2</sup>. На втором (нижнем) этаже размещается автомобильная стоянка на 260 машиномест, на верхнем – торгово-развлекательный центр. Основной вход посетителей в центр будет осуществляться из центрального пешеходного перехода, входящего в его состав. Конструктивно сооружение многофункционального центра представляет собой пространственную многопролетную раму с колоннами, балочно-плиточными перекрытиями и плитой-днемцем. Верхнее перекрытие сооружения является ездовым полотном автомагистрали по Ленинскому проспекту.

Сооружение трехъярусного гаража, размещаемого в подземном пространстве между тоннелями второй очереди развязки, на 290 машиномест конструктивно также является пространственной многопролетной трехъярусной рамой, сооружаемой из монолитного железобетона.

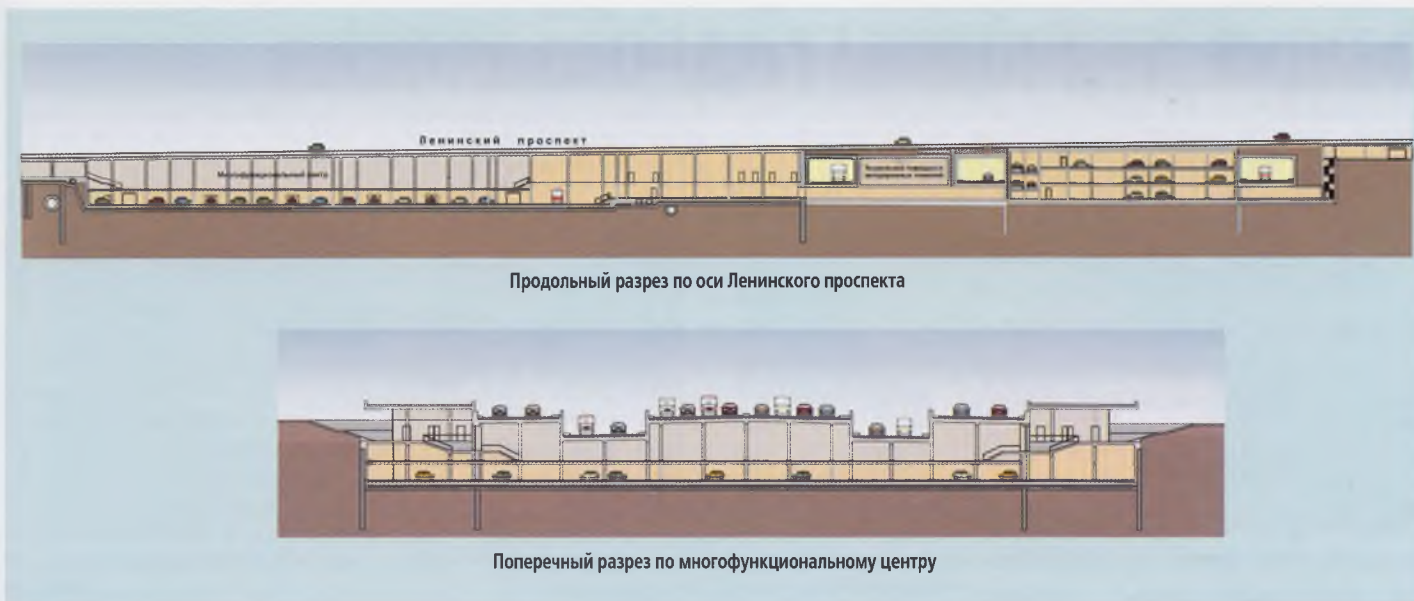


Рис. 4. Вторая очередь строительства транспортной развязки на площади Гагарина

Несущие стены подземных сооружений многофункционального комплекса и гаража-автостоянки предусмотрены из буронабивных и бурозащитных свай диаметром 750 мм, являющихся одновременно ограждающими конструкциями котлованов. Это обеспечило сокращение размеров котлована в пределах габаритов сооружений и исключит влияние деформаций грунтового массива на окружающую застройку.

Для строительства подземной части будущего многоэтажного административного здания, размещаемого по обеим сторонам Ленинского проспекта, в зоне тоннелей развязки предусматривается возведение ограждающих стен.

Для обеспечения удобных пешеходных связей и подходов к остановкам общественного транспорта в составе транспортных сооружений на площади Гагарина, в дополнение к уже действующим переходам под Ленинским проспектом, предусмотрено строительство новых, а также и под улицей Косыгина.

Для полного удовлетворения потребности в автостоянке района площади Гагарина под магистралью проспекта 60-летия Октября на участке от пересечения его с Ленинским проспектом до улицы Вавилова намечается строительство подземного трехъярусного гаража-автостоянки вместимостью около 850 машиномест.

Следует отметить, что довольно большую долю в подземном хозяйстве транспортного узла на площади Гагарина занимают подземные инженерные коммуникации, имеющие важное общегородское значение, а также инженерные сети, обеспечивающие жизнедеятельность данного района, самих транспортных сооружений и подземных функциональных комплексов.

Так, одновременно с возведением транспортных сооружений на площади Гагарина выполнено или предстоит выполнить строительство или переустройство важных в масштабах всего города магистральных коммуникаций. К их числу относятся: водоводы диа-

метром 900 и 1400 мм, теплосети 2Ø 400 мм, коллектор речки Кровянки, напорный канализационный коллектор диаметром 1400 мм, строительство коллектора для прокладки коммуникаций сечением 2,5 x 2,5 м и др.

Для обеспечения безопасной эксплуатации транспортных и подземных сооружений, как в нормальном режиме, так и аварийных ситуациях, предусмотрены все необходимые соответствующие инженерные системы жизнеобеспечения и оборудование в соответствии с действующими нормативными документами.

В связи с тем, что сооружения возводятся в условиях плотной жилой застройки с многоэтажными домами, предусмотрена повышенная экологическая защита окружающей среды от вредных выбросов, вибрации, шума и т. д. в увязке внутренних систем сооружений с системами экологической защиты городской территории в целом.

Так, сооружения по очистке поверхностного стока перед сбросом их в реку Москву построены из условия очистки стоков, поступающих не только от собственно сооружений данного комплекса, но и предназначены для очистки поверхностных вод со всего прилегающего к зоне сооружений водного бассейна.

Для защиты от шума жилых помещений в наиболее приближенных к трассам зданиях предусмотрена установка шумозащитных пакетов. В вентиляционных камерах сооружений – устройство систем защиты от шума работающих вентиляторов.

Для создания благоприятной воздушной среды на прилегающих территориях в венткамерах наиболее протяженного на площади Гагарина автодорожного тоннеля на участке 3-го транспортного кольца были применены разработанные НИПО «НЕРОАЭРА» установки по непрерывной очистке загрязненного воздуха до фоновых уровней окружающей среды.

Для железнодорожных путей Малого кольца Московской железной дороги, проложенных в тоннеле, в целях исключения негатив-

ного воздействия вибрации на прилегающую жилую застройку предусмотрено и осуществлено устройство их верхнего строения на вибропоглощающем ковровом покрытии. Использование данной конструкции позволило обеспечить нормальные условия в жилых помещениях, расположенных вблизи домов, соответствующие требованиям санитарных норм.

Большое внимание уделено также озеленению и благоустройству территории – посадке зеленых насаждений, созданию газонов, цветников и т. д.

В заключение следует отметить, что строительство в районе площади Гагарина комплекса сооружений в соответствии с планами ее реконструкции позволит:

- организовать безостановочное движение автотранспорта во всех направлениях по магистралям, пересекающимся в районе площади, с обеспечением требуемой пропускной способности;
- создать систему крупного пассажирского пересадочного узла для станций метрополитена и остановочного пункта на железной дороге и удобные пешеходные связи и подходы к остановкам общественного транспорта для населения и посетителей района;
- обеспечить нормальные экологические условия в зоне сооружений и на прилегающих территориях;
- обеспечить в условиях дефицита свободных территорий строительство многофункциональных комплексов и создание автостоянок с достаточным количеством машиномест путем строительства подземных и надземных сооружений в габаритах транспортных сооружений. При общей площади построенных и намечаемых к строительству транспортных сооружений на площади Гагарина (около 180 тыс. м<sup>2</sup>) будет возведено в пределах занимаемой ими территории подземных сооружений общей площадью около 140 тыс. м<sup>2</sup> и надземных сооружений и зданий общей площадью более 700 тыс. м<sup>2</sup>.

# ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ И ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Протечки воды в сооружениях чаще всего происходят по причине отказа гидроизоляционной мембраны и дренажа. Это происходит в 65 % случаев. Основная доля дефектов при отказе гидроизоляционной системы приходится на повреждения, связанные с применяемыми материалами. Нарушения, накапливаемые в сооружениях из-за отказа материалов, можно классифицировать в зависимости от воздействия на них различных факторов. В подземных сооружениях различного назначения протечки происходят чаще всего в определенных местах. Используя основные принципы выбора решения по созданию гидроизоляционной мембраны, следует учитывать влияние окружающей среды, обоснованный выбор материалов, рациональное проектирование конструкций сооружения, технологию, качество и особенности выполнения работ, эксплуатационные требования к сооружению.*

**А. А. Шилин,**  
генеральный директор  
ЗАО «Триада-Холдинг»

**П**роектирование и строительство подземных и заглубленных сооружений ведется много столетий, и некоторые из наиболее старых, например, подземные храмы и подземные помещения пирамид по прошествии многих тысяч лет находятся в нормальном состоянии. Они не разрушаются и не протекают. Вместе с тем, многие современные подземные и заглубленные сооружения различного назначения быстро разрушаются по причине протечек воды.

Конечно, необходимо устанавливать различные допустимые объемы фильтрации воды в сооружениях в зависимости от их типа, условий окружающей среды и назначения, но во всех случаях к защите сооружений от воды должны предъявляться определенные общие требования.

Рано или поздно в сооружениях начинаются протечки, увеличивается водопиток, объем эксплуатационных расходов возрастает и, в конечном счете, сооружение приходится закрывать или осуществлять его эксплуатацию со значительными ограничениями.

При нормальных функциональных связях между проектированием, строительством и эксплуатацией должны быть выяснены и проанализированы причины, которые приводят к фильтрации воды в сооружения и их ускоренному износу (а он возрастает в 1,5–2,5 раза). На основании анализа необходимо принять соответствующие меры, которые в будущем улучшат ситуацию.

Необходимо определить, отказ какого эле-

мента гидроизоляционной системы (гидроизоляционная мембрана, дренаж, водоудаление, вентиляция, кондиционирование воздуха, теплоизоляция) имеет первостепенное значение в поступлении в сооружение воды. Кроме того, необходимо оценить, в каких местах фильтрация воды максимальна и встречается чаще всего.

В наибольшей мере наличие воды в сооружениях (на основании анализа обследования 280 подземных и заглубленных сооружений различного назначения) связано с нарушением только гидроизоляционной мембраны – 40 % (112); дренажа и гидроизоляционной мембраны – 25 % (70); теплоизоляции и вентиляции – 15 % (42); теплоизоляции – 8 % (22); вентиляции – 6 % (17); водоудаления – 5 % (14); кондиционирования воздуха – 1 % (2), (рис. 1).

При обследовании выяснено, что основной объем дефектов имеет «врожденное» происхождение ≈ 78 % (218). Наличие дефектов, вызванных ошибками при проектировании и строительстве, составляет ≈ 40 % (87) и ≈ 60 % (131) соответственно. На долю дефектов, приобретенных в процессе эксплуатации, приходится ≈ 22 % (62), (рис. 2, 3).

В основном появление дефектов происходит из-за нарушения режима эксплуатации и перехода на новый режим, отсутствия вентиляции, водоудаления и разрушения гидроизоляционной мембраны.

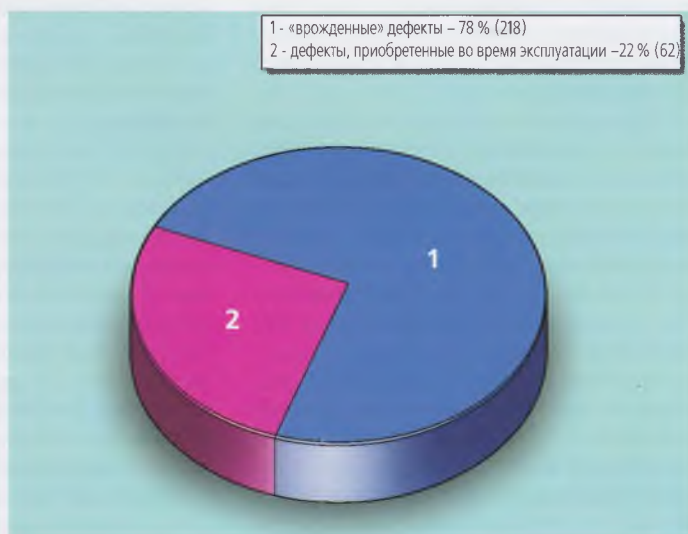
Если рассматривать весь объем поврежденных, накапливаемых конструкциями при наличии фильтрации воды в сооружениях, то на долю причин, вызывающих этот процесс, приходится:

- нарушений, связанных только с применяемыми материалами – 65 %;
- нарушений, связанных только с приме-

Рис. 1. Отказ элементов гидроизоляционной системы подземных и заглубленных сооружений (280 штук)



Рис. 2. Распределение дефектов в гидроизоляционной мембране сооружений



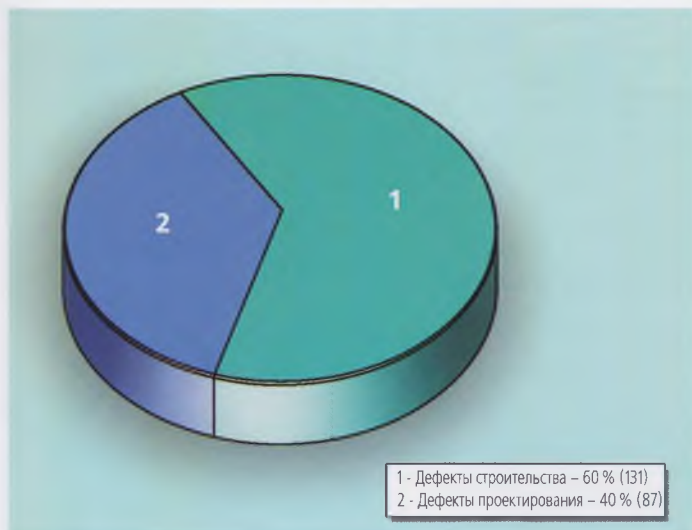


Рис. 3. Распределение врожденных дефектов в гидроизоляционной мембране сооружений



Рис. 4. Распределение дефектов, накапливаемых в сооружениях при отказе гидроизоляционной системы

няемой эксплуатационной техникой – 20%;  
 • нарушений, связанных с применяемыми материалами и эксплуатационной техникой – 15% (рис. 4).

Нарушения, которые накапливаются в сооружениях из-за отказа используемых для гидроизоляции материалов, можно разделить на полученные в результате следующих причин:

- воздействия окружающей среды, включая сложные условия производства работ, гидрогеологические и погодные условия, темпы строительства и пр.;
- неправильного выбора материалов для гидроизоляционной мембраны, включая выбор типа материала и фирмы-поставщика;
- сложных конструктивных особенностей сооружения, включая нерациональное расположение в пространстве, наличие швов, сопряжений, вводов и пр.;
- конечных требований эксплуатирующей организации;
- низкого качества производства работ по созданию гидроизоляционной мембраны, включая квалификацию производителей, контролирующих мероприятия и пр.

Безусловно, следует учитывать, что стандартных решений по выбору и устройству гидроизоляционной системы не существует, однако есть **основные исходные положения (принципы), используя которые можно свести к минимуму риск получения негативного результата.** Эти принципы основываются на обобщении и анализе выявленных нарушений. К таким принципиальным исходным положениям относятся:

- оценка влияния окружающей среды;
- обоснованный выбор материалов;
- рациональное проектирование сооружения в целом и его узлов;
- технология, качество и особенности выполнения гидроизоляционных работ;
- эксплуатационные требования к сооружению.

При рассмотрении влияния окружающей среды необходимо учитывать:

- геологическое строение породного массива;
- возможность неравномерных осадок

конструкций сооружения как в кратковременной, так и долгосрочной перспективе;

- возможность изменения естественного или искусственного уровня грунтовых вод;
- давление и химический состав грунтовых вод;
- миграцию илистых и глинистых частиц в результате длительной фильтрации воды в сооружение и дренажную систему;
- влияние притока воды в сооружение на осушение прилегающей территории;
- влияние построенного сооружения на сооружения, расположенные рядом, и окружающую среду;
- воздействие экстремальных климатических условий;
- возможное изменение нагрузок на сооружение;
- температурно-влажностные условия в сооружении;
- влияние условий эксплуатационной среды на строительные конструкции и технологическое оборудование;
- влияние темпов строительных работ на технологию создания гидроизоляционной мембраны.

При выборе материалов проектные и строительные организации должны ориентироваться на следующее:

- обоснованный выбор материалов для создания гидроизоляционной мембраны и герметизации швов, стыков и сопряжений с учетом всех факторов, а также кратковременных и долгосрочных требований эксплуатации;
- постоянное качество поставляемых материалов;
- сочетание в гидроизоляционной мембране материалов заводского изготовления и изготавливаемых на строительной площадке;
- совместимость материалов с субстратом;
- основные технические характеристики выбираемых материалов, обеспечивающие выполнение и качество работ;
- состояние субстрата на период выполнения работ и на время эксплуатации сооружения;

• соответствие материалов требованиям нормативов;

- транспортировку и хранение материалов на месте работ;
- прогнозирование ширины раскрытия трещин и швов в конструкциях;
- сроки службы материалов, включая герметизирующие материалы для швов, стыков и сопряжений;
- экологическую безопасность материалов и их составных частей.

Выбор материала для гидроизоляционной мембраны является сложным процессом и требует профессионального подхода. Однако ошибочно считать, что способность конструкций сооружения противостоять воде зависит только от применяемого материала гидроизоляционной мембраны. Если придерживаться этого мнения и не учитывать конструктивные особенности и работу элементов сооружения, то неизбежно возникновение протечек.

Хорошо уложенный бетон или качественные железобетонные конструкции заводского изготовления редко имеют большое количество дефектов в виде пористых участков, раковин и трещин.

В условиях городской застройки давление грунтовых вод на подземные конструкции чаще всего не превосходит 5–6 бар. Поэтому бетон с водонепроницаемостью W4–W8 полностью обеспечивает герметичность сооружения.

В подземных сооружениях, например, тоннелях различного назначения протечки происходят в уязвимых для фильтрации воды местах: стыках, сопряжениях, швах (рис. 5, 6).

Следует отметить, что протечки в этих местах могут возникать при любых типах гидроизоляционной мембраны и любых герметизирующих материалах.

Ориентироваться лишь на рекомендации фирмы-производителя гидроизоляционных материалов неправильно. Любое минимальное отклонение от рекомендаций – а это часто является неизбежным в условиях строительной площадки – освобождает постав-

щика материалов от ответственности. Следует учитывать, что основная масса фирм-производителей материалов не слишком хорошо разбирается в вопросах расчета и проектирования гидроизоляционной системы и не знает, а часто скрывает от покупателя, каков был результат использования их материалов на различных объектах.

Для принятия правильного решения нужно проанализировать пригодность материалов для применения как в краткосрочном, так и в долгосрочном плане, необходимо получить отзывы по их использованию на других объектах и лучше всего - лично от владельцев этих сооружений. Безусловно, это относится только к тем материалам, которые имеют соответствующие общепринятым нормам свойства. Стоимость материалов также не должна являться ключевым фактором, определяющим их выбор. Разница в стоимости между однотипными материалами при стоимости работ по созданию гидроизоляционной мембраны в 1–3% от общей сметной стоимости работ составляет сумму, которая ни в коей мере не покроет убытки, вызванные отказом гидроизоляционной мембраны, доходящие до 10% от сметы на новое строительство.

Следует отметить, что замена одного материала на другой эквивалентный должна соответствовать требованиям эксплуатации. Нецелесообразно, например, заменять материалы, не пропускающие пары воды, на паропроницаемые. Если такая замена происходит, то это либо ошибка, либо умысел, так как закладывать в проект гидроизоляционную мембрану с большей стоимостью нет необходимости.

Возможность использования определенных материалов и экономичность принятых решений, безусловно, имеют значение. Однако главным остается вопрос: «Подходит или нет принятое решение для данного случая?».

При выборе материалов следует знать и учитывать их недостатки, а они имеются всегда. Гидроизоляционные мембраны из рулонных материалов на основе битума требуют сухого субстрата защитных стяжек, отличаются низкой ремонтопригодностью, плохо поддаются контролю на адгезию к субстрату и герметичность швов.

Для рулонного ПВХ самым сложным является сварка и герметичность швов при укладке друг на друга трех и более листов. Это имеет место на сопряжениях и при замыкании контура гидроизоляционной мембраны в сооружении. На практике они чаще всего не имеют сплошного приклеивания, укладываются в один слой и любое значительное повреждение пленки приводит к серьезным негативным последствиям.

Материалы безрулонные органические, например, полиуретаны имеют аналогичные недостатки и, кроме того, нуждаются в контроле толщины слоя.

Гидроизоляционные мембраны из бентонита не применяются при давлении воды более 1,5–2 бар, размываются водными по-

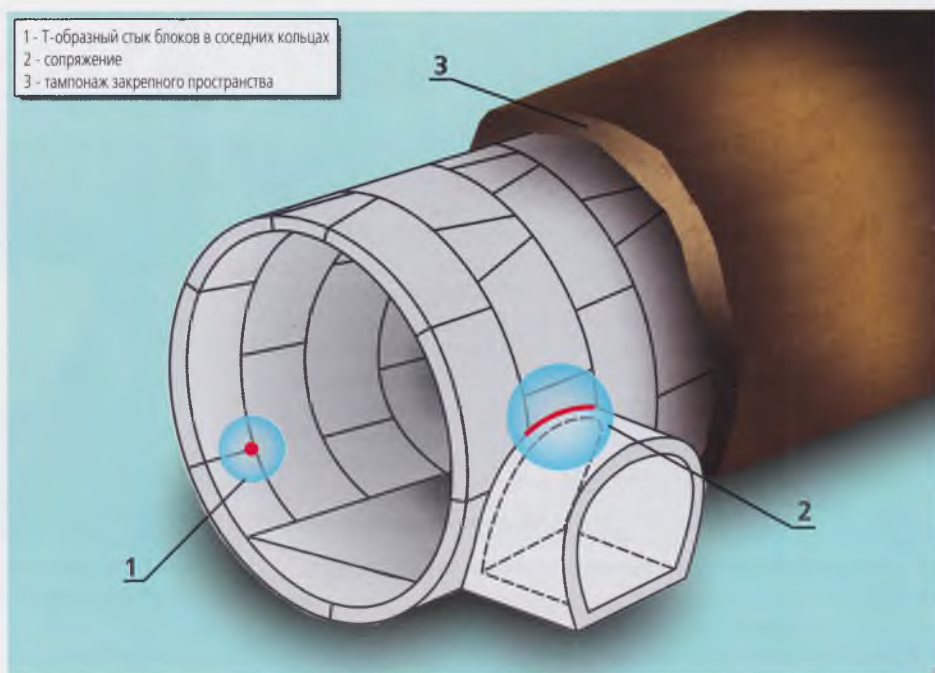


Рис. 5. Наиболее уязвимые места в гидроизоляционной мембране из сборных железобетонных блоков в обделках тоннелей, сооруженных щитовым способом

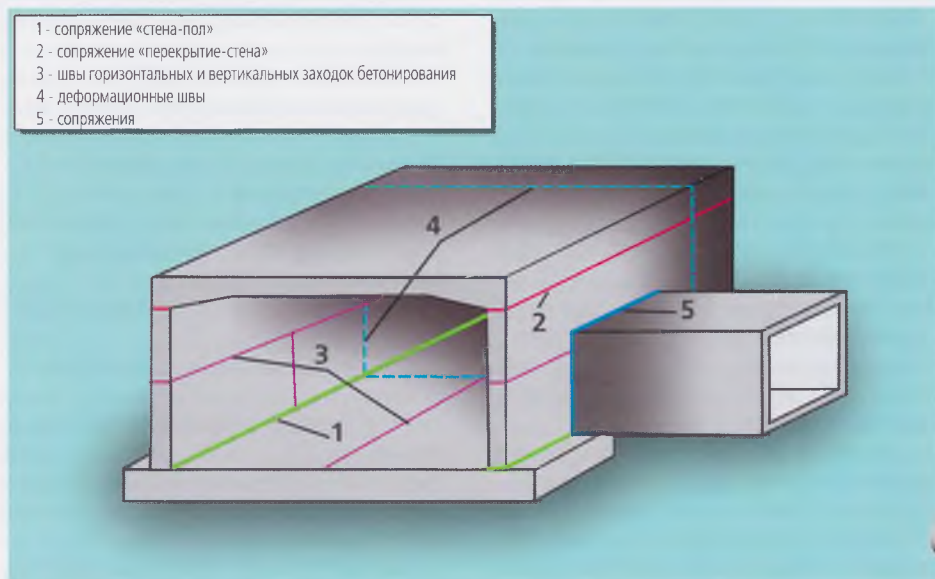


Рис. 6. Наиболее уязвимые места в железобетонных конструкциях тоннелей, сооруженных открытым способом

токами, плохо переносят воздействие солей, циклическое замораживание/оттаивание.

Обмазочные и пенетрирующие мембраны так же, как и бентонитовые плиты, пропускают пары воды. Они могут быть применимы при раскрытии трещин в бетоне не более 0,3 мм.

Герметизирующие материалы для швов и сопряжений, в большом объеме выпускаемые для этих целей, также имеют свои недостатки.

Гидроизоляционные шпонки из ПВХ так же, как и мембраны из ПВХ, легко повреждаются при сварке и неремонтопригодны. Особенно много проблем возникает при сварке и контроле сварных стыков.

При сварке шпонок трудности возникают на участках угловых и Т-образных соединений.

Набухающие ленты и жгуты сложно устанавливать при неровной поверхности бетона, они требуют крепления по всей плоскос-

ти, так как при укладке нового бетона могут всплывать. При неправильной укладке они могут также разорвать новый бетон.

Резиновые шпонки и уплотнительные профили наиболее эффективны при герметизации швов сборных конструкций. Сложности в герметизации возникают при соединении и склеивании стыков профиля.

Эпоксидные смолы могут применяться только для силового замыкания трещин и для защиты от паров воды; они не предназначены для гидроизоляционных целей.

Гидроактивные полиуретановые составы, применяемые для инъекций в швы и трещины, имеют усадку, обладают значительной вязкостью, плохо герметизируют трещины с раскрытием менее 0,2 мм и способны обеспечить полную герметичность контура только при непрерывном нагнетании их в соседние отверстия. При нагнетании в линейные трубчатые инъекторы многое зависит от правильного и удачного крепления последних.

Метакриламида могут оказаться эффективными при ликвидации поровой фильтрации воды через бетон. Их не следует путать с акриламидами, которые небезопасны для окружающей среды.

**При проектировании сооружения** необходимо учитывать:

- расположение и раскрытие деформационных швов с учетом изменения свойств грунтов, температурно-влажностных условий;
- разделение сооружения на отдельные части;
- соотношение отдельных частей по форме, массе, гибкости, материалу субстрата;
- расположение отдельных частей относительно друг друга;
- толщину примыкающих друг к другу конструкций, прогнозируемую ширину раскрытия трещин после выполнения бетонных работ;
- ожидаемые вращательные перемещения и смещения отдельных частей сооружения друг относительно друга;
- технологичность выполняемых операций;
- темпы, время и условия производства работ;
- метод строительства (открытый, подземный, сплошным забоем, сверху вниз, снизу вверх и т. п.).

Ключевыми факторами, которым обычно уделяется мало внимания, являются: толщина примыкающих элементов сооружения - стен, полов, перекрытий, отделки тоннелей, сопряжений; относительная жесткость каждого из элементов; резкие изменения поперечного сечения и наличие острых углов; конструкция швов и сопряжений, а также их герметизация. При этом контроль формирования швов, сопряжений и стыков должен осуществляться как на стадии проектирования, так и на стадиях бетонирования и герметизации.

**При производстве работ по созданию гидроизоляционной мембраны** необхо-

димо ориентироваться на следующее:

- опыт и квалификацию рабочих и инженерных кадров;
- высокое качество и надежность технологического оборудования;
- рациональную конструкцию гидроизоляционной мембраны;
- технологию производства работ, в том числе в условиях строительной площадки;
- возможность регулирования свойств используемых материалов;
- ремонтпригодность мембраны, деформационных швов и пр.;
- контроль качества работ в сооружении в целом и на отдельных его участках;
- возможность изменения условий производства работ;
- свойства субстрата и их возможное изменение во времени;
- изменение давления грунтовых вод и их температуру;
- качество подготовки поверхности субстрата перед производством работ;
- возможные перерывы в строительстве сооружения и остановки в технологии производства отдельных видов работ;
- безопасность производства работ;
- эффективность принятого решения по созданию гидроизоляционной мембраны в целом.

**При эксплуатации построенного сооружения** владелец должен учитывать:

- изменение проектных условий эксплуатации, которые могут вызвать отказ гидроизоляционной мембраны;
- стоимость неэффективной гидроизоляционной мембраны;
- убытки, получаемые при отказе гидроизоляционной мембраны;
- ремонтпригодность конструкций и возможность выполнения работ по устранению остаточного водопритока;
- квалификацию и опыт персонала, обеспечивающего нормальную эксплуатацию сооружения;
- возможные и вероятные ограничения в

эксплуатации сооружения при наличии и увеличении объемов фильтрации воды.

Основной задачей при проектировании и строительстве герметичных подземных и заглубленных сооружений является обеспечение надежности гидроизоляционной мембраны на период эксплуатации даже при увеличении затрат. Это должно быть всегда предпочтительнее, чем получение незначительной сиюминутной экономии средств.

Многие проблемы, возникшие вследствие неправильно выполненных гидроизоляционных работ, становятся только после того, когда производители ушли с объекта, а служба эксплуатации, сталкиваясь с серьезными трудностями, не располагает средствами для их решения. Кроме того, условия эксплуатации редко позволяют быстро и качественно исправить дефекты гидроизоляционных работ.

Трудно оценить убытки, которые возникают в сооружениях при их затоплении водой, и последствия, к которым это может привести. Но можно с уверенностью утверждать, что стоимость ремонта конструкций и замена эксплуатационного оборудования минимум в 4-5 раз превышает стоимость профилактических мер, предусмотренных эксплуатацией, а со временем значительно превосходит стоимость строительно-монтажных работ.

Например, для частичного восстановления герметичности тоннелей различного назначения изнутри требуется минимум от 12 до 30 долларов США на 1 м<sup>2</sup>, что соответствует стоимости новой гидроизоляционной мембраны или значительно превосходит ее.

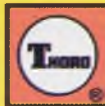
До тех пор, пока при строительстве сооружений производителей работ будет интересоваться только стоимостью возведения объекта, а не эксплуатационные затраты на весь срок его службы, убытки будут не уменьшаться, а неизбежно возрастать.

177

## ТРИАДА-ХОЛДИНГ РЕКОМЕНДУЕТ! СИСТЕМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ



Фирма «Vandex» – первый и наиболее известный в мире разработчик и производитель гидроизоляционных материалов проникающего действия



Специализированные гидроизоляционные составы «Thoro» производятся с 1912 г. Материал «Thorseal» во всем мире признан эталонным гидроизоляционным составом



**Сфера применения**  
гидроизоляция, ремонт, восстановление, упрочнение бетона, кирпича, камня, защита от карбонизации, хлоридов и других агрессивных воздействий



### Материалы обеспечивают

- ✓ высокую адгезию и паропроницаемость покрытий
- ✓ отличную работу при негативном давлении воды
- ✓ высшую степень надежности
- ✓ высокую морозостойкость
- ✓ удобство и простоту в работе

### Специальные системы

- ✓ для вертикальных и потолочных поверхностей
- ✓ преднапряженных конструкций
- ✓ конструкций, находящихся в воде
- ✓ сооружений питьевого водоснабжения и канализации

**Общий объем покрытий, выполненных материалами «Thoro» и «Vandex» только в России, составляет миллионы квадратных метров! С этими материалами Вы всегда уверены в результате!**



**Триада -Холдинг**

Россия, 123308, Москва, пр-т Маршала Жукова, 6, стр. 2  
Тел.: (095) 234-16-10, 956-18-52, факс (095) 234-38-84  
e-mail: trhold@comail.ru www.triada-holding.ru

# ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КРЕПЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ АНКЕРНЫХ СВАЙ «ТИТАН»

**И. М. Малый,**  
зав. сектором НИЦ ТМ  
**П. А. Маслов,**  
инженер

**С**троительство различного рода заглубленных сооружений открытым способом в стесненных городских условиях требует возведения надежных малодеформируемых систем креплений котлованов, усиления оснований и фундаментов зданий, предохранения их от всплывания.

В последние десятилетия для обеспечения прочности, устойчивости и малодеформируемости ограждающих конструкций применяются грунтовые предварительно напряженные анкера, конструкции и технологии устройств которых достаточно хорошо отработаны и описаны в технической литературе и ряде существующих нормативных документов.

Тяга предварительно-напряженных грунтовых анкеров состоит из стержневой арматуры диаметром 25–40 мм классов А-III ÷ А-VI, отечественных арматурных канатов типа 15 К-7 или импортных.

Предварительное напряжение анкеров выполняется в связи с необходимостью избежать значительных смещений ограждающих конструкций из-за высокой деформируемости их арматурных тяг при растягивающих эксплуатационных нагрузках. Значительное удлинение тяги требует наличия защитной оболочки по свободной длине, чтобы растягивающийся анкер не вызвал нежелательные деформации массива грунта в пределах деформы обрушения.

В состав анкера также входят: защитная оболочка по свободной длине тяги и одна или две инъекционные трубки. Возможно наличие пакерного элемента, отделяющего зону заделки. Технологический процесс устройства анкеров включает необходимость проходки скважины, в которую затем погружается ранее скомплектованный анкер.

В неустойчивых грунтах бурение ведется под защитой тиксотропного глинистого раствора или с использованием обсадных труб. Тем не менее, в ряде случаев из-за обвалов грунта и оплывания забоя анкер полностью погрузить в скважину не удастся, и ее придется перебуривать по несколько раз. Кроме того, обвалы грунта в скважине снижают несущую способность анкера по грунту. Особой проблемой является устройство анкеров в мелкозернистых и пылеватых песчаных грунтах ниже уровня грунтовых вод, когда бурение сопровождается интенсивным выносом из скважины водонасыщенной грунтовой массы, что может привести к непре-

*В данной статье рассматриваются основные конструктивно-технологические решения, используемые при устройстве высоконагруженных анкерных свай типа «Титан». Анализируются достоинства и недостатки этой технологии по сравнению с традиционными буроинъекционными анкерами и сваями, приводится опыт применения. Также ставятся задачи, которые необходимо решить для использования этих конструкций в практике отечественного транспортного строительства.*

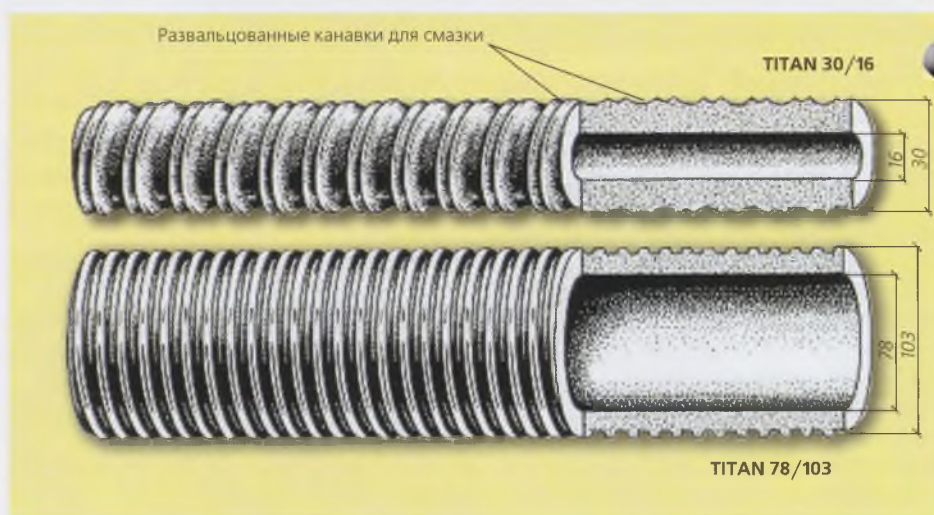


Рис. 1. Конструкция армирующих штанг (труб)

дусмотренным осадкам дневной поверхности и деформациям близлежащих зданий и сооружений. В этих случаях необходимо применение метода бурения ударно-вращательным способом с теряемым наконечником и специальных устройств, запирающих устье скважины от выноса воды с песком (превенторы, расширяющиеся пакеры).

Начало новому направлению в технологии крепления строительных конструкций в грунте было положено в 1983 г. посредством патентов ФРГ № Р 3400182 и Р 3828335, в которых предлагались следующие принципы:

- использование полых труб в качестве тяги анкера;
- формирование на поверхности анкерных труб резьбовых ребер (аналогичных арматурной стали с винтовым рифлением), позволяющих осуществлять их соединение и прокручивание в грунте;
- применение анкерных труб тяги и дешевых одноразовых режущих коронок в качестве бурового инструмента;
- проведение инъекции закрепляющего цементного раствора через составные полые трубы анкерной тяги;
- применение для анкерных труб специальных видов стали с уменьшенными зна-

чениями деформируемости под нагрузкой (по сравнению с арматурными стержнями, канатами и тем более стекловолокном), а для постоянных конструкций – нержавеющей стали.

Вышеизложенные принципы реализованы в системе, получившей название анкерные сваи «Титан».

Анкерные сваи «Титан», состоят из комплекта армирующих штанг (труб) с нанесенной на них резьбой (рис. 1), являющихся одновременно расходными буровыми штангами, анкерными тягами, а также инъекционными трубками. В результате нагнетания цементного раствора образуется тело инъекции, которое передает по боковой поверхности в грунт усилия растяжения (или сжатия) армирующей штанги. Образованное тело из затвердевшего цементного вяжущего обеспечивает радиальное напряжение в грунте, устойчивость изгибу и антикоррозионную защиту. За счет распорки перед каждой соединительной муфтой создается равномерное покрытие твердеющим цементным вяжущим толщиной не менее 20 мм.

Шаг самотормозящейся резьбы в 60 позволяет обходиться без контргайки для каждой соединительной муфты, резьбовые ребра

Таблица 1

Характеристики	Тип трубчатой штанги	TITAN 30/16	TITAN 30/11	TITAN 40/16	TITAN 52/26	TITAN 73/53	TITAN 103/78
Внешний диаметр, мм		30	30	40	52	73	103
Расчетный диаметр, мм		27,2	26,2	37,1	48,8	69,9	100,4
Внутренний диаметр, мм		16	11	16	26	53	78
Доп. нагрузка на растяжение и сжатие, кН		100	150	300	400	554	900
Доп. поперечная сила, кН		58	88	164	240	329	535
Разрушающая нагрузка, кН		220	320	660	929	1160	1950
Масса погонного метра, кг/м		3,0	3,5	6,9	10,5	12,8	24,7
Наименьшее сечение, мм <sup>2</sup>		382	446	879	1337	1631	3146
Усилие, соответствующее пределу текучести, кН		180	260	525	730	970	1570
Напряжение предела текучести, Н/мм <sup>2</sup>		470	580	590	550	590	500
Момент инерции, см <sup>4</sup>		2,37	2,24	8,98	25,6	78,5	317
Момент сопротивления, см <sup>3</sup>		1,79	1,71	4,84	10,5	22,4	63,2
Пластич. момент сопротивления, см <sup>3</sup>		2,67	2,78	7,83	16,44	32,1	89,6

обеспечивают повышенную стойкость срезу. Труба с резьбой при одном и том же качестве стали и одинаковой площади сечения, в сравнении с полнообъемным стержнем, имеет более высокую несущую способность на изгиб и трение по цементному камню. Некоторые типы трубчатых штанг «Титан» и их характеристики приведены в табл. 1.

Для каждого вида грунта предназначены соответствующие буровые коронки. Также могут быть использованы буровые коронки с боковым отверстием, при помощи которого осуществляется управляемая резка грунта основания под инжектируемый и одновременно вдавливаемый в грунт (за счет вращения буровой штанги) цементный раствор.

Анкерные сваи «Титан» забуриваются без обсадных труб одним технологическим ходом, совмещающим ударно-вращательное бурение с подачей цементного вяжущего в качестве крепящей жидкости, причем делается это практически без вибрации, а уровень шума не превышает предельно допустимого. Анкерные сваи «Титан» требуют меньших диаметров скважин и габаритов буровых установок, меньшей установленной мощности оборудования строительной площадки по сравнению с традиционными методами. Вследствие того, что армирующая штанга (труба) сочетает в себе функции инжекционной трубки, отпадает необходимость в рабочих процессах, связанных с выемкой обсадной трубы из пробуренной скважины и вводом в нее арматурных стержней, что позволяет значительно повысить производительность. За счет бурения с промывкой цементным раствором и использования давления до 2 МПа происходит дополнительное укрепление слоев грунта, непосредственно прилегающих к телу инжекции (рис. 2).

Несущая способность по грунту для анкерных свай «Титан» ( $\Phi$ ) определяется длиной свай ( $L$ ), диаметром впрыснутого цементного тела ( $D$ ) и значением предельного сопротивления по его боковой поверхности ( $q_s$ ) (табл. 2). Диаметр впрыснутого цементного тела зависит от диаметра буровой коронки:

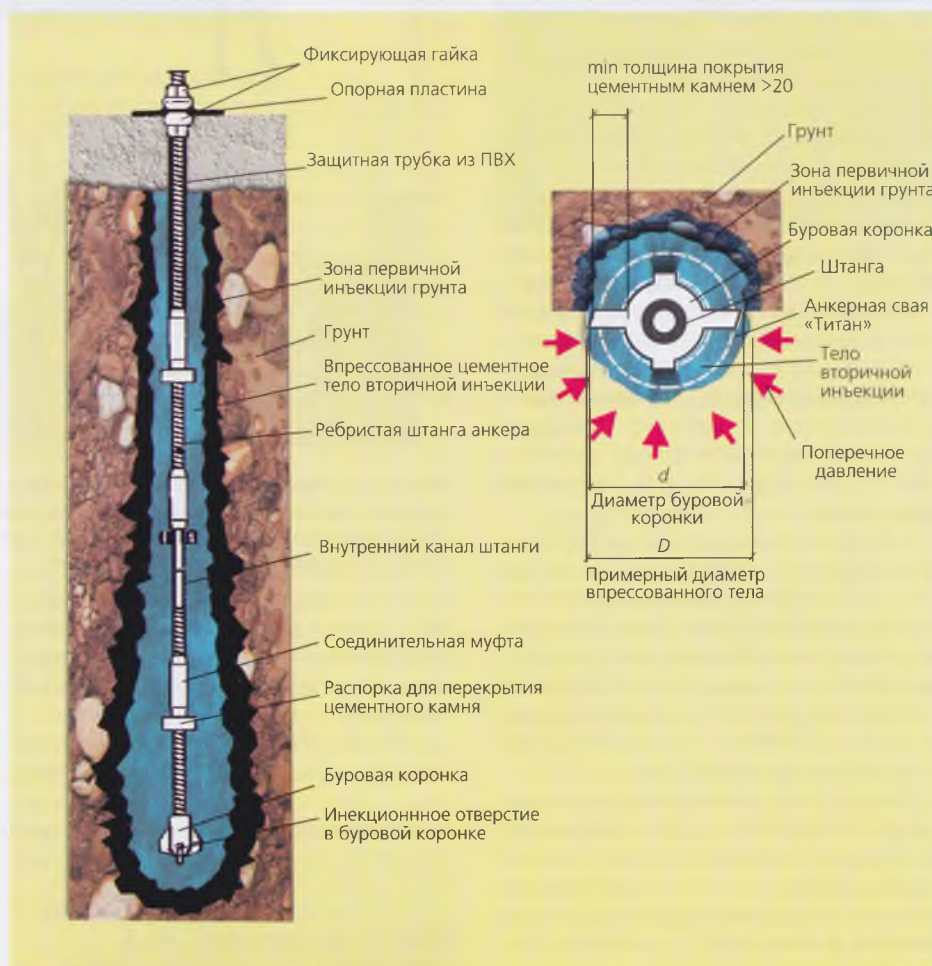


Рис. 2. Схема установки анкерной сваи «Титан» в грунте

Таблица 2

Тип грунта	Сваи, работающие на вдавливание, КПа	Сваи, работающие на растяжение, КПа
Средний и крупный гравий	200	100
Песок с включением гравия	150	80
Связный грунт	100	50

$D \geq 2 \times d$  – для среднего и крупного гравия;  
 $D \geq 1,5 \times d$  – для песка с включениями гравия;  
 $D \geq 1,4 \times d$  – для связных грунтов.

Приведенные в табл. 2 значения удельных сопротивлений, наряду с коэффициентами запаса, принимаемыми в зависимости от типа загрузки в интервале  $K_H = 1,5 + 3$  в соответствии с DIN 4128 «Инъекционные сваи ма-

лого диаметра», учитываются при расчете несущей способности анкерных свай «Титан»:

$$\Phi = \frac{\pi D L q_s}{K_H}$$

По сравнению с обычными сваями и анкерами, анкерные сваи «Титан» являются особенно мало деформируемыми. Как по-



казывает опыт строительства, вследствие высокопрочного соединения между впрыскиваемым раствором и грунтом, перемещение заделки лежит в диапазоне нескольких миллиметров.

Сваи «Титан» могут быть использованы как пассивные анкера для крепления подпорных стен и ограждений строительных котлованов, для укрепления грунтовых стен и оползневых склонов откосов в качестве нагельных элементов (рис. 3), свай усиления фундаментов, для предотвращения всплытия заглубленных сооружений. Особенно целесообразно применение анкерных свай «Титан» в неустойчивых грунтах, где бурение скважин обычно осуществляется под защитой обсадных труб, таких как пески, щебни, галечники, скальные породы, подвергшиеся агрессивному воздействию окружающей среды. Чем выше опасность, что скважина может обрушиться или быть засыпана, тем больший смысл имеет применение анкерных свай «Титан».

Область применения анкерных свай «Титан» расширяется за счет возможности быстрого монтажа и использования легких буровых устройств, они могут применяться в подвалах, на склонах берегов, крутых подъемах и в производственных помещениях среди уже размещенного оборудования.

Анкерные сваи «Титан» успешно применялись при строительстве транспортных объектов за рубежом. Например, в ходе сооружения котлована глубиной 12 м в Калькмергеле в качестве нагельного крепления были применены анкерные сваи «Титан» (тип 40/16) и геотекстильная сетка (рис. 4).

В процессе строительства велись постоянные измерения деформаций подпорных стен, и результаты испытаний показали, что они не превысили 15 мм. Также при строительстве железнодорожного тоннеля под рекой Ди Гиссен в Нидерландах применялись анкерные сваи «Титан» для предохранения от всплытия бетонного основания тоннеля, находящегося на глубине 20 м.

Таким образом, анализ данных опыта проектирования и строительства заглубленных сооружений с применением анкерных свай «Титан» свидетельствует об эффективности, гибкости и перспективности такого метода, который, в отличие от традиционного, позволяет:

- вести устройство крепления глубоких выработок без предварительного бурения скважин, обеспечивая при этом качество и высокие темпы работ;
- использовать рассматриваемый метод в широком диапазоне инженерно-геологических условий, в т. ч. и неустойчивых водонасыщенных грунтах путем варьирования параметрами анкерных свай (диаметр штанг и буровых коронок, плотность установки и длина армирующих элементов, режимы нагнетания и составы инъекционных растворов и др.).

Для успешного применения этого типа крепления на практике отечественного подземного строительства необходимо провес-

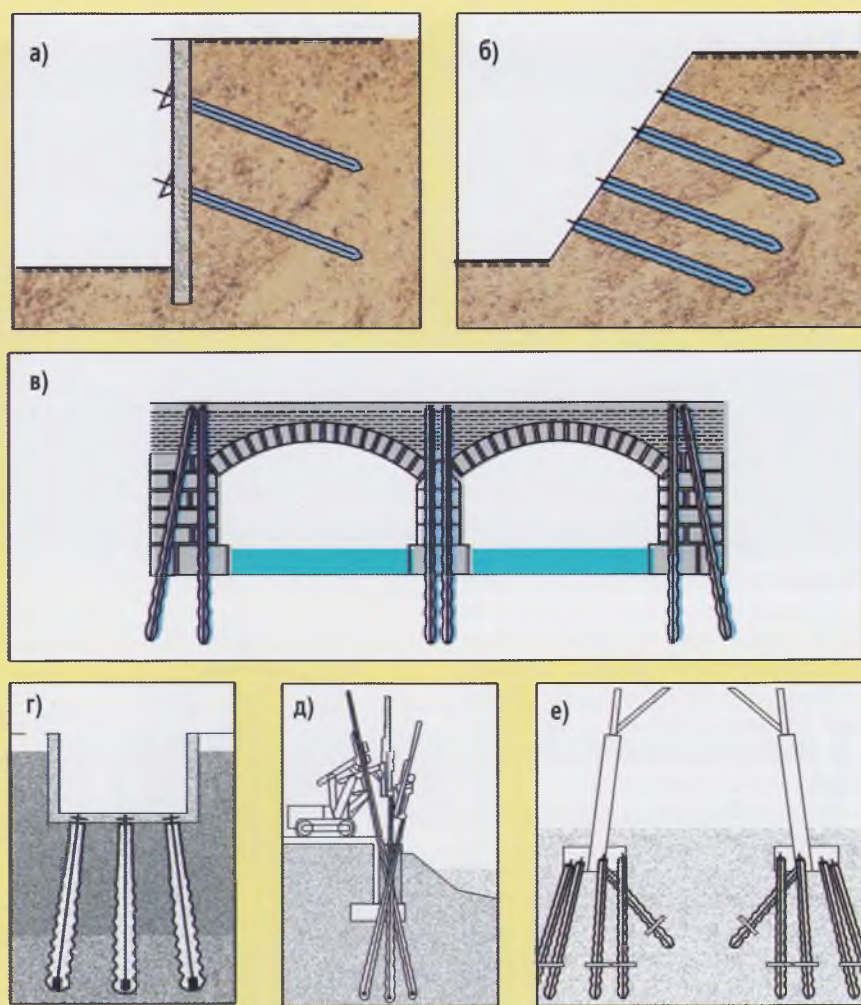


Рис. 3. Анкерные сваи «Титан» используются в качестве: а) пассивных анкеров для крепления подпорных стен и ограждений строительных котлованов; б) для укрепления грунтовых стен и оползневых склонов откосов в качестве нагельных элементов; в) укрепления конструкций; г) предохранения от всплытия; д) укрепления фундаментов; е) свай, работающих на выдергивающую нагрузку

ти опытное опробование нового оборудования, на основе которого отработать режимы завинчивания анкерных штанг различных диаметров, подобрать составы и показатели растворов.

Для составления нормативно-методической базы по расчету параметров подпорных

конструкций, закрепляемых анкерными сваями «Титан», следует выполнить пробные испытания анкерных свай на растягивающую и вдавливающую нагрузку для уточнения их несущей способности по грунту в зависимости от длины и диаметра буровой коронки.



Рис. 4. Крепление стен котлована анкерными сваями «Титан», используемыми в качестве нагельного крепления



# ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ГРУНТОВ

**А. Г. Малинин,**

технический директор  
ЗАО «ИнжПроектСтрой», к. т. н.

**П. А. Малинин,** инженер

**С**троительство глубоких котлованов всегда считалось одной из самых сложных задач подземного строительства. Задача многократно усложняется при расположении котлованов на территориях плотной городской застройки вблизи существующих зданий и сооружений. В связи с негативным динамическим воздействием на фундаменты зданий в этом случае полностью исключаются проверенные временем способы устройства ограждения котлованов из шпунтовой забивной крепи. Именно поэтому в последнее время получили широкое распространение «щадящие» способы устройства ограждений, такие как «стена в грунте» или ограждение из секущихся буровых свай.

Одной из технологий, позволяющей выполнять устройство свай большого диаметра, является технология струйной цементации грунтов. В настоящей статье приведены не только теоретические изыскания в этой области, но и практический опыт устройства ограждения котлована. В конечном итоге это позволит специалистам проектных и строительных организаций достаточно объективно сопоставить возможность предложенной технологии с традиционными способами решения данного класса задач.

## Сущность технологии

Сущность технологии заключается в разрушении грунта высоконапорной струей цементного раствора с одновременным перемешиванием грунта с цементным раствором. В результате в грунтовом массиве образуются колонны (сваи) из нового материала – грунтобетона, обладающего высокими прочностными и противофильтрационными характеристиками.

Прочность грунтобетона зависит, в первую очередь, от двух факторов: строительных свойств грунта и от количества цемента на единицу объема укрепляемого грунта.

При устройстве свай в гравийном и песчаном грунте преимущества технологии становятся очевидными. Действительно, в этом случае сама природа дает основной материал для производства бетона, что позволяет резко уменьшить стоимость работ по сравнению с традиционными технологиями, требующими доставку заводского бетона на строительную площадку.

Действие второго фактора основано на практически пропорциональном росте прочности грунтобетона в зависимости от количества затраченного цемента. При повышенном расходе цемента можно говорить о достаточной прочности свай, устраиваемых в супесях и суглинках. В некоторых специфических случаях возможно даже полное замещение грунта

*Технология струйной цементации грунтов находит все более широкое применение при решении различных задач подземного строительства. В настоящей статье приводится обоснование и опыт применения технологии для ограждения бортов котлованов при строительстве подземных сооружений.*

цементным раствором для создания свай в глинах и органических грунтах. Однако подобные варианты требуют более детального экономического анализа и могут быть применены как альтернатива традиционным способам, скорее всего, только при наличии дополнительных преимуществ.

## Преимущества технологии

Основным преимуществом технологии является отсутствие негативного воздействия на фундаменты близко расположенных зданий.

Вторым преимуществом является возможность установки на участке устройства свай только буровой установки, а весь узел приготовления цементного раствора, включающего силос для хранения цемента, миксерную станцию и высоконапорный насос, расположить в любом месте, удобном для подъезда цементовоза. Это является особенно важным при производстве работ в стесненных условиях городских строительных площадок.

Другим достоинством технологии является возможность производства работ в зимнее время. Особенно это касается случая, когда рост-верк, объединяющий оголовки свай, заглублен ниже зоны промерзания грунта и тогда не требуется дополнительных мероприятий по обеспечению условий твердения грунтоцемента. Возможность работ по ограждению котлована в зимний период, позволяет перевести на летний строительный сезон весь основной фронт работ, включающий разработку грунта, бетонные работы по обустройству котлована и непосредственно строительство самого подземного объекта.

## Конструирование ограждения из свай

Конструкция ограждения выбирается исходя из глубины котлована, устойчивости грунтов, уровня грунтовых вод, а также ответственности сооружения (рис. 1).

Так, например, для неглубоких котлованов, сооружаемых в связных грунтах, ограждение котлованов может состоять из отдельно стоящих свай (рис. 1а). В случае строительства котлована в несвязных грунтах целесообразно ограждение выполнять из касательных свай (рис. 1б). В тех случаях, когда прочности касательных свай недостаточно, а также когда котлован сооружается в обводненных условиях, ограждение выполняют из взаимносекущихся свай (рис. 1в). Для ответственных конструкций возможно сооружение двухрядной стены в грунте (рис. 1г) или расположение взаимносекущихся свай в два ряда в шахматном порядке (рис. 1д).

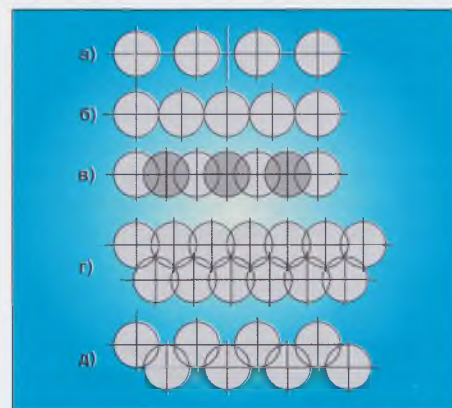


Рис. 1. Варианты ограждения котлована из свай:

- а – отдельно стоящие сваи,
- б – касательные сваи,
- в – однорядная конструкция из секущихся свай,
- г – двухрядная конструкция,
- д – расположение свай в два ряда в шахматном порядке

## Расчет свай

Расчет свай является одним из основных этапов проектирования, в процессе которого подбираются важнейшие характеристики: диаметр, шаг и глубина свай, тип арматуры.

Общая методология расчета основана на определении максимальных моментов в сваях, испытывающих боковое давление, и сопоставление этой величины с предельным моментом в сечении свай.

Первый этап выполняют с помощью инженерных методик и численных методов, позволяющих решать задачи совместного деформирования грунтового массива и ограждающих элементов котлована. Поскольку в настоящее время существует большое количество компьютерных программ для нахождения усилий в ограждающих элементах, этот этап проектирования в данной статье не рассматривается.

Для определения предельных усилий в сечении армированной грунтоцементной сваи воспользуемся общей методологией расчета, приведенной в СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Практический опыт показывает, что армирование свай выполняют, как правило, центральным расположенным арматурным стержнем или трубой. Однако в связи с различием прочностных и деформационных характеристик грунтоцемента при сжатии и растяжении нейтральная ось смещается от центра сечения сваи, а армирующий элемент оказывается расположенным в растягивающей зоне (рис. 2).

При разработке расчетной методики приме-

няли следующие предположения:

- сопротивление грунтоцемента растяжению принимается равным нулю,
- сопротивление грунтоцемента сжатию представляется напряжениями  $R_b$ , равномерно распределенными по сжатой зоне сечения,
- растягивающие напряжения в арматуре принимаются не более расчетного сопротивления растяжению  $R_s$ .

Отметим, что приведенная методика не учитывает тип арматуры (стержень или труба), т. к. в расчете используется только сопротивление растяжению  $R_s$  и площадь сечения арматуры  $A_s$ .

## Определение предельных усилий в сечении отдельно стоящих свай

Наиболее просто предельное усилие вычисляется для отдельно стоящих или касательных свай (рис. 1а, б). Для схемы, приведенной на рис. 2, положение нейтральной оси определяется из уравнения равновесия внутренних сил, действующих в сечении свай:

$$R_b A_b - R_s A_s = 0, \quad (1)$$

где  $A_s$  - площадь сечения арматуры,  $A_b$  - площадь сжатой зоны грунтоцемента.

Из геометрических построений для круглого сечения радиуса  $r = D/2$  следует:

$$A_b = \frac{r^2}{2} (2\alpha - \sin 2\alpha). \quad (2)$$

Подставляя равенство (2) в (1), получим уравнение вида:

$$2\alpha - \sin 2\alpha = A, \quad (3)$$

где

$$A = \frac{2R_s A_s}{R_b r^2}. \quad (4)$$

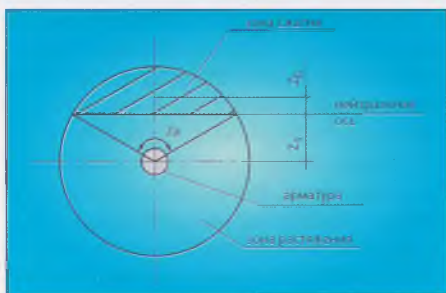
Уравнение (3) является трансцендентным уравнением относительно угла  $\alpha$ , определяющего положение нейтральной оси, и решается графическим способом. На наш взгляд, более удобным является подбор аналитической функции  $\alpha = \alpha(A)$ , которая с высоким приближением является решением данного уравнения.

С помощью компьютерной программы CurveExpert, реализующей метод наименьших квадратов, подобраны две наиболее удобные для практического применения функции:

$$\alpha = 0.923 \times 1.047^A \times A^{0.336}, \quad (5)$$

$$\alpha = 0.988 \times A^{0.379}. \quad (6)$$

Рис. 2. Арматурный элемент расположен в растягивающей зоне



Первое из приведенных уравнений дает максимальную погрешность вычислений не более 0,05%, а второе уравнение, хотя и является более удобным для практического применения, но имеет погрешность порядка 1,5%.

Предельный момент сечения составит:

$$M_{np} = R_b A_b z_b + R_s A_s z_s, \quad (7)$$

где  $Z_b$  - расстояние от центра тяжести зоны сжатия до нейтральной оси,

$Z_s$  - расстояние от центра тяжести круговой арматуры, совпадающего с центром сечения свай, до нейтральной оси:

$$z_b = \frac{4r \sin^3 \alpha}{3A} - r \cos \alpha, \quad z_s = r \cos \alpha. \quad (8)$$

Рассмотрим пример определения предельного момента для армированной свай диаметром  $D = 70$  см со следующими прочностными и геометрическими характеристиками:  $R_b = 100$  кг/см<sup>2</sup>,  $R_s = 2350$  кг/см<sup>2</sup>, площадь арматуры составляет  $A_s = 26,6$  см<sup>2</sup>.

При указанных параметрах вычисление по формуле (4) дает  $A = 1,02$ . Используя функцию (5), получим значение угла, определяющего положение нейтральной оси  $\alpha = 0,974$  рад (55,8°). По формулам (8) вычислим  $z_b = 7,1$  см,  $z_s = 19,6$  см.

Предельное усилие по формуле (7) составит  $M_{np} = 16,6$  тм. В случае касания свай предельный момент на 1 п. м ограждения составит  $\bar{M}_{np} = 23,7$  тм.

## Определение предельных усилий в сечении взаимносекущихся свай

На рис. 1в показана однорядная конструкция ограждения из взаимносекущихся свай диаметром  $D$ , расположенных с шагом  $b = I \times D$ , где  $I$  - коэффициент, определяющий степень взаимного пересечения свай. На рис. 3 приведена расчетная схема задачи. Наиболее простой вывод формулы для предельного момента может быть получен из условия, что зона сжатия грунтоцемента представляет прямоугольник шириной  $b$  и высотой  $x$ . Повторяя порядок вывода предыдущего раздела, из уравнения равновесия внутренних сил (1), с учётом того, что площадь сжатой зоны составляет  $A_b = bx$ , получим выражение для определения высоты сжатой зоны грунтоцемента:

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}. \quad (9)$$

Предельный момент в этом случае будет равен:

$$M_{np} = R_s A_s z_s + R_b A_b z_b. \quad (10)$$

Поскольку нейтральная ось проходит через нижнюю границу зоны сжатия, расстояния от центра тяжести сжатой зоны и от центра арматуры до нейтральной оси определяются как:

$$z_b = x/2, \quad z_s = h/2 - x, \quad h = \sqrt{D^2 - b^2}. \quad (11)$$

В качестве примера приведем расчет предельного усилия в сечении ограждающей конструкции, устроенной из взаимносекущихся свай с геометрическими и прочностными ха-

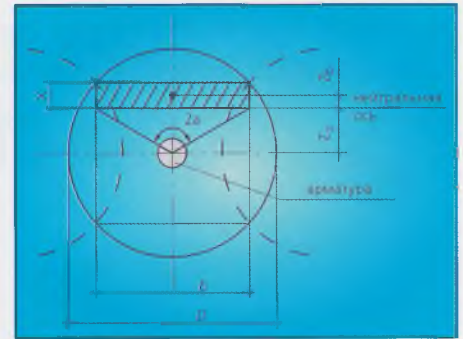


Рис. 3. Расчетная схема задачи

рактеристиками, приведенных в предыдущем разделе.

При  $I = 0,7$  шаг между сваями равен  $b = 49$  см. В этом случае высота зоны сжатия, вычисленная по формуле (9), составит  $x = 12,75$  см.

Из формул (11) следует  $h = 50$  см,  $Z_s = 12,25$  см,  $Z_b = 6,38$  см, а предельный момент, вычисленный по формуле (10), имеет значение  $M_{np} = 11,6$  тм.

## Определение предельных усилий в сечении взаимносекущихся свай с учетом полного сечения

Дальнейшее усложнение расчетной схемы связано с учетом дополнительного запаса прочности грунтоцемента, расположенного в области верхнего сегмента (рис. 4).

В этом случае уравнение равновесия примет вид:

$$R_b A_{b1} + R_b A_{b2} - R_s A_s = 0, \quad (12)$$

где  $A_{b1} = bx$  - площадь прямоугольной области сжатия,  $A_{b2} = r(2\alpha - \sin 2\alpha)/2$  - площадь сегмента, которая из геометрических построений  $\alpha = \arcsin(b/D) = \arcsin(I)$  и после тригонометрических преобразований может быть записана в виде:

$$A_{b2} = r^2 (\alpha - I \sqrt{1 - I^2}).$$

Из решения уравнения (12) найдем все геометрические размеры, необходимые для вычисления предельного момента.

$$x = [(R_s / R_b) A_s - r^2 (\alpha - I \sqrt{1 - I^2})] / b, \quad (13)$$

$$z_{b1} = r \cos \alpha - x/2,$$

$$z_{b2} = \frac{4r \sin^3 \alpha}{3(2\alpha - \sin 2\alpha)} - r \cos \alpha + x.$$

Для данной расчетной схемы формула для предельного момента имеет вид:

$$M_{np} = R_s A_s z_s + R_b A_{b1} z_{b1} + R_b A_{b2} z_{b2}. \quad (14)$$

Используя геометрические и прочностные характеристики предыдущего примера, получим  $M_{np} = 16,2$  тм.

Для сравнения все результаты расчета приведены в табл. 1, в третьем столбце которой приведены значения предельного момента, отнесенного к 1 п. м ограждения в плане. Анализ таблицы показывает, что применение более точной схемы расчета с учетом всей области сжатия для секущихся свай дает увеличение предельного момента на 32%.

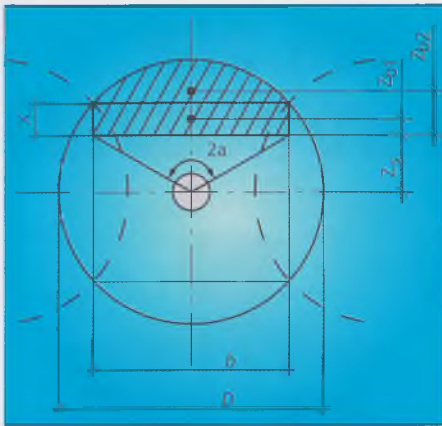


Рис. 4. Усложнение расчетной схемы (дополнительный запас прочности грунтоцемента, расположенный в области верхнего сегмента)

Сопоставление первой и третьей строки показывает, что переход к взаимносекущимся сваям дает возможность повысить несущую способность ограждения на 30–40% в зависимости от шага свай.

Отметим, что применение секущихся свай предпочтительно и по другим соображениям. В этом случае происходит «залечивание» дефектов свай соседними сваями, а также параллельно решаются задачи водонепроницаемости бортов котлована.

### Ограничения на применение расчетной методики

Применение методологии расчета железобетонных конструкций накладывает определенные ограничения на разработанную методику. В первую очередь речь идет о теории плоских сечений, как об основной гипотезе, принимаемой при описании процесса изгибного деформирования балок.

Другим более серьезным ограничением является возможность расслоения конструкции тела сваи и, в первую очередь, за счет продавливания (обтекания) грунтоцемента вокруг армирующего элемента. Практический опыт авторов показывает, что грунтоцемент, полученный в песках, обладает прочностью порядка 10–30 МПа, что сопоставимо с прочностью бетонов, изготовленных в заводских условиях.

Более опасным является сооружение свай по струйной технологии в суглинках и глинах. В этом случае необходимы предварительные исследования возможности разрушения грунтоцемента вокруг арматуры под действием бокового давления грунта.

Для исследования напряженно-деформированного состояния тела грунтоцементной сваи

применяли метод конечных элементов. Расчетная схема показана на рис. 5.

Анализ результатов численного моделирования процесса деформирования грунтоцемента под действием бокового давления  $\gamma H$  ( $\gamma$  – удельный вес грунта,  $H$  – глубина расположения сечения сваи) показал, что процесс разрушения имеет достаточно сложный характер, который можно разбить на три основных стадии. На стадии I происходит отслоение тела сваи от арматуры. На стадии II происходит разрушение в нижней части сечения от действия сдвиговых напряжений. В качестве критерия разрушения на данной стадии применяли критерий Кулона-Мора. На последней стадии III происходит разрушение верхней части сечения от появления сверхдопустимых растягивающих напряжений.

С точки зрения сохранения сплошности грунтоцемента в сжатой зоне и сохранения параллельности оси сваи и оси арматуры опасными становятся нагрузки, действующие на последней стадии разрушения. Величины этих нагрузок для свай, сформированных в различных типах грунтов, приведены в табл. 2.

Анализ таблицы показывает, что расслоение тела сваи в случае низкой прочности грунтоцемента, сформированного в глинах, может наступить при глубине 5–7 м. Для грунтоцемента высокой прочности критическая глубина свай составляет более 30 м.

### Практический опыт

В начале этого года предприятием «ИнжПроектСтрой» закончены работы по устройству ограждения котлована двухуровневой подземной автостоянки по ул. Мытная в Москве по проекту ООО «Инженерное бюро Юркеви-

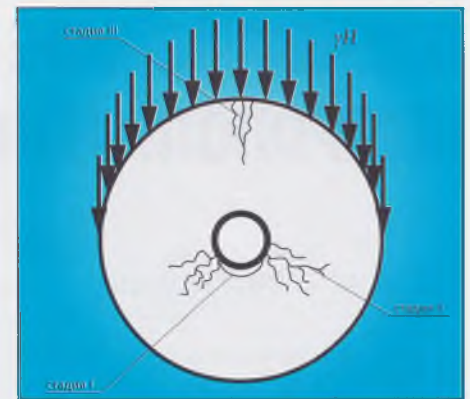


Рис. 5. Схема разрушения грунтоцементной сваи

ча». Сваи диаметром 800 мм были армированы толстостенной металлической трубой диаметром 114 мм. Фактическая прочность грунтоцемента составляла 22–25 МПа, при проектном значении 10 МПа. Расположение свай в два ряда с шагом 1100 мм было аналогичным шахматной конструкции, приведенной на рис. 1д.

Результат превзошел все ожидания. Котлован глубиной более 8 м стоял без каких-либо дополнительных силовых элементов – расстрелов, анкеров и пр.

Ограждение котлована из свай, устраиваемых с помощью струйной цементации грунтов, сегодня является технологией, имеющей все необходимые предпосылки для широкого практического внедрения. Методика расчета, проектирования и, главное, технология сооружения свай прошли реальную апробацию на достаточно сложном объекте. Это позволяет рекомендовать ее для строительства подземных объектов в условиях плотной городской застройки.



Борт котлована из свай



Таблица 1

Расчетная схема	Предельный момент сечения сваи $M_{пр}$ , тм	Предельный момент 1 п. м ограждения $M_{пр}$ , тм
Касательные сваи	16,6	23,7
Секущиеся сваи (упрощенная схема)	11,6	23,6
Секущиеся сваи (с учетом всей области сжатия)	16,2	33,1

Таблица 2

Тип грунта	Прочность грунтоцемента на сжатие $\sigma_c$ , МПа	Модуль деформирования $E$ , МПа	Критическое давление грунта $\gamma H$ , МПа
Глина	3,0	150	0,10
Суглинок	4,5	225	0,14
Супесь	6,0	600	0,20
Песок	20,0	7000	0,60

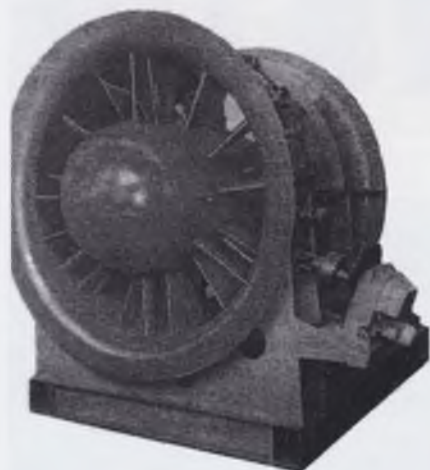
## ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ВЕНТИЛЯТОРОСТРОЕНИЕ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

В. Я. Заслов,  
ОАО «НИПИГОРМАШ»

История отечественного вентиляторостроения насчитывает несколько десятилетий. Начиная с 30-х гг. прошедшего столетия, метрополитены оснащались вентиляторами ЦАГИ 16, 19, 20, 24, 25. Им на смену пришли вентиляторы типа ВОМД-24. С 1984 г. разработка вентиляторов для метрополитенов Минтяжмашем СССР была поручена институту «НИПИГОРМАШ», а их документация передавалась Артемовскому машзаводу для серийного производства. С 1986 г. начался выпуск модернизированного вентилятора ВОМД-24А конструкции НИПИГОРМАШ по аэродинамической схеме ЦАГИОВ-103. Модернизированный вентилятор обеспечил лучшие показатели технической характеристики: номинальную подачу 75 м<sup>3</sup>/с при прямой работе и 60 м<sup>3</sup>/с при реверсе при соответствующих значениях полного давления 180 и 95 даПа. Значительно увеличилась долговечность и надежность вентилятора, улучшена его ремонтпригодность. Новые конструкции НА и СА не требуют разборки вентилятора при ремонтах, болтовые соединения заменены на клиновые, применена коническая посадка РК на вал ротора, увеличена жесткость и прочность корпуса. Вентилятор ВОМД-24А можно использовать в 32-х исполнениях (правое; левое; четыре положения СА и НА; двигатель с ротором соединен зубчатой муфтой и клиноременной передачей; применяются двигатели мощностью: 45, 35, 75 и 132 кВт).

При создании вентилятора нового по-

Вентилятор ВОМ-18



коления ВОМ-18, при Главметрополитене МПС СССР был создан координационный межведомственный Совет во главе с нынешним ректором УГГА Косаревым Н. П. В Совет входили специалисты ЦАГИ, НИПИГОРМАША, Метрогипротранса и других организаций.

Конструкция вентилятора ВОМ-18 была разработана НИПИГОРМАШЕМ по исходным техническим требованиям Свердловского горного института и аэродинамической схеме ОВ-232 ЦАГИ.

Применение вентиляторов ВОМ-18 позволило существенно повысить эффективность проветривания метрополитенов за счет:

- соответствия зоны работы вентилятора требованиям вентиляционных сетей метрополитенов. Эксплуатационный КПД составил 0,75;
- экономичного регулирования параметров вентилятора «на ходу» в зависимости от интенсивности движения электропоездов, пассажиропотоков, температуры и влажности атмосферного воздуха;
- экономичной работы в реверсивном режиме (96% от параметров в нормальном режиме работы);
- увеличения надежности конструкции при снижении инерционных нагрузок путем уменьшения диаметра рабочего колеса и массы ротора;
- снижения трудоемкости обслуживания и технических ремонтов благодаря улучшению доступности к отдельным узлам и облегчению разборности конструкции.

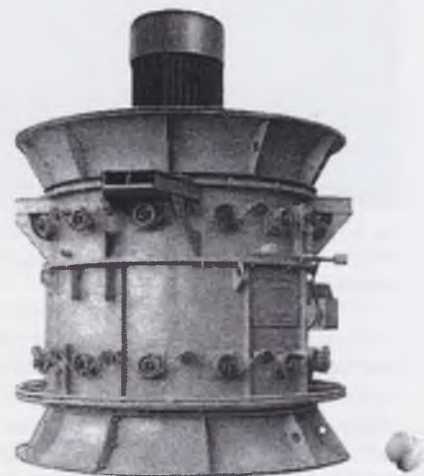
Снижение габаритов вентилятора дало возможность существенно снизить затраты на реконструкцию и строительство вентиляционных шахт метрополитенов.

ОАО «НИПИГОРМАШ» изготавливает вентиляторы ВОМ-18 своей конструкции. В 1997 г. 8 шт. было поставлено Минскому метрополитену, в 2001 г. 4 шт. — Екатеринбургскому метрополитену. В 2004 г. НИПИГОРМАШ выиграл тендер в Минске и изготавливает для него партию в 10 шт. вентиляторов.

По заказу Московского метрополитена в конце 80-х гг. НИПИГОРМАШ разработал и выпустил опытный образец, а АМЗ изготовил в 90-е гг. партию вентиляторов ВОМ-16.

Эти вентиляторы были выполнены по аэродинамической схеме ЦАГИ К-84 и предназначались для замены вентиляторов ЦАГИ, отработавших нормативный срок службы, при обеспечении заданных аэродинамических режимов работы с высоким эксплуатационным КПД (до 0,64).

Совместно с ИГД СО РАН НИПИ-



Вентилятор ВВО-21Р

ГОРМАШем был разработан вентилятор ВВО-21Р (ВО-21 ВК) по аэродинамической схеме типа М-19 ВНИИГМ им. М. М. Федорова, со двоянными листовыми лопатками рабочего колеса.

Головные образцы ВВО-21Р были изготовлены ОАО «НИПИГОРМАШ» и ОАО «АМЗ», а их присочные испытания проведены в 1997 г. в условиях Новосибирского метрополитена.

Вентилятор ВВО-21Р, как и ВОМ-18, выполнен с возможностью поворота лопаток РК «на ходу» и обладает всеми основными преимуществами вентилятора ВОМ-18. Вентиляционный агрегат с вертикальной осью вращения уменьшает строительный объем вентиляционных камер, т. к. он занимает в 1,5 раза меньше места по сравнению с агрегатами горизонтального типа, улучшает условия работы вала ротора и опорных подшипников, более устойчив к вибрации и перепадам давления от поршневого действия при движении поездов. Листовые двоянные лопатки снижают инерционные нагрузки на РК вентилятора. Вентиляторы ВВО-21Р найдут применение при проектировании и строительстве новых станций метрополитенов.

Для вентиляции вестибюлей метрополитенов и других объектов местного проветривания по заявке Екатеринбургского метрополитена ОАО «НИПИГОРМАШ» в 2000 г. разработан вентилятор осевой ВО-12,5. Современная аэродинамическая схема В-2,3—130 ВНИИКондиционера, высокий КПД, упрощенный монтаж и демонтаж, безопасность работы, низкие уровни шума и вибрации характеризуют этот вентилятор. РК снабжено 12-ю листовыми лопатками и смонтировано на валу электродвигателя. СА имеет 15 листовых лопаток, приваренных к цилиндри-

ческой втулке, и корпусу вентилятора.

Четыре вентилятора ВО-12,5 в 2002 г. поставлены на Екатеринбургский метрополитен.

Кроме вентиляторов ОАО «НИПИГОРМАШ» разработаны для метрополитенов: всасывающие емкости для автоматизированной заливки насосов, баки разрыва струи для насосных станций; фильтры для очистки воздуха, клапаны дымоудаления. Последние предназначены для забора (выпуска) воздуха в эксплуатационном режиме.

В аварийном режиме (пожаре) клапаны дымоудаления должны закрываться, кроме 10 штук в районе аварийного вагона, через которые производится вытяжка дыма из тоннеля в вентиляционный канал.

Клапаны дымоудаления располагаются в отверстиях перекрытия между полом вентиляционного канала и потолком

Таблица

Технические характеристики вентиляторов для метрополитенов, разработанных ОАО «НИПИГОРМАШ»

Показатели	Типы вентиляторов				
	ВОМД-24А	ВОМ-18	ВОМ-16	ВВО-21Р	ВО-12,5
Диаметр рабочего колеса, мм	2400	1800	1600	2100	1250
Мощность электродвигателя, кВт	132;75;55;45	45;55	55	55;75	30
Частота вращения, с <sup>-1</sup>	5,3; 8,3	10	12,5	8,3	16,3
Номинальная подача воздуха, МВ	75	42	32	40	23
Номинальное полное давление, Па	1800	500	450	480	900
Максимальный КПД	0,83	0,85	0,8	0,83	0,81
Реверсивность, %	80	96	60	80	—
Габариты, мм: длина ширина высота	6900 2740 3100	3600 2700 2700	3300 2500 2200	3365 3365 4840	1230 1320 1410
Масса, кг	15500	5850	5500	8000	520

Перед вентиляторостроением стоят новые задачи. Одна из них – повышение огнестойких характеристик.

На наш взгляд, в этом вопросе необходимо избежать крайностей. Некоторые чиновники МЧС выдвигают требования к вентиляторам, как к объектам, находящимся в зоне пожара. Если пожар действительно случится в вентиляционной камере, то оптимальным решением будет выключение вентиляторной установки и герметизация венткамеры. Если пожар произойдет на перегоне или на станции, то агрегаты должны работать в режиме дымоудаления, при этом температура воздуха у вентиляторов по фактическим данным не превышает 100 °С. Как правило на пути пожара вначале окажутся кабели питания и управления вентустановкой, которые сгорят и отключат вентиляторы.

В этой связи целесообразно рассмотреть проектирование аварийных водяных завес в вентиляционных тоннелях, снижающих температуру и предотвращающих преждевременный выход из строя питающих кабелей.

Для работы вентиляторов в условиях

дымоудаления горячего воздуха мы считаем целесообразным предусмотреть применение смазочных материалов с температурным диапазоном до 130–150 °С и лакокрасочных покрытий, выдерживающих окружающую температуру до 150 °С.

Вентиляторы должны иметь повышенные характеристики реверсивности, не менее 80 % по подаче.

Корпус вентилятора должен быть достаточно жестким и массивным при максимально легком рабочем колесе. Зазоры между корпусом и лопатками РК должны быть выдержаны в заданных пределах.

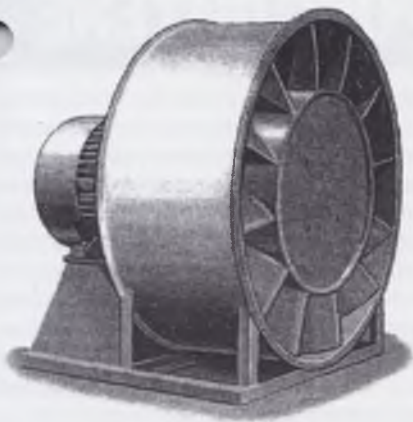
Необходимо производить динамическую балансировку РК в собственных подшипниках с доведением амплитуды виброперемещений подшипников ротора до минимальных величин.

Следует также повысить требования к комплектующему электрооборудованию и совершенствованию систем управления вентустановками.

В свете новых задач и требований необходима координация работ всех заинтересованных организаций, связанных с проветриванием метрополитенов. Назрела необходимость разработки нормативных руководящих материалов и технических требований к системам и средствам вентиляции метрополитенов в обычных и экстремальных режимах, и решение вопросов финансирования этих работ.

На основании новых требований и задач целесообразно провести модернизацию существующих типов вентиляторов и создание новых, более совершенных конструкций.

Средства для финансирования научных и проектных работ могли бы быть предусмотрены федеральным бюджетом и бюджетами городов России, имеющих и строящих метрополитены и заинтересованных в обеспечении безопасности перевозки пассажиров.



Вентилятор ВО-12,5

станции метрополитена над обоими путями. Закрытие заслонки клапана производится в автоматическом, дистанционном и аварийном (ручном) режимах.

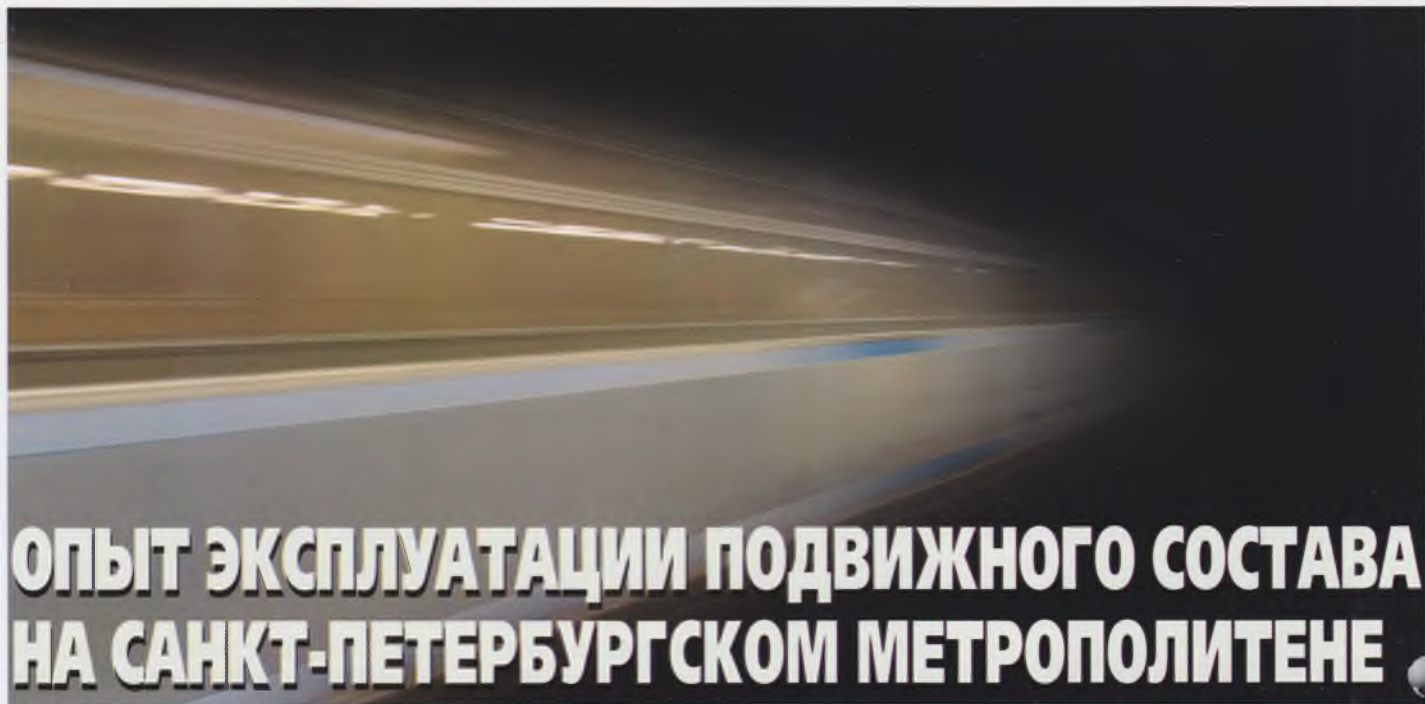
Клапаны дымоудаления (36 шт.), изготовленные ОАО «НИПИГОРМАШ», установлены на станции «Геологическая» Екатеринбургского метрополитена.

В настоящее время на метрополитенах России и СНГ действуют более 750 вентустановок (более 1500 вентиляторов) и, как правило, все отечественного производства. Единичные экземпляры импортных машин предприятия ЗВВЗ (Чехия) или фирмы «Цитрон» (Испания) не показали заметных преимуществ.

Несмотря на стагнацию экономики России в последнее десятилетие, отечественные вентиляторы остаются конкурентоспособными на рынке вентиляторостроения. Вентиляторы лучших зарубежных фирм: «Турмаг»; «ККК»; «Турбо-Люфттехник» (Германия); «Роллс-ройс» и «Девидсон Сирокко» (Великобритания); «Джой», «Джеффри», «Дженерал Электрик» (США); «Хитачи», «Митсуи», «Эбара» (Япония) имеют худшие аэродинамические характеристики по сравнению со схемами ЦАГИ, срок их службы в 2–2,5 раза меньше отечественных конструкций, а стоимость в 2–3 раза выше.

Клапан дымоудаления





## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ

**А. Н. Стрекаловский,**

зам. начальника Петербургского метрополитена, начальник Службы подвижного состава

**П**арк Петербургского метрополитена насчитывает 1376 вагонов типов Е, Ем и 81-й серии в примерной пропорции 50 на 50%. Вагоны типа Е в настоящее время списываются, типа Ем – в основном прошли капремонт и подходят к сроку списания. В целях экономии средств принято решение об их модернизации с продлением срока службы до 50 лет.

Стоимость работ составляет около 30% от стоимости нового вагона 81-й серии. При этом кузов вагона модернизируется по специальной методике с последующим восстановлением запаса прочности несущих конструкций, затем кузов покрывается лакокрасочными материалами и вибродемпфирующей мастикой по принятой для новых вагонов технологии. Салон оборудуется с учетом требований Норм пожарной безопасности НПБ 109-96 (трудно горючий износостойчивый линолеум пола, пластик стен, металлопласт на потолке, негорючие фарфоровые электрические патроны, трудно горючие коннекторные соединения СЗ, клипсы, полимерные контейнеры аккумуляторных батарей и др.). Устанавливается система автоматического пожаротушения.

Ремонтируемые вагоны подлежат модернизации по следующим позициям:

- устанавливается стабилизированный блок питания фар (на головные вагоны);
- изменяется конфигурация кабины (головные вагоны) за счет сдвижки перегородки и выполнения аппаратного отсека по аналогии с вагонами 81-й серии;
- изъятие кабин управления в промежуточных вагонах, их вместимость при этом увеличивается на 22 пассажира;
- перенос высоковольтных приборов

и аппаратов из кабины управления под вагон;

- замена плавких предохранителей цепей управления (ГЩ-5А) на автоматические выключатели ВА-2129;

- замена автоматического выключателя вспомогательных цепей с ручным приводом АВ-8А на быстродействующий автомат защиты производства западных фирм, с переносом его под вагон (к сожалению, пока наши производители не выпускают таких автоматов.);

- установка бортовой сигнализации по типу вагонов 81-й серии.

### Аккумуляторный электровоз с асинхронным приводом ЖЛ-01

В декабре 2003 г. созданная Петербургским метрополитеном межведомственная комиссия после комплексных испытаний приняла в эксплуатацию новый контактно-аккумуляторный электровоз, изготовленный ЗАО «Вагонмаш». Он оснащен отечественным тяговым приводом переменного тока, предполагаемым для использования на всех видах подвижного состава метрополитена. Привод разработан и изготовлен Санкт-Петербургским научно-производственным предприятием «ЭПРО», уже имеющим практический опыт создания подобной продукции для трамваев и троллейбусов.

Питание тягового привода осуществляется через силовой переключатель, позволяющий машинисту дистанционно переключаться с питания от контактного рельса (КР) на тяговую аккумуляторную батарею (ТАБ). Причем питание обоих компрессоров переводится в режим питания от ТАБ автоматически. Тяговое электрооборудование снабжено необходимым набором защиты от токов короткого замыкания, перегревов и перенапряжений. Для отключения силовой схемы применен импортный быстродействующий выключатель.

Привод каждой колесной пары автоно-

мен, что позволяет в широких пределах варьировать тяговым усилием и существенно повысить надежность электровоза за счет возможности оперативного отключения любого привода в случае возникновения неисправности. Управление приводами производится с помощью контроллера водителя (КВ). КВ имеет семь ходовых и восемь тормозных позиций. На каждой из семи задается требуемое ускорение (или замедление), а последней тормозной позицией приводятся в действие экстренное пневматическое торможение, замещающее собой электрическое.

Ускорение определяется величиной и частотой переменных электрических токов, поступающих через транзисторные преобразователи в три фазы каждого из тяговых асинхронных двигателей и определяющих текущую рабочую точку последних. Реализованные схемотехнические и конструктивные решения, а также способы управления преобразователями и двигателями исключают буксование колесных пар на мокрых или грязных рельсах в ходовых режимах и юз в режимах торможения тяговыми двигателями.

В качестве вспомогательной батареи, от которой питаются все низковольтные потребители, включая средства автоматики и связи (в том числе АПС-АРС), использована так называемая «необслуживаемая» аккумуляторная батарея Петербургской фирмы ЗАО «Астрин». ТАБ и вспомогательная батареи снабжены счетчиками ампер-часов, что дает возможность определять степень готовности электровоза к автономной работе.

Принятый в эксплуатацию электровоз обладает еще одной особенностью – он снабжен бортовым устройством заряда аккумуляторной батареи, что позволяет ему, в отличие от других, не прибегать к услугам стационарных зарядных станций. Кроме того, рекуперируемая в процессе эксплуатации в ак-

кумуляторную батарею электроэнергия так же увеличивает автономность пробега электровоза. Возможен режим рекуперирования энергии в сеть.

Электровоз ЭКА-01 имеет улучшенные эксплуатационные характеристики:

- при торможении со скорости 40 км/ч без прицепной нагрузки тормозной путь составляет 45 м при установленной норме 70 м, замедление 1,37 м/с<sup>2</sup>;
- максимальное ускорение при разгоне без прицепной нагрузки достигает 1,44 м/с при нормированном показателе 1,2 м/с;
- разгон до 80 км/ч составляет 33 сек при нормированном показателе 40 сек.

Новый электровоз соответствует нормам охраны труда и пожарной безопасности. Следует отметить эргономичный дизайн кабины машиниста, учитывающий специфику работы этой подвижной единицы. В фарах и прожекторах ближнего и дальнего света применены галогеновые лампы с соответствующими преобразователями.

В период опытной эксплуатации электровоза на парковых путях депо выявлено повышенное потребление тока на собственные нужды. Для компенсации увеличения расхода электроэнергии принято решение об оснащении электровоза блоком питания собственных нужд и системой поэлементного контроля батареи. Существующая конструкция рамы тележки не позволяет компенсировать предельные нагрузки кузова, наблюдается большая просадка пружин. Требуется модернизация рамы тележки или применение новой рамы.

*Предложено* по завершению опытной эксплуатации и устранении вышеперечисленных недостатков рекомендовать ЭКА-01 для промышленного производства.

## Система обеспечения безопасности «Движение»

Комплексная система обеспечения безопасности движения поездов метрополитена «Движение» (КСД) разрабатывалась в Санкт-Петербурге ОАО НИИ ТМ с 1996 г. Изначально она должна была иметь центральный пост автоведения (автоматический диспетчер), станционные и напольные устройства КСД, поездные устройства КСД. Для достижения необходимых показателей надежности и безопасности в системе предусматривалось наличие многократного резервирования аппаратуры и дублированных каналов связи поезд – станция, станция – поезд. В качестве физических каналов связи планировалось использование радио- и рельсового канала с фазовой модуляцией (ФМ) с тремя основными режимами работы:

- «ОС» – ограниченная скорость;
- «КС» – контроль скорости;
- «АВ» – режим автоведения.

В режиме «ОС» осуществляется движение на ручном управлении с ограниченной скоростью 40/20 км/ч. «КС» – то же, но с установленными скоростями (режим АРС). «АВ» обеспечивает движение поезда в автоматическом режиме с соблюдением скоро-

стных режимов по сигналам центрального поста автоведения.

В настоящее время практически реализованы поездные устройства (ПА) и прошли предварительные испытания станционные (СА) КСД. Необходимо отметить, что на сегодняшний день аппаратура ПА КСД имеет сертификат соответствия установленного образца, СА – находится в стадии сертификационных испытаний. Предполагаемый срок их завершения – 2004 г. Предварительные испытания СА КСД проведены на северном участке линии 1 Петербургского метрополитена. Опытный участок состоял из трех станций, причем одна на них была с путевым развитием.

Первый состав, оборудованный устройствами ПА КСД, введен в опытную эксплуатацию в 1999 г. В настоящее время на линии 2 метрополитена курсирует 63 состава из вагонов 81-й серии. В существующей версии составы, оборудованные ПА КСД, не могут эксплуатироваться на линиях, где основным средством безопасности являются устройства АЛС-АРС. Причиной этому является отсутствие станционных устройств СА КСД и центрального поста автоведения, в результате чего нет резервных каналов связи и возможности реализовать резервные устройства безопасности.

На сегодняшний день в ПА КСД реализованы режимы «ОС» и «КС». Режим «АВ» существует в усеченной форме – управление движением осуществляется по внутренней «базе данных» без центрального поста.

По результатам опытной эксплуатации ПА КСД можно выделить следующие положительные моменты:

- повышение комфортности в работе машинистов;
- повышение информационного обеспечения локомотивной бригады, наличие режима «АВ»;
- возможность работы в «одно лицо»;
- формально нет необходимости в станционной аппаратуре СА КСД;
- экономия электроэнергии (АВ вместо АРС);
- эффективная функция ЭПК (учет плана и профиля пути);
- возможность работы на линиях, где основным средством безопасности является путевая автоблокировка и оборудованных частотной системой АЛС-АРС;
- не требует планового ревизионного ремонта. Ремонт аппаратуры производится по состоянию (встроенная диагностика);
- аппаратура сертифицирована.

К недостаткам относится следующее:

- надежность аппаратуры не достигла проектных показателей;
- требуется конструктивная доработка в части введения защиты от коротких замыканий в электрических цепях ПА КСД и схемы управления вагоном;
- ложная отбраковка элементов ПА (по внутренней диагностике);
- недостатки программного обеспечения в части оперативной корректировки алгоритмов;

• высокая стоимость комплекта аппаратуры;

• высокая стоимость ремонта при обслуживании аппаратуры силами разработчика.

Производить сравнение с зарубежными аналогами в настоящее время затруднительно, т. к. система не реализована в целом. В части поездной аппаратуры устройства имеют схожие характеристики с зарубежными прототипами.

*Предложено* устранить отмеченные недостатки, добиться повышения общей надежности и качества функционирования, продолжив работы по станционным устройствам СА КСД и созданию центрального поста автоведения. При этом будет решен и ряд дополнительных задач, связанных с информационным обеспечением, повышением безопасности движения, удобством работы локомотивных бригад и других служб, обеспечивающих работу метрополитена.

## Тиристорный регулятор РТМ 350/350

В настоящее время на Петербургском метрополитене производится опытная эксплуатация с пассажирами двух составов из вагонов серии 81-540.7, оборудованных тиристорным регулятором поля РТМ 350/350, позволяющим осуществлять регулирование поля тягового двигателя в ходовом и тормозном режимах.

Регулятор РТМ 350/350 выполняет на вагонах следующие функции:

- контролирует тягу в зоне низких скоростей, что позволяет плавно и комфортно для пассажиров тронуть вагон с места;
- регулирует тягу поездов в зоне средних и высоких скоростей и одновременно с этим обеспечивает защиту тяговых двигателей в режимах тяги и торможения.

По требованию Петербургского метрополитена была произведена доработка с целью выбора степени ослабления поля 28, 50, 70 для возможности эксплуатации составов, сформированных из вагонов 81-540.7 с составами из вагонов серии Ем, эксплуатируемые на действующих линиях.

Состав, сформированный из вагонов 81-540.7, прошел сертификационные испытания по параметрам электромагнитной совместимости с устройствами СЦБ и поездными системами АРС-АЛС на соответствие требований документов ТМ 318370-07071-21 ЖД06-2002 (Типовая методика оценки электромагнитной совместимости электрооборудования вагонов с устройствами систем интервального регулирования). Получен Сертификат соответствия от Органа по сертификации продукции вагоностроения.

Следует отметить, что необходимо утвердить установленным порядком нормы и допуски по электромагнитной совместимости, с целью применения их на всей территории РФ.

*Предложено* продолжить опытную эксплуатацию составов из вагонов 81-540.7 и по ее окончании принять решение о заказе вагонов этой модификации.



# РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРИГРУЗА ЗАБОЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ ТПМК

Ю. К. Зарецкий, М. И. Карабаев,  
Международный институт  
геомеханики и гидросооружений

**П**ри проходке тоннелей глубокого заложения происходит изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового основания и связанные с ним деформации земной поверхности. В условиях плотной городской застройки эти деформации грунтового массива могут привести к повреждениям расположенных в зоне строительства зданий и сооружений, а в критических случаях и к их разрушению.

Характер и величина деформаций грунтового основания зависят от способа проходки тоннеля, используемого оборудования и механических свойств грунтов основания. Применяемый в последнее время в Москве механизированный тоннелепроходческий комплекс немецкой фирмы «Херренкнехт» диаметром 14,2 м с активным пригрузом забоя в виде бентонитового раствора, позволяет значительно снизить деформацию грунтового массива и, следовательно, уменьшить влияние проходки на расположенные вблизи здания и сооружения. Деформации грунтового массива при этом зависят от величины пригруза (давления бентонитового раствора), обеспечивающей устойчивость забоя в процессе горнопроходческих работ; от начального природного НДС грунтового основания и прочностных и деформационных характеристик грунтов.

Оптимальную величину пригруза можно определить, используя современные расчетные методы путем создания математической модели всего процесса проходки тоннеля. При этом полный учет взаимодействия щита с грунтовым массивом возможен только в пространственной постановке.

В Международном институте геомеханики и гидросооружений (МИГТ) разработана методика расчетов, позволяющая определить НДС грунтового массива и бетонной обделки в процессе проходки тоннеля с использованием щита с пригрузом. Методика основана на совместном численном решении методом конечных элементов (МКЭ) системы дифференциальных уравнений равновесия и уравнений состояния грунтов. Для описания нелинейного механического поведения грунтов используется математическая модель, предложенная проф. Ю. К. Зарецким в рамках теории пластического течения с упрочнением. Математическая

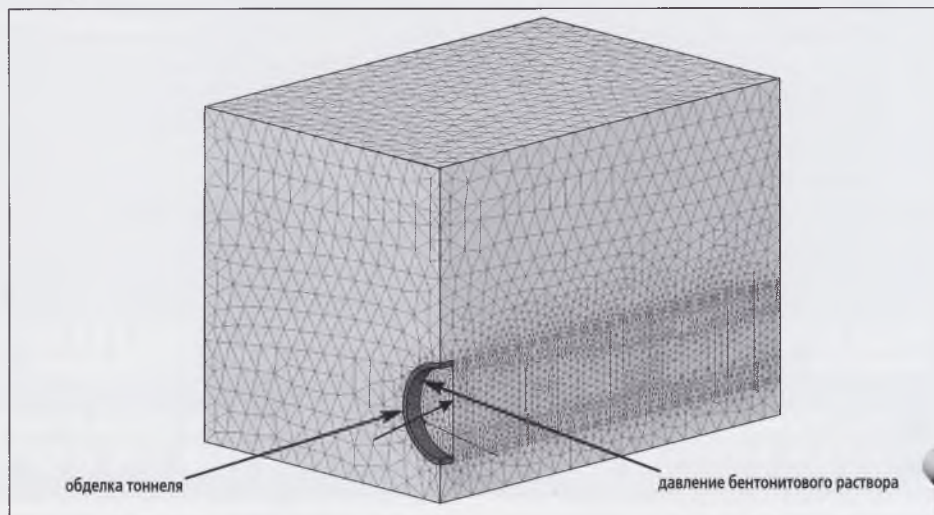


Рис. 1. Конечно-элементная модель расчетной области

модель грунтов характеризуется сингулярной кусочно-гладкой поверхностью нагружения, параметрами упрочнения которой служат объемные пластические деформации и интенсивность пластических сдвиговых деформаций. Параметры математической модели определяются по результатам трехосных испытаний грунтов. Алгоритм решения задачи нелинейного деформирования грунтов основан на использовании итерационной процедуры методом «фиктивных» сил. Разработанные методики и алгоритм реализованы в вычислительной программе «GEO-MIGG», разработанной в МИГТ. Она предназначена для решения плоских и пространственных задач, связанных с совместным анализом НДС грунтовых и скальных массивов, взаимодействующих с подземными и надземными сооружениями.

*Вычислительная программа GEO-MIGG позволяет:*

- моделировать последовательность и поэтапность строительства;
- учитывать изменение механических свойств грунтов и несущих конструкций в процессе строительства и эксплуатации сооружения;
- производить расчеты консолидации водонасыщенных грунтов;
- определять влияние гидродинамических сил (от напоров грунтовых вод) на НДС основания;
- оценить НДС и области предельного состояния в грунтовом массиве;
- оценить конвергенцию подземных выработок;
- дать прогноз НДС системы «сооружение – основание».

В программе используются одномерные (стержневые), двумерные (плос-

кие), трехмерные (объемные) и контактные элементы. При этом предельное количество узлов и конечных элементов ограничиваются только техническими возможностями используемой вычислительной техники.

*Математическая модель* процесса проходки тоннеля с использованием щита с пригрузом в условиях городской застройки состоит из следующих частей:

- геологическая, геофильтрационная и геомеханическая модели основания;
- модель зданий и сооружений городской застройки.

*Геологическая модель* основания разрабатывается для площадки строительства на основе инженерно-геологических изысканий. Модель описывает пространственное расположение всех геологических элементов и дает сведения об их прочностных и деформационных характеристиках. Достоверное определение границ геологических элементов существенно увеличивает точность прогноза НДС основания. Геологическая модель является базой для разработки геофильтрационной и геомеханической моделей участка строительства.

*Геофильтрационная модель* основания разрабатывается с целью прогноза геофильтрационного режима и его изменения в процессе строительства и эксплуатации сооружений. Изменение геофильтрационного режима в некоторых случаях существенно влияет на прочностные и деформационные характеристики пород массива, а возникающие при этом напоры создают дополнительные гидродинамические силы, не учитываемые в действующих нормативных документах. Результаты

расчетов геофильтрационной модели используются в виде поля напоров при определении значений дополнительных гидродинамических сил в геомеханической модели.

Геомеханическая модель участка строительства разрабатывается с целью прогноза НДС системы «сооружение – основание».

В состав геомеханической модели входят:

- конечно-элементная модель основания и сооружения;
- математическая модель механического поведения грунта, скальных трещиноватых пород и материала несущих конструкций сооружения.

Модель городской застройки состоит из конечно-элементной модели зданий и сооружений, перечня внешних воздействий и свойств материалов несущих конструкций.

Процесс разработки математической модели проходки тоннеля с использованием горнопроходческого комплекса фирмы «Херренкнехт» с пригрузом забоя был опробован на тестовом примере. На выбранном участке однородного основания длиной 80 м, шириной 90 м и высотой 37 м осуществляется проходка тоннеля с уклоном на глубине 27,3–27,85 м. Ввиду симметричности, в качестве расчетной области была выбрана половина рассматриваемого участка. Конечно-элементная модель расчетной области состояла из 276545 объемных элементов-тетраэдров с 69375 узлами. При этом общее число неизвестных разрешающей системы уравнений составило 189217. Общий вид конечно-элементной модели приведен на рис. 1. Граничные условия задаются в перемещениях. На вертикальных границах закрепляются горизонтальные перемещения по направлению нормали к данной поверхности. На плоскости нижней границы расчетной области все узлы закрепляются полностью. На дневной поверхности массива граничные условия в перемещениях не задаются. В природном состоянии грунтовый массив находится под действием нагрузки от собственного веса.

Рассматриваемый участок однородного грунтового основания состоит из плотной глины твердой консистенции со следующими характеристиками:

- плотность грунта  $\gamma = 1,85 \text{ т/м}^3$ ,
- сцепление  $C_{\text{осм}} = 5,26 \text{ т/м}^2$ ,
- угол внутреннего трения  $\varphi_{\text{осм}} = 27,2^\circ$ .

В расчетах поэтапно моделируется весь процесс проходки тоннеля. При этом результаты предыдущего этапа являются начальными условиями для последующего.

На первом этапе моделируется природное НДС грунтового основания до начала строительства тоннеля. Для этого решается компрессионная задача под действием собственного веса грунтов и некоторой поверхностной равномерно-

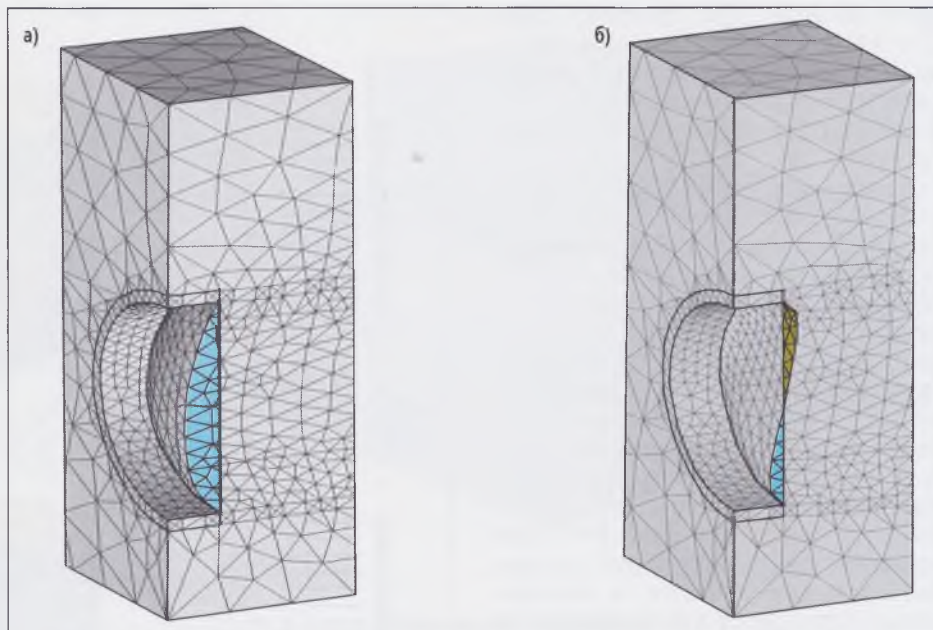


Рис. 2. Деформированное состояние грунтового массива и обделки тоннеля

распределенной нагрузки, которая на последующих этапах убирается. Данный прием используется для создания переуплотненного состояния грунтов. Причем, варьируя величиной поверхностной нагрузки можно добиться различной степени природной переуплотненности. Отметим, что деформации грунтового массива, возникающие в результате проходки тоннеля, в значительной мере зависят от степени переуплотненности грунтов. В случае, когда грунт не находится в переуплотненном состоянии, пригружающая поверхностная нагрузка не задается.

На последующих этапах моделируется процесс проходки тоннеля. Для этого объемные конечные элементы, соответствующие разработанной части грунта основания, последовательно по мере разработки удаляются из рассмотрения. А для элементов, моделирующих обделку тоннеля, задаются новые характеристики, соответствующие бетону. При этом для этих элементов задается начальное деформированное состояние, соответствующее результатам предыдущего этапа. На забойную поверхность прикладывается горизонтальная поверхностная нагрузка, которая моделирует пригрузку бентонитового раствора на забой (рис. 1). Решением данной задачи взаимодействия грунтового массива с бетонной обделкой при разработке части грунта и действия пригрузки на забойную поверхность получаем НДС всей системы «грунтовое основание – сооружение», соответствующие разработке 1-й заходки.

Далее, на последующих этапах, повторяя данную процедуру для следующих заходок, моделируется весь процесс проходки тоннеля на рассматриваемом участке. Здесь следует отметить, что глубина заходки значительно влияет на результаты расчетов. Увеличение глубины

заходки, хотя и приводит к уменьшению количества рассматриваемых расчетных этапов и, следовательно, счетного времени, но, к сожалению, значительно ухудшает достоверность результатов. Поэтому вопрос выбора глубины заходки в каждом случае должен решаться индивидуально, с учетом свойств грунтов и диаметра тоннеля. В рассматриваемом тестовом примере глубина заходки равняется 1,5 м.

Для определения влияния природного НДС грунтового массива на осадки земной поверхности были проведены четыре серии расчетных исследований с различными условиями формирования природного НДС.

В первой серии расчетов природное НДС грунтового массива формировалось только под действием собственного веса грунтов без дополнительной поверхностной нагрузки, т.е.  $Q_0 = 0,0 \text{ МПа}$  и коэффициент переуплотнения  $K_n = 1$ .

Во второй серии расчетов природное НДС грунтового массива формировалось под действием собственного веса грунтов и дополнительной поверхностной нагрузки  $Q_0 = 0,01 \text{ МПа}$  и коэффициент переуплотнения  $K_n = 1,03$ .

В третьей серии расчетов принималось:  $Q_0 = 0,05 \text{ МПа}$  и коэффициент переуплотнения  $K_n = 1,15$ .

В четвертой серии расчетов  $Q_0 = 0,1 \text{ МПа}$  и коэффициент переуплотнения  $K_n = 1,34$ . Во всех расчетах пригрузка на забой варьировалась:  $G = 0,1; 0,15; 0,2 \text{ и } 0,3 \text{ МПа}$ .

Рассмотрим результаты проведенных расчетных исследований. На рис. 2а и 2б приведены деформированные состояния грунтового массива и обделки тоннеля при разработке 1-й заходки при  $G = 0,1 \text{ МПа}$  и  $G = 0,3 \text{ МПа}$

Рассмотрим подробно случай, когда грунтовый массив не переуплотнен

( $Q_0 = 0.0$  МПа). При пригрузке забоя  $G = 0.1$  МПа массив грунта полностью, на всей забойной поверхности, выдавливается в сторону тоннеля (ротаторного комбайна) т. е. забой теряет устойчивость (рис. 2а).

В следующем случае, когда пригрузка забоя составляет  $G = 0.15$  МПа, перемещение грунтового массива значительно меньше, не превышает 22 мм. Причем перемещения в нижней части тоннеля больше чем в верхней части. Это связано с тем, что на забойную поверхность действует равномерно-распределенное давление бентонитового раствора, а в противоположном направлении пассивное давление грунтового массива, возрастающее с глубиной. В пределах тоннеля диаметром  $D = 14,2$  м, давление грунта по глубине массива значительно отличается, а, следовательно, отличаются и результирующие нагрузки. В зависимости от направления результирующей нагрузки происходит или выдавливание грунтового массива или вдавливание.

При  $G = 0.3$  МПа наблюдаются оба эти процесса. В верхней части тоннеля перемещение грунта направлено в сторону массива, а в нижней части – в противоположную (рис. 2б). Величина этих перемещений в данном варианте незначительна, не превышает 2 мм. В целом, в этом случае забой находится в устойчивом состоянии.

На рис. 3а, б приведены изолинии и изополя вертикальных перемещений грунтового массива при проходке тоннеля до середины расчетной области при  $G = 0.1$  МПа и  $G = 0.3$  МПа. На рис. 4 приведены графики зависимости максимальной осадки земной поверхности от величины пригруза комбайна на забойную поверхность при  $Q_0 = 0.0$  МПа,  $Q_0 = 0.01$  МПа,  $Q_0 = 0.05$  МПа и  $Q_0 = 0.1$  МПа (кривые 1, 2, 3 и 4 соответственно).

Представленные на рис. 4 графики наглядно иллюстрируют зависимость деформаций грунтового массива от условий формирования природного НДС и величины пригруза на забой. Таким образом, чем больше грунт переуплотнен, тем меньше его деформации при проходке тоннеля ротаторным комбайном с пригрузом.

Кроме того, увеличением пригруза на забой можно уменьшить величину деформаций грунтового массива. Таким образом, наличие графиков зависимости осадки земной поверхности от давления бентонитового раствора на забой позволяет определить его оптимальную величину, обеспечивающую безопасную проходку тоннеля глубокого заложения.

Разработанная методика была апробирована при моделировании проходки тоннеля глубокого заложения 3-го транспортного кольца под Лефортовским парком в Москве. Согласно про-

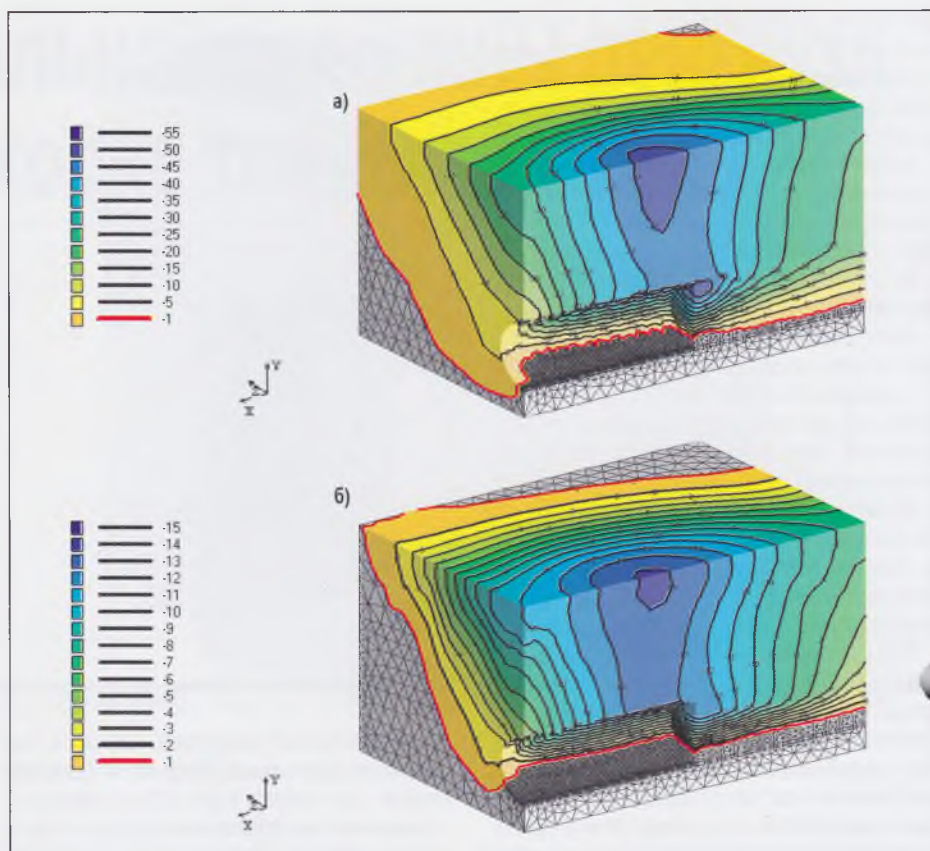


Рис. 3. Изолинии и изополя вертикальных перемещений

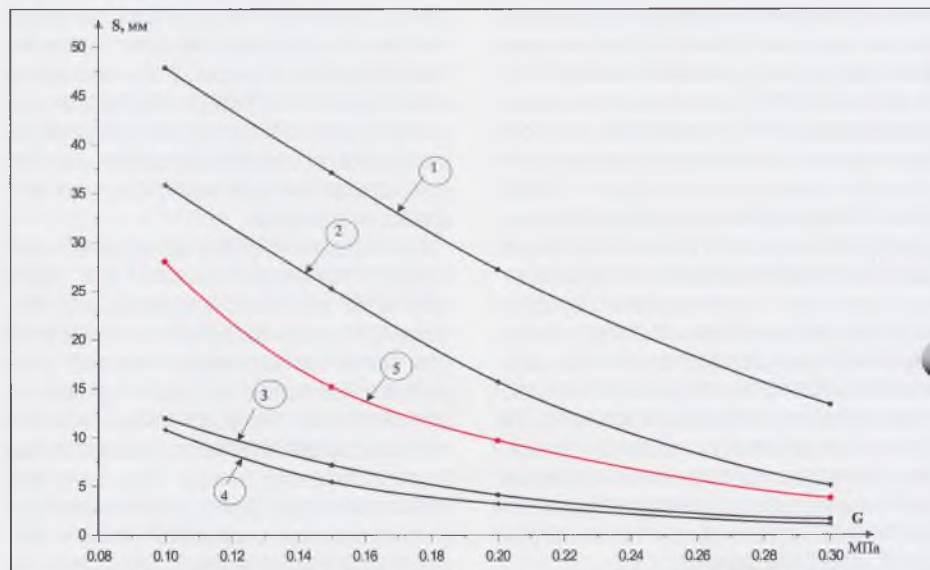


Рис. 4. Графики зависимости максимальных осадок земной поверхности от давления бентонитового раствора

екту тоннель проходит под 12-этажным домом на глубине 34.2 м.

Для разработки математической модели проходки была выбрана расчетная область (между ПК19+80 и ПК21+20) размерами в плане 130 × 90 (рис. 5). Нижняя граница расчетной области ограничивается на отметке -90 м, а верхняя граница проходит, в зависимости от рельефа местности, на отметках 134.9-137.2 м. В модели воспроизводилось инженерно-геологическое строение основания.

В геологическом отношении геомеханическая модель (рис. 6) состоит из

следующих инженерно-геологических элементов: техноген (1); суглинок (2); песок (3); глина (4); известняк (5).

Кроме того, на рассматриваемом участке трассы находится 12-этажное жилое здание (6). Прогноз возможной дополнительной осадки данного здания и определение оптимальной величины давления бентонитового раствора, обеспечивающей минимально допустимую осадку, являлись основными задачами настоящей работы.

Конечно-элементная модель расчетной области состояла из 276545 объемных элементов-тетраэдров с 69375 узла-

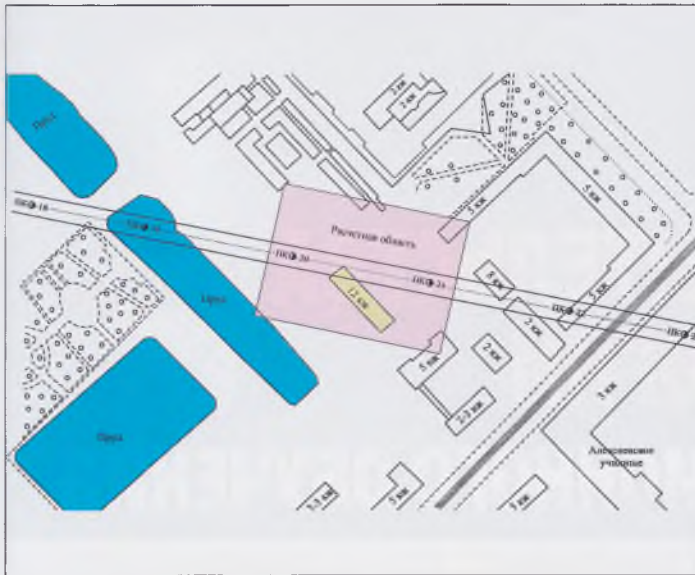


Рис. 5. Схема расположения расчетной области

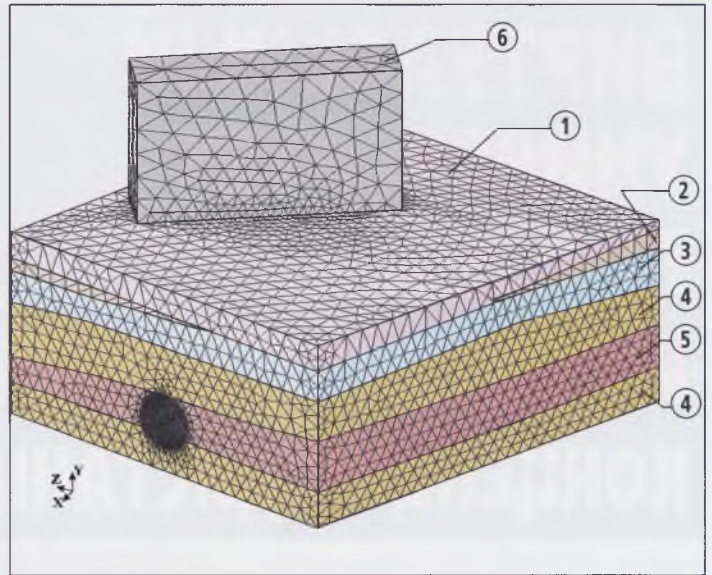


Рис. 6. Конечно-элементная модель расчетной области

и. При этом общее число неизвестных разрешающей системы уравнений составило 189217.

Расчеты проводились при различных величинах давления:  $G = 0.1; 0.15; 0.2$  и  $0.3$  МПа. В результате проведенных расчетов было выявлено, что при проходке тоннеля под 12-этажным зданием фундамент дополнительно оседает. Причем осадка фундамента неравномерная, угол здания, под которым проходит трасса тоннеля, оседает больше, тогда как противоположный угол не испытывает значительной дополнительной деформации (рис. 7). Кроме того, величина осадки непосредственно зависит от величины пригрузки на забой (рис. 4, линия 5). Как видно из представленного графика, при пригрузке на забой  $G = 0.3$  МПа максимальная дополнительная осадка здания не превышает 4 мм. Деформированное состояние всей системы «грунтовое основание – здание» приведено на рис. 8.

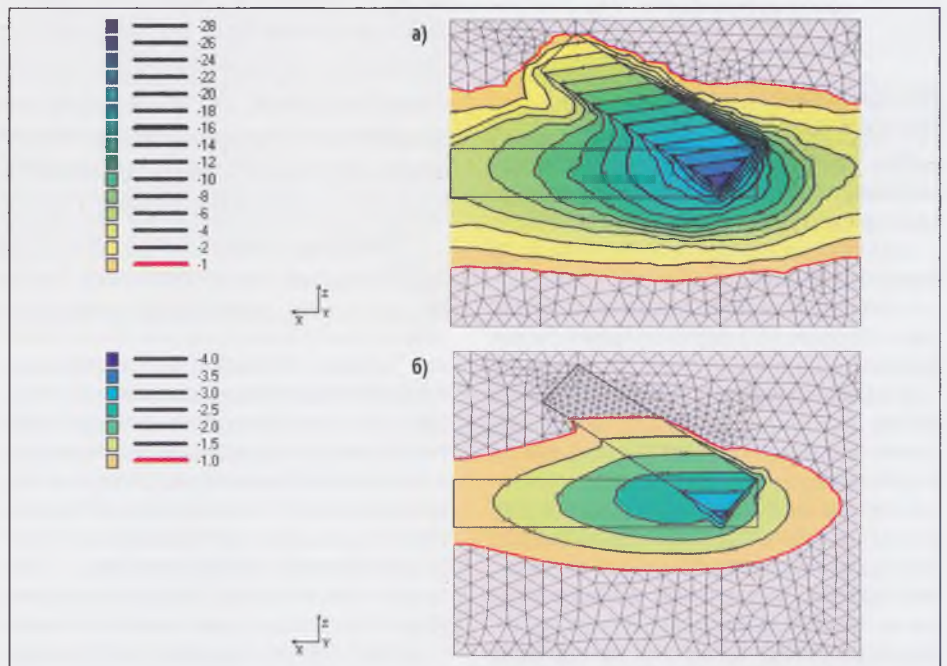


Рис. 7. Изолинии и изополя осадок земной поверхности

### Выводы

Расчетная величина пригрузки на забой при «безосадочной» проходке тоннелей глубокого заложения в условиях плотной городской застройки зависит от следующих факторов:

- естественного напряженного состояния грунтового основания;
- упруго-пластических свойств грунтов основания;
- относительного расположения зданий и сооружений городской застройки и трассы тоннеля;
- учета пространственного характера напряженно-деформированного состояния системы «роторный комбайн – грунтовое основание – здания и сооружения городской застройки».

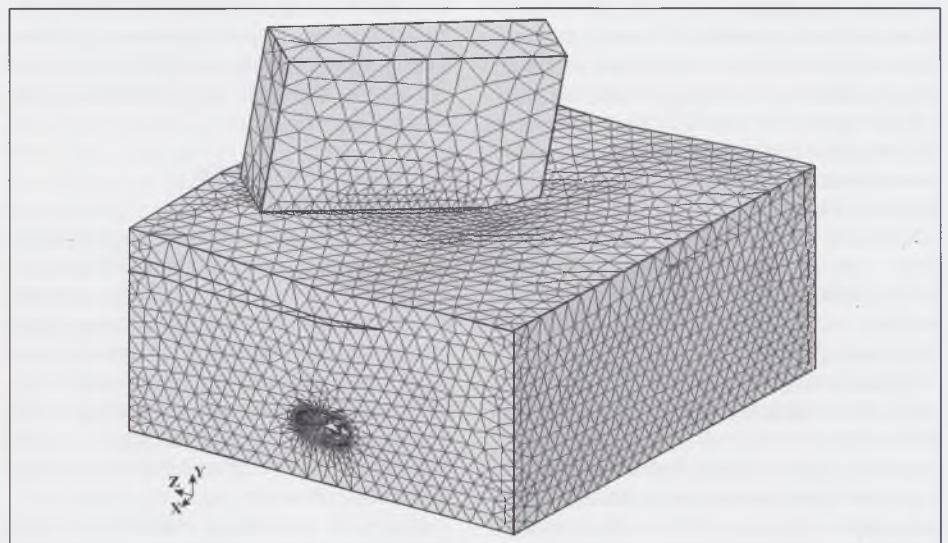


Рис. 8. Деформированное состояние системы «грунтовое основание – здание»

# ВИРТУАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОНЦЕПЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ



**В. Р. Ефремов,**  
зам. начальника Управления  
по строительству Красноярского  
метрополитена, к. т. н.

## Информационные технологии при подготовке инженерных кадров

При рассмотрении понятия «информационные технологии» можно выделить следующие основные составляющие:

- программно-аппаратные средства, в т. ч. компьютерные сети;
- информационная среда, в т. ч. открытые и платные Web-порталы, базы и банки данных;
- администраторы информационной среды;
- пользователи (индивидуальные и коллективные).

Ситуация сложилась таким образом, что первая составляющая в своем развитии ушла далеко вперед. При этом образовался существенный разрыв между возможностями и практическим использованием информационных технологий, как средств обучения – не сформирована специализированная информационная среда и виртуальные обучающие порталы. Конечный пользователь (в нашем случае – специалист, нуждающийся в обучении и совершенствовании) не всегда оказывается подготовленным психологически и технически. Учащиеся (назовем так условно, как молодых людей, начинающих специализироваться после школьной скамьи, так и всех остальных специалистов, повышающих свою квалификацию) психологически в большинстве своем настроены на привычные педагогические и дидактические методы и процессы.

Появление и развитие Internet позволяет PC-пользователю стать членом глобальной информационной среды или виртуального информационного общества, и решать при помощи этого задачи по повышению уровня своего образования и специализации.

Эпоха Internet уже порождает совершенно новый вид учебных материалов, условно

*Современный этап развития подземного строительства и горных технологий требует новых подходов к подготовке специалистов. Ускоренное развитие применяемой техники, виртуализация и информатизация технологических процессов приводят к необходимости перманентного обучения и переобучения специалистов. Вместе с тем, специфика производства (частая смена местонахождения объектов строительства, сменность работы и т. п.) такова, что не каждый специалист имеет возможность очного обучения и совершенствования. Где же выход?*

*Выход, на наш взгляд, уже подсказан самой жизнью – при помощи информационных сетевых технологий внедрение и развитие виртуально-тренинговой системы обучения.*

их можно назвать Internet-курсами и Internet-учебниками. Здесь следует отметить, что наличие самых совершенных учебников еще не гарантирует самовыпуск и самосовершенствование специалистов, которые имеют к ним доступ. Обычный учебник или даже информационно более содержательный Internet-учебник – это просто искусственное информационное устройство. Учебник, как таковой, не задает с полной определенностью необходимую для усвоения данной деятельности познавательную учебную процедуру и тем более не следит за характером ее исполнения. Учащийся в самостоятельной работе с учебником будет предоставлен самому себе и вынужден сам выработать стиль и метод работы с ним.

## Виртуально-тренинговая система обучения

Таким образом, для более продуктивного использования Internet-учебника необходимы обучающие Internet-порталы, формирующие специализированные курсы, контролирующие и тестирующие знания учащегося, при помощи как виртуальных, так и «человеческих» высококвалифицированных преподавателей – это и должно стать системой виртуально-тренингового обучения.

Мы знаем, что широко известная с древнейших времен дидактическая система «Репетитор» (т. е. работа преподавателя с индивидуальным учащимся) является не-

превзойденной по эффективности.

Для обеспечения высокого уровня дистанционного Internet-обучения в помощь «человеческим» преподавателям должны быть созданы виртуальные роботы-«репетиторы», которые выполняли бы в какой-то степени роль преподавателя низшего звена, т. е. осуществляли частично операции обучения, автоматическое тестирование, проверку и коррекцию заданий учащихся, отвечали бы на наиболее распространенные вопросы (консультировали) – одним словом, «натаскивали» бы учащегося. Технически создание такого робота, который бы одновременно и индивидуально работал с большой аудиторией учащихся дистанционно, вполне осуществимо.

Таким образом, «человеческим» преподавателям отводилась бы творческая роль – создателей новых технических и дидактических идей, разработчиков программ учебных процессов, роль организаторов образования. Изложение научных дисциплин на лекциях в виде Web-конференции необходимо было бы по мере накопления вопросов или заявок учащихся.

Общая характеристика предлагаемой дидактической системы: адаптивное программное управление процессом обучения.

Это значит, что в составе специализированного Internet-портала необходимо разработать на основе современных информационных технологий виртуальную ди-

дактическую систему и соединить ее с Internet-учебниками (курсами). В идеале использование Internet-учебников должно сопровождаться общением между преподавателем и учащимися общепринятым или виртуальным способом в реальном времени. В этом плане Internet предоставляет богатейшие возможности – от ставшей уже традиционной электронной почты, до видеоконференций и Web-chat'ов.

Создание Internet-учебника, Internet-курсов и Web-портала (как обучающей системы) требует больших затрат и усилий, но и позволяет добиться следующего:

- Web-портал мог бы стать площадкой виртуальных конференций преподавателей и специалистов отрасли с целью как обмена опытом и совершенствования системы обучения, так и внесения предложений по совершенствованию технического уровня отрасли;

- прямого виртуального общения авторов портала, учебника, специалистов преподавателей с учащимися и наоборот; т. е. оперативной обратной связи обучающихся с обучающими и, как следствие, ускорения усвоения необходимого материала и в целом познавательного процесса;

- оперативно совершенствовать и обновлять портал, учебник, курс, дидактическую систему в целом и добавлять в них новый и дополнительный материал, уже имеющийся в сети Internet;

- предоставит возможность использовать портал как справочную систему в повседневной работе специалистов;

- в целом будет способствовать расширению доступности специального образования.

Стандартные средства разработки и конвертации документов в форматы, принятые в среде Internet, позволяют при помощи такого портала достаточно легко готовить учебные материалы, не изучая дополнительно сложных языков программирования и не прибегая к помощи сторонних разработчиков.

### Web-портал «Виртуальный университет подземного строительства и горных технологий»

Слово «портал» является модным, поэтому его часто употребляют всуе и применяют практически к любым сайтам. Web-портал\* в строгом смысле слова – это сайт с очень большим количеством посетителей. Понятию Web-портала в нашем случае должно соответствовать понятие «Виртуальный университет подземного строительства и горных технологий». Web-портал должен содержать все элементы университета в виртуальном виде: как-то, администрация (ректорат), факультеты, кафедры и т. д.

Поэтому формирование портала может происходить во времени в процессе создания отдельных Web-сервисов\* – виртуальных аналогов элементов университета.

В готовом виде портал должен сочетать

Web-сервисы и ссылки на другие ресурсы таким образом, чтобы соответствовать потребностям большого числа обучающихся.

Помимо основной цели построения портала, обучающей, должна ставиться цель в создании «самополняющейся» аудитории, после чего его посещаемость позволит использовать его для общих рекламно-коммерческих целей.

Важное свойство Web-портала и Web-сервиса в его широком понимании состоит в том, что они не зависят от провайдера, компьютера или браузера – обучающийся может работать со своими данными в любой точке мира, где у него есть доступ в Internet.

### Internet-учебник (Internet-курс)

Internet-учебник – это элемент системы, элемент отдельного Web-сервиса, и в этом смысле основными его свойствами должны быть доступность и простота использования.

Вряд ли целесообразно просто перенести бумажный вариант какого-либо учебного пособия или курса в электронный вид и конвертировать затем в гипертекст\*. Конечно, в результате мы получим некоторые преимущества в виде гиперссылок\* и ускорения поиска, но такой учебник будет неудобен для обучающегося (читать с монитора не так удобно, как с бумаги). При создании Internet-учебников следует учитывать следующие факторы.

Internet-учебник должен иметь иную организацию материала. Оглавление такого учебника целесообразно, по-видимому, представить в виде Web-страницы, на которой должны располагаться баннеры\* частей и глав (баннер – скорее рекламный термин, но для Web-технологий он более понятен, чем какой-либо другой). Сами главы должны быть более короткими, чем главы классических бумажных учебников – их проще читать с экрана, да и передаются они по сети быстрее. Материал, излагаемый в отдельной главе, должен располагаться на отдельном сайте и иметь больше чисто визуальной информации (в виде чертежей, фотографий, анимации, видеofilмов и т. п.), чем текстовой – по принципу: «лучше один раз увидеть, чем десять раз прочитать». Это поможет представлять изучаемые объекты и явления в динамике, когда их свойства становятся особенно наглядными и понятными. В содержании глав должны, безусловно, входить гиперссылки, позволяющие быстро переходить к конкретным примерам или увязывающие излагаемый материал с материалами других глав и источников вплоть до полного содержания источника, использованного при составлении указанного Internet-учебника.

Снабженный единым интерфейсом, Internet-учебник может стать постоянно развивающейся обучающей и справочной средой. Он предоставит и возможность тиражирования практически без

носителя – если имеется версия учебного материала на специализированном Web-портале, пользователь получает к нему доступ привычным для себя способом, при необходимости «скачает» необходимый материал.

Программно-компьютерные технологии позволяют легко разделить учебный материал по «принципу матрешки» на несколько контекстов: обязательные для изучения, дополнительные, вспомогательные, определения и т. п. и выделить их при помощи гиперссылок.

### Интерфейс пользователя для обучающего Web-портала

Особое внимание следует уделить интерфейсу пользователя. Наилучший вариант, по-видимому, это браузер\*, представляющий собой интегрированную в Internet модель программного обеспечения АРМ (автоматизированного рабочего места) подготавливаемого специалиста. В настоящее время имеются уже стандартные программы для АРМов для многих специальностей, таким образом, принципиально конвертировать их в специальные браузеры не составит теоретического труда (например, АРМ проектировщика включает в себя программу AutoCad и соответствующий интерфейс).

По мере виртуализации учебных материалов и перехода от бумажных учебников к Internet-учебникам будет расти оперативность подготовки материала. Это позволит уменьшить время подготовки учебных пособий, тем самым, увеличив число доступных учебных курсов. Уже сейчас многие учебные заведения предлагают дистанционные формы обучения по одному или нескольким курсам.

Другой особенностью современных информационных технологий является возможность использования уникальных виртуальных ресурсов, расположенных порой на другом конце земного шара.

Как о перспективе недалекого будущего можно говорить о «виртуальных он-лайн лабораториях», «виртуальных он-лайн лекциях» и т. п.

Все вышесказанное является лишь принципиальным наброском системы. Дальнейшая детальная разработка требует постановки целей и задач формирования системы.

### Особенности построения специализированного обучающего Web-портала. Цели и задачи

Условное название, предлагаемое для Web-портала, – «Виртуальный университет подземного строительства и горных технологий».

Цель создания Web-портала: предоставление возможности реализовать дистанционное обучение и повышение квалификации через Internet.

Обозначенная цель позволяет сформулировать ряд задач, решение которых по-

зволит создать обучающий Web-портал. К таковым относятся следующие задачи.

Административные задачи – создание управленческой структуры, подбор необходимых профессиональных кадров, определение состава и этапов построения системы (портала), определение источников финансирования.

Пносеологические задачи – в виду наличия в горной науке и науке о подземном строительстве различных теоретических школ и подходов в обучении, при создании единого обучающего Web-портала необходимо, по крайней мере, чтобы составные части обучающей системы не противоречили друг другу.

Дидактические задачи – это, собственно говоря, задачи создания учебного инструментария и методологии обучения на всех этапах создания портала и для каждой специальности.

Методические задачи – виртуализация научных дисциплин, виртуализация факультетов и кафедр, создание учебных планов и курсов.

Информационно-технические задачи – разработка аппаратно-программной архитектуры Web-портала, сбор и компоновка банка данных и т. п.

Рассматривая поставленные задачи, отметим следующее. Государственная политика в сфере высшего образования, направлена, на наш взгляд, на сокращение государственного финансирования отраслевых вузов. В этом смысле создание «Виртуального университета подземного строительства и горных технологий» находится в русле такой политики – появляется возможность объединения, по крайней мере, нескольких вузов в один, с сокращением затрат на содержание. С другой стороны – это и выход для отраслевых вузов, где ощущается хроническое недофинансирование: вместе с сокращением затрат на содержание появляется возможность повысить оплату профессорско-преподавательскому составу.

Таким образом, можно ставить вопрос перед Министерством образования о необходимости разработки и государственного финансирования Целевой программы создания «Виртуального университета подземного строительства и горных технологий», т. е. необходим госзаказ.

В связи с начавшимся подъемом отечественной экономики, хотя и медленно, но растут объемы подземного строительства – научно-технические, проектные и строительные организации все больше нуждаются в кадрах, в их пополнении и повышении их квалификации. Вместе с этим, эти организации и сами в настоящее время имеют собственные передовые разработки по новым технологиям, конструкциям и материалам, применяемым в подземном строительстве – эти разработки уже сейчас во многих случаях используются и хранятся в цифровом (виртуальном) виде. Это позволяет привлечь их к созданию Web-

портала «Виртуального университета подземного строительства и горных технологий» в порядке шефской помощи, может быть в порядке «метода народной стройки».

Административные задачи, на наш взгляд, необходимо возложить на Тоннельную ассоциацию России, как организацию, уже сегодня консолидирующую знания и передовой опыт в отрасли.

### Достоинства и недостатки системы виртуального обучения

Разработанная в сети Internet система и технология поиска, хранения и обработки информации позволяет PC-пользователю уже сегодня овладеть одним из необходимых навыков для обучения. Как говорил В. Брюсов, знание состоит не столько в запасе сведений, сколько в умении найти нужные сведения в источниках. Быстрое распространение Internet-технологий и всеобщая компьютеризация формирует в PC-пользователе умение находить, отбирать, организовывать и целесообразно использовать информацию, необходимую для решения возникающих в его учебной и производственной деятельности задач. В этом смысле уже сейчас имеются потенциальные хорошие подготовленные для обучения в системе «Виртуального университета» абитуриенты.

Важным достоинством системы является, как уже отмечалось выше, ее доступность и стабильность.

Доступность системы может быть ограничена только отсутствием у потенциального пользователя персонального компьютера или возможности подключения к Internet.

В целом такая система была бы более

стабильной по сравнению с обычной системой высшей школы, так как использование Internet-учебников (курсов) и виртуальных роботов-репетиторов делает систему более детерминированной по качеству функционирования, так как наиболее гибкий и в то же время наименее стабильный элемент системы человек-педагог в данном случае: во-первых, частично выведен из процесса обучения, во-вторых, в данной системе может быть легко продублирован своим коллегой.

Другим важным достоинством будет возможность сосредоточения в системе лучших преподавательских кадров и возможность у обучающихся выбора преподавателей.

Практически неограниченны у такой системы возможности по ее обновлению и расширению.

Вкратце затронем и те недостатки виртуального обучения, которые необходимо учитывать и в дальнейшем разрабатывать методики по их преодолению:

- формируется почти абстрактный специалист, почти орудие, не формируется личность специалиста, т. к. практически отсутствует педагогическое воздействие преподавателя;
- не формируется в учащемся умение выступать публично;
- слабо формируется в учащемся умение полемизировать.

Тем не менее, как нам представляется, достоинства системы превосходят ее предполагаемые недостатки. И виртуально-тренинговая система обучения, воплощенная в Web-портале «Виртуального университета подземного строительства и горных технологий» необходима и заслуживает скорейшей разработки и внедрения.



### Примечания:

**Баннер** (от англ. banner – флаг, транспарант, растяжка) – это статическая картинка или несложная мультипликация (анимированная картинка), размещаемая на Web-страницах в рекламных целях. Обычно эта картинка является ссылкой, по которой можно перейти на рекламируемый сайт или на страницу, содержащую более развернутую информацию о рекламируемом товаре.

**Браузер** (англ. browse – листать, просматривать) – программа-клиент, предоставляющая пользователю возможности навигации и просмотра Web-ресурсов, скачивания файлов и т. п.

**Гиперссылка** – строка в HTML-документе, указывающая на другой файл, который может быть расположен в Internet, и содержащая полный путь (URL) к этому файлу. Гиперссылка для пользователя – графическое изображение или текст на сайте, устанавливающие связь и позволяющие переходить к другим объектам Internet.

**Гипертекст** – принцип организации информационных массивов, при котором отдельные информационные элементы связаны между собой ассоциативными отношениями, обеспечивающими быстрый поиск необходимой информации и/или просмотр взаимосвязанных данных.

**Web-портал** (от англ. portal). Слово «портал» пришло в Internet из архитектуры в значении «главный вход». Имеется в виду сайт, с которого человек регулярно начинает свою работу в Internet, который он делает стартовой страницей своего браузера.

**Web-сервис** (от англ. web-service, синоним - онлайн-сервис). Под Web-сервисами понимают услуги, которые предоставляются в Internet с помощью специальных программ.

# ВХОДНОЙ БИЛЕТ... НА СТРОЙПЛОЩАДКУ



**Т. А. Шишова,**

зав. кафедрой «Мосты и тоннели»  
Сибирской государственной  
автомобильно-дорожной академии

**В** настоящее время, как ни в какое другое, важна связь высшей школы, а именно, выпускающих кафедр технических специальностей с производством.

«Мосты и транспортные тоннели» – специализация уникальная по объёму знаний, получаемых студентами в таких областях, как проектирование, строительство, строительная техника и промышленное оборудование для изготовления конструкций. Однако отставание высшей школы от современного производства в значительной мере перечеркивает усилия профессорско-преподавательского состава в деле подготовки грамотных специалистов. Отставание становится в последнее время более заметным ещё и потому, что передовые предприятия строительной отрасли выходят на современный мировой уровень, активно овладевают прогрессивными методами мировой строительной практики.

Как высшей школе соответствовать этому уровню? Как подготовить специалистов для таких предприятий? Ответ ясен. В вузах должны быть созданы соответствующие условия, а именно: преподавательский состав обязан владеть всем передовым в области мосто- и тоннелестроения, владеть нормативной базой, иметь доступ к литературе, специальным новейшим разработкам. Одним из возможных способов решения этой серьёзной проблемы следует считать налаживание прочного взаимодействия вуза с современным производством.

Такое сотрудничество можно проследить на примере тесной связи кафедры «Мосты» Сибирской автомобильно-дорожной академии и научно-производственного объединения «Мостовик». Предприятие имеет богатейший опыт индивидуального проектирования и строительства мостов, подземных сооруже-

ний, занимается изготовлением строительных конструкций любой степени сложности.

Для преподавателей кафедры и будущих инженеров-строителей очень важно, что налаженные связи позволяют им знакомиться и участвовать в проектах «Мостовика», многие из которых высокотехнологичны, зачастую нестандартны и нетипичны для российских условий. Это пуск завода металлоконструкций, не имеющего аналогов в России по оснащённости производством новейшим оборудованием ведущих европейских фирм. Это участие в реализации проекта первого в России «лёгкого» метро – Бутовской линии Московского метрополитена. В тоннелестроении – это строительство тоннельных переходов газопровода «Россия-Турция», где впервые в практике российского нефтегазового строительства специалистами НПО использован монтаж рабочей трубы методом проталкивания. Активно используются современные бестраншейные технологии в таком направлении деятельности предприятия, как строительство коллекторов и коммуникационных тоннелей. Сегодня в целом ряде сибирских городов, в числе которых Иркутск и Нижневартовск, пущены в эксплуатацию экологически безопасные и гарантированно надёжные ливневые и канализационные коллекторы, построенные с использованием высокопроизводительных микротоннелепроходческих комплексов, находящихся в собственности НПО «Мостовик».

На строительстве Омского метрополитена, где «Мостовик» является генеральным подрядчиком, проектировщики предприятия разработали и предложили к реализации много интересных и эффективных инженерных решений. В частности, в процессе сооружения первого перегонного тоннеля с учётом дополнительных инженерно-геологических изысканий было принято обоснованное решение о замене чугунных тубингов обделки на более эффективные в экономическом отношении железобетонные.

Объективная оценка положительных свойств внедряемых конструкций, накопленный опыт, а также результаты научных исследований и созданная в объединении мощная производственно-техническая база позволяют не останавливаться на достигнутом. На строительстве нового пускового участка метрополитена в Омске и ливневого коллектора в Сургуте будут использованы более совершенные высокоточные обделки последнего поколения – сталефибробетонные тубинги. Их производство освоено на заводе железобетонных изделий НПО «Мостовик».

Во всех направлениях деятельности «Мостовик» использует новейшие, в том числе собственные технологии и разработки, пока не формализованные в инструкциях и рекомендациях. Однако преподаватели и студенты кафедры «Мосты», уже сегодня приобщаются к этому современному и уникальному опыту.

Студенты 3-го курса, в соответствии с планом практики, изучают процесс производства конструкций и, в частности, высокоточных обделок, труб для тоннелей метрополитена и микротоннелей. Проходя практику на заводе металлоконструкций объединения, они знакомятся с работой самого современного европейского оборудования, с уникальной бескондукторной технологией изготовления металлоконструкций, принимая непосредственное участие в технологическом процессе.

По плану практики 4-го курса студенты осваивают технологию строительства мостов и тоннелей. На объектах «Мостовика» они действительно учатся, видят и узнают то, чего нет пока ни в одном учебнике. В частности, в 2003 году больше половины студентов этого курса получили замечательную возможность принять участие в возведении эстакады первого «лёгкого» метро в Москве, получив знания и навыки, недоступные для многих строителей даже с опытом и стажем работы.

Преддипломная практика пятикурсников позволяет будущим специалистам собрать богатейший материал для дипломного проекта. Их дипломные проекты, выполненные на реальном и, что немаловажно, современном материале, выгодно отличаются от проекта, основанного на учебном материале.

Сотрудничество с передовым производством помогает кафедре решать другие задачи. Это и повышение квалификации преподавателей кафедры, и привлечение квалифицированных специалистов «Мостовика» для чтения лекций, ведения курсового и дипломного проектирования. Кафедра получает нормативные и справочные материалы, ГОСТы по современным технологиям и материалам, применяемой технике. Серьёзное взаимодействие кафедры и новейшего производства открывает перспективы для развития научной деятельности, т. к. нельзя, преподавая в вузе, не заниматься наукой. Всё передовое должно внедряться в учебный процесс, становиться его неотъемлемой, органичной частью. Это главная задача науки высшей школы. В её решении огромное значение имеет взаимодействие с динамично работающим предприятием, специалисты которого способны аккумулировать и применять современные знания в своей практической деятельности.

И всё же следует отметить, что все перечисленные выше и бесспорно положительные моменты не являются достаточными для полноценного развития выпускающих кафедр высшей школы. Нужны радикальные меры, в числе которых увеличение финансирования и повышение заработной платы преподавателей. Без этого не удастся привлечь на кафедру лучших выпускников. Они востребованы на передовых предприятиях, где труд оплачивается по достоинству.





## Поздравляем с юбилеем Владимира Тихоновича Алтунина!

**В** начале 2004 г. исполнилось 60 лет Владимиру Тихоновичу Алтунину — главному инженеру Бюро Комплексного проектирования ОАО «Трансинжстрой», одному из ведущих специалистов в области проектирования и строительства метрополитенов и других подземных сооружений.

После окончания в 1967 г. Московского института инженеров железнодорожного транспорта факультета «Мосты и тоннели» Влади-

мир Тихонович прошел путь от инженера-конструктора до заместителя директора института «Метрогипротранс».

Под руководством В. Т. Алтунина и при его непосредственном участии разработаны проекты многих инженерных сооружений — участки Калужско-Рижской, Горьковско-Замоскворецкой, Серпуховской линий Московского метрополитена, а также проекты ряда объектов важного народно-хозяйственного назначения.

В. Т. Алтунин целенаправленно работает над совершенствованием технических решений. Автор более 20 защищенных авторскими свидетельствами и патентами изобре-

ний в области подземного строительства, внедрение которых дало значительный экономический эффект.

За заслуги в разработке и внедрении прогрессивных строительных решений в подземных сооружениях имеет ряд государственных наград и медалей ВДНХ, удостоен премии Совета Министров СССР с присвоением званий «Почетный строитель России», «Почетный транспортный строитель».

Поздравляя с юбилеем, коллектив ОАО «Трансинжстрой» и редакция журнала искренне желают Вам, уважаемый Владимир Тихонович, крепкого здоровья, успехов, счастья и благополучия.

### Вниманию специалистов по тоннелестроению

## Справочное издание

Издание содержит информацию о современных типах тоннелепроходческих комплексов, выпускаемых различными фирмами-производителями в мире, их технических характеристиках и объектах, на которых они применялись. В брошюре даны рекомендации по выбору типа тоннельной щитовой машины для конкретных инженерно-геологических условий строящегося тоннеля.

Издание предназначено для специалистов, занимающихся строительством и проектированием тоннелей различного назначения, конструкторов тоннелепроходческого оборудования, а так же студентов-тоннельщиков.

Цена - 300 рублей  
+ почтовые расходы

**По вопросам приобретения обращаться:**

тел.: +7 095 929-6482, 929-6673, факс: 929-6548,  
e-mail : tunnels@metrostroy.ru

### СОВРЕМЕННЫЕ

щитовые машины  
с активным пригрузом забоя  
для проходки тоннелей в сложных  
инженерно-геологических условиях

*А. Г. Валиев  
С. Н. Власов  
В. П. Самойлов*



Москва 2003

# WIRTH

**NFM**  
TECHNOLOGIES  
WIRTH GROUP

## ТПМК для всех типов грунтов

**ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ГРУНТОПРИГРУЗОМ.  
ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ГИДРОПРИГРУЗОМ.  
У НАС ЕСТЬ ВСЕ!**

Крупнейший в мире тоннелепроходческий комплекс с бентонитовым пригрузом диаметром 14,87 м и массой 3100 т успешно завершил проходку тоннеля длиной 7,5 км под голландским массивом Грене Харт за 20 месяцев. Наилучшая скорость проходки – 500 м в месяц.



Штаб-квартира в Эр-келенце, Германия (200 тыс. м<sup>2</sup>)



Завод НФМ в Ле Крезе, Франция (38 тыс. м<sup>2</sup>)



Метро в Барселоне. Самый большой ТПМК в мире с двумя способами проходки, как с открытым забоем, так и с грунтопригрузом. Диаметр – 12 м.



Завершение проходки ж/д тоннеля под Ла Маншем длиной 2x4,7 км. Применялись два ТПМК диаметром 8,16 м. Лучшая скорость проходки – 930 м в месяц.



Успешное завершение проекта Вал Виола, Италия. Длина тоннеля 18 км. Применялся телескопический ТПМК диаметром 3,6 м. Среднемесячная скорость проходки – 1000 м.

Wirth Maschinen – und Bohrergerate-Fabrik GmbH

Представительство в России:

тел.: (095) 929-6574, 724-7481, тел/факс: (095) 929-6548, e-mail: [ecodrill@zmail.ru](mailto:ecodrill@zmail.ru)

# Тоннелепроходческие комплексы



**LOVAT Inc.**

*Ловат Инк. представлен в России*

«Интерторг Инк.»: 123056, Москва, Грузинский пер., 3, оф. 63

тел.: (095) 250-0367, 254-2008, 254-6924, 254-3162

факс: (095) 253-9771

