

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

Главный редактор

С. Н. Власов

Тоннельная ассоциация России

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

Издатель

ООО «Метро и Тоннели»

тел.: (495) 267-3514, 267-3425,
775-9934

факс: (495) 265-7951

107078, Москва,

ул. Новорязанская, 16,
подъезд 5, кв. 20

e-mail: metrotunnels@gmail.com

Генеральный директор

О. С. Власов

Редактор

Г. М. Сандул

Компьютерный дизайн и верстка

М. Б. Брилинг

Фотограф

С. А. Славин

Журнал зарегистрирован

Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства

© ООО «Метро и Тоннели», 2007

№ 4 2007

Панорама 2

Проблемы мегаполисов

О перспективах разработки системы нормативных документов по освоению городского подземного пространства 4

А. Н. Левченко, А. Н. Дмитриев,
А. В. Корчак, Б. А. Картозия, Б. И. Федунец

Транспортные тоннели

Транспортная развязка Ленинградского и Волоколамского шоссе в районе станции метро «Сокол» в Москве 8

С. В. Чеботарев, А. С. Кезин

Новые станции

Архитектура станции «Трубная» 12

В. З. Филиппов

Особенности строительства станции «Трубная» 13

Д. А. Королев

Щитовая проходка

Итоги механизированной проходки в Крылатском 14

С. В. Бочаров

Метрополитены

Бакинскому метрополитену — 40 лет 18

Т. М. Ахмедов

Обоснование параметров лифтовых подъёмов для метро 22

О. В. Тимофеев

Современное состояние систем вентиляции метрополитенов 25

В. Ф. Иванов

Методика определения электрических параметров тяговой сети метрополитена в щадящем режиме опыта короткого замыкания 28

Г. И. Криштафович, В. К. Пахомов

Новое оборудование

Испытания скальных грунтов дилатометром 30

Ю. М. Строев

Методы расчета конструкций

Программные средства для расчета ограждений глубоких котлованов 32

А. Г. Малинин, П. А. Малинин, С. А. Чернопазов,
А. В. Воробьев, И. Л. Гладков

Геомеханика

Анализ продольного профиля осадки земли от проходки перегонных тоннелей Исфаханского метрополитена при различных расстояниях между их забоями 34

Б. Тарах, Р. Рахманнеджад, М. Хашеми

Вопросы безопасности

Психологические аспекты безопасности при освоении подземного пространства 36

С. Н. Власов, И. Л. Писарев

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Момент сбойки Большого Новороссийского тоннеля, 25 сентября 2007 г.
(читайте на с. 2)

НОВЫЙ УЧАСТОК МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

В. Орлов, инженер городского транспорта

7 ноября 2007 г. в г. Минске был введен в эксплуатацию новый участок метрополитена длиной 2,73 км с двумя станциями – «Борисовский тракт» и «Уручье», а вся протяженность первой (Московской) линии метро достигла 12,2 км с 11-ю станциями.

Продление метрополитена обусловило реорганизацию маршрутной сети северо-восточной части города, в ходе которой был построен второй в этом году новый участок троллейбусной линии (около 3,5 км в однопутном исчислении). Его ввод позволил организовать работу троллейбусов маршрута № 62 двумя «плечами», со сквозным прохождением через конечную станцию «Уручье».

Как ожидается, доля метрополитена в объёме совершаемых жителями и гостями белорусской столицы передвижений возрастет с 35–36 до 38 % (городской авто-

бус – 31,8 %, троллейбус – 26,1 %, трамвай – 6,3 %). Данным видом транспорта ежедневно пользуются около 740 тыс. пассажиров.

Новый участок мог быть построен и раньше, если бы в ходе проводившейся в указанном районе в конце 1980-х гг. реконструкции транспортной развязки Минская кольцевая автодорога – пр. Ленина (Независимости) установили капсулы под камеры схождения будущих станций. Надо сказать, что новые станции на первой линии метрополитена не вводились с декабря 1986 г.

С вводом нового участка общая протяженность двух линий подземки белорусской столицы составила 30,3 км, а это значит, что среднегодовой темп проходки составляет 1 км (3 мая 1977 г. на строительстве будущего метрополитена был вынут первый ковш грунта, а 4 ноября того же года – забита первая свая). Как

известно, этот показатель считался «советским нормативом». С сожалением отмечаем, что и эта величина, легко и многократно перекрываемая в городах промышленно-развитых стран, остаётся недостижимой для Нижнего Новгорода и Новосибирска (годовая разница с Минском в появлении метрополитенов), Самары, новостроек Челябинска и Красноярска, долгостроя Алматы. Правда, станции отличает неглубокое (12–14 м) заложение, но дважды проходка тоннелей велась под руслом р. Свислочь.

С открытием до конца 2011 г. трёх новых метровокзалов на участке продления (первой линии) в 5,3 км, подземка нашего города может обойти по протяженности Харьков и Ташкент, став четвёртой в СНГ. Кстати, в части срока ввода, Минский метрополитен – шестой в Восточной Европе после Будапештского (1896 г.),

Киевского (1960 г.), Пражского (1967 г.), Харьковского (1975 г.), Бухарестского (1979 г.).

Необходимо отметить, что на Минском метрополитене происходит активное расширение парка вагонов. Так, сохранение 2-минутных интервалов движения на Московской линии, протяженность которой сейчас возросла, потребовало закупки четырёх 5-вагонных поездов и приписной парк электродепо «Московское» достиг 25 составов. В следующем году запланирован перевод обращающихся на второй (Автозаводской) линии составов на 5-вагонный сцеп, что потребует закупки 29 промежуточных вагонов. Снижение здесь до 2010 г. интервала движения с 2,5 до 2 мин вызовет необходимость поставки в электродепо «Могилёвское» шести дополнительных составов.



БОЛЬШОЙ НОВОРОССИЙСКИЙ ТОННЕЛЬ

Самому старому в России Новороссийскому тоннелю – 119 лет. Сооружение тоннеля длиной 1389,4 пог. м под два пути с междупутьем 3753 мм было начато в декабре 1885 г. Максимальная отметка дневной поверхности по трассе существующего тоннеля 315,5 м. Стройкой руководили инженеры Мадленн, Барिश и Физини. Рабочие, сооружающие этот тоннель, жили в бараках, построенных прямо вдоль железной дороги. На пробивку тоннеля потребовалось 15 месяцев работы с южной стороны и 14 – с северной. Тоннель построили за беспрецедентно сжатые сроки – всего за три года. 25 июня 1888 г. железнодорожная ветка была введена в эксплуатацию.

Старый тоннель претерпел немало. Его дважды разрушали и восстанавливали во время Великой Отечественной войны – сначала наши солдаты, затем немецкие (последние использовали тоннель для отстоя боевой техники). В советские времена обделку тоннеля разрушали взрывы на карьерах близлежащих цементных заводов. Из-за этого с наступлением непогоды тоннель начинает течь, зимой образуется наледь, которая доставляет нема-

ло хлопот при его обслуживании. Да и к тому же срок эксплуатации тоннеля не может превышать 100 лет. Поэтому ОАО «Российские железные дороги» было принято решение построить рядом новый Большой Новороссийский тоннель, а старый – реконструировать.

Проект реконструкции тоннеля разработан проектно-изыскательским институтом «Бамтоннельпроект». При существующих и перспективных размерах движения по перегону Тоннельная – Гайдук реконструкцию предусмотрено произвести в два этапа:

- первый – строительство нового однопутного тоннеля, в период которого движение поездов будет осуществляться по действующему (старому) двухпутному;

- второй – реконструкция действующего тоннеля под однопутный с переключением движения на этот период на вновь построенный.

Большой Новороссийский тоннель (новый) расположен на перегоне ст. Тоннельная – Гайдук участка Крымская – Новороссийск Северо-Кавказской железной дороги в 20-ти км к северозападу от города-героя Новорос-



сийска. Район прокладки тоннеля приурочен к юго-западным отрогам мегантиклинория Большого Кавказа.

Его длина (от Северного портала до Южного с учетом открытого участка) составляет 1627,8 пог. м. В плане тоннель, в основном, расположен на прямой. На подходах к Северному и Южному порталам расположе-

ны кривые радиусом 700 м. Со стороны Северного портала длина кривой 0,23 км, а со стороны Южного – 0,16 км. В профиле тоннель односкатный. Уклоны по нему запроектированы в сторону Южного портала. Крутизна уклона составляет 11,1 %. Дренажная ствольня протяженностью 1680,4 пог. м в плане проходит западнее, с расстоянием в

НОВОСТИ LOVAT

ТПМК «ЛОВАТ» ДЛЯ ПРОХОДКИ КАБЕЛЬНЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ В МОСКВЕ

ОАО «Мосинжстрой» приобрело тоннелепроходческий комплекс фирмы «Ловат» RME163SE диаметром 4,1 м с грунтовым пригрузом забоя для сооружения кабельных и канализационных коллекторов в Москве.

Конструктивные особенности данного комплекса позволяют начинать проходку в монтажных котлованах небольшого размера с возможностью быстрого разворота в промежуточных шахтах, что особенно важно в стесненных условиях городской застройки.

Как известно, московская геология характеризуется, в основном, глинами, песком, гравием, суглинками, известняком. Учитывая это, все системы ТПМК сконструированы для ведения проходки со скоростью 10 см/мин. Технология грунтового пригруза забоя предотвращает просадки дневной поверхности с максимальным значением горного давления до 3 бар.

Специалисты фирмы «Ловат» подготовили машину к проходке, которая началась в первых числах ноября текущего года.



осях 15–20 м. В продольном профиле она повторяет уклоны тоннеля, максимальное сечение которого по трассе – 75 м².

Эта масштабная реконструкция позволит обеспечить безопасность движения поездов, ликвидировать негабаритность тоннелей, увеличить пропускную способность движения поездов на данном участке.

Срок сдачи Большого Новороссийского тоннеля (первый этап) – I квартал 2009 г., реконструкции действующего (второй этап) – 2011 г.

28 июня 2007 г. на Северном портале прошло торжественное мероприятие по случаю сбойки штольни Большого Новороссийского железнодорожного тоннеля. Сбойка для тоннелестроителей – это значимый праздник, ведь он говорит о точности и профессионализме работников и специалистов, которые осуществили сбойку с необходимой

точностью и в заданные сроки.

ОАО «Бамтоннельстрой» (генеральный директор – Ю. Е. Прокаев) к строительству Большого Новороссийского железнодорожного тоннеля приступило в мае 2005 г. На объекте работают две тоннелестроительные организации: ООО «Управление механизации, горно-капитальных работ» (генеральный директор – В. В. Шарый) и ООО «Управление строительством Южная горно-строительная компания» (генеральный директор В. П. Антощенко). Проходка тоннеля ведется уступным способом с двух порталов с механизированной разработкой грунта высокопроизводительными австрийскими комбайнами АТМ-75 фирмы «Voest-Alpine Bergtechnik GmbH». Со стороны Северного портала (ООО УМГКР) пройдено (до сбойки) 1050 пог. м, с южного (ООО УС ЮГСК) 577,8 пог. м.



НОВЫЙ МЕТОД ПРОХОДКИ ЭСКАЛАТОРНОГО ТОННЕЛЯ

Недалеко от московского кинотеатра «Гавана», на пересечении Суховского Вала и Шереметьевской улицы, огорожена строительная площадка, где ведутся подготовительные работы по сооружению эскалаторного спуска станции «Марьяна Роща». Строительство завершится в 2009 году. Участок «Трубная» – «Достоевская» – «Марьяна Роща» продолжит Люблинско-Дмитровскую линию. Тоннели от ст. «Чкаловская» до «Марьиной Рощи» были проложены ранее, поэтому сегодня полным ходом идет возведение станций. На этот участок направлены основные силы Метростроя.

Обычно наклонный тоннель для эскалаторов прокладывается вручную. Грунт укрепляется с помощью замораживания, затем проходчики отбойными молотками и другой спецтехникой начинают сооружать наклонный тоннель. Проходка вручную занимает от двух до трёх лет.

Как сообщил главный инженер ОАО «Мосметрострой» Б. И. Яцков, при сооружении эскалаторного спуска станции «Марьяна Роща» впервые в мировой практике тоннель под уг-



лом 30° будет проложен с помощью механизированного тоннелепроходческого комплекса (ТПМК). Он состоит из мощного ротора и закрепленных на нем шарошек и резцов. Использование ТПМК сократит сроки работ до шести-восьми месяцев.

До этого он применялся только при прохождении горизонтальных тоннелей. Для сооружения эскалаторного тоннеля канадской фирме «Ловат» была заказана специальная модель ТПМК. Оборудование поступит в Москву к концу текущего года.



О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

А. Н. Левченко, А. Н. Дмитриев, Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы
А. В. Корчак, Б. А. Картозия, Б. И. Федунец, Московский государственный горный университет



Освоение подземного пространства в широком толковании этого термина – это область научной и производственной деятельности по планомерному и комплексному использованию как уже существующих в недрах земли природных и техногенных полостей, так и строительству новых подземных сооружений для размещения в них различных по функциональному назначению объектов жизнеобеспечения человеческого общества.

Последнее, помимо повышения эффективности использования недр, экономии территории и сохранения экологической чистоты, позволяет уменьшить затраты энергии на отопление и охлаждение помещений, сократить эксплуатационные расходы по сравнению с альтернативными сооружениями на поверхности, снизить влияние климатических условий.

Урбанизация привела к негативным изменениям геологической среды, истощению водных ресурсов, загрязнению почвенного

покрова и атмосферы, появлению техногенных и антибиогенных факторов, отрицательно влияющих на здоровье человека. Поэтому охрана и улучшение окружающей среды в городах является актуальной задачей для всех отраслей городского хозяйства. Однако в решении этой важной проблемы возникают значительные трудности, вызываемые отсутствием единой нормативной базы для проектирования.

Интенсивное бессистемное освоение подземного пространства городов-мегаполисов наносит непоправимый вред окружающей среде. Только планомерное, рациональное и комплексное использование подземного пространства на основе предварительного изучения состояния породного массива с использованием современного информационного обеспечения для принимаемых технологических решений, основанных на внедрении рискоуправляемых технологий, обеспечит развитие подземной инфраструктуры городов-мегаполисов. Таким образом,

особенность предлагаемого подхода состоит в принципиально ином понимании проблемы освоения подземного пространства города, которое рассматривается авторами статьи не как разовое, по существу, бессистемное, возведение отдельных, пусть даже уникальных подземных объектов. Такой подход сейчас, в основном, доминирует в мировой практике: торгово-рекреационный комплекс (ТРК) на Манежной площади в Москве, торговый центр в Париже, исследовательский центр в Миннеаполисе, спортивный комплекс в Осло и др. В нашем представлении освоение подземного пространства и, в частности, в мегаполисах во всех его аспектах должно носить планомерный и комплексный характер застройки пригодных для этого участков массива как в сложившейся части города, так и в развивающихся его районах в тесной увязке с перспективными планами развития городских территорий. В какой-то мере примером такого подхода может служить строи-

тельство подземных инженерных сетей и метрополитена.

В этой связи постановления правительства Москвы «Концепция освоения подземного пространства и основные направления развития подземной урбанизации города Москвы» и «О мерах формирования нормативной базы градостроительного и технического проектирования для строительства подземных сооружений капитального строительства в г. Москве» являются настоящим прорывом в многолетних усилиях ученых, проектировщиков и производственников, связанных с решением этой глобальной научно-технической проблемы.

Создание нормативной базы для проектирования различных объектов экономики в нашей стране – дело не новое. На этой базе, основой которой всегда были Строительные нормы и правила (СНиПы) с их многочисленными «Приложениями», «Руководствами», «Инструкциями», по существу, построены все объекты народного хозяйства в доперестроечный период, да и сейчас они используются в той или иной мере. К сожалению, в последующие годы работа над созданием централизованной базы проектирования ослабла, в то время как произошли коренные изменения в экономической политике хозяйствования, отношении к собственности и в целом к идеологии планирования и организации строительства. Нормативная база (за редким исключением) отстает от реалий сегодняшней жизни. Вот почему вся научно-техническая общественность положительно воспринимает меры, принятые правительством Москвы в этом направлении.

Предварительно необходимо разработать общую концепцию создания системы нормативных документов по освоению городского подземного пространства, которая, по мнению авторов, должна аргументированно отвечать на ряд основополагающих вопросов. Последовательно рассмотрим каждый из них.

Что, сколько и в какой очередности строить в подземном пространстве города?

Номенклатура подземных объектов велика. По использованию они могут быть систематизированы по четырем назначениям:

- хозяйственное: горно-промышленные предприятия, промышленные предприятия, транспорт, инженерные коммуникации, хранилища и т. д.;
- социальное: культурно-просветительные и спортивные сооружения, предприятия торговли, питания, бытового обслуживания, исследовательские учреждения, медицинские;
- экологическое: очистные сооружения, сооружения для захоронения отходов, мусороперерабатывающие объекты и т. д.;
- военное.

Очевидно, не все они подходят для городской инфраструктуры. Поэтому необходимо, прежде всего, составить номенклатуру городских подземных сооружений и ранжировать их по степени значимости для жизне-

обеспечения города, что в конечном итоге определяет приоритеты в очередности строительства. В частности, для Москвы это, очевидно, инженерные коммуникации и транспортные сооружения.

Где строить и где не строить?

Вопросы возможности строительства подземных объектов определяются многими факторами.

Во-первых – это целесообразность. Например, центр города и районы, прилегающие к Садовому кольцу, достаточно насыщены предприятиями торговли, притягивающими сюда большое количество транспорта и людей. С этой точки зрения они не являются объектами первостепенной важности. А вот дальнейшее расширение транспортных сетей и сооружений подземных автостоянок – очень насущная для мегаполиса проблема. Нет смысла говорить о важности прокладки коммуникационных тоннелей различного назначения, без них жизнь города просто невозможна.

Вторым основным фактором являются горно-геологические и геомеханические характеристики породного массива, которые допускают строительство не каждого вида подземного объекта. В последнее время добавляют еще и геодинамическую характеристику. Возведение городских подземных сооружений необходимо вести с учетом того, что массив горных пород уже не природного, а природно-техногенного происхождения.

Далее, характер предполагаемой территории строительства, ее плотность, наличие уже имеющихся подземных сооружений должны быть увязаны с функциональным назначением будущего объекта и его конструктивными особенностями. Отсюда возникает совершенно новый вопрос в проектировании: где нельзя строить подземные сооружения? Возможно, будут выделены особые зоны в исторических районах города, где для гарантии их сохранения возведение подземных объектов будет запрещено или резко ограничено. А для исключительных случаев следует создать элитную научно-проектную строительную организацию. Для решения всех указанных проблем потребуется районирование городских территорий с выделением участков, допускающих строительство.

Как строить?

Как в России, так и за рубежом насчитывается множество способов и технологий ведения горно-строительных работ. За последнее время созданы уникальные образцы проходческой техники. Глобализация производства в сфере подземного строительства, понимаемая как интеграция, сближение взглядов и подходов, выработка общего понимания основных принципов решения проблем, обусловила выход за рамки складывавшихся десятилетиями отраслевых и ведомственных интересов. Этот процесс сопровождается переходом от достаточно узко специализированных организаций к много-

профильным. Период, когда интересы строителей ограничивались либо прокладкой метро, либо коллекторных тоннелей, либо сооружением оснований и фундаментов, уходит в прошлое.

Сейчас строительные организации значительно расширили свой профиль и в состоянии возводить подземные объекты различного назначения, которые становятся все более масштабными и разнообразными по своим функциональным свойствам. Начав с подземных гаражей, затем ТРК на Манежной площади и успешно решив проблему Сити, мы построили объект мирового в техническом отношении уровня – Лефортовский тоннель. Можно смело сказать о том, что сегодня в городском подземном строительстве России сформировались научнотехнические силы, которым по плечу реализация проектов любого уровня сложности.

Вместе с тем нужны новые подходы к выбору способов и технологий строительства, иная идеология проектирования, обеспечивающая в частности, максимальное сокращение экономических, технических и организационных рисков. Каждый подход являет собой интегрированное проявление рисков более частного характера. Например, нарушение сроков строительства тоннеля может быть вызвано сочетанием таких причин, как несовершенство горно-проходческого оборудования, недостоверность данных геологических и геомеханических изысканий, недостаточно квалифицированное кадровое обеспечение, форс-мажорные обстоятельства и т. п. Поэтому основным принципом, заложенным в исследования по совершенствованию методов проектирования и возведения объектов любого функционального назначения, должен стать принцип *минимизации ущерба от последствий негативных проявлений указанных рисков*. Актуальной проблемой прогресса в подземном городском строительстве является научное сопро-вождение.

Как эксплуатировать подземные объекты?

Времена, когда каждый сам по себе проектировал, строил и эксплуатировал должны уйти в прошлое. Особенности эксплуатации, а может быть, и возможность повторного использования подземного сооружения должны быть учтены уже на стадии проектирования. Ярким примером негативных последствий неучета этого обстоятельства явилась невозможность использования в полной мере закрываемых угольных шахт. А ведь это огромный в масштабах страны ресурс – в горных выработках могли быть размещены резервуары для пресной воды, складские помещения, хранилища и другие объекты.

Когда проектирование, строительство и последующая эксплуатация станут по-настоящему звеньями одной технологической цепи, отпадут очень многие вопросы, связанные, в частности, с внеплановыми ремонтами, нерационально используемыми финансовыми и материальными ресурсами. Несомненно, качество эксплуатируемых

объектов должно возрасти. Исходя из сказанного ранее, авторы берут на себя смелость *сформулировать собственное видение общей структуры подобного нормативного документа.*

1. Общие положения, оговаривающие область применения документа и все многочисленные юридические и правовые аспекты.

2. Номенклатура основных городских подземных сооружений с указанием их класса (категорийности).

3. Характеристика горно-геологической, геомеханической и геодинамической ситуации подземных участков городских территорий с указанием степени их пригодности для возведения различного типа подземных сооружений.

4. Обоснование целесообразности территориального размещения различных по своему функциональному назначению подземных объектов.

5. Нормативы (объемные, количественные) требующихся подземных сооружений на условную единицу административных территорий или на количество жителей с учетом п. 3 и сложившейся социальной инфраструктуры.

6. Объемно-планировочные и конструктивные решения подземных сооружений. Со временем они могут стать типовыми.

7. Технологические решения по строительству подземных объектов, в основе которых должны лежать *требования технологической доступности на современном уровне развития, обеспечения жизнебезопасности и экономичности.* Кроме того, следует помнить о *принципе минимизации ущерба от последствий негативных проявлений возможных рисков.*

8. Требования безопасности (технологической, пожарной, экологической) при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.

9. Оснащение горных выработок в соответствии с их функциональным назначением.

10. Эксплуатация подземных объектов.

Важное замечание. В советское время сложилась идеология «безремонтного поддержания» горных выработок, которая себя не оправдала, да и не могла оправдать. Ремонт профилактический или капитальный – есть составная часть эксплуатации подземных сооружений. Необходимо чтобы вопросы эксплуатации рассматривались уже на стадии проектирования, например, в части ремонтпригодности проектируемых инженерных конструкций.

11. Научное сопровождение строительства и эксплуатации подземных сооружений.

Крайне важным условием для решения вопросов качества и безопасности при подземном городском строительстве является мониторинг, например, включение геоконтроля в качестве полноправного элемента строительных геотехнологий и постепенный переход на экспертные, диагностические системы, позволяющие оценивать остаточный ресурс подземных объектов и риск их эксплуатации. Основной задачей таких

систем должна стать не фиксация отклонения нормируемых параметров (то есть наличие дефектов), а регистрация и исследование физических эффектов и процессов, предшествующих моменту перехода объектов в неустойчивое состояние. Все перечисленные базовые вопросы в процессе их разработки должны быть обеспечены конкретными рабочими материалами для проектировщика, обеспечивающими научно-экономическое обоснование всех обязательных разделов проекта.

И, наконец, необходимо иметь в виду, что **параллельно с разработкой нормативной базы должны проводиться научные исследования, обеспечивающие необходимыми данными систему нормативных документов.**

1. Разработка федеральной концепции по освоению городского подземного пространства для размещения объектов различного назначения с учетом комплексного использования и охраны окружающей среды.

В рамках этого направления должны быть разработаны правовые основы пользования подземным пространством России, механизмы стимулирования и обеспечения экономической заинтересованности в освоении подземного пространства, систематизированы инженерно-геологические, горно-технические, социально-экономические, географические и другие условия с целью выбора участков недр для размещения в них подземных объектов. Необходимо обосновать методы оценки технической возможности и социально-экономической целесообразности освоения подземного пространства различных регионов страны в увязке с общей проблемой освоения недр.

Следует разработать методику выбора объемно-планировочных и конструктивных решений объектов многофункционального назначения с учетом размещения в подземных условиях различных производств.

Необходим многокритериальный метод технико-экономической оценки эффективности освоения подземного пространства с учетом экологических требований.

2. Геомеханические основы проектирования строительства, реконструкции, восстановления и консервация объектов при освоении подземного пространства.

Основу этого важнейшего направления составляют исследования геомеханических процессов в системе «подземное сооружение – породный массив», свойств окружающего массива, определяющих выбор места расположения подземного сооружения, его рациональную форму и размеры. Необходимо развивать исследования по оценке устойчивости подземных сооружений, выбору рациональных типов конструкций крепей и обделок. Следует продолжить разработку систем автоматизированного проектирования и расчета конструкций, а также создание геомеханического мониторинга для контроля их состо-

яния на всех этапах строительства и эксплуатации. Важной составляющей этих исследований является изучение геодинамических процессов, районирование участков земной коры в зависимости от степени их проявлений, что имеет большое значение при выборе места расположения не только подземных объектов, но и строящихся городов.

3. Исследование гидродинамических, тепловых и аэродинамических процессов в системе «человек – подземное сооружение – массив горных пород».

Так как любое вторжение в недра Земли приводит к нарушению её естественного состояния, в том числе и экологического, изучение закономерностей движения подземных вод, фильтрационных свойств пород и искусственных материалов, состава подземной атмосферы и тепловых режимов является основополагающим для разработки методов управления экологической безопасностью при сооружении подземных объектов.

4. Исследование экологических процессов в техногенно-природной системе.

Планомерное освоение подземного пространства подразумевает рассмотрение его как среды обитания. В этой связи необходимо создание многокритериального метода экологической оценки уровня комфортности подземного сооружения для жизнедеятельности человека, а также проведение соответствующих медико-биологических и психофизиологических исследований.

5. Обоснование и разработка технических и технологических решений.

В рамках этого направления должны быть сосредоточены исследования для создания рискбезопасных технологий, позволяющих на современном уровне вести строительство новых и реконструкцию существующих подземных сооружений. В частности, необходимы новые строительные материалы и конструкции для специфических условий подземного строительства, обоснование схем, способов и технологий ремонта, реконструкции и восстановления подземных сооружений с целью увеличения сроков службы или повторного использования с новым функциональным назначением.

Особое внимание должно быть уделено вопросам унификации на основе единых требований, вытекающих из общей концепции освоения подземного пространства

В организационном плане работа над рассматриваемым Проектом может быть построена следующим образом: формируется основная рабочая группа из наиболее компетентных в данной области ученых, проектировщиков и производственников, а в помощь для отдельных разделов привлекаются специалисты более узкого профиля. В целом, необходимо задействовать научно-технический потенциал, максимально использовать накопленный за долгие годы опыт проектирования и всю имеющуюся базу нормативных документов.

Международная специализированная выставка
по проектированию, строительству и оснащению тоннелей

INTERtunnel 2007

Москва, ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР"

27 - 29 ноября

При поддержке:



- Проектирование и строительство тоннелей
- Оборудование, строительные материалы, спецтехника
- Инженерные системы и безопасность
- Программное обеспечение и связь
- Мониторинг, геотехнические и геодезические работы
- Эксплуатация и ремонт тоннелей

**В деловой программе выставки
конференция по тоннельному строительству**

www.restec.ru/intertunnel

Организатор:
РЕСТЭК БРУКС

Тел.: +7 812 320-80-94
Факс: +7 812 320-80-90
E-mail: port@restec.ru

Организатор
конференции:



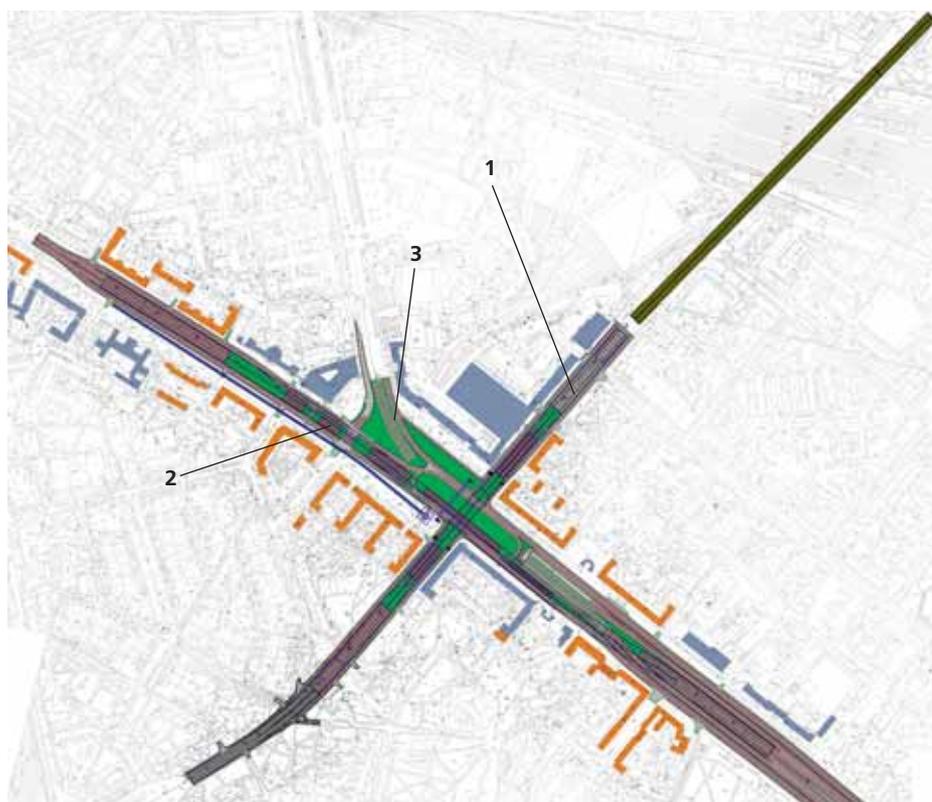
Тел.: +7 812 320-80-97
Факс: +7 812 320-95-26
E-mail: mm@restec.ru



ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА ЛЕНИНГРАДСКОГО И ВОЛОКОЛАМСКОГО ШОССЕ

С. В. Чеботарев, главный инженер проекта, к. т. н.

А. С. Кезин, главный специалист, к. т. н., ООО «Спецметропроект»



Реконструируемая транспортная развязка находится на пересечении Ленинградского проспекта и Волоколамского шоссе вблизи станции метро «Сокол» и является частью комплекса мероприятий по запуску Ленинградского проспекта и Ленинградского шоссе в безсветофорном режиме. Территория строительства характеризуется наличием плотной городской застройки, большого количества подземных коммуникаций, включая коллектор с дюкером реки Таракановки, а также наличием крайне интенсивного городского автотранспортного и пешеходного движения. Вместе с тем, вдоль Ленинградского проспекта, в непосредственной близости от реконструируемых и вновь возводимых объектов развязки, проходит Замоскворецкая линия Московского метрополитена мелкого заложения, построенная в 30-х годах прошлого века.



БАЛТИЙСКОГО ШОССЕ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ МЕТРО «СОКОЛ» В МОСКВЕ

Инженерно-геологические условия строительства

В геологическом строении участка строительства принимают участие отложения четвертичной, юрской и каменноугольной систем.

Верхний уровень грунтовых вод распространен повсеместно и установлен на глубине 3,3–8,5 м от поверхности земли. Водоупором служат суглинки и глины. Данные физико-механических свойств грунтов по результатам изысканий свидетельствуют об отсутствии каких-либо аномалий в их строительных свойствах. Инженерно-геологические условия территории строительства характеризуются по III категории сложности.

Реконструкция развязки включает в себя:

- строительство тоннеля от Ленинградского проспекта до Волоколамского шоссе (Волоколамский тоннель) для движения автотранспорта по трем полосам как в сторону центра города, так и в направлении области;
- сооружение тоннеля от ул. Алабяна до Балтийской улицы (Балтийский тоннель) для движения автотранспорта по трем полосам в обе стороны;
- прокладка путепровода над железной дорогой по ул. Балтийская для пропуска автотранспорта по трем полосам движения в обе стороны с целью обеспечения связи улиц Балтийская и Большая Академическая;

- реконструкция существующего автодорожного тоннеля вдоль Ленинградского проспекта (далее Ленинградский тоннель);

- ряд мероприятий по перекладке существующих и сооружению новых подземных коммуникаций, включая перекладку коллектора реки Таракановки.

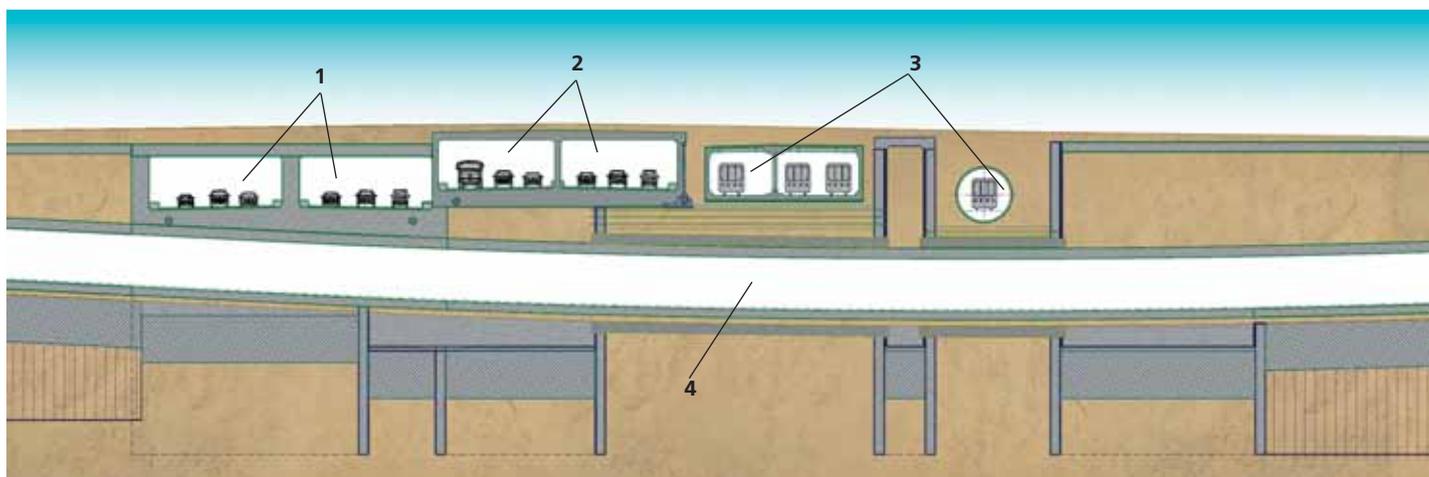
Конструктивные решения тоннелей принимаются в увязке с общей схемой автотранспортной развязки в районе станции метро «Сокол». В поперечном сечении оба тоннеля имеют две секции для пропуска в каждой одностороннего направления движения. В секциях предусмотрены по три полосы движения шириной по 3,5 м, две полосы безопасности по 500 мм, две banquetки шириной 800 и 900 мм и высотой 600 мм. Минимальный габарит тоннеля в наивысшей точке проезжей части – 5250 мм. Общая длина Волоколамского тоннеля составляет около 1730 м, из них закрытая часть – 1170 м, южная (городская) рампа – 250 м, северная (областная) – 310 м. Общая протяженность Балтийского тоннеля – около 1000 м, из них закрытая часть – 550 м, западная (Алабянская) рампа – 230 м, восточная (Балтийская) – 220 м.

Технология предусматривает сооружение тоннелей под перекрытием, с ограждающей конструкцией из буронасосных свай (БКС) диаметром 750–1000 мм с за-

биркой из грунтоцементных свай в два ряда и укреплением массива грунта под лотком тоннеля по технологии джет-граундинг. На стадии эксплуатации стены из БКС являются элементами основных несущих конструкций и объединяются с перекрытием, но не имеют жесткого соединения с лотком. К конструкции из БКС изнутри тоннеля устраивается прижимная железобетонная стена толщиной 400 мм, жестко укрепленная с лотком и перекрытием тоннеля. При величине засыпки тоннеля свыше 3 м над тоннелем устраиваются дополнительные один-три подземных этажа, используемые под притоннельные сооружения или автостоянки.

На закрытой части тоннелей предполагается сделать несколько отверстий для естественного проветривания, работающих в увязке со струйными вентиляторами, размещенными под перекрытием. В отверстиях естественного проветривания предусмотрены монолитные железобетонные распорки. В зауженных отверстиях, исходя из условия организации движения на поверхности, роль основного несущего элемента выполняют распорки, между которыми сооружаются участки плит перекрытия для пропуска по ним движения автотранспорта.

Балтийский тоннель располагается под Волоколамским. В связи с этим для уменьше-



Поперечное сечение строящейся развязки: 1 – существующий реконструируемый тоннель; 2 – будущий тоннель под Волоколамским шоссе; 3 – существующий метрополитен Горьковско-Замоскворецкой линии; 4 – будущий тоннель от ул. Балтийская до ул. Алабяна

ния глубины его заложения предполагается совместить лоток Волоколамского тоннеля с перекрытием Балтийского (в месте их пересечения).

В качестве основного конструктивного материала предполагается использовать монолитный железобетон.

Закрытая часть тоннелей представлена следующими типами конструкций:

- закрытая составная двухпролетная прямоугольная рама с одноэтажным перекрытием в виде плоской плиты;

- двухпролетная составная рама с отверстием, имеющим поперечные ребра в центре и обратным ребристым перекрытием по краям;

- закрытые составные двухпролетные прямоугольные рамы с двухэтажным перекрытием в виде плоских плит с системой перегородок между ними; с трехэтажным перекрытием и в зоне закрытой проходки под экраном из труб.

Перекрытия запроектированы в виде плоских плит толщиной 500–1200 мм.

Конструкция рамповых частей тоннелей выполняется в виде незамкнутой сверху рамы, состоящей из стен высотой до 9 м и лотка. Лотковая плита опирается на грунт через бетонную подготовку толщиной 100 мм, щебеночную – 200 мм и песчаную толщиной 300 мм. На всем протяжении закрытых и рамповых участков вблизи одной стены каждого направления расположена водоотводная труба с системой смотровых колодцев.

В качестве гидроизоляции предусмотрен Flexigum. На рамповых участках изоляционное покрытие наносят под лотковую плиту и на ограждающие стены изнутри тоннеля, защищая ее прижимной железобетонной стеной. На закрытых участках

изоляция устраивается под лотком по внутренней поверхности ограждающих стен и по верху перекрытия. После гидроизоляции по стенам тоннеля устраивается железобетонная прижимная стена. Для исключения механических повреждений в лотковой части тоннеля устраивают цементную стяжку, по перекрытию – бетонную, армированную дорожной сеткой.

Организация строительства

В связи с тем, что трасса тоннелей проходит под действующими автомобильными дорогами, работы по их сооружению ведутся в несколько этапов с выделением проезжей части под временные строительные площадки и перекладкой проезжей части по временной схеме без уменьшения количества полос движения в каждую сторону.

Для сокращения сроков движения автотранспорта по временной схеме и скорейшего восстановления постоянного дорожного полотна, возведение закрытой части тоннелей осуществляется в следующем порядке:

- после сооружения ограждающих стен производится разработка грунта на глубину нижнего перекрытия;
- бетонируется перекрытие;
- укладывается его гидроизоляция с устройством защитного слоя, восстанавливается проезжая часть по поверхности;
- затем начинается проходка тоннеля под готовым перекрытием;
- после разработки грунта начинается подготовка основания под гидроизоляцию, т. е. укладка щебеночного основания и цементно-песчаной стяжки;
- далее наносятся гидроизоляция по лотку и защитный слой;
- сооружаются лоток тоннеля и банкетки;

- производятся укладка инженерных коммуникаций и устройство внутренней облицовки стен тоннеля.

На некоторых участках возможно возведение тоннеля в открытом котловане методом «снизу-вверх».

Ввиду сжатого директивного срока строительства предусмотрена поэтапная организация строительства.

Предварительно производится усиление и реконструкция существующего Ленинградского тоннеля, частично разрабатываются стартовый и приемный котлованы микротоннелирования для сооружения участка Балтийского тоннеля при пересечении его с Ленинградским и тоннелями метрополитена.

На первом этапе возводятся левая ограждающая стена Волоколамского тоннеля и конструкция Балтийского за исключением зоны микротоннелирования; на втором – средняя стена Волоколамского тоннеля; на третьем и четвертом этапах – конструкции его левого и правого направлений.

Рамповые участки строятся открытым способом в котловане глубиной 11 м, закрытые – под возведенным перекрытием.

Сооружение Балтийского тоннеля запроектировано с использованием стен из буронакальных свай диаметром 750–1000 мм, являющихся ограждающими на стадии строительства и постоянными конструкциями на стадии эксплуатации тоннеля. Их устройство производится с помощью бурового оборудования типа «Бауэр БГ-36».

Проходка участка Балтийского тоннеля на пересечении его с Ленинградским и тоннелями метро предусмотрена с использованием опережающего крепления экранами из металлических труб диаметром 1020 мм.

В первую очередь сооружаются ограждаю-

Николаю Ивановичу Кулагину — 70 лет



щие стены из бурокасательных свай и плиты перекрытия стартовых и приемного котлованов. Первый стартовый котлован располагается под существующим Ленинградским тоннелем между двумя перегонами метро, второй — на ул. Балтийская вблизи тоннеля метро. С целью дополнительной стабилизации водонасыщенных грунтов вокруг котлованов производится закрепление массива пород при помощи трех рядов пересекающихся грунтоцементных свай. Ниже отметки дна котлована устраивается днище из грунтоцементного массива. Для сооружения стартового котлована под существующим тоннелем осуществляется демонтаж его участка, возводится ограждающая конструкция и бетонируется перекрытие. Затем восстанавливается конструкция демонтированного участка тоннеля, производится засыпка и восстановление проезжей части.

Под забетонированными плитами перекрытия разрабатывается грунт в стартовых и приемном котлованах для сооружения верхней плоскости экрана из труб. Цементация грунта в основании тоннелей над плоскостью будущих экранов производится из обоих котлованов, а также из тоннелей метро. При необходимости, перед устройством экранов, в предварительно закрепленном грунте делаются прорезы для извлечения металлических элементов ограждения котлована, которые возможно не извлекались во время строительства автодорожного тоннеля и тоннелей метро.

Затем разрабатывается грунт в котлованах для сооружения боковых и нижней плоскостей экранов из труб. При этом предварительно затрубное пространство стабилизируется путем устройства горизонтальных грунтоцементных свай.

Для обеспечения необходимой прочности и устойчивости лба забоя грунт закрепляется также горизонтальными грунтоцементными сваями.

Разработка грунта ведется заходками с установкой забойных металлических рам и сооружением железобетонной конструкции тоннеля.

Временное распорное крепление котлована на закрытых участках тоннелей предусматривается в местах глубокого расположения нижнего перекрытия. На рамповых участках также запроектировано распорное крепление котлована с использованием одного яруса распределительных поясов и трубчатых расстрелов и раскосов. Грунт в котлованах разрабатывается в очередности, обеспечивающей устойчивость и несущую способность их стен.

После сооружения ограждающих конструкций разрабатывается грунт на глубину нижнего перекрытия и бетонируется перекрытие. Затем укладывается гидроизоляция с устройством защитного слоя, производится обратная засыпка и восстанавливается дорожная одежда, после чего осуществляется проходка тоннеля под готовым перекрытием.

Конструкции тоннеля сооружаются из монолитного железобетона класса В30.

Срок строительства тоннелей без учета перекладки инженерных коммуникаций составляет 19 месяцев.



Генеральному директору ОАО «Научно-исследовательский, проектно-изыскательский институт «Ленметрогипротранс», д-ру техн. наук Николаю Ивановичу Кулагину исполнилось 70 лет.

47 лет он трудится в области транспортного строительства, из них 1,5 года — на возведении мостов, остальное время — на проектировании тоннелей и метрополитенов в институте «Ленметрогипротранс», в том числе директором его филиала «Бамтоннельпроект» (1977–1979).

В институте «Ленметрогипротранс» Николай Иванович прошел путь от инженера до поста генерального директора, который он занимает с 1981 г.

При непосредственном участии Н. И. Кулагина впервые в отечественной практике были запроектированы и построены станции метрополитена в Санкт-Петербурге с обделкой из сборных железобетонных элементов с обжатием в породе, внедрены и в дальнейшем усовершенствованы комплексы горно-проходческого оборудования для инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга, возведена единственная в России двухэтажная пересадочная станция метро «Спортивная», восстановлено движение на участке «размыв».

Он принимал участие в проектировании железнодорожных тоннелей на трассе Абакан — Тайшет, а затем на Байкало-Амурской магистрали, где были внедрены скоростные методы сооружения железнодорожных тоннелей в сложных климатических и инженерно-геологических условиях.

Под руководством Н. И. Кулагина коллектив института успешно решил и решает сложнейшие вопросы по всему комплексу изысканий и проектирования: метрополитенов и подземных сооружений в городах Санкт-Петербург, Самара, Челябинск, Казань, Красноярск, Новосибирск и других, а также автодорожных и железнодорожных тоннелей на всей территории России.

Несколько лет преподавал в СП ГУПС в должности профессора кафедры тоннели и метрополитены.

Николай Иванович Кулагин является членом правления Тоннельной ассоциации России и Ленинградской ассоциации проектных организаций «ЛАСПО», руко-

водителем Санкт-Петербургского регионального отделения ТАР.

Неоднократно он выезжал в служебные заграничные командировки по вопросам проектирования и строительства транспортных сооружений: во Францию, Данию, Венгрию, Кубу, Грецию, Японию, Израиль, Индию, Сирию, Ирак, Северную Корею, Таиланд. Под его руководством институт выполнил проекты метрополитенов городов Гаваны, Алжира, Будапешта. Имеет 60 научных статей и более 20 изобретений.

Награжден орденами «Трудового Красного Знамени» и «Дружбы народов», медалями «За строительство Байкало-Амурской магистрали», «Ветеран труда», «В память 300-летия Санкт-Петербурга», «В ознаменование 1000-летия г. Казани», наградами Министерства Транспортного строительства. Ему присвоено звание лауреата Премии Совета Министров СССР за внедрение передовых технологий и конструкций при сооружении тоннелей в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях. Почетный транспортный строитель, заслуженный строитель Российской Федерации.

Он является лауреатом Международной премии «Золотой Меркурий» за личный вклад в оздоровление экономики и развитие интеграционных процессов (премия международной имиджевой программы «Лидеры XXI века»), Международной премии «За достижение в области управления», «Кубок МБА» (Международная бизнес академия), Высшей общественной премии России «Российский Национальный Олимп» и ордена «Золотая Звезда Славы», членом-корреспондентом Международной Академии Общественных Наук.

Н. И. Кулагин принимал участие в работе ежегодных конгрессов Всемирной тоннельной ассоциации в Штутгарте, Вашингтоне, Вене.

За вклад в развитие города и области институту «Ленметрогипротранс» к 300-летию Санкт-Петербурга вручены знак «Общественное признание», призы экспертов в номинациях «Партнерские отношения» и «Качество».

Тоннельная ассоциация России и редакция журнала «Метро и тоннели» поздравляют Николая Ивановича с юбилеем и желают ему здоровья, долголетия и успехов в разработке новых проектов.



АРХИТЕКТУРА СТАНЦИИ «ТРУБНАЯ»

В. З. Филиппов, архитектор, ОАО «Метротранс»



Станция «Трубная» Люблинско-Дмитровской линии возведена в центре Москвы в районе одноименной площади.

Станция глубокого заложения колонно-стенного типа с подземным вестибюлем, расположенным под Трубной площадью в начале Цветного бульвара и связанным с платформой четырьмя лентами эскалаторов.

В торце среднего зала, противоположном выходу в город, сооружена пересадка на ст. «Цветной бульвар» Серпуховско-Тимирязевской линии.

Станция представляет собой трехнефную конструкцию со средним залом диаметром 9,5 м и двумя боковыми с посадочными платформами диаметром 8,5 м. Между боковыми и средним залом предусмотрены проходы шириной 4 м, ступирированные по четыре проема, которые чередуются с глухими участками.

В связи с тем, что ст. «Трубная» размещена в историческом центре столицы, тематика

архитектуры ее оформления планировалась в стиле старой Москвы. Но скульптор и художник Зураб Церетели предложил расширить тематику и отразить в ней архитектуру и древнерусских городов России. Это предложение было поддержано на художественном совете и реализовано в композициях в виде витражей и панно, которые обогащают восприятие и красоту станции.

Для удобства пассажиров в беспроемных частях между колоннами установлены скамейки с боковыми стенками, выполненными из ажурного металла, завершающиеся в верхней части ниш декоративными светильниками-бра. На стенах этих участков размещены цветные витражи с внутренней подсветкой, на которых отображены древнерусские города.

На сводах среднего и перронных залов станции и в залах пересадочного узла эскалаторных тоннелей смонтированы декоративные водозащитные зонты из стеклопластика белого цвета, повторяющие очертания сводов.

Панели зонтов, изготовленные на заводе в Твери, очень высокого качества.

Освещение среднего и боковых залов люминесцентное закарнизное. Светильники устанавливаются за карнизом порталов, объединяющих каждые четыре прохода. Кроме того, декоративные светильники-бра, стили-



зованные под старину, предусмотрены в нишах над скамьями.

Для большего комфорта пассажиров на балюстрадах эскалаторов вместо традиционных галогенных ламп смонтированы светильники, а на платформе расположена диодная светящаяся полоса, обозначающая границу ее края.

Порталы, карнизы и путевые стены облицованы мрамором светлых тонов. Колонны и вставки между порталами – темно-зеленым мрамором. Полированные плиты такого же оттенка, со светло-серым и черным гранитом, образуют на полу простой геометрический рисунок, повторяющий ритм порталов. Мрамор для отделки станции был приобретен в Италии.



ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СТАНЦИИ «ТРУБНАЯ»

Д. А. Королев, начальник отдела инженерной подготовки ООО «СМУ-8 Метростроя»

Проект станции «Трубная» Московского метрополитена был разработан институтом «Метрогипротранс» в конце 80-х гг. прошлого века (главный инженер проекта – Е. С. Барский). Станция глубокого заложения с вестибюлем, имеющим выход на Цветной бульвар, а также пересадочный узел на ст. «Цветной бульвар». Каждый наклонный тоннель оборудован четырьмя лентами эскалаторов. Средний зал станции диаметром 9,5 м, два боковых с посадочными платформами – 8,5 м. Средний и боковые залы соединены между со-

обделки была сооружена железобетонная рубашка, что позволило повысить качество и безопасность работ.

Проходка подходов и постоянных выработок осуществлялась в довольно сложных инженерно-геологических условиях (в глинах, известняках средней прочности, мергелях и т. д.) с применением БВР.

Работы по сооружению эскалаторного тоннеля велись в самом начале Цветного бульвара у Трубной площади. В связи с ожидаемым значительным водопритоком предварительно, согласно проекту, были пробурены наклонные скважины по контуру будущего тоннеля и произведено замораживание грунтов. Проходка большого эскалаторного тоннеля диаметром 9,5 м осуществлялась в очень сложных инженерно-геологических условиях с помощью БВР.

В 2001 г. на месте будущего вестибюля специализированные организации выполнили целый комплекс переключков подземных коммуникаций и сетей. Были проложены новый коллектор для реки Неглинка по Цветному бульвару от Бульварного кольца до Садово-Сухаревской улицы, канализационный коллектор, водопроводная магистраль и сеть по Цветному бульвару от Бульварного кольца до Садово-Сухаревской улицы. Также из зоны работ по сооружению эскалаторного тоннеля были вынесены магистральный газопровод и телефонная канализация.

В 90-х гг. в связи с отсутствием финансирования проходческие работы по возведению станционного комплекса «Трубная» были приостановлены и продолжались только в январе 2005 г. Предстояло выполнить очень большой объём работ:

- соорудить участок левого перегонного тоннеля диаметром 5,1/5,5 м длиной 188 м;
- возвести станционную венткамеру диаметром 7,5 м длиной 28 м;
- пройти средний станционный тоннель диаметром 9,5 м длиной 187 м;
- проложить кабельный коллектор, включая проходку двух фурнелей и двух выработок: горизонтальную, которая находилась

над перегонными тоннелями и имела выход в эскалаторный тоннель и вертикальную, соединяющую кабельный коллектор со станционной венткамерой;

- соорудить СТП-920 диаметром 9,5 м длиной 23 м;

- пройти кабельный коллектор, включая горизонтальную выработку диаметром 4,46 м длиной 41 м и два фурнеля, через которые должны были произойти две сбойки с тоннелями Серпуховско-Тимирязевского радиуса метрополитена;

- построить релейную АТПД диаметром 6 м длиной 56 м;

- соорудить пересадочный узел со ст. «Трубная» на ст. «Цветной бульвар». Пересадка состояла из камеры лестничных спусков, трёх ходков над действующей линией метрополитена, машинного помещения, эскалаторного тоннеля, натяжной камеры и камеры металлоконструкций. Кроме этого предстояло выполнить огромные объёмы работ по гидроизоляции подземных выработок, смонтировать сотни тонн арматуры и металлоконструкций, уложить тысячи кубометров бетона и сотни квадратных метров мрамора и гранита, проложить десятки километров кабельных линий и др.

Не менее трудоёмким для строителей было и возведение вестибюля станции «Трубная». Для ограждения котлована применили буросекущие железобетонные сваи диаметром 820 мм (БСС) и три пояса крепления расстрелами из металлических труб.

Работа по сооружению вестибюля велась круглосуточно и не прерывалась ни на минуту. В то время пока в одном конце котлована заканчивалось устройство ограждения из БСС, в другом – у эскалаторного тоннеля, после окончания разработки грунта, укладывалась бетонная подготовка, и строители приступали к нанесению гидроизоляции. Затем производились арматурные работы и укладка монолитного бетона в лоток вестибюля, стены и перекрытия. В подземной части станции в притоннельных сооружениях путейцы начинали укладку путевого бетона и рельсов. Отделочные работы на платформе станции завершились установкой мозаичных панно, скамеек и оригинальных светильников.

На строительстве вестибюля одновременно с окончанием монтажных и отделочных работ специалисты приступили к реализации проекта по благоустройству и озеленению территории в районе выхода со станции, выполненного как южное завершение Цветного бульвара.

Большой вклад в возведение станции внесли субподрядные организации – СМУ-9 Метростроя, СМУ-10 Метростроя, Спецподземстрой, Тоннельдорстрой, СМУ-4 Метростроя, УСП Метростроя, Стройальянс, СОНИКС.

Благодаря усилиям многих и многих специалистов: службы заказчика, проектировщиков, строителей, монтажников, отделочников и озеленителей станция «Трубная» была принята в эксплуатацию к 860-й годовщине г. Москвы. 



Вид на платформу с путей станции «Трубная»

Фото А. Попова

бой четырьмя проходами шириной по 4 м. Длина платформы 162 м.

Для возведения станции предназначались ствол диаметром 6 м и система подходов выработок. Сооружение ствола шахты № 941 и надшахтного комплекса для проходки подходов выработок, станционных и перегонных тоннелей началось в 1990 г. Стройплощадка располагалась в Большом Каретном пер., 10 (бывшая ул. Ермоловой) в густонаселённом историческом районе центра Москвы и поэтому имела очень стесненную территорию. Строительство ствола велось новым для метростроения способом – перед монтажом тубинговой

Вид на наклон из центрального зала станции



Фото А. Попова

ИТОГИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПРОХОДКИ В КРЫЛАТСКОМ

С. В. Бочаров, главный инженер ООО «Тоннельный отряд № 6 Метростроя»

Журнал «Метро и Тоннели» продолжает публикацию материалов о щитовой проходке тоннелей Митинско–Строгинской линии метрополитена в Москве. Уникальность этого строительства заключается в том, что впервые в России одновременно на прокладке тоннелей линии метро работали пять тоннелепроходческих комплексов, были задействованы значительные финансовые и людские ресурсы, применены новые для отечественного тоннелестроения технологии. Все чаще стала применяться конвейерная откатка грунта, которая значительно ускоряет строительство тоннелей.



Тоннельный отряд № 6 впервые пришел на участок строительства тоннелей Московского метро в Крылатском ещё в начале 1990-х гг. После этого прошло много лет и произошло немало событий в жизни нашей страны. Вторично метростроевцы вернулись сюда только в 2005 г.

В 2005–2007 гг. по договору с ЗАО «Метрострой» Тоннельный отряд № 6 выполнил комплекс работ по сооружению участка перегонных тоннелей протяженностью 1500 м между тупиками за действующей станцией «Крылатское» и точкой «Д» Серебряноборских тоннелей. Для проходки закрытого участка был применен ТПМК «Lovat RME 242 SE» с грунтопригрузом наружным диаметром используемой обделки 6 м и толщиной сегментов 35 см. Зона отвода для строительства тоннелей метро расположена на разделительной полосе Осеннего бульвара в Крылатском, окруженной с обеих сторон практически на всем протяжении трассы современными многоэтажными жилыми домами.

Учитывая данные обстоятельства, было принято решение разработки проекта организации работ с расчетом максимально возможного снижения шума от строительной площадки. В этих целях конструкцией стартовой камеры было предусмотрено размещение всех основных элементов горного комплекса: вентиляционной установки, компрессорной, завода по приготовлению тампонажного раствора, породного бункера, кран-балок в котловане под перекрытием. Погрузка породы также осуществлялась из бункера фронтальным погрузчиком в самосвалы в котловане, для чего был сооружен отдельный съезд для автомобильной техники. Таким образом удалось существенно снизить уровень шума.

Технология и организация строительной площадки были отработаны нашей организацией ранее – на сооружении тоннелей Бутовской линии и коллекторов в Сити.

К особенностям трассы данного переходного участка тоннелей метро можно отнести следующее.

1. Относительно малая глубина монтажной камеры и начального участка трассы – около 2 м от свода тоннеля – потребовали внести существенные коррективы в показатели грунтопригрузки для предотвращения выпора породы на поверхность.

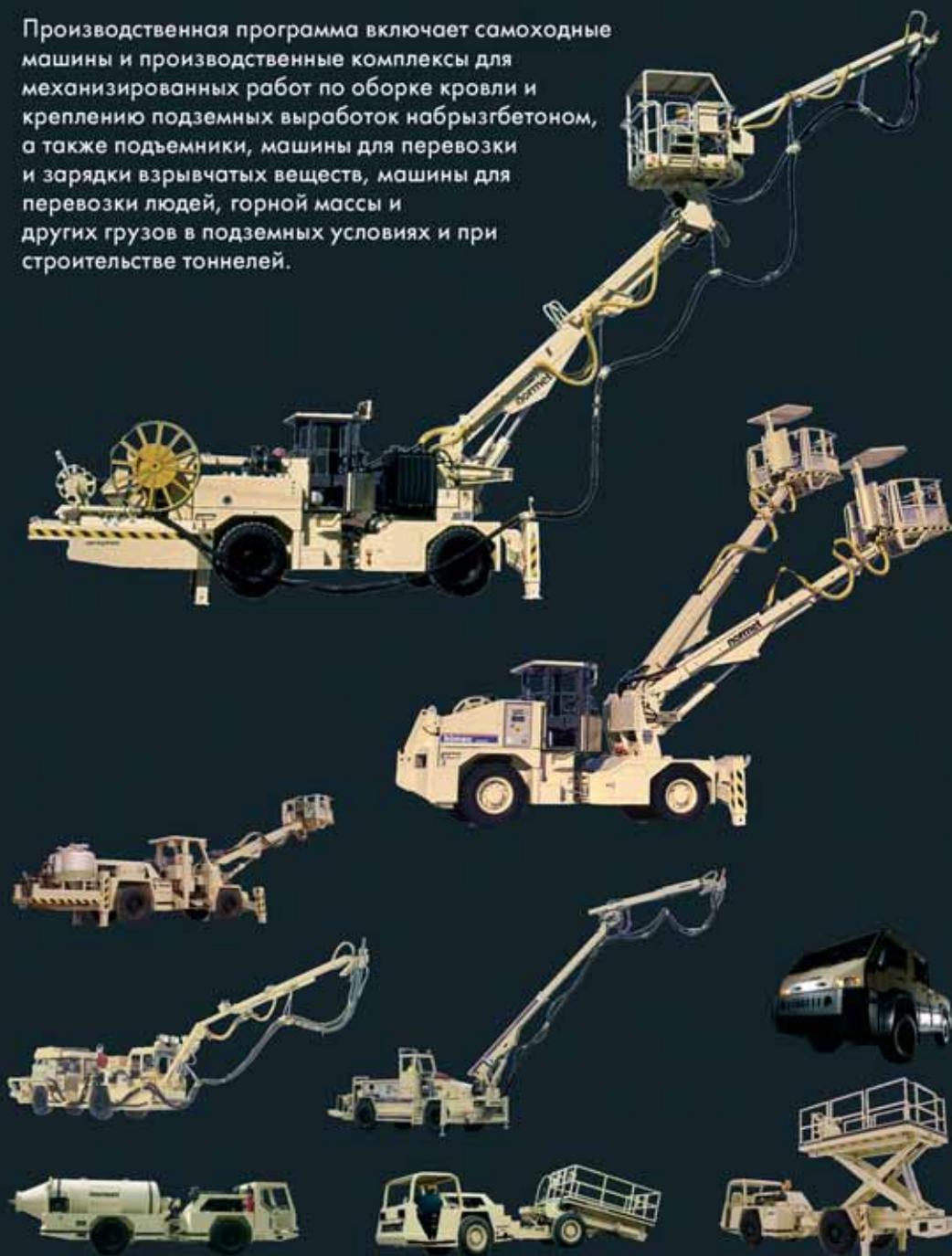
2. Перепад отметок между первым и последним кольцами составляет порядка 65 м. Как следствие – постоянный предельно-допустимый уклон тоннелей, что не позволило нам организовать промежуточные разминки в них для увеличения производительности откатки.

3. Находящиеся в зоне трассы тоннелей разведочные и иные скважины без координатной привязки и данных о ликвидации вызвали определенное напряжение. В одном случае столкновение с таким объектом привело к выбросу на поверхность пенно-грунтовой массы с глубины 8–9 м, в другом – из-за резкого динамического удара было повреждено крепление ротора к моторной плите щита, в третьем случае при-

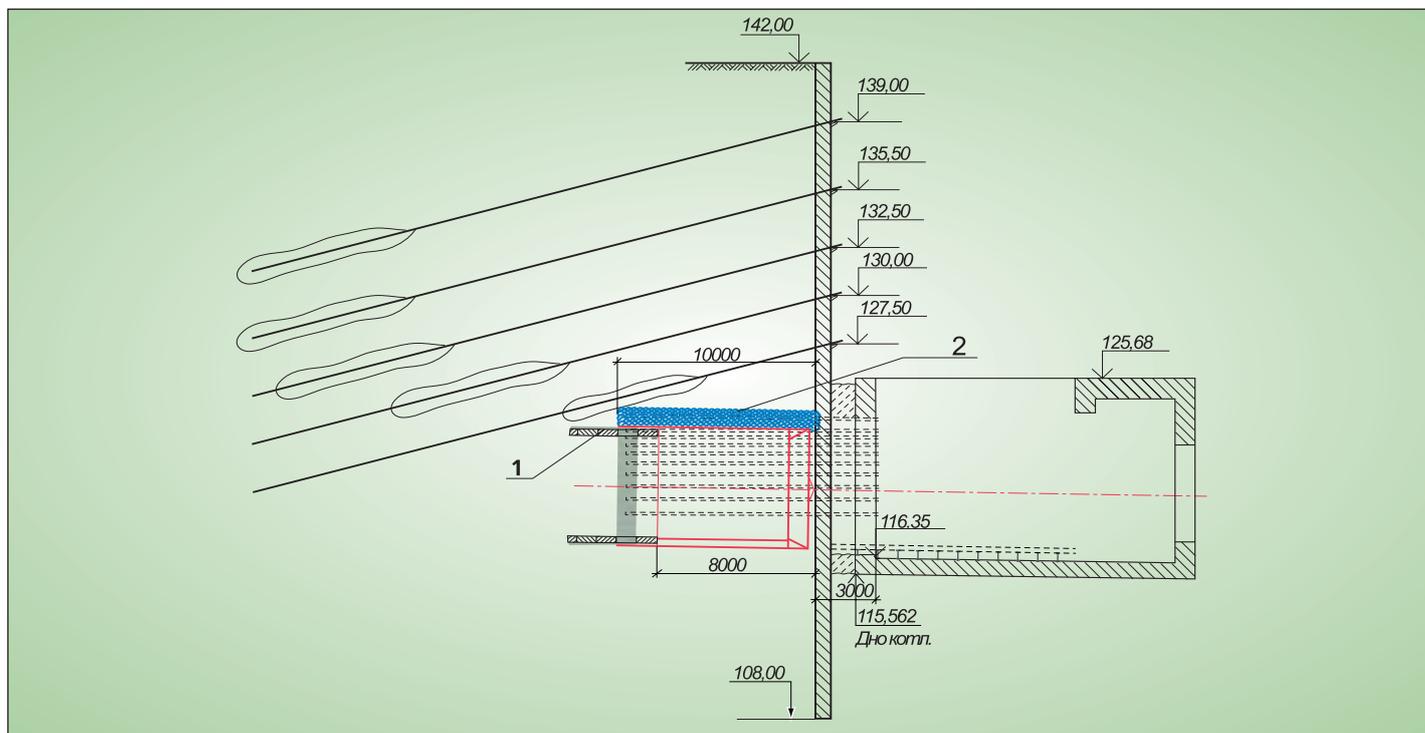
Корпорация Нормет разрабатывает и производит самоходную технику на пневмоколесном ходу с дизельным приводом для использования в подземных условиях на горнорудных предприятиях, а также при строительстве подземных сооружений и тоннелей. Производство Корпорации Нормет расположено в средней Финляндии в г. Иисалми.

Благодаря надежности и качеству продукция пользуется заслуженным признанием у горняков и тоннелестроителей всех континентов на протяжении уже более 40 лет. Корпорация Нормет является признанным лидером в своем сегменте мирового рынка горных машин.

Производственная программа включает самоходные машины и производственные комплексы для механизированных работ по обровке кровли и креплению подземных выработок набрызгбетоном, а также подъемники, машины для перевозки и зарядки взрывчатых веществ, машины для перевозки людей, горной массы и других грузов в подземных условиях и при строительстве тоннелей.



Представитель в Российской Федерации:
ООО «Интертехсервис», 119270, Москва, Фрунзенская наб., 50-509
тел. (495) 242 00 13, (495) 248 19 34, факс (495) 242 04 23



Устройство ледогрунтового экрана на выходе ТПМК «Lovat» в демонтажную камеру: 1 – нагнетание за обделку; 2 – ледогрунтовый экран

шлось даже менять трассу тоннеля, чтобы обеспечить обход препятствий.

4. Проходка велась непосредственно под действующей бензоаправочной станцией, что потребовало разработки дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности, а также под тремя зданиями. Кроме того, по трассе пересекалось значительное количество водоводов большого диаметра, районных теплотрасс, газопроводов и прочих коммуникаций.

5. Щит пришлось выводить в котлован глубиной около 30 м, расположенный на участке примыкания к Серебряноборским тоннелям.

Последнее стало одной из сложных задач, влияющих на своевременный вывод. Так, первоначально ТПМК «Lovat» должен был выйти в демонтажную камеру, являющуюся постоянной конструкцией метро. Для этого предусматривалось замораживание с поверхности грунтового массива в неустойчивых грунтах с гидростатикой 2,5 атм и под его защитой произвести разработку проема в высокоармированной «стене в грунте».

Однако по графику сооружение левой демонтажной камеры в постоянных конструкциях отставало на несколько месяцев, и поэтому выполнение бурения замораживающих колонн сквозь пятирядное анкерное крепление временного ограждения «стены в грунте» было невозможно.

В результате дополнительной проработки мы нашли весьма оригинальное решение: вокруг будущего контура обделки был обурен горизонтальный контур замораживающих колонок длиной 12 м. После создания ледогрунтового ограждения образовался своеобразный «стакан», в который вошел щит длиной 8,5 м и остановился у ограждающей стены котлована. Последние два кольца обделки после нагнетания создали пробку в этом «стакане», препят-

ствуя проникновению высоконапорной грунтовой воды и пльвуна в зону демонтируемого участка армированной стены котлована.

При сооружении первого тоннеля после проходки более половины участка было отмечено постепенное снижение скорости, вызванное увеличением длины откатки составов от монтажной камеры до щита без промежуточной разминовки. Проанализировав ситуацию, Метрострой принял решение оборудовать конвейерную откатку породы на втором тоннеле. В короткий срок, за четыре месяца, вместе с фирмой «Херренкнехт» была разработана техническая документация, изготовлен и смонтирован тоннельный конвейер с вертикальным накопителем ленты на 180 м проходки.

Использование данной технологии транспортировки породы позволило резко увеличить среднюю скорость. Лучший результат на первом тоннеле составил 12 колец в сутки и 265 колец в месяц, на втором тоннеле – соответственно 22 и 503. Здесь сдерживающим фактором скорости проходки стала недостаточная производительность тампонажных насосов, установленных на ТПМК. В процессе продвига пришлось периодически делать остановки для своевременного выполнения тампонажа за обделку.

Одной из новых задач, которую пришлось решать при строительстве Строгинского радиуса, стало сооружение эвакуационных сбоек. Приступать к этим работам можно было только после прохода щитом второго тоннеля в створе будущих сбоек, что существенно увеличило сроки строительства, особенно на участке, расположенном в неустойчивых водонасыщенных грунтах. Для решения этой проблемы был разработан и реализован комплексный проект по водопонижению с вакуумирова-



Вертикальная башня накопителя ленты тоннельного конвейера

нием с поверхности и различные варианты укрепления грунтов через превенторы, установленные в железобетонной обделке тоннелей.

В заключение хотелось бы отметить, что в условиях сложившегося в последние годы в Москве существенного дефицита в строительстве квалифицированных инженерных и рабочих кадров использование современных технологий и высокопроизводительного оборудования является, пожалуй, наиболее реальным путем решения проблемы недостаточного развития сети метро в нашем городе.

Все из одних рук:

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

НАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ - ВОЗДУХ

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ



www.cft-gmbh.de

ВЫРАБОТКА



www.korfmann.com

СБЫТ ЧЕРЕЗ ФИРМУ

CFT GmbH
compactfiltertechnik

Beisenstraße 39 - 41
D-45964 Gladbeck

Tel. +49 2043 4811-0
Fax +49 2043 481120
E-Mail mail@cft-gmbh.de
Internet www.cft-gmbh.de

НАПРАВЛЕНИЕ



Schauenburg
Tunnel Ventilation GmbH



www.tunnel-ventilation.de

БАКИНСКОМУ МЕТРОПОЛИТЕНУ – 40 ЛЕТ

Т. М. Ахмедов, начальник Бакинского метрополитена



6 ноября 2007 г. коллектив Бакинской подземной магистрали отметил свой 40-летний юбилей.

Современный Баку – столица суверенного Азербайджана – является одним из крупнейших городов Ближнего Востока. Расположенный на территории естественного амфитеатра, город занимает площадь более 150 км² и протянулся вдоль морской бухты почти на 20 км.

Наличие месторождений нефти обусловило приток рабочих на Апшеронский полуостров. В конце XIX – начале XX в. здесь бурными темпами развиваются такие отрасли промышленности как нефтедобыча и ее пе-

реработка, энергетика, машиностроение, химия, литейное производство. Являясь крупным портом на Каспии, город располагает и судостроительной отраслью.

Вокруг промышленных объектов зарождаются рабочие поселки, нуждающиеся в транспортной связке. В дореволюционном Баку транспорта как такового не было. Ветхая конка и фаятоны были основными средствами передвижения. В канун празднования четвертой годовщины установления Советской власти в Азербайджане по центральному улицам Баку прошел первый трамвай. А еще два года спустя в сентябре 1926 г. впервые в Закавказье начали курсировать поезда-электрички между Баку и Сураханы. В растущем и благоустраиваемом городе были сооружены троллейбусные линии, появились регулярные автобусные маршруты.

К началу 30-х гг. прошлого века Баку становится густонаселенным промышленным, культурным и научным центром не только Кавказа, но и всего бывшего СССР. Поэтому вслед за строительством метрополитенов в Москве и Ленинграде ещё в 1932 г. в первоначальных вариантах Генерального плана развития Баку для разгрузки наземного транспорта и освобождения многих узких улиц города от линий трамвайного, троллейбусного и автобусного сообщения было принято решение о сооружении самого скоростного и комфортабельного вида транспорта – метрополитена.

Однако разразившаяся война 1941–1945 гг. не позволила осуществиться этим намерениям. Только в 1947 г. правительством принимается решение о начале проведения проектно-исследовательских работ, которые были рассмотрены и одобрены в 1948 г. В 1949 г. возводится строительная база метрополитена, а в 1951 г. утверждается технический проект первой очереди и начинается прокладка линии протяженностью 12,1 км. Основная трасса имела направление параллельно линии бухты на расстоянии 500–700 м от берега моря. В 1953 г. строительные работы временно приостанавливаются и возобновляются только в 1960 г. Это значительно отодвинуло пуск в эксплуатацию Бакинского метрополитена.

В 1966 г. создается Управление Бакинского метрополитена в составе шести служб: движения, подвижного состава, пути, тоннельных сооружений и сантехники, электромеханической, СЦБ и связи и материально-технического обеспечения.

6 ноября 1967 г. в г. Баку был пущен в эксплуатацию первый участок первой очереди метрополитена протяженностью 9,2 км с пятью станциями, четыре из которых глубокого заложения и одна из них, в районе так называемого «Черного города», станция «Хатаи». Первый поезд провели машинист Салман Алекперов и его помощник Акиф Мирзоев. С 25 ноября 1967 г. метрополитен приступил к постоянной эксплуатации, и началась регулярное движение поездов.

Станция «Халгар Достлугу»





Станция «Нариманов»

Помимо станций и тоннелей в эксплуатацию был сдан большой комплекс технических сооружений: электродепо, тяговые и понизительные электроподстанции, вентиляционные комплексы со стволами шахт, подходными тоннелями, дренажными перекачками. Были смонтированы мощные вентиляторы и санитарно-технические устройства, 12 лент эскалаторов с комплексом устройств для их обслуживания; введена в строй действующих центральная диспетчерская в Доме связи.

Тяжелейшие гидрогеологические условия проходки тоннелей в Баку – это общепризнанная реальность, и ведущие специалисты метростроевцы отмечали, что аналогичные условия вряд ли имели место в других городах мира. Ведь в то время задавалась определенная глубина заложения тоннелей, и откорректировать профиль трассы уже было невозможно. Поэтому при строительстве тоннелей на самых неблагоприятных участках применялись специальные способы работ, такие как кессонная проходка, водопонижение, искусственное закрепление грунтов с применением высокопроизводительных механизированных инструментов и горно-проходческого оборудования. Кессонный способ был новым и самым сложным. Проходчиков, имеющих опыт работы в кессоне, в Баку тогда не было. В течение короткого времени в Баку были направлены десятки опытных специалистов соответствующей квалификации. При сооружении некоторых участков использовались цементация, силикатизация и кессон. Был случай, когда на участке тоннеля между станциями

«Элмляр Академиясы» и «Иншаатчылар» неожиданно произошел невероятной мощности прорыв воды. В дальнейшем работы на аварийном участке проводились методом замораживания жидким азотом. Чтобы в дальнейшем исключить подобные случаи, пришлось изменить профиль тоннеля и вместо 40-тысячного уклона принять 60-тысячный. Вот в каких сложных условиях велось строительство Бакинского метрополитена.

В его прокладке принимали участие проектировщики и строители Москвы, Ленинграда, Киева и коллективы многих промышленных предприятий. Следует отметить, что вся оснастка для железобетонных конструкций, нестандартизированное оборудование, закладные детали изготавливались на машиностроительных предприятиях республики. В ходе производства работ комплектовались кадры азербайджанских метростроевцев, техническая квалификация которых из года в год возрастала.

За первым участком был пущен второй протяженностью 2,3 км, затем третий длиной 6,4 км, который связал крупнейший жилой массив 8-й километр и промышленную зону с центром города. Вторая линия длиной 9,1 км прошла по северо-западной части Бакинского плато и была завершена в 1985 г. строительством пяти станций: «Низами», «Элмляр Академиясы», «Иншаатчылар», «20 Январь», «Мемар Аджеми», две из которых глубокого заложения.

В настоящее время Бакинский метрополитен представляет собой одну из важнейших структур транспортной артерии столицы

Азербайджана. Он состоит из двух линий: «Баки Совети» – «Ази Асланов» и «Хатаи» – «Мемар Аджеми», эксплуатационная длина которых 29,87 км с 20-ю действующими станциями, имеющими 32 вестибюля. Семь станций – глубокого заложения. На метрополитене задействовано 42 эскалатора пяти типов с общей длиной лестничного полотна более 4300 м. Общая протяженность тоннельных сооружений превышает 80,6 км. Уникальность Бакинского метрополитена заключается в том, что его трассы проложены по пересеченному рельефу города, расположенного на холмистой местности, имеют уклоны 60 и 40 % и множество кривых, примерно 39 %, малого радиуса.

Пять тяговых, восемь совмещенно-тяговых и 13 понизительных подстанций по кабельным линиям общей длиной 2,573 тыс. км осуществляют бесперебойное электроснабжение Бакинского метрополитена; 34 вентиляционные шахты и 66 вентиляторов главного проветривания обеспечивают приток свежего воздуха и выброс отработанного.

Бакинский метрополитен, как структурная единица, подведомственная Кабинету Министров Республики, работает на хозрасчетных началах с частичным покрытием затрат за счет дотации из госбюджета. Это связано с государственным регулированием цен за проезд. В настоящее время в составе метрополитена действует одно электродепо и 12 основных структурных подразделений. Это службы:

- движения, отвечающая за пассажироперевозки;

- подвижного состава, занимающаяся парком вагонов, их ремонтом и обслуживанием и имеющая в своем составе электродепо;

- пути, обслуживающая путевое хозяйство;
- электроснабжения, на балансе которой находятся тяговые и совмещенные электроподстанции;

- электромеханическая, обслуживающая насосное, вентиляционное и сантехническое оборудование;

- тоннельных сооружений, отвечающая за состояние и содержание тоннельного хозяйства;

- капитального ремонта, производящая ремонт и строительство зданий и сооружений;

- сигнализации, централизации, блокировки и связи;

- автотранспорта, ведущая авторезинами и другими подвижными специальными агрегатами и автогаражом;

- материально-технического обеспечения;

- отдел военизированной пожарной охраны;

- объединенные мастерские, где осуществляется ремонт электродвигателей, эскалаторных цепей и маршевых ступенек эскалаторов, деталей и узлов, изготавливаются отдельные запчасти.

В настоящее время идет строительство новой станции метрополитена, пуск которой намечается в 2008 г. В перспективе до 2010 г. планируется возвести ещё две станции и второе электродепо в северо-западной части нагорного плато города с обустройством мощной механической базы по ремонту вагонного парка, изготовлению деталей, узлов и частей. Проектирование и подготовительные работы уже ведутся. В будущем протяженность линий Бакинского метрополитена должна достигнуть 52 км в двухпутном исчислении, а число станций – 32.

Тысячи бакинцев ежедневно перевозит наше метро. С 2000 по 2006 г. количество пассажиров, воспользовавшихся подземным транспортом, увеличилось с 88,9 млн до 154,3 млн человек. В 2007 г. число пассажиров возрастет ориентировочно до 170 млн.

Главным событием я считаю то, что за последние несколько лет мы значительно обновили парк вагонов. При содействии нашего правительства приобретены 100 новых метровагонов, требуется, по меньшей мере, еще 50 с учетом ввода в эксплуатацию северного участка и переходом на 30-парный график движения поездов с минимальным интервалом 2 мин для обеспечения возрастающего объема пассажироперевозок.

Как известно, в 1993 и 1995 г. на Бакинском метрополитене были осуществлены теракты, приведшие к трагическим последствиям – гибели людей и выводу из строя техники, подвижного состава и станционного оборудования. В целях предотвращения подобных явлений, для безопасности пассажиров и для ужесточения контроля прохода и пребывания их в метро на всех входах и выходах, платформах станций и эскалаторах в настоящее время установлена система видеонаблюдения с выводом показаний на мониторы, которые установлены в диспетчерском центре и у начальников станций,

а с 2003 г. стали оборудовать и вагоны. Данная система была разработана Бакинским центром ННП «АСУ бетон» совместно со специалистами Бакинского метрополитена. Система позволяет из кабины машиниста вести наблюдение за всеми пятью вагонами состава. Она уже установлена на двух составах. Работы в этом направлении продолжаются.

Большое внимание уделяется чистоте станций, чтобы их состояние удовлетворяло санитарно-техническим нормам. Для мойки полов применяются немецкие поломоечные машины «Кобра». В ближайшее время планируется приобрести достаточное их количество. В ночное время специальные бригады занимаются промывкой облицовки стен.

В процессе строительства и пуска в эксплуатацию первых очередей Бакинского метрополитена росли кадры строителей и эксплуатационников. В их числе работники, прошедшие путь от рядового рабочего до начальника метрополитена и начальников служб. Многие руководители метрополитена и его подразделений проработали в своем родном коллективе свыше 35 лет.

Большую помощь коллективам служб и подразделений в их практической работе оказывают опытные руководители отделов Управления.

Для учебного процесса создан образцовый, когда-то в системе МПС, технический кабинет, где рабочие и ИТР изучают материальную часть подвижного состава, оборудование, приемы безопасного ведения работ. Существует специально созданный класс для подготовки локомотивных бригад, оборудованный действующими тренажерами. Наряду с этим, во всех подразделениях имеются технические кабинеты или уголки по изучению инструкций, правил техники безопасности и охраны труда.

Большое внимание уделяется и внедрению технических новшеств и созданию необходимых условий для плодотворной работы новаторам производства и рационализаторам. Ежегодно разрабатывается план внедрения новой техники и передовой технологии, мероприятий по НИОКР, в которых находят отражение наиболее актуальные, экономически эффективные и технологически приемлемые мероприятия. Использование новшеств и рационализаторских предложений позволяет улучшить условия труда, повысить безопасность движения и надежность работы оборудования и подвижного состава.

За период с 2000 по 2006 г. метрополитеном внедрено 275 мероприятий по новой технике, передовой технологии и научно-исследовательским работам, более 197 рационализаторских предложений с экономическим эффектом свыше 424 млн манат, 858 мероприятий по охране труда и технике безопасности.

Ввиду долгой службы и ухудшения гидрогеологических условий на таких станциях как «Хатаи», «Низами», «Сахил», «28 Мая», «Баки Совети» наклонные ходы эскалаторов нуждались в серьезной реконструкции, т. к. несущие конструкции асбошиферных зонтов были корродированы с угрозой обру-

шения, что делало опасной дальнейшую их эксплуатацию. В связи с этим Бакинский метрополитен произвел реконструкцию асбошиферных зонтов на более легкую и безопасную – из дюралюминиевых профилей. Следует отметить, что в дальнейшем, как показала практика, эксплуатационные расходы по содержанию последних дают значительную экономию как трудовых, так и материальных затрат. В данное время уже на всех станциях глубокого заложения первой очереди Бакинского метрополитена осуществлена подобная замена. Эти работы проводились совместно службами тоннельных сооружений и капитального ремонта.

Для улучшения культуры обслуживания пассажиров создана локальная сеть с установкой компьютеров на станциях, объединяющая все АКП, с выводом информации о работе каждого на центральный сервер. С 2006 г. проход через АКП осуществляется при помощи бесконтактных чип-карт. Это создало удобство для пассажиров и обслуживающего персонала.

Начиная с 2003 г. стрелочные электроприоритеты типа SP-6 стали заменять бесконтактными, которые более надежны и проще в эксплуатации.

С целью обеспечения стабильного питания устройств АКП при отсутствии напряжения в общей сети установлены новые блоки питания, которые обеспечивают бесперебойную подачу напряжения в течение 40 мин.

Компьютеризация производственных процессов, внедрение компьютеров на служебных местах намного улучшили оперативность в работе. Однако кабельную сеть передачи данных необходимо реконструировать с внедрением волоконно-оптического и излучающего кабелей. Это позволит значительно улучшить качество связи и увеличит ее функциональные возможности.

Каждое предприятие чувствует себя спокойно, когда имеет собственную ремонтную базу. В 1975 г. в Бакинском метрополитене был сдан так называемый «малый завод» – Объединенные мастерские, основная деятельность которых заключается в ремонте эскалаторов и изготовлении нестандартных изделий и оборудования для эксплуатационных нужд метрополитена и работ, связанных с заказами других служб. В Объединенных мастерских функционирует слесарно-механический участок и участок для капремонта эскалаторов.

Работники Бакинского метрополитена делают все от них зависящее, чтобы метрополитен работал четко, без срывов, обеспечивал безопасную перевозку пассажиров. И это, несмотря на то, что техническая база метрополитена нуждается в обновлении и усовершенствовании. В сентябре на Бакинском метрополитене работали независимые эксперты, призванные оценить техническую базу, состояние оборудования и основных средств метрополитена.

Конечно, многое из того, что они обнаружили, мы и сами знали. Вследствие агрессивного воздействия течи грунтовых вод, хими-



Станция «Низами»

ческой коррозии чугунных тубингов, болтовых соединений, арматуры и бетона железобетонных блоков и металлоизоляции, особенно на участках глубокого заложения, сооруженных в 1967 г. перегонов «Шах Исмаил Хатаи» – «Дж. Джаббарлы» – «28 Май» – «Сахил» – «Баки Совети» несущая тоннельная обделка получила значительные ослабления и износ. Отдельные её локальные места находятся в недопустимом техническом состоянии и требуют усиления.

Службами тоннельных сооружений и капитального ремонта выполняются значительные объемы по антикоррозийной обработке тубингов, нанесению защитных покрытий, усилению обделки, диафрагм сопряжения, замене болтовых соединений, металлоизоляции и др. Однако темпы и объемы выполняемых работ недостаточны в связи со значительной протяженностью дефектных участков. Требуется привлечение специализированных организаций.

Отдельные вентиляционные шахты имеют течи по стволу и в нижнем коллекторе, коррозионные повреждения обделки и оборудования. Имеются незадействованные шахты, где с периода пуска в эксплуатацию вентиляция не функционирует. Они нуждаются в проведении планового ремонта и реконструкции. Недостаточный воздухообмен в тоннелях и выработках способствует активному протеканию процесса коррозии и преждевременному износу тоннельных конструкций.

В службе тоннельных сооружений в целях усиления надзора за техническим состоянием конструкций рекомендуется создать на базе существующей лаборатории группу специалистов-тоннельщиков (ТОИС), оснастить ее современными приборами и оборудованием. Привлечь специализированные

организации для комплексного геофизического исследования заобделочного пространства, установления состава тампонажных растворов и разработки проекта производства инъекционных работ.

Для выполнения значительных объемов ремонтно-восстановительных работ необходимо оснастить службы тоннельных сооружений и капитального ремонта современным технологическим оборудованием, инструментом и модернизированным подвижным мототранспортом, оборудованным универсальной сборно-разборной вышкой.

Многое сделано за эти 40 лет, много еще предстоит сделать. Главное, чтобы было желание созидать. На Бакинском метрополитене работает много творческих людей, хороших специалистов. Это благодаря им Бакинский метрополитен стал неотъемлемой частью города – столицы нашей Республики. Бакинское метро функционирует, несмотря на трудности, и развивается.

С гордостью следует отметить, что деятельность Бакинского метрополитена всегда была под пристальным вниманием первого Президента Азербайджанской Республики Гейдара Алиева. В свое время при его непосредственном контроле и помощи были сданы в эксплуатацию как многие станции первой очереди, так и сложнейшая по условиям проходки и самая протяженная линия второй очереди.

Бакинский метрополитен является членом Международной Ассоциации «Метро» и Международного союза общественного транспорта (МСОТ). Это позволяет быть в курсе всех последних разработок и внедрений в области обеспечения бесперебойной и безопасной эксплуатации метрополитенов, обмениваться информацией и опытом работы с другими метрополитенами стран СНГ. Совещания, семинары, проводимые

МА «Метро», дают возможность личного контакта руководителей и специалистов метрополитенов стран СНГ, что также положительно сказывается в организации производства и обеспечении нормального функционирования. Бакинский метрополитен заслуженно пользуется уважением среди коллег в странах СНГ и за рубежом.

Клуб лидеров торговли – ассоциация предпринимателей, которая объединяет 7 тыс. членов, руководителей крупных и малых предприятий различных отраслей и разного профиля, являющихся главными клиентами транспортных компаний всего мира – в октябре 2004 г. в Мадриде наградил Бакинский метрополитен VII Международным призом по транспорту – призом Нового тысячелетия. В 2005 г. Бакинскому метрополитену присужден VIII Международный приз по транспорту – Золотой приз «За лучшую торговую марку», а начальник Бакинского метрополитена награжден золотым значком «Управление глобальным качеством». В 2006 г. нам вручен Золотой Приз Европы «За качество». В этом году, названный Золотым по случаю 10-й годовщины приза – Приз Нового тысячелетия, был присужден Бакинскому метрополитену, а его начальник награжден памятным Золотым значком Клуба лидеров торговли за высокую предпринимательскую деятельность. Это признание и объективная оценка деятельности руководства, слаженной и качественной работы всего коллектива метрополитена, всех его служб и подразделений.

Бакинский метрополитен и впредь будет прилагать все усилия для бесперебойной и безопасной перевозки пассажиров, обеспечения сервиса обслуживания, ведь метрополитен – это общественный вид транспорта и цель его служить обществу.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИФТОВЫХ ПОДЪЕМОВ ДЛЯ МЕТРО

О. В. Тимофеев, доцент, к. т. н.

На линиях метро глубокого заложения в нашей стране до настоящего времени используются только эскалаторные подъемы. Подавляющее большинство станций имеет по одному эскалаторному выходу на поверхность, включающему на старых станциях три ленты, на новых – четыре. Такая ситуация приводит к высокой концентрации пассажиропотоков, особенно в часы пик. У эскалаторов образуются громадные толпы людей, что создает не только неудобства, но и приводит иногда к несчастным случаям. Очевидна необходимость вторых выходов не только на действующих станциях, но и на вновь проектируемых. Следует при этом решить одну из острых социальных проблем – возможность пользования метрополитеном людьми с ограниченной подвижностью (например, инвалидам в колясках).

Существующие эскалаторные подъемы характеризуются очень высокой стоимостью как при строительстве, так и при эксплуатации, а сооружение наклонных тоннелей сопровождается, как правило, критическими деформациями наземных объектов. К тому же такие подъемы не позволяют решить отмеченную выше социальную проблему. К числу важных достоинств следует отнести высокую провозную способность (по нормативу 8200 чел/ч на одну ленту) и непрерывность пассажиропотока. Наряду с этим им присущи такие недостатки, как большие объемы и сложность горно-строительных работ из-за расположения эскалаторного тоннеля и машинного зала, как правило, в неустойчивых обводненных горных породах, требующих применения специальных способов работ (преимущественно, трудоемкого и дорогостоящего замораживания). При этом возникают неизбежные смещения больших объемов массива пород и поверхности земли, опасные для зданий, коммуникаций, транспортных объектов и подземных сооружений.

Осадки эскалаторных тоннелей происходят и в процессе их эксплуатации, вследствие чего нарушаются гидроизоляция обделки и нормальный режим работы эскалаторов, появляется необходимость многократных и дорогостоящих ремонтов.

Практика показала, что применявшиеся прежде трехленточные эскалаторные подъемы не обеспечивают нормального эксплуатационного режима, поскольку один из трех эскалаторов приходится регулярно отключать для профилактического или капитального ремонта. Авария на одном из двух работающих эскалаторов резко нарушает режим работы станции в целом.

Современные нормы проектирования предусматривают для станций метро глубокого заложения обязательное использование 4-эскалаторного подъема (наружный

диаметр 9,5–10,5 м). Это приводит к увеличению площади сечения тоннеля почти вдвое по сравнению с прежним диаметром 7,5 м, следовательно, вдвое возрастают объем выемки породы (с 44 до 84 м³ на 1 м длины) и расход чугунной обделки (с 12 до 23 т/м).

Предельная высота подъема при серийных машинах составляет 60–65 м. При более глубоком заложении проектируют двухмаршевые эскалаторы с промежуточным вестибюлем, в результате чего существенно дорожают строительство и эксплуатация. Фактическая провозная способность эскалаторной ленты редко достигает нормативной и обычно не превышает 6500 чел/ч.

Отмеченные выше недостатки могут быть существенно уменьшены или ликвидированы при использовании большегрузных лифтовых подъемов в вертикальных шахтных стволах.

Существует мнение, что лифтовые подъемы по производительности не способны заменить эскалаторные. Это заблуждение можно устранить путём расчёта по проведённой ниже методике.

Провозная способность группы лифтовых подъемов (чел/ч) при нормальном режиме работы (двухсторонний спуск и подъём пассажиров) составит в каждом направлении

$$P_u = \frac{3600 \cdot A_{\text{э}} \cdot n_{\text{э}} \cdot n_{\text{л}}}{T_{\text{ц}}' \cdot K_H}, \quad (1)$$

где: $A_{\text{э}}$ – номинальная вместимость одного этажа кабины, чел;

$n_{\text{э}}$ – число этажей в кабине;

$n_{\text{л}}$ – количество лифтов в работе;

K_H – коэффициент неравномерности

работы (1,05);

$T_{\text{ц}}'$ – продолжительность цикла (спуск и подъём) кабины, с.

$$T_{\text{ц}}' = \left(\frac{H}{V} + \frac{V}{\alpha} + t + \frac{A_{\text{э}}}{z_1 \cdot m \cdot \text{в}} \right) \cdot 2, \quad (2)$$

где: H – высота подъема, м;

V – номинальная скорость движения кабины, м/с;

α – ускорение или замедление, м/с²;

t – время дотяжки кабины, с;

z_1 – число дверей в этаже кабины для входа (выхода);

m – пропускная способность 1 м ширины двери кабины (1,5 чел/с);

в – ширина двери, м.

При пиковом режиме (часть кабин работает только на спуск или подъём) максимальная провозная способность в сторону наибольшего пассажирского потока составит:

$$P_n = 3600 \cdot A_{\text{э}} \cdot n_{\text{э}} \left(\frac{n'_{\text{л}}}{T_{\text{ц}}'} + \frac{n''_{\text{л}}}{T_{\text{ц}}''} \right) \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (3)$$

где: $n'_{\text{л}}$ – число кабин для двухсторонних перевозок;

$n''_{\text{л}}$ – то же для односторонних.

Продолжительность цикла спуска-подъёма для лифтов одностороннего режима работы:

$$T_{\text{ц}}'' = \left(\frac{H}{V} + \frac{V}{\alpha} + t + \frac{A_{\text{э}}}{z_2 \cdot m \cdot \text{в}} \right) \cdot 2, \quad (4)$$

где: z_2 – общее число дверей в этаже кабины ($z_2 > z_1$).

Провозная способность в пиковом режиме в сторону меньшего пассажиропотока может быть определена по формуле (3) при $n'_{\text{л}} = 0$.

Для примера выполним расчёт при следующих исходных данных: станцию метро обслуживают два лифтовых ствола, в каждом из которых (рис. 1а) имеются два лифта (из четырёх лифтов три находятся в работе и один в резерве или ремонте); $H = 60$ м; $A_{\text{э}} = 60$ чел; $n_{\text{э}} = 1$, $n_{\text{л}} = 3$, $K_H = 1,05$, $V = 4$ м/с, $\alpha = 1$ м/с², $t = 3$ с, $\text{в} = 1,5$ м, $m = 1,5$ чел/с, $z_1 = 1$.

При одноэтажных двухдверных проходных кабинах и нормальном режиме работы трёх лифтов получим по формулам (2) и (1):

$$T_{\text{ц}}' = \left(\frac{60}{4} + 4 + 3 + \frac{60}{1,5 \cdot 1,5} \right) \cdot 2 = \\ = (12 + 7 + 27) \cdot 2 = 92 \text{ с};$$

$$P_t = \frac{3600 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 3}{92 \cdot 1,05} = \\ = \frac{648 \cdot 10^3}{96,6} = 6708 \text{ чел/ч}.$$

При пиковом режиме работы трёх лифтов (один по двухсторонней схеме, $n'_{\text{л}} = 1$ и два по односторонней, $n''_{\text{л}} = 2$) получим по формулам (4) и (3):

$$T_{\text{ц}}' = 92 \text{ с}; T_{\text{ц}}'' = \left(19 + \frac{60}{2 \cdot 2,25} \right) \cdot 2 = \\ = (19 + 13,3) \cdot 2 = 64 \text{ с};$$

$$P_n = 3600 \cdot 60 \cdot 1 \left(\frac{1}{92} + \frac{2}{64} \right) \cdot \frac{1}{1,05} = \\ = 8640 \text{ чел/ч}.$$

Приведённые результаты свидетельствуют о том, что три лифтовых подъёма с одноэтажными кабинами вместимостью по 60 человек эквивалентны двум лентам эскалатора по фактической провозной способности (6500 чел/ч), а при пиковом режиме превосходят ее нормативное значение (8200 чел/ч).

Использование двухэтажных лифтовых кабин обеспечит удвоенную провозную спо-

способность по сравнению с указанными выше величинами, т. е. они будут эквивалентны четырем лентам эскалатора.

При вместимости кабин $A_3 = 75$ чел. и прочих исходных данных из рассмотренного выше примера получим провозную способность в одном направлении при нормальном режиме работы лифтовых подъемов $P_H = 7374$ чел/ч, а при пиковом – $P_n = 9625$ чел/ч.

При разработке схем размещения лифтов в стволе необходимо обеспечить независимый подъем каждой кабины (с индивидуаль-

ным приводом и противовесом) и возможность беспрепятственного перехода людей из одной кабины в другую при аварийных ситуациях.

Этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяет консольная армировка, которая обеспечивает максимально допус-

Рис. 1. Схемы размещения в стволах лифтов с противовесами и консольной армировкой: 1–4 – лифтовые кабины, 5 – консоли армировки, 6 – проводники, 7 – входные (выходные) двери кабины, 8 – двери аварийного выхода, 9 – противовесы, 10 – крепь (обделка) ствола

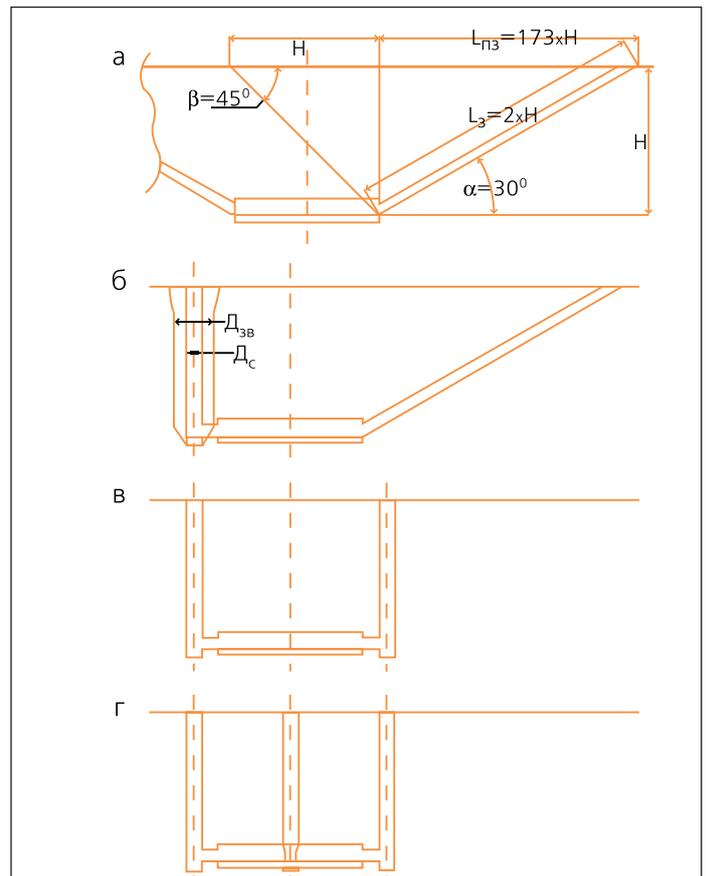
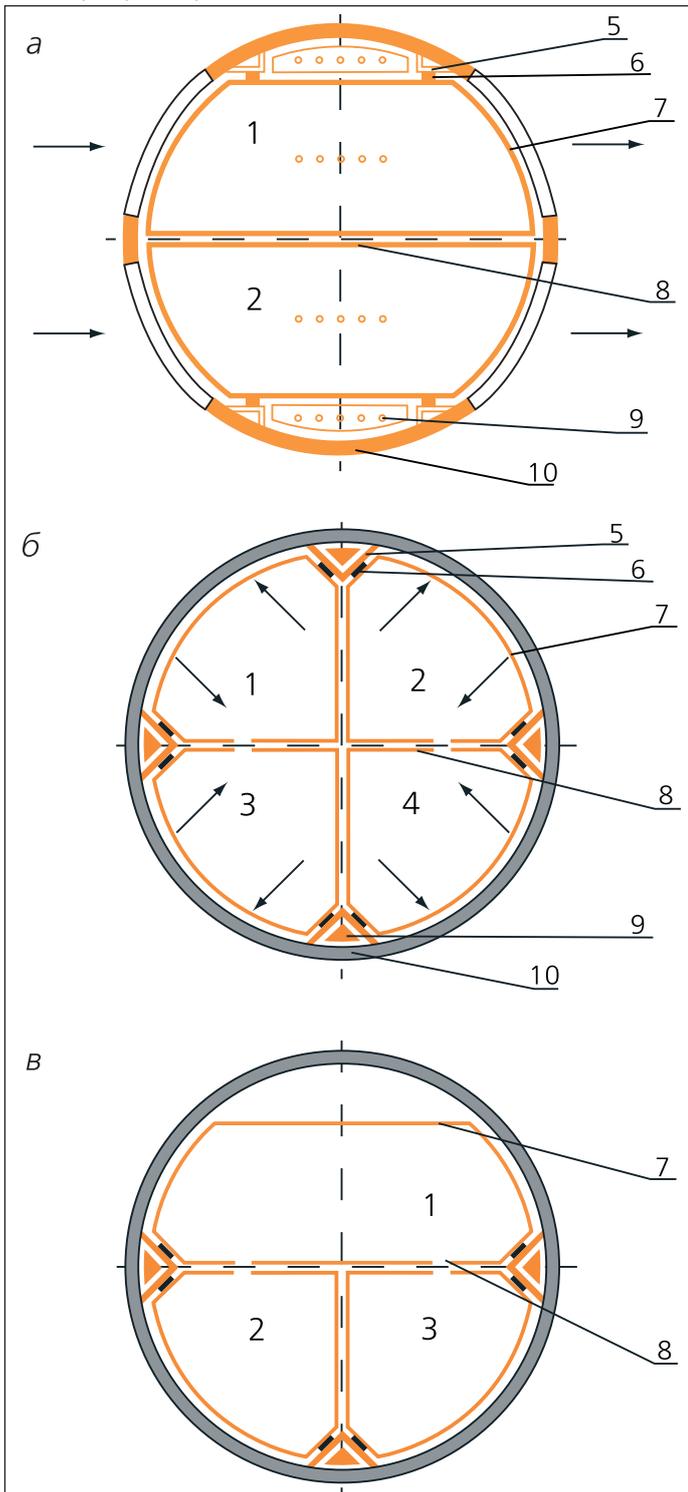


Рис. 2. Вертикальные схемы компоновки станции метро с эскалаторными и лифтовыми подъемами

тимые сближение кабин в плане (150 мм), наименьшие расход стали на армировку и аэродинамическое сопротивление ствола.

Центральная его часть при этом остается свободной для спуска-подъема крупногабаритного оборудования при ремонтных работах или устранении аварийных ситуаций.

Необходимый для нормальной эксплуатации четырехлифтовой подъем (три – в работе, один – в ремонте) может быть размещен в двух стволах, по два в каждом (рис. 1а) или четыре в одном (рис. 1б).

Числовые характеристики некоторых вариантов представлены в табл., где при вместимости одноэтажной кабины лифта 60 и 75 человек и нормативной плотности размещения людей 5 чел/м² в вертикальных стволах

такого же диаметра, как эскалаторные тоннели, могут быть размещены по два-четыре крупноразмерных лифта.

Двуствольный вариант при трапециевидной в плане форме кабины обеспечивает размещение в стволе диаметром 7,5/7,0 м (типовом для эскалаторного трехленточного тоннеля) двух лифтов вместимостью по 60 человек в этаже, а при диаметре 8,5/7,8 м (типовом для станционного тоннеля) по 75 человек. Боковое расположение противовеса относительно кабины наиболее удачно для многоканатного подъема и обеспечивает проходную схему посадки-высадки пассажиров. При этом создаются благоприятные условия для регулирования пассажиропотоков и четкой работы подъема.

Лифтовые стволы и эскалаторные тоннели относительно платформы станции метро могут располагаться по нескольким вариантам вертикальных и горизонтальных компоновочных схем (рис. 2, 3). Зона влияния эскалаторного тоннеля, сопровождающаяся существенными смещениями и осадками горных пород (грунтов), может достигать значения 2,7–3,0 глубин H заложения станции от поверхности (рис. 2а). При двух эскалаторных подъемах она может суммарно достигать значений 4,5–5,0 глубин H.

Зона влияния вертикального ствола $D_{эв}$ (рис. 2б) на большей части его глубины при проходке с распространённым способом замораживания грунтов обычно не выходит из пределов 2–3 диаметров ствола D_c , и только в пределах устья может достигать 3–4 D_c .

Таблица

Вместимость кабины лифта, чел.	Площадь пола кабины, м ²	Расчетная площадь на 1 лифт, м ²	Число лифтов в стволе при его диаметре, м, и площадь сечения, м ² , в свету			
			7,5/7,0 38,4	8,5/7,8 47,8	9,5/8,8 60,8	11,1/10,4 85
60	12	15	2	—	4	—
75	15	20	—	2	—	4

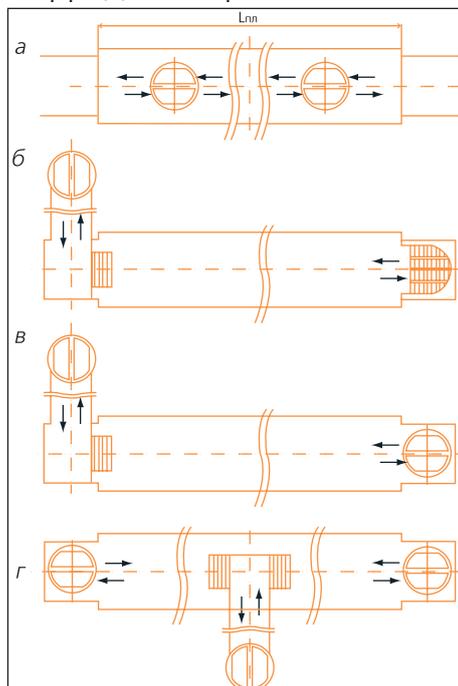
Однако прогрессивный способ сооружения ствола диаметром 8,4/7,7 м и глубиной 60 м на канализационном коллекторе северной части Санкт-Петербурга в 2006 г. с применением машины VSM-7700 фирмы «HERRENKNECHT» методом опускной крепи с гидропригрузом забоя обеспечил безопасную проходку.

Использование подобных машин и технологий при строительстве наклонных стволов метро также способно исключить смещения и осадки пород при ведении работ и последующей эксплуатации этих выработок, благодаря чему станет возможным безопасно для окружающей среды прокладывать не только новые линии метро, но и устраивать вторые-третьи выходы на действующих станциях.

Лифтовой ствол относительно платформы станции в плане может быть расположен на оси пассажирской платформы (рис. 3а), в стороне от нее (рис. 3б) или комбинированно (рис. 3в, г), что зависит от характера застройки на поверхности, трассы линии метро и соотношения диаметра ствола и ширины платформы. При двухэтажных лифтовых кабинах, в первом случае, рационально

Рис. 3. Горизонтальные схемы компоновки станций метро с лифтовыми подъемами:

а – по оси платформы в центре, б – сбоку от торца платформы, в, г – комбинированные



совмещать уровень пола верхнего этажа с уровнем платформы, а для входа-выхода с нижнего этажа устраивать местные лестничные сходы (рис. 4а) или пандусы. При боковом расположении двухлифтового ствола (рис. 4б) целесообразнее уровень пола нижнего этажа совмещать с уровнем проходного коридора, а для сообщения с верхним этажом – устраивать лестничные сходы.

Одноствольный вариант с четырьмя лифтами (рис. 16) целесообразен при невозможности размещения двух стволов по условиям городской застройки или иным причинам. Расположить такой ствол на оси пассажирской платформы не всегда возможно по габаритным соображениям, особенно при двухэтажных кабинах, ибо ширина аванзала и островной платформы должна быть больше наружного диаметра ствола на 5–6 м. При его диаметре 9,5 и 7,5 м это дает соответственно 15,5 и 13,5 м. При боковом расположении ствола относительно станции проблема в плане разрешима (стрелками обозначены направления пассажиропотоков).

Использование для каждой из четырех клеток отдельной подъемной машины и противовеса в этом случае вряд ли оправдано. Мы считаем возможным применять здесь парные клетки (с двухконцевым подъемом), так как при аварийной остановке одной пары лифтов эвакуация пассажиров будет осуществлена другой, аналогично варианту с двухлифтовым стволом. Такое решение позволяет использовать две подъемные машины вместо четырех и исключать противовесы.

Помимо рассмотренных, могут быть предложены и другие варианты схем лифтовых подъемов и их размещения относительно разнообразных конструкций станций метро глубокого заложения.

Несмотря на ряд сложностей, связанных с лифтовыми подъемами (отсутствие в России опыта проектирования, изготовления и эксплуатации большегрузных лифтов, цикличность работы, наличие башенного копра), они имеют ряд важных достоинств:

- сокращение вдвое объемов горно-строительных работ за счет уменьшения длины ствола по сравнению с эскалаторным тоннелем такого же диаметра;
- резкое снижение расхода материалов и трудозатрат на сооружение внутренних конструкций и архитектурную отделку;
- уменьшение в несколько раз размеров зоны влияния в породном массиве проходки

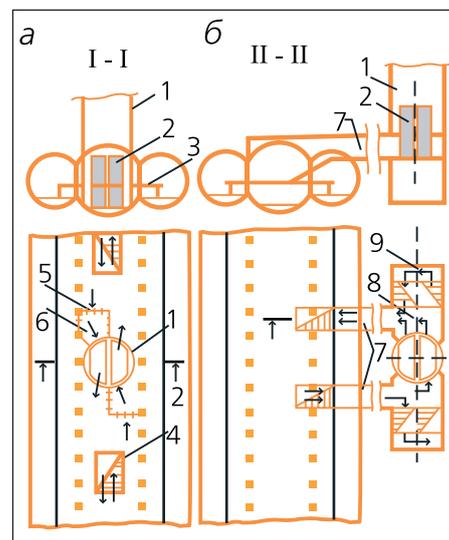


Рис. 4. Схемы размещения двухлифтового подъема относительно колонной станции: а – на оси пассажирской платформы, б – сбоку; 1 – лифтовой ствол, 2 – двухэтажная кабина лифта, 3 – пассажирская платформа, 4 – лестничный сход к нижнему этажу кабины, 5 – турникет накопителя пассажиров (6), 7 – подходный коридор от лифтового ствола, 8 – аванзал у верхнего этажа лифта, 9 – лестничный сход из аванзала к коридору 7

ствола по сравнению с расположенным под углом 30° эскалаторным тоннелем, а следовательно, и опасности вредных осадков земной поверхности;

- возможность применения прогрессивной и очень эффективной стволопроходческой техники и технологии с гидропригрузом забоя, что позволяет полностью исключить смещения и осадки пород вокруг ствола, резко повысить уровень и безопасность горно-проходческих работ, сократить сроки строительства. Все это чрезвычайно важно при проведении работ в условиях плотной городской застройки и, конечно, при сооружении крайне нужных во многих случаях вторых выходов на действующих станциях метро;

- гибкое регулирование режимов работы и числа одновременно действующих лифтовых подъемов с учетом реального пассажиропотока, благодаря чему исключается излишний расход электроэнергии и ресурса оборудования по сравнению с непрерывно работающими эскалаторами;

- возможность беспередачного использования подземных сооружений на глубинах больше 60 м и сокращения продолжительности спуска или подъема со 130–140 с для эскалаторов до 30–40 с – для лифтов;

- доступность линий метро при лифтовых подъемах для проезда инвалидов в колясках и родителей с детскими колясками.

Всё вышеизложенное свидетельствует о том, что лифтовые подъемы не только обеспечивают вполне достаточную провозную способность, эквивалентную эскалаторным подъемам, но и обладают многими другими достоинствами экономического, технологического, социального и экологического характера. Широкое внедрение таких подъемов – актуальная задача.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

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



Ведущие совещания-семинара: главный технолог Ассоциации «Метро» В. Ф. Иванов и генеральный директор ЗАО «Лада-Флект» И. В. Старобинский

Как отмечают многие работники метрополитенов, в последние годы серьезно ухудшилось состояние воздушной среды в тоннелях и на станциях метрополитенов. Участились случаи жалоб пассажиров на нехватку свежего воздуха и повышение его температуры.

В целях рассмотрения причин ухудшения воздушной среды на подземных объектах, а также определения первоочередных мер по обеспечению ее нормативных параметров в августе 2007 г. на базе ЗАО «Лада-Флект» (г. Тольятти) прошло совещание-семинар, в котором приняли участие специалисты электромеханических служб метрополитенов, научных институтов, проектных организаций и промышленных предприятий, а также представители зарубежных компаний: «WEG» (Бразилия) и «Flakt Woods Лтд.» (Великобритания).

На совещании рассмотрены следующие вопросы:

- анализ случаев нарушений в работе тоннельных вентиляторов в период 2001–2006 гг;
- опыт эксплуатации современных отечественных вентиляторов тоннельной вентиляции производства ОАО «Вентпром» (г. Артемовский), ЗАО «Лада-Флект» (г. Тольятти), ЗАО «Тайра» (г. Новосибирск);
- выполнение промышленностью рекомендаций совещания руководителей ЭМС метрополитенов (г. Ташкент, 2006 г.) по созданию вентиляторов с повышенной температурной стойкостью и систем охлаждения воздуха, подаваемого в тоннельное пространство;
- предложения проектных, научно-исследовательских организаций, фирм и предприятий по решению вопросов утилизации избыточного тепла и охлаждения воздуха в тоннелях и других подземных объектах метрополитенов;

- математические модели режимов вентиляции и построение на их основе систем управления микроклиматом метрополитенов;
- разработка, производство и испытания вентиляторов и другого вентиляционного оборудования на заводе ЗАО «Лада-Флект».

При обсуждении вопросов состояния микроклимата, анализа режимов вентиляции станций и тоннелей на подземных объектах метрополитенов, работ, проводимых метрополитенами, научно-исследовательскими организациями и др., участники совещания-семинара отметили, что согласно решению конференции (2004 г., г. Екатеринбург) по обеспечению на метрополитенах нормативных параметров воздушной среды:

- на метрополитенах разработаны и внедрены режимы включения тоннельных вентиляторов при возникновении внештатных ситуаций (загорание, задымление в тоннеле и на станции);
- проводится работа по корректировке режимов вентиляции после реконструкции вентиляционных шахт и замене вентилегрегов;
- пересмотрены действующие инструкции;
- ИГД СО РАН совместно с Новосибирским метрополитеном проведены исследования движения потоков воздуха в тоннелях (в том числе тупиковых) и на станциях в течение календарного года, построена математическая модель этих потоков, на основе которой разработаны конкретные рекомендации по применению различных режимов включения тоннельной и местной вентиляции (как в штатных, так и нештатных ситуациях) с учетом конкретной поездной обстановки;
- на ЗАО «Лада-Флект» совместно с Петербургским метрополитеном и ОАО «Ленметрогипротранс» проведен анализ режимов работы вентиляционных систем метрополитена, на основе которого проводится разработка высокоэффективных вентилегрегов и методов управления вентиляционными режимами (номинальными и чрезвычайными);

Начальник отдела ФГУП «ЦАГИ» В. В. Митрофович (слева) объясняет представителям ОАО «ТЭМЗ» нюансы построения вентиляторов для метрополитенов



На вопросы отвечает Алан Джон Батчер – вице-президент компании «Flakt Woods Лтд.», Великобритания





Вентилятор производства ЗАО «Лада-Флект»



Информационное табло испытательного стенда вентиляторов

• метрополитенами СНГ подготовлены и согласованы технические требования к современному типу тоннельных вентиляторов, которые были направлены на все заинтересованные предприятия. В настоящее время вентарегаты, изготовленные по этим ТТ на ОАО «АМЗ Вентпром» (г. Артемовск) и ЗАО «Лада-Флект» (г. Тольятти), начинают поступать на метрополитены. Началось создание агрегатов на ООО «НЭМЗ ТАЙРА» (г. Новосибирск) и ОАО «ТЭМЗ» (г. Томск).

Несмотря на предпринимаемые меры, ситуация по обеспечению необходимых параметров воздушной среды остается сложной. Это вызвано рядом причин.

Как показывают данные, за последние годы общее ухудшение микроклимата на объектах метро вызвано несоответствием технического оснащения оборудованием условиям их эксплуатации.

В первую очередь это относится:

- к увеличению теплоизбытков на объектах метрополитенов за счет:
 - значительного увеличения пассажирских нагрузок;
 - возрастания мощности эксплуатируемого оборудования (подвижного состава, эскалаторов, вентиляторов и др.);
 - нарушения целостности грунтовых массивов притоннельного пространства, вследствие интенсивного городского строительства (в том числе в технических зонах метрополитенов), что приводит к изменению теплопередачи между тоннельной обделкой и грунтом;
 - общего потепления климата и др.;
 - к ухудшению параметров воздуха, подаваемого на подземные объекты:
 - подача в тоннели и на станции загрязненного воздуха, особенно через вентшахты, расположенные у автомагистралей;
 - не регулируемая ионизация воздуха на подземных объектах.

Многие специалисты отметили недостаточную проработку вопросов вентиляции на стадии проектирования, т. к. оно ведется исходя из общих термодинамических и физических законов, с разрозненными и зачастую сложно сопоставимыми данными замеров метрополитенов фактической и проектной производительности вентиляции. Каждый проектный институт использует для расчетов свои методики, в которых практи-

чески не учитывается взаимное влияние работающих различных вентиляционных систем (местная вентиляция, тоннельная вентиляция соседних линий) и т. п.

В последние годы, как правило, применяются в новых проектах стандартные типовые решения вентсистем, давно уже находящиеся в эксплуатации, часто без учета быстроменяющихся условий экологической обстановки в городе, где строится метрополитен.

Серьезное отставание наблюдается и в корректировке санитарных нормативов по газовому составу и температуре воздушной среды на метрополитенах.

Газовая очистка воздуха, подаваемого в тоннели и помещения метрополитенов, в настоящее время не производится.

Организация контроля воздушной среды на подземных объектах не соответствует современным требованиям метрополитенов.

Принятая изначально реверсивная схема вентиляции тоннелей, вынуждает применять усложненные конструкции вентиляторов, что повышает вероятность их отказа в работе, часто на длительный срок.

Не решен вопрос о внедрении многократных предложений СПб филиала ВНИИПО МЧС РФ и ОАО «Метротранс» о внедрении систем вентиляции с использованием сбоек между тоннелями, клапанов в перегонах у станций и раздельной вентиляции тоннелей.

Необходимость решения этих вопросов подчеркивалась проектировщиками еще в 1990 г. на техническом совещании по обмену опытом проектирования систем и установок тоннельной и местной вентиляции метрополитенов, которое проходило на базе Ташметропроекта. Однако принятые на этом совещании рекомендации, в большинстве своем, выполнены не были.

На сегодняшний день появились новые технологии, позволяющие существенно поднять уровень проектирования вентиляции метрополитенов.

На совещании были заслушаны сообщения:

- ИГД СО РАН (г. Новосибирск) – о разработке математической модели вентиляции для Новосибирского метрополитена, с учетом работы нескольких вентиляторов как тоннельной, так и местных (станционных) систем;
- НИИ ГСД и ПБ «Респиратор» (г. Донецк) – об опыте создания и внедрения методов математического моделирования для

горно-рудной промышленности и предложения по «привязке» этих моделей для украинских и других метрополитенов;

- ФГУП «ЦАГИ» – об имеющихся возможностях: решения задач численного моделирования аэротермодинамических процессов в метрополитенах; методического обеспечения испытаний оборудования и вентсистем в целом; определения аэродинамического сопротивления и совершенствования элементов вентиляционных систем, в том числе тоннелей, сбоек, конструкций станций и др.; разработки математических моделей сложных вентиляционных систем;

- ЗАО «Лада-Флект» – о практическом опыте программного управления несколькими вентсистемами, расположенными в едином строительном комплексе, на основе частотно-регулируемого привода, решенных вопросах по вентиляции и дымоудалению в пассажирских вагонах РЖД, а также предложения по комплексному решению систем вентиляции метрополитенов;

- фирмы «Flakt Woods Лтд.» (Великобритания) – о международном опыте управле-

Д. т. н., зам. директора филиала УлГУ в г. Димитровграде Ульяновской обл. Е. П. Цымбалюк представляет новые воздушные фильтры для метрополитенов





Д. т. н., профессор ВИТУ В. Н. Громов (справа) объясняет представителям метрополитенов работу системы мониторинга воздушной среды в тоннелях

ния режимами тоннельной вентиляции (в том числе по охлаждению воздуха в пассажирских зонах и в экстремальных случаях);

• **Минского, Самарского, Петербургского и др. метрополитенов** об опыте использования избыточного тепла на нужды метрополитена (отопление, горячее водоснабжение, ВТЗ и т. п.)

Интересные наработки в совершенствовании проектирования имеются и непосредственно в проектных организациях, главным образом в ОАО «Метротранс», ОАО «Ленметрогипротранс» (опыт проектирования систем удаления теплоизбытков из подплатформенного пространства, который внедрен на ряде станций Московского, Петербургского и Гаванского метрополитенов) и Ташметропроект (по проектированию систем адiabатического охлаждения воздушной среды);

К сожалению, сегодня этот опыт большинство организаций, проектирующих метрополитены СНГ, не используют.

Одной из возможных причин ухудшения параметров воздушной среды на метрополитенах участниками совещания называлась работа вентиляторов ВОМД с ременной передачей привода.

Не смотря на в целом положительное отношение метрополитенов к этим агрегатам, серьезным их недостатком является нестабильная воздухоподача, существенно снижающаяся к концу межремонтного периода, в основном из-за проскальзывания и вытяжки ремней. Этот тип вентиляторов, на сегодняшний день составляющих около 70 % от всех находящихся в эксплуатации, отличается также невысокое качество изготовления (особенно выпущенных до середины 90-х гг.) и ряд неудачных конструктивных решений, влияющих на надежность работы.

В период эксплуатации вентиляторов ВОМД происходят частые их остановки на длительное время для ремонта, в результате чего нарушаются теплообменные процессы «воздух в тоннелях – тоннельная обделка». Это способствует «разогреву» обделки на метрополитенах с высокой интенсивностью движения поездов.

В целях исключения возможного негативного влияния на состояние воздушной среды, по предложению метрополитенов СНГ и ТЗ Московского метрополитена, Артемов-

ским машиностроительным заводом **ОАО «Вентпром»** разработан и подготовлен к производству новый тип тоннельных вентиляторов, конструкция которых исключает применение ременной передачи привода (рабочее колесо устанавливается на одном валу с электродвигателем). В настоящее время на Московском метрополитене завершены эксплуатационные приемо-испытания вентиляторов ВОМ-20, а сентябре 2007 г. проведены заводские испытания ВОМ-16р, которые показали положительные результаты.

В качестве отрядного факта, участники совещания отметили появление на рынке производителей вентиляционного оборудования для метрополитенов новых предприятий: **ЗАО «Лада-Флект»** (г. Тольятти), **ООО «НЭМЗ ТАЙРА»** (г. Новосибирск), **ОАО «ТЭМЗ»** (г. Томск).

Наибольший интерес участников совещания вызвала продукция ЗАО «Лада-Флект». Являясь хозяевами саммита, его руководители и специалисты предоставили возможность всем желающим ознакомиться не только с конструкцией и техническими возможностями выпускаемых ими тоннельных вентиляторов для метрополитенов, но и технологическим процессом производства.

Большинство участников сошлись во мнении, что предложенный ЗАО «Лада-Флект» вентиляционный агрегат является в настоящее время наиболее перспективным для внедрения на метрополитенах по следующим причинам:

- удовлетворяет всем техническим требованиям метрополитенов;
- высокая технологичность и ремонтпригодность в условиях вентшахт метрополитенов;
- наличие пожарного сертификата (вентилятор работоспособен при $t = 400^{\circ}\text{C}$ в течение 1 ч);
- есть система управления вентилятором, автоматически учитывающая реальное состояние воздушной среды и влияние поршневого воздействия от поездов;
- возможность использования в качестве комплектующих современного малогабаритного энергосберегающего оборудования и материалов на уровне лучших мировых образцов;
- готовность поставок комплексов по воздухообмену в метрополитенах (вентилятор, климатическая установка, система управления, программное обеспечение и др.) в зависимости от конкретных мест их эксплуатации;
- высокий уровень организации производства, обеспечивающий отличное качество выпускаемого оборудования;
- сравнительно низкая себестоимость продукции;

• получены положительные отзывы служб эксплуатации Казанского и Петербургского метрополитенов и ОАО «Ленметрогипротранс».

Специалисты метрополитенов и промышленных предприятий с интересом заслушали информацию:

• **ФГУП «ЦАГИ»** и **ЗАО «Инновент»** – о разработке современных аэродинамических схем и конструкций тоннельных вентиляторов по ТЗ различных организаций (в том числе зарубежных метрополитенов);

• **Димитровградского филиала Ульяновского государственного университета**, разработавшего совместно с **Институтом текстильной промышленности** и **ЗАО «Ткач»** не имеющих аналогов за рубежом воздушных фильтров для систем местной вентиляции метрополитенов – о готовности производства к их выпуску (см. журнал «Метро и Тоннели» № 2/2007), а также возможном создании фильтров для установки в системах тоннельной вентиляции;

• рекомендации **Военного инженерно-технического университета (Санкт-Петербурга)** по построению системы постоянного мониторинга воздушной среды подземных объектов, которые зарекомендовали себя с положительной стороны на объектах МО РФ (см. журнал «Метро и Тоннели» № 1/2007).

Таким образом, можно сделать вывод, что на сегодняшний день есть все технические возможности и взаимная заинтересованность в сотрудничестве организаций и предприятий различных министерств и ведомств по решению проблемных вопросов вентиляции метрополитенов. Однако, как отметили все участники совещания, для организации успешной работы необходимо преодолеть разобщенность специалистов, способных оказать помощь метрополитенам в решении стоящих перед ними задач. Важным фактором является также обеспечение целевого, федерального финансирования работ.

По итогам обсуждения вопросов вентиляции метрополитенов участники совещания предложили рассмотреть возможность создания при Международной Ассоциации «Метро» координационного Совета (комиссии), в состав которого могли бы войти ведущие специалисты метрополитенов, научно-исследовательских институтов, проектных организаций, промышленных предприятий и фирм, представителей инвестиционных компаний.

В качестве первоочередных задач координационного Совета (комиссии) предложить:

- получение научно-обоснованных санитарно-гигиенических и технических требований к вентиляции метрополитенов;
- разработку и утверждение единых методик расчета вентиляционных систем;
- создание комплексной программы совершенствования действующих на метрополитенах систем вентиляции на основе анализа последних достижений науки и техники;
- подготовку необходимых документов для включения работ по совершенствованию систем вентиляции в Правительственные программы безопасности государства и открытия соответствующего финансирования работ.



МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВОЙ СЕТИ МЕТРОПОЛИТЕНА В ЩАДЯЩЕМ РЕЖИМЕ ОПЫТА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Г. И. Криштафович, Московский метрополитен
В. К. Пахомов, МГУПС (МИИТ)

Для практических целей корректировки сечения проводников тяговой сети и токовых параметров защиты необходимо знать конкретные значения интегральных параметров тяговой сети R , L и постоянной времени τ .

По активному сопротивлению R можно рассчитать значение установившегося тока короткого замыкания $I_{кз}$. Постоянная времени τ позволяет оценить динамику переходных процессов.

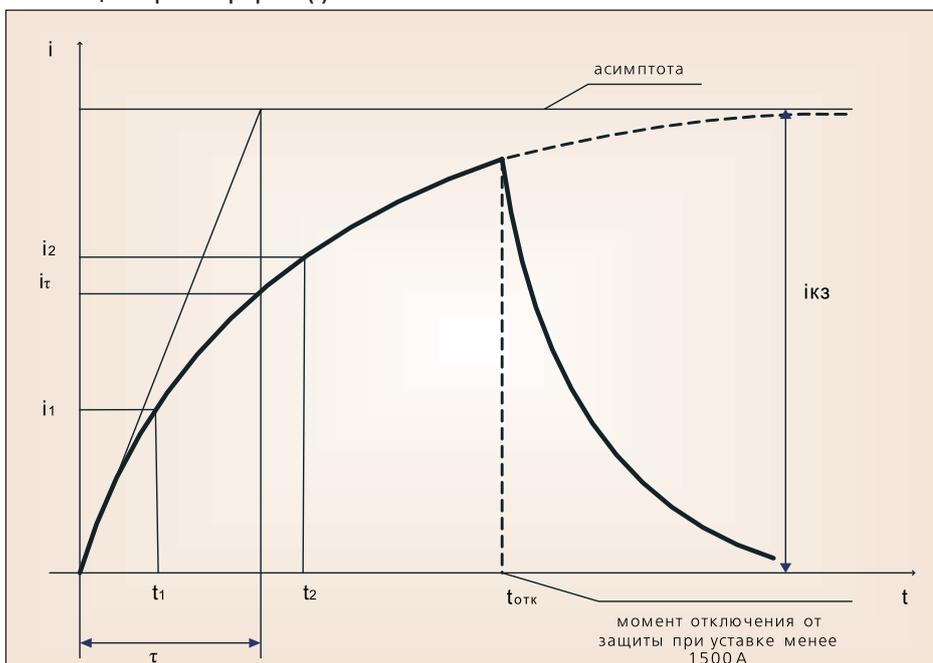
Имеющиеся пути расчёта L основаны на многих допущениях, в частности это касается взаимных индуктивностей. В расчётных выражениях присутствуют многочисленные полуэмпирические коэффициенты. Значения рекомендуемых к выбору параметров, например, магнитной проницаемости контактного и ходового рельсов варьируются в диапазоне от 200 до 800.

Таким образом, в процессе развития короткого замыкания контактная сеть в существенной степени характеризуется неопределёнными значениями индуктивности и сопротивления.

Многочисленные опытные данные, полученные из различных источников, показывают, что процесс развития короткого замыкания хорошо описывается одной экспоненциальной функцией. Поэтому, будем считать, что выражение:

$$i(t) = \frac{U}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}),$$

Рис. 1. Осциллограмма графика $i(t)$



где $\tau = L/R$ — постоянная времени, достаточно адекватно отражает реальный процесс с некоторыми постоянными значениями R и L .

На практике получение зависимости $i(t)$ представляет некоторые трудности.

Покажем, что можно определить параметры тяговой сети при щадящем режиме опыта короткого замыкания.

1. Включаем в сеть 825 В добавочное сопротивление, например $R_{доб} = 0,5$ Ом. В этом случае, каково бы не было собственное сопротивление R сети, ток $I_{кз}$ не будет превышать 1500 А.

2. На рис. 1 выбираем ток i_2 с соответствующим ему значением времени t_2 .

3. Находим ток $i_1 = i_2/2$ с соответствующим ему значением времени t_1 . Коэффициент 2 выбран произвольно, однако именно это значение будет, как показано ниже, наиболее удобным.

4. Для момента времени t_2 :

$$i_2 = \frac{U}{R + R_{доб}} (1 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}),$$

для t_1 :

$$i_1 = \frac{U}{R + R_{доб}} (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}).$$

5. Находим отношение:

$$\frac{i_2}{i_1} = 2 = \frac{1 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}}.$$

После преобразования имеем:

$$1 = 2 \times e^{-\frac{t_1}{\tau}} - e^{-\frac{t_2}{\tau}}. \quad (*)$$

Получено уравнение с одним неизвестным τ . Это уравнение неявное. Для его решения целесообразно построить номограмму.

Для этого в уравнении (*) обозначим:

$$\frac{t_2}{t_1} = k; \quad \frac{t_1}{\tau} = x,$$

Тогда (*) можно записать в виде:

$$1 = 2 \times e^{-x} - e^{-kx},$$

откуда:

$$k = -\frac{\ln(2e^{-x} - 1)}{x}. \quad (**)$$

Область определения x : $0 < x < 0,69$ (как правило, $x \geq 0,1$).

Строим график $k(x)$, который показан на рис. 2, там же приведён ключ пользования номограммой.

Следует отметить универсальность номограммы: ею можно пользоваться для всех целей постоянного тока с сосредоточенными или распределёнными активными сопротивлениями и индуктивностями.

6. Откладываем на осциллограмме (см. рис. 1) найденную величину τ , которой соответствует ток i_τ и находим этот ток:

$$i_\tau = \frac{U}{R + R_{доб}} \times (1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}) = 0,63 \times \frac{U}{R + R_{доб}} = 0,63 \times I_{кз};$$

Определяем по значению i_τ величину $I_{кз}$:

$$I_{кз} = \frac{i_\tau}{0,63} = 1,6 \times i_\tau.$$

7. По $I_{кз}$ рассчитываем суммарное сопротивление сети:

$$R + R_{доб} = \frac{U}{I_{кз}} = 0,63 \times \frac{U}{i_\tau}.$$

8. Находим собственное сопротивление тяговой сети:

$$R = 0,63 \times \frac{U}{i_\tau} - R_{доб}.$$

Анатолию Филипповичу Бурцеву – 60



Начальнику технического отдела ОАО «Мосинжстрой» Анатолию Филипповичу Бурцеву исполнилось 60 лет.

Инженер ВНИИСтройдормаша и завода им. Владимира Ильича, заведующий сектором СКБ-Мосстрой Главмосстроя и СКТБ Главмосинжстроя, с 1985 г. работа в аппарате Мосинжстроя: начальник отдела новой техники, заместитель начальника технического и производственно-технического управления – начальник технического отдела, руководитель отдела технического сопровождения объектов по городу Москве ОАО «Мосинжстрой» – это этапы его трудового пути.

За почти 30-летний период работы в системе Мосинжстроя Анатолий Филиппович зарекомендовал себя высококвалифицированным специалистом, опытным и грамотным руководителем, способным решать организационные и технические задачи по различным направлениям строительной деятельности.

Большую работу он проводит по оперативному и грамотному решению комплекса технических и организационных проблем, связанных с осуществлением ОАО «Мосинжстрой» инженеринговых генподрядных услуг в области строительства, по участию организаций Мосинжстроя во всероссийских и московских конкурсах, в том числе «На лучший реализованный проект года», и в Международных технических выставках «Подземный город», по внедрению на строительных объектах новых технологий, машин и оборудования.

А. Ф. Бурцев является одним из активных членов общероссийских общественных организаций: Тоннельной ассоциации России и Российского общества бестраншейных технологий, координирующих разработку и внедрение передовых технологий в освоение подземного пространства города-мегаполиса.

Его многолетний труд по достоинству отмечен присвоением звания почетного строителя города Москвы.

Тоннельная ассоциация России и журнал «Метро и тоннели» поздравляют Анатолия Филипповича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, благополучия, долгих лет жизни и дальнейшей плодотворной работы.

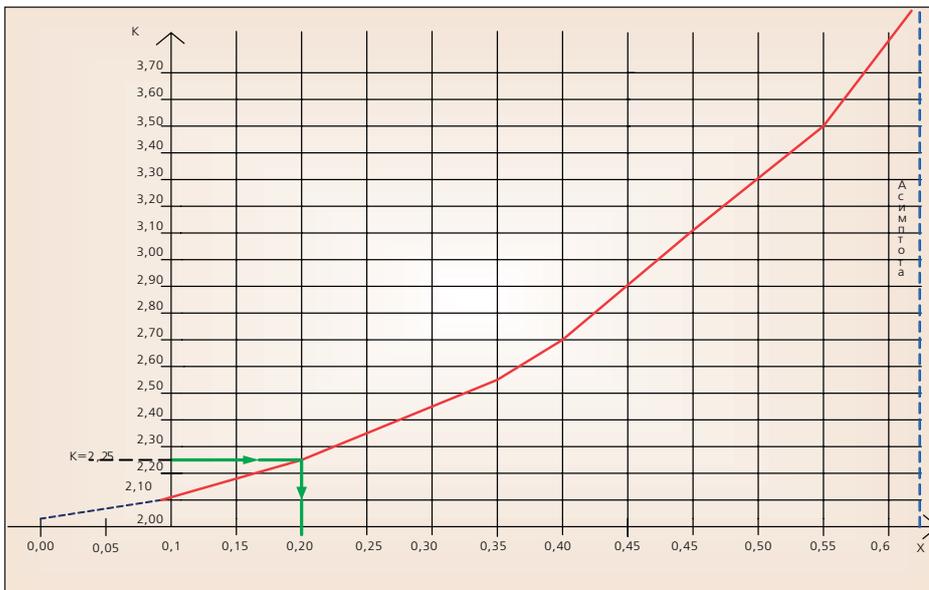


Рис. 2. Номограмма для определения постоянной времени t тяговой сети. Ключ пользования:

1 – по выбранным t_1 и t_2 определяем k ; 2 – значение k откладываем по оси ординат; 3 – проводим горизонтальную линию до пересечения с графиком; 4 – опускаем перпендикуляр на ось x ; 5 – по полученному значению x определяем $\tau = t_1/x$

9. Устанавливаем значение индуктивности тяговой цепи:

$$L = \tau \times R.$$

10. Определяем ток короткого замыкания в тяговой сети в реальных условиях:

$$I_{к.з.}^{факт} = 0,95 \times \frac{U_{xx}}{R}.$$

С учётом допустимого снижения напряжения в питающей сети (~5 %) получаем:

$$I_{к.з.}^{факт} = 0,95 \frac{U_{xx}}{R},$$

где U_{xx} – напряжение холостого хода питающей сети.

Таким образом, найдены необходимые параметры тяговой сети: R ; L ; τ ; $I_{к.з.}$.

Сравнение теоретических и опытных значений параметров тяговой сети

На тяговой подстанции Т-4 Московского метрополитена были проведены многочисленные опыты «близкого» короткого замыкания в тяговой сети +825 В. Запись процесса осуществлялась шлейфовым осциллографом. Уставка РДШ составляла 10 КА, т. е. ток не достигал установившегося значения. Отключение фидерного автомата ВАБ-42 происходило при токе 10150 А.

Пример (осциллограмма № 29)

- $U_{xx} = 880$ В.
- $i_2 = 9370$ А; $t_2 = 46$ мс.
- $i_1 = 4685$ А; $t_1 = 16$ мс.

$$4. k = \frac{t_2}{t_1} = \frac{46}{16} = 2,86.$$

5. При значении $k = 2,86$ по осциллограмме находим $x = 0,44$.

6. Определяем

$$\tau = \frac{t_1}{x} = \frac{16}{0,44} = 36,4 \text{ мс.}$$

7. Для полученного τ по осциллограмме ток i_τ будет равен $i_\tau = 7600$ А.

8. Находим ток короткого замыкания:

$$I_{к.з.} = 1,6 \times i_\tau = 1,6 \times 7600 = 12200 \text{ А.}$$

9. Обработка осциллограммы другими методами (метод итераций, разложение в ряд формулы (*), аппроксимация хода графика $i(t)$) даёт с погрешностью, не превышающей 10 %, такой же результат. Прямой опыт короткого замыкания (цепь РДШ зашунтирована на 250 мс от начала появления тока в цепи) показал, что установившийся ток $I_{к.з.} = (12200 \pm \pm 150)$ А.

10. Определяем параметры R и L :

$$R = \frac{U_{xx}}{I_{к.з.}} = \frac{880}{12200} = 72 \text{ мОм;}$$

$$L = R \times \tau = 72 \times 36 = 2,55 \text{ мГн.}$$

Выводы

1. Рассмотренная методика проста и корректна.
2. Опыт короткого замыкания проводится в шадающем режиме.
3. Результаты расчетов по данной методике хорошо коррелируют с опытными данными.
4. Считаем представленную методику полезной для нахождения параметров тяговой сети на постоянном токе и уточнения параметров уставок токовой защиты, а также для определения внутреннего сопротивления подстанции.



ИСПЫТАНИЯ СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ ДИЛАТОМЕТРОМ

Ю. М. Строев, главный геолог ООО «Метрострой-ПТС», Екатеринбург

В августе 2007 г. ООО «Метрострой-ПТС» приобрело дилатометр – высокоточное швейцарское оборудование, которое можно классифицировать как прессиометр нового поколения, для определения модуля деформации скальных пород в массиве. Комплект состоит из скважинного зонда и блока измерительной аппаратуры, соединённых с портативным компьютером.

Определение модуля деформации производится прямыми измерениями смещения грунта при создании давления на стенки скважины в метровом её интервале. Точность измерения давления составляет

0,01 МПа, а деформаций смещения грунта – 1 микрон. Смещения фиксируются тремя независимыми датчиками, размещёнными по высоте и ориентированными под углом 120° друг к другу, что позволяет измерять анизотропию.

Оборудование было применено в сентябре при строительстве станции «Чкаловская» Екатеринбургского метрополитена для оценки эффективности цементации трещиноватых пород и её воздействия на деформационные характеристики массива. Одновременно с этим проводились измерения деформационных показателей инженерно-геологических элементов (далее

ИГЭ), выделенных в скальных грунтах по прочности на сжатие и петрографическому составу. До этого момента, на стадии инженерно-геологических изысканий, значения модуля деформации для скальных пород определялись или геофизическими методами, или лабораторными испытаниями образцов керна. Влияние довольно сильной трещиноватости массива на величину полученных параметров в тот период не исследовалось.

Касаясь проблемы цементации скальных пород в г. Екатеринбурге, необходимо отметить, что подавляющее большинство трещин здесь относится к типу скрытых; менее распространены закрытые, заполненные глинистым материалом, и совсем редко открытые (рис. 1, 2).

На первом опытном участке, где выполнялась цементация, было зафиксировано отсутствие цементного камня в большинстве трещин, несмотря на значительный радиус распространения раствора и высокое давление нагнетания (от 4 до 8 МПа).

Вывод о весьма низкой эффективности по заполняемости трещин был очевиден, но оставался без ответа вопрос о степени влияния цементирования одиночных трещин и высокого давления на свойства всего массива. В связи с этим решено было определить его деформационные характеристики до и после цементации в одних и тех же точках литологического разреза.

Были опробованы 25 интервалов длиной по 1 м в пяти скважинах. Скважина на опытном участке разбуривалась повторно после цементации; модуль деформации определялся в прежних интервалах глубин. Всего выполнено по 73 определения модулей общей деформации и упругости. По результатам испытаний прикладной компьютерной программой строятся графики зависимости деформаций от напряжений. В качестве иллюстрации на рис. 3 приведён типичный график одного из испытаний.

Расчёт модуля в выбранном интервале давлений производится программой по формуле

$$E = r \times (1 + \nu) \times \Delta p / \Delta \epsilon,$$

где r – радиус скважины, ν – коэффициент Пуассона, Δp – изменение давления, $\Delta \epsilon$ – изменение смещения.

Значение коэффициента Пуассона было принято равным 0,27 на основании результатов изысканий УралГИСИЗа и Уралгипротранса по первой и второй линиям Екатеринбургского метрополитена. Результаты расчёта модулей в интервале давлений 0,4–2,4 МПа приведены в табл.

Выводы

1. В пределах выделенных инженерно-геологических элементов разброс частных

Рис. 1. Трещиноватость скрытого типа в ИГЭ-13



Рис. 2. Одиночная трещина в ИГЭ-18", заполненная глинистым материалом, на фоне сильной скрытой трещиноватости



Таблица

Результаты испытаний дилатометром

№ ИГЭ	Грунт	Модуль трещиноватости	Прочность при сжатии R_c , МПа	Количество определенных модуля деформации	Модуль общей деформации E_0 , МПа			Модуль упругости E , МПа		
					Минимальный	Максимальный	Нормативное значение	Минимальный	Максимальный	Нормативное значение
13	Порфирит пониженной и низкой прочности	10–20	<5	18	40	970	326	86	2640	712
18"	Порфирит малопрочный среднего состава	5–10	5–15	11	170	810	552	500	2170	1405
18"	Порфирит малопрочный среднего состава после цементации	5–10	5–15	12	270	1320	697	450	2600	1840
16 ^А	Порфирит малопрочный основного состава	5–10	5–15	8	160	1130	539	470	4530	1760
18 ^А	Порфирит средней прочности среднего состава	5–10	15–50	9	96	1160	515	250	1640	803
18	Порфирит прочный среднего состава	1–3	50–120	6	170	2630	1435	2770	7400	4884
17 ^А	Порфирит очень прочный основного состава	3–5	>120	5	200	2730	1022	410	2550	1354

Примечание. В процессе статистической обработки были исключены четыре частных значения показателей, превышающих допустимое отклонение от среднего, а также результаты, полученные в скважине 1т на глубине 31 м, где значения модуля общей деформации соответствуют глинистым грунтам, возможно из-за присутствия в зоне испытаний крупной трещины, заполненной глинистым материалом.

значений модуля деформации довольно высокий, что связано с локальными особенностями трещиноватости, отличающейся сильной незакономерной изменчивостью как в плане, так и по глубине разреза.

2. Связь значений модуля деформации (E_0) с прочностью породы на сжатие (R_c) оказалась ниже, чем ожидалось. При росте R_c в десять раз E_0 увеличивается всего вдвое. Для инженерно-геологических элементов 18", 16^А, 18^А с прочностью на сжатие в пределах 5–15 и 15–50 МПа модули деформации оцениваются как примерно одинаково-

вые, более прочного ИГЭ-17^А, но и более трещиноватого – оказались значительно ниже, чем у ИГЭ-18. Эти факты свидетельствуют о том, что деформационные характеристики скальных пород в массиве гораздо сильнее зависят от трещиноватости, чем от физико-механических свойств материала породных блоков между трещин.

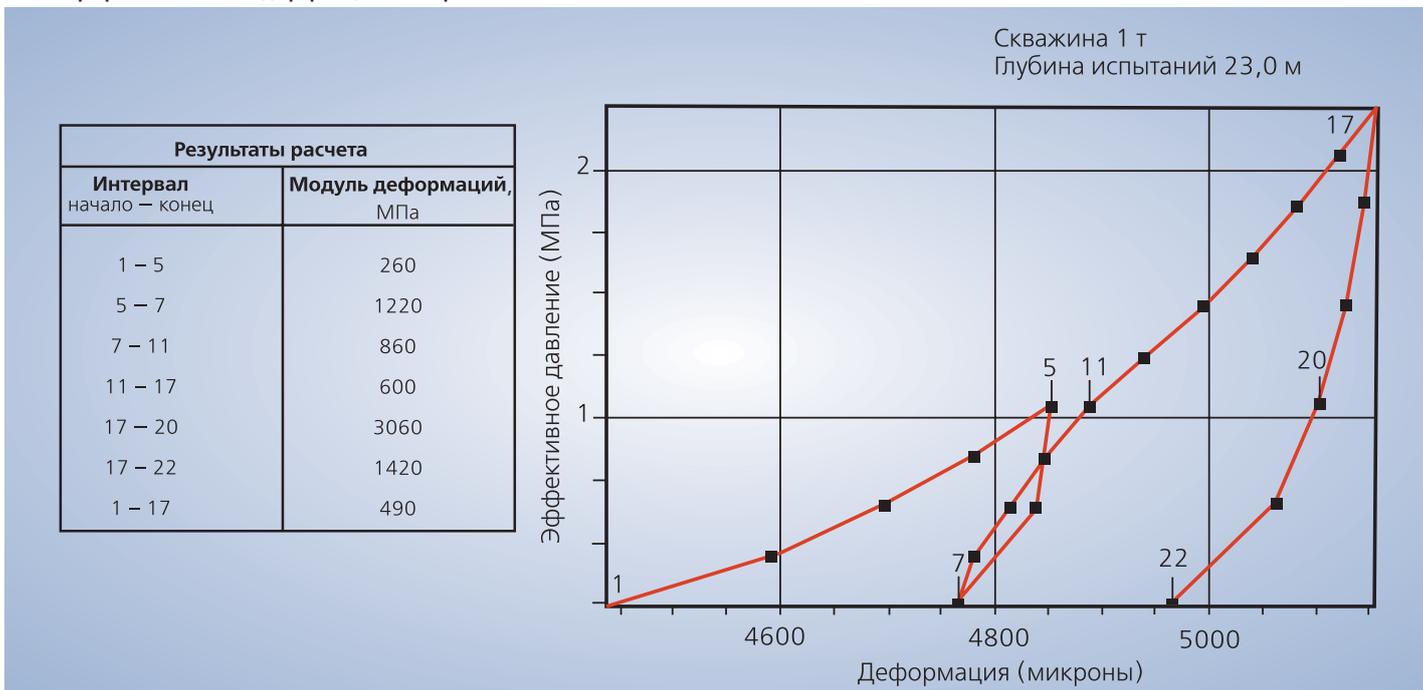
3. На опытном участке модуль общей деформации в результате цементации увеличился с 552 до 697 МПа, т. е. на 26 %, а модуль упругости соответственно – с 1405 до 1840 МПа, т. е. на 31 %. Полученные значе-

ния не влияют на конструкторские расчёты и на принятые проектные решения. Следовательно, эффективность цементации трещин в данных породах с точки зрения улучшения свойств массива оценивается как весьма незначительная.

4. Для метаморфических скальных пород г. Екатеринбург модуль общей деформации в массиве приблизительно в 10 раз меньше, чем в образце. Прямые измерения модуля упругости массива дают значения в 20–30 раз ниже, чем геофизические способы.



Рис. 3. График зависимости деформаций от напряжений



ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАСЧЕТА ОГРАЖДЕНИЙ ГЛУБОКИХ КОТЛОВАНОВ

А. Г. Малинин, П. А. Малинин, С. А. Чернопазов, А. В. Воробьев, И. Л. Гладков, ЗАО «ИнжПроектСтрой»

Выход компании «ИнжПроектСтрой» на рынок программного обеспечения вызван острой нехваткой доступных и понятных расчетных программ в одной из самых сложных областей инженерной деятельности – подземном строительстве. Именно поэтому компания выпустила сразу комплекс программ, с одной стороны независимых, с другой – удачно дополняющих друг друга.

Ниже приводится описание программ для расчета общей устойчивости склонов откосов и бортов котлованов GeoStab, программы расчета ограждения котлованов GeoWall и расчета анкерного крепления котлованов GeoAnchor.

В настоящее время существует множество методик, позволяющих решать задачи устойчивости откосов и расчета ограждений котлованов. Между тем, все эти методы основаны на «ручных» вычислениях, требующих значительного времени и определенной подготовленности специалистов.

Другой подход – применение универсальных «тяжелых» расчетных комплексов, например PLAXIS или ANSYS, основанных на конечно-элементных моделях и обладающих большими вычислительными возможностями, но также требующих больших затрат времени для разработки исходных данных и еще большей подготовленности специалистов-расчетчиков.

К сожалению, оба подхода вряд ли могут быть использованы при необходимости оперативного анализа эффективности той или иной технологии крепления котлованов, а также в скоротечных условиях проведения многочисленных тендеров, в которых постоянно приходится участвовать строительным предприятиям.

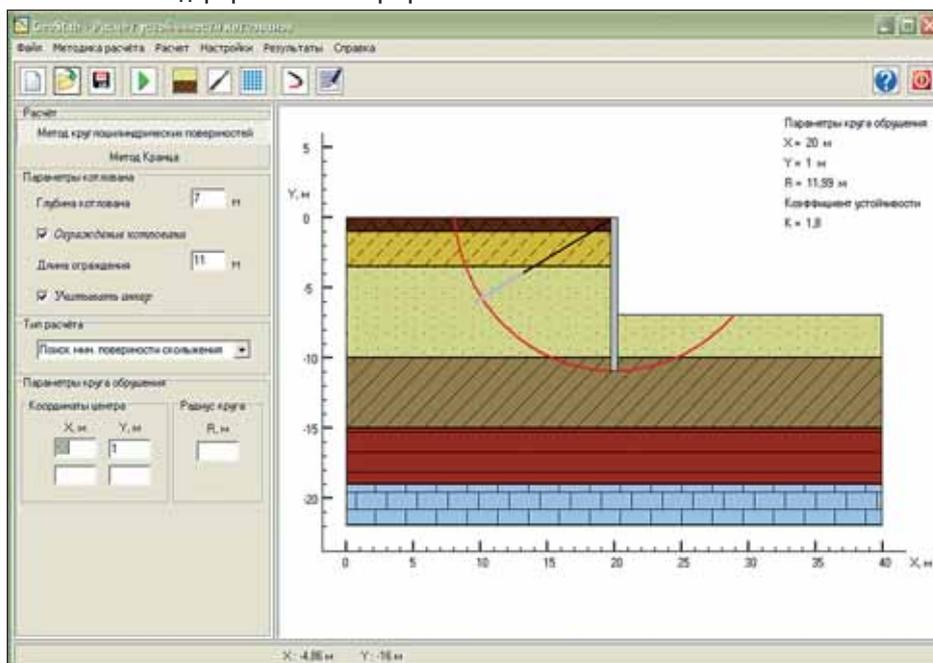
Все программы основаны на применении инженерных методик, которые достаточно

хорошо зарекомендовали себя на практике, адекватно отражая механизм разрушения и деформирования грунтового массива, хотя в некоторых случаях, безусловно, можно получить более точные решения с помощью конечно-элементных моделей.

Программы позволяют выполнять расчеты с использованием практически всех типов ограждений – из буронабивных свай, труб большого диаметра, двутавровых и железобетонных балок, металлического шпунта.

Кроме того, впервые в отечественной практике появилась возможность произвести расчет ограждающих элементов, устроенных с применением струйной технологии. Так, например, программа позволяет рассчитывать ограждение котлованов, состоящих из отдельно стоящих, касательных или взаимнопересекающихся грунтоцементных свай, армированных металлическими трубами. Все расчетные зависимости, заложенные в программы, основаны на результатах экспериментов и опытных работ, проведенных сотрудниками предприятия на многочисленных реальных объектах.

Рис. 1. Внешний вид графических окон программы GeoStab



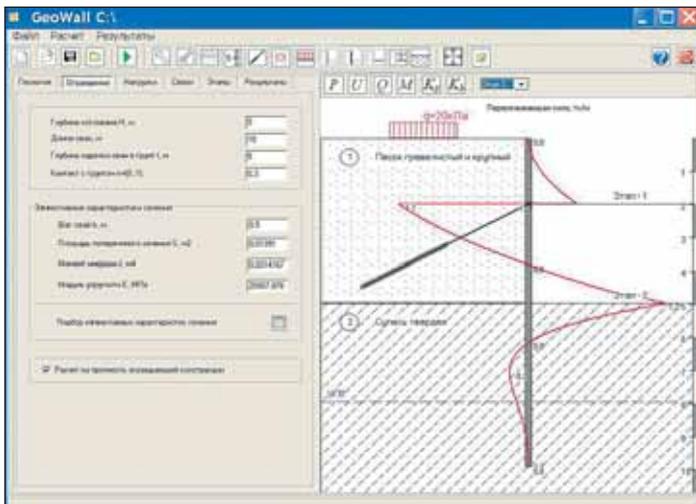


Рис. 2. Внешний вид программы GeoWall

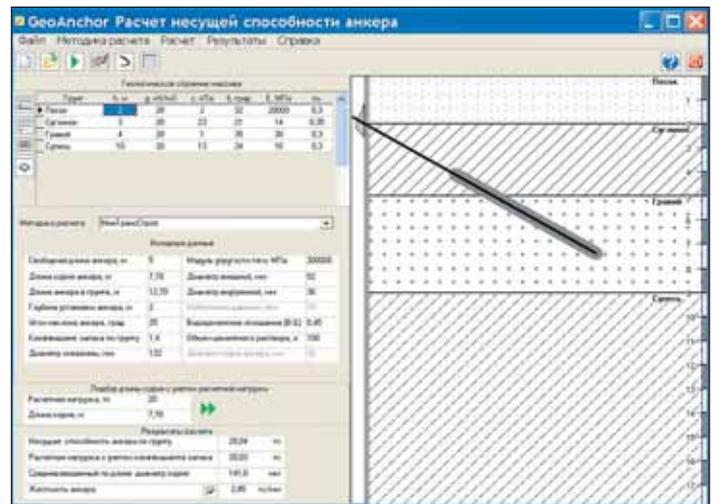


Рис. 3. Внешний вид программы GeoAnchor

Отличительной особенностью программ является возможность комплексного решения задач прочности и устойчивости ограждения котлована, позволяющая оперативно оценивать общее состояние подземных сооружений – склонов, откосов насыпей, бортов котлованов, а также рассчитывать несущую способность анкеров по различным методикам. Простота и удобство интерфейса программ способствует быстрой адаптации пользователя. Их совместимость даёт возможность использовать одни и те же исходные данные (геологическое строение грунтового массива, свойства грунтов, геометрию сооружения) для всех программ, а также обмениваться между ними результатами расчета. Это особенно важно при комплексном решении задачи устойчивости и прочности ограждения котлована. Так, например, таблица физико-механических свойств грунтов, заполненная на основе результатов инженерно-геологических изысканий, является единой и ее можно редактировать из любой программы.

Для предварительной оценки общей устойчивости ограждения котлована применяется программа GeoStab (рис. 1).

С её помощью можно определить положение поверхности скольжения с минимальным коэффициентом запаса устойчивости.

Решение такой задачи необходимо, в первую очередь, для расчета длин тяг анкеров с целью расположения их корня за границей призмы обрушения. Кроме того, программа может быть использована самостоятельно для определения устойчивости склонов насыпей, оврагов, бортов выемок и т. д.

Другая компьютерная программа GeoWall (рис. 2) даёт возможность производить поэтапный расчет прочности ограждающей конструкции котлована.

Программа позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- давления на стену ограждения с учетом геологического строения грунтового массива и уровня грунтовых вод;
- устойчивости ограждающей конструкции;
- эффективных значений площади поперечного сечения, момента инерции и модуля продольной жесткости ограждающих элементов различного типа – из буронабивных свай, труб, двуглавых и железобетонных балок, грунтоцементных свай и т. д.;
- изгибающего момента и продольного усилия в ограждающих элементах;
- реакций жестких и упругих связей в местах установки распорных систем или анкеров;
- усилий, действующих в анкерах.

Программа имеет встроенный электронный справочник по физико-механическим характеристикам грунтов в соответствии с данными СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений», а также электронный справочник по сортаменту труб и профилей.

Ещё одна компьютерная программа – GeoAnchor предназначена для расчета анкеров крепления бортов котлованов, выемок, склонов откосов и т. д. (рис. 3).

С её помощью можно выполнять следующие расчеты:

- несущей способности анкера по грунту с использованием четырех различных методик: методики Минтрансстроя и Минмонтажспецстроя, методики Фундаментпроекта, методики, изложенной в ВСН 506-8, и методики, изложенной в немецких нормах проектирования DIN 1054 – 2005;
- длины корня анкера по заданному значению расчетной нагрузки;
- жесткости анкера в зависимости от геометрических и механических параметров корня анкера и его тяги;
- диаметра корня анкера в зависимости геологического строения массива.

После завершения расчетов все программы позволяют сохранять их результаты в виде отчетов в электронном виде.

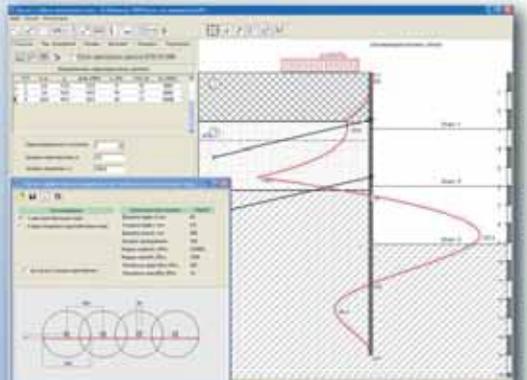


ИЖ ПроектСтрой

Предлагает программы для геотехнических расчетов:

- GeoWall - расчет ограждения котлованов
- GeoAnchor - расчет анкеров
- GeoPlate - расчет свайно-плитного фундамента
- GeoPile - расчет свай TITAN

www.jet-grouting.ru тел./факс: (342) 219-61-03, 219-63-61



АНАЛИЗ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ОСАДКИ ЗЕМЛИ ОТ ПРОХОДКИ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ ИСФАХАНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РАССТОЯНИЯХ МЕЖДУ ИХ ЗАБОЯМИ

Б. Тарах, Р. Рахманнеджад, Керманский университет, Иран

М. Хашеми, Исфаханский университет, Иран

По мнению специалистов НТЦ «Тоннели и метрополитены» данная статья дает представление о процессах осадки поверхности земли при проходке параллельных тоннелей.

Новым результатом моделирования проходки параллельных тоннелей является оценка начала и конца процесса оседания поверхности в зависимости от положения забоя тоннеля. Конечно, оценка величины осадки поверхности относится только к рассмотренным жестким и прочным грунтам (максимальная осадка ~4 мм).

Исфахан является одним из исторических городов Ирана, в котором большинство жилых зданий, а также мечеть, школа, мост и т. д. были построены несколько веков назад. В таких условиях учет влияния подземных работ на устойчивость этих важных сооружений при осадке земли занимает особое место.

Проект Исфаханского метрополитена

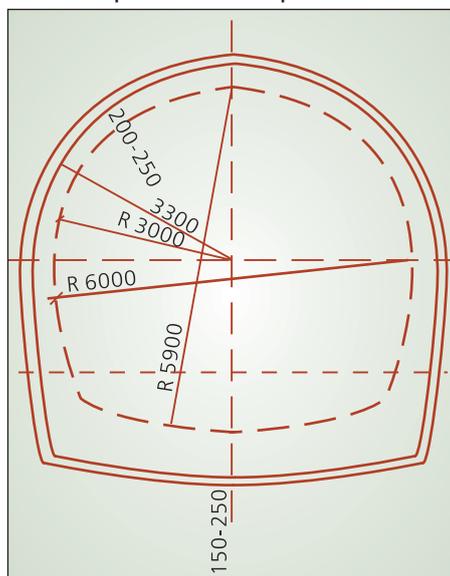
Трасса первого участка Исфаханского метрополитена проходит от улицы Каве до вокзала Сефе. Проходка перегонных тоннелей здесь ведётся механизированным способом: в слабоустойчивых породах – щитом с грунтовыми пригрузом, а в полускальных породах – комбайном избирательного действия.

Перегоны представляют собой два однопутных тоннеля подковообразной формы (рис. 1).

Тоннели проходят новоавстрийским способом. При этом их сечения открываются двумя уступами, высота верхнего и нижнего соответственно составляет 5,1 и 1,9 м.

На данном участке массив пород сложен переслаиванием сланца и песчаника, обозначаемых JSSH. Над ними расположен слой

Рис. 1. Поперечное сечение перегонного тоннеля



аллювиала толщиной 4 м. В табл. 1 приведены механические свойства пород, полученные с помощью метода индекса геологической прочности GSI.

Перегонные тоннели, расстояние между которыми равно 14 м, заложены на глубине 15 м, а высота подземных вод над шельгой тоннеля – 12 м. Нагрузка от подвижного состава принималась 20 КПа.

Анализ влияния проходки перегонных тоннелей на осадку земной поверхности проводился на участке от площади Азади до станции «Шейх Колейни».

Численное моделирование

Поскольку проходка перегонных тоннелей ведётся с отставанием забоев друг от друга, то для анализа использовали PLAXIS-3D TUNNEL (рис. 2). В качестве критерия прочности принималось условие Кулона-Мора.

Крепление тоннелей осуществляется в зависимости от горно-геологических условий из комбинации набрызг-бетона, металлической сетки, стальной и решетчатой арок. Для численного моделирования комбинированной обделки (и замены стального материала с бетоном) использовали зависимости теории сопротвления материалов. Кроме того, учитывая процесс затвердения набрызг-бетона с течением времени, выделили три типа эквивалентных обделок по прочности, механические свойства которых приведены в табл. 2.

Целью данной работы является анализ влияния отставания –

LT второго перегонного тоннеля (ET) от первого (WT) на продольный профиль осадки земли (рис. 3).

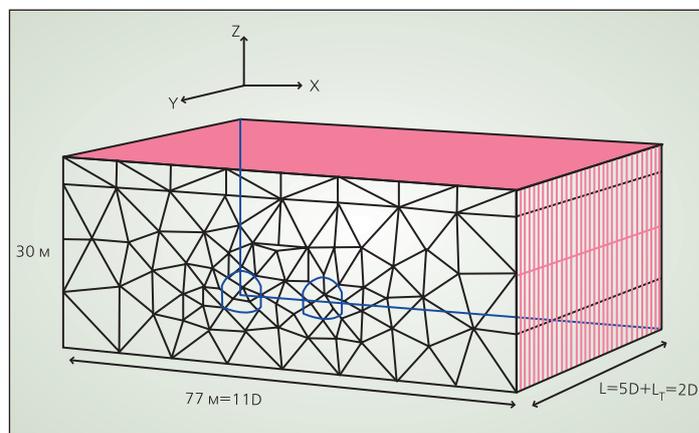


Рис. 2. Сетка конечных элементов

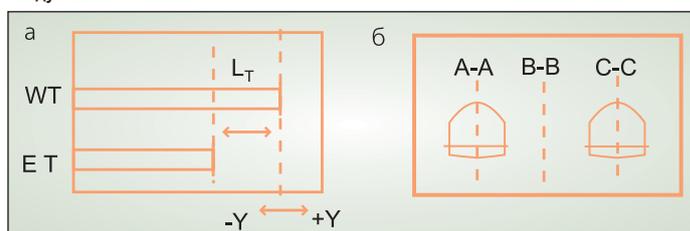
Результаты эксперимента

Результатами вычислений являются величины осадки земли в точках над шельгами первого (A-A) и второго тоннелей (C-C) и центра целика между ними (B-B). На рис. 4 показаны эпюры отношения значения осадки этих точек к диаметру тоннеля в процентах (S/D). Горизонтальная ось представляет собой отношение расстояния от забоя к диаметру тоннеля U/D.

Как видно из рис. 4а при одновременной проходке двух тоннелей эпюры осадки земли над шельгами тоннелей совпадают, и максимальные осадки происходят на целике между ними.

При расстоянии LT между тоннелями, если приближаться к забою из нетронутого массива и двигаться по длине тоннеля за забоем,

Рис. 3. Анализ влияния отставания второго перегонного тоннеля от первого на продольный профиль осадки земли: а – схема численной модели; б – исследуемые точки



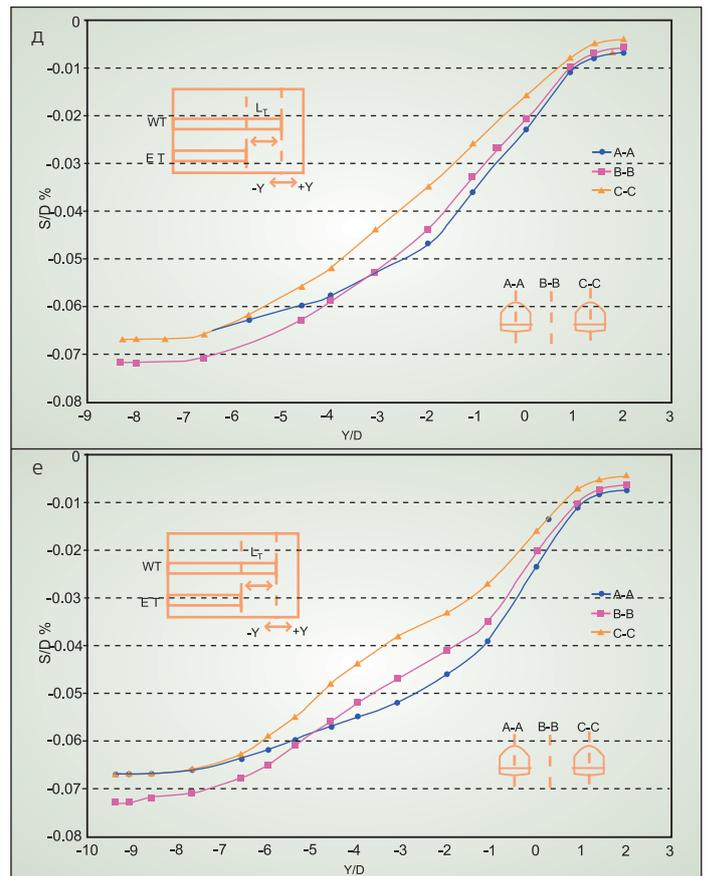
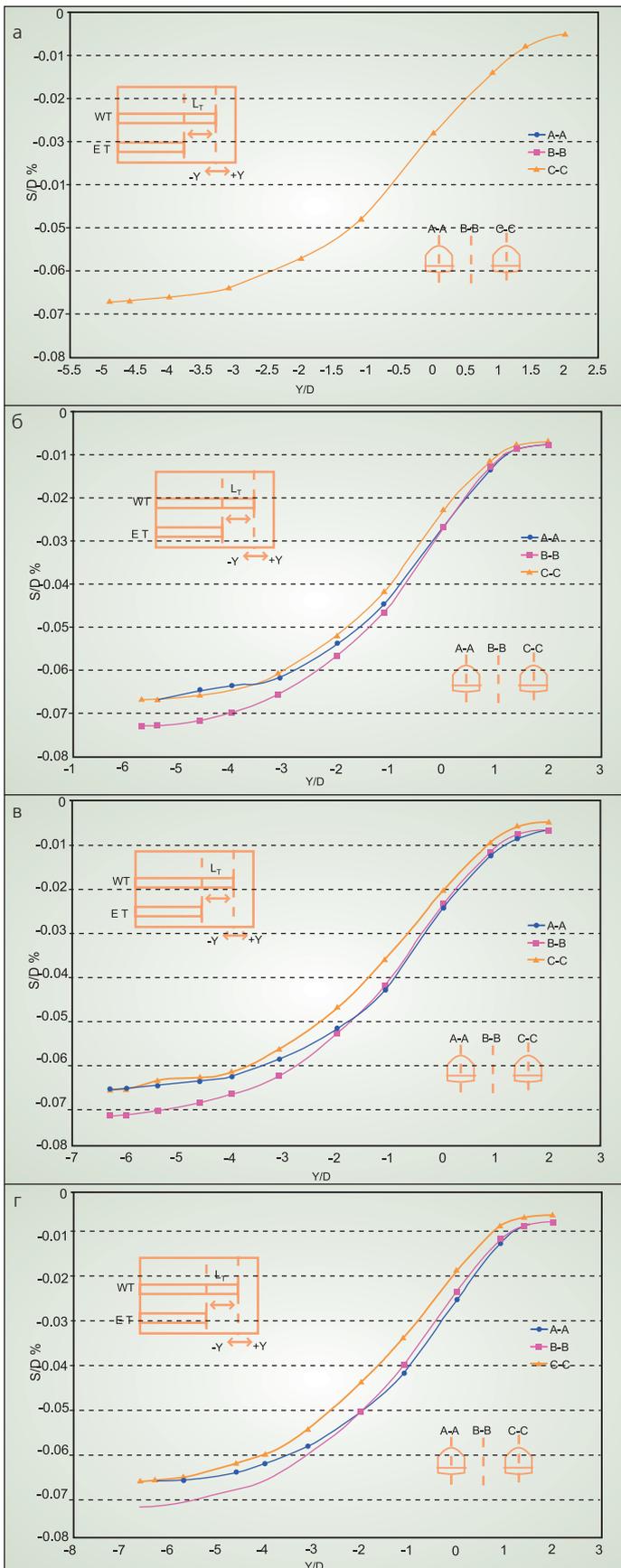


Рис. 4. Эпюры осадки точек А-А, В-В и С-С при значениях отставаний их забоев $L_T = 0 / 0,9D / 1,4D / 2D / 3,5D / 4,5D$

Таблица 1

Прочностные свойства массива

Тип пород	c [кПа]	E [кПа]	ν	wet γ [кН/м ³]	dry γ [кН/м ³]	ϕ [°]
аллювиаль	60	5e5	0.4	18	17	25
JSSH	177	27e5	0.32	27	26	41

Таблица 2

Механические свойства эквивалентной обделки

Тип обделки	Вес – G, KN/m/m	EI, KNm ² /m	EA, KN/m	Отношение прочности набрызг-бетона к его прочности после 28 суток, %	ν
Support N.1	4	14808	2,3 E + 6	30	0,1
Support N.2	4	18954,3	2,92 E + 6	50	0,15
Support N.3	4	23828,71	3,66 E + 6	80	0,25

следнего, а при $L_T = 4,5D$ – на 3,2D.

Во всех случаях максимальное значение осадки равно 0,073 % D и происходит приблизительно на удалении $Y = (4,6\sim 5)D$ от забоя

второго тоннеля. Для различных значений L_T плоское напряженное состояние происходит на расстоянии 4,5D за забоем второго тоннеля (4,5D + L_T за забоем первого тоннеля), т. е. далее влияние забоев снимается.

В случае плоского напряженного состояния максимальное значение осадки независимо от L_T равно 0,073 % D.

Во всех случаях, передача точки максимума от А-А (над шельгой первого тоннеля) к В-В (над центром целика между ними), т. е. в месте их пересечения, происходит на расстоянии L_T от забоя первого тоннеля (над шельгой второго тоннеля). При этом рост кривой В-В начинается на расстоянии 1D перед этим забоем и продолжается до L_T за забоем.



точка максимума осадки меняется от А-А к В-В. Другими словами, точка максимума от забоя первого тоннеля переходит в центр целика между ними. При этом место точки пересечения двух эпюр зависит от расстояния между забоями (L_T) и обычно находится около забоя второго тоннеля. Так, при $L_T = 0,9D$ точка расположена на расстоянии 4,5D от

второго тоннеля.

Заключение

Результаты численного анализа показывают, что при расстоянии между забоями L_T менее 3D влияние их друг на друга увеличивается и приводит к повышению зоны влияния за забоем.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

С. Н. Власов, И. Л. Писарев, Тоннельная ассоциация России

Общие сведения

В экстремальной ситуации у человека неизбежно возникает состояние эмоционального напряжения, именуемое стрессом. Это состояние вызывает возбуждение всех систем организма и оказывает большое влияние на поведение и работоспособность человека.

Зависимость между силой стресса и работоспособностью в общем виде может быть представлена следующим образом. По мере возрастания эмоционального напряжения работоспособность и возможности человека повышаются по сравнению со спокойным состоянием (так называемый мобилизующий эффект стресса), доходят до максимальной величины, а затем начинают падать. При этом затрудняются восприятия (оценка ситуации) и мышление (принятие решения), причем тем больше, чем сложнее ситуация. С увеличением напряжения появляются ошибки в выполнении отдельных операций, стремление перейти к простым действиям, прочно закрепленным ранее. Иногда при этом оживают старые, но уже непригодные в данной ситуации навыки – человек действует как бы по шаблону, автоматически, подчас не сознавая, что он делает. При еще более сильном стрессе появляется чувство растерянности, неспособность сосредоточиться на выполняемой деятельности, а также лишние, импульсивные движения, либо, наоборот, скованность, заторможенность.

Рассмотренная схема весьма условно отражает общие закономерности. Влияние стресса на поведение и возможности человека, изменение его работоспособности чрезвычайно индивидуально. Есть люди, которые действуют наиболее эффективно именно в состоянии эмоционального напряжения – на экзаменах, ответственных соревнованиях, в опасных ситуациях. А других подобные ситуации психологически демобилизуют, у них появляются признаки психологического шока – заторможенность либо суетливость и неспособность к разумным действиями.

Критерии психологической безопасности при аварийных ситуациях

К основным критериям психологической безопасности производственного коллектива относят: психологический климат, степень адаптации к условиям работы, уровень теоретической подготовки и практических навыков для противостояния действию опасных и вредных производственных факторов (ОиВПФ). В подземных выработках значение каждого критерия велико в связи с повышенной стрессовой опасностью усло-

вий ограниченного пространства, искусственной вентиляции, недостаточности освещения и др.

Психологический климат коллектива

Психологический климат коллектива зависит в первую очередь от взаимоотношений лиц технического надзора, а также бригадира с коллективом. Результаты особенно проявляются при возникновении аварийных ситуаций. Поэтому для любого участника трудовых взаимоотношений важны коммуникативные качества, показанные в табл. 1.

Улучшение психологического климата обеспечивается увеличением продолжитель-

Оригинальность мышления и находчивость. Это способность в условиях дефицита вариантности отыскать неожиданный метод решения, который может исправить возникшую ситуацию.

Подобрать руководителя с незаурядными качествами сложно. Но при возникновении нестандартных ситуаций в некоторых людях проявляются неожиданные качества. Например, положительно проявляет себя неформальный помощник руководителя, оказывающий содействие советом, действием, личным примером, и тогда репутация руководителя остается «незапятнанной».

Таблица 1

Коммуникативные качества	
Для лиц технического надзора и бригадиров	Для рабочих
Вера в успех дела, вежливость, восприятие критики, жизнеутверждение, а также все качества, требуемые для рабочих	Профессионализм, ответственность, инициативность, умение учитывать обстановку, правдивость

ности взаимоотношений производственного коллектива. Однако это не всегда является синонимом готовности к сложным действиям при экстремальной ситуации. Главными факторами в этом случае остаются поведение и действия руководителей коллектива, особенности их мышления.

Проблемное (перспективное) мышление. Руководитель должен уметь моделировать цепь предполагаемых действий и прогнозировать результаты. Действия его ни в коем случае не должны иметь неуверенность, страх, сомнение или смущение. В случае проявления нежелательных взаимоотношений между подчиненными, руководитель должен немедленно исключить возможность их общения постановкой разных производственных задач, исключающих возможность контакта. Перспективное мышление позволяет найти правильные решения объединения усилий работников разных служб, оказавшихся при экстремальной ситуации в его подчинении (электрослесари, маркшейдеры, геологи и др.).

Умение использовать предложения, не совпадающие с собственными решениями. Руководитель обязан анализировать любые поступающие предложения и доводы, уметь подавлять собственные амбиции и принимать решения с учетом всех составляющих.

Протокольность мышления. Это способность провести четкую грань между кажущимся и действительным, желаемым и реальным, свободным и запретным. Критерий протокольного мышления – максимум объективности.

Таким образом, одним из условий создания устоявшегося психологического климата коллектива является профессионализм и характерная способность мышления руководителей производства.

Адаптация к условиям подземных работ

На психологический климат коллектива в подземных выработках оказывают влияние замкнутость пространства, ограниченность перемещений, длительная изолированность от «обжитых» условий жизни, особенности выполняемой работы и др.

Полной адаптации человека к условиям подземного пространства быть не может. Это противостоит его физиологической сути. Тем не менее, частичная (производственная) адаптация в условиях подземной выработки возможна и зависит от характеристик пространства, названного экологическим. К ним относятся условия микроклимата: температура, относительная влажность среды, скорости воздушных потоков, обводненность и пр.

Психологическая подготовка коллектива противостоять действию опасных производственных факторов

Подготовка производственных коллективов к действиям в аварийных ситуациях является одним из обязательных условий жизнеобеспечения и выживаемости и заключается в изучении плана ликвидации аварии (ПЛА), особенно в привязке к существующим рабочим местам и видам выполняемых работ. При этом уделяют особое внимание

конкретному участию каждого в общей деятельности коллектива. Изучают практическое применение индивидуальных и коллективных средств защиты. Обучаемые должны знать влияние на психику людей вредных производственных факторов.

При проведении психологической подготовки коллектива необходимо не только научить умениям действовать в соответствии с ПЛА, но и учитывать психофизиологическое воздействие веществ и газов, образование которых возможно при аварийной ситуации.

Профессиональный отбор и психическое здоровье персонала

Профессиональный отбор

Психологические качества человека далеко не всегда определяют его физическим здоровьем, и люди с хорошими физическими данными могут оказаться непригодными для работы в конкретных производственных условиях. Это касается и специфических условий замкнутого пространства подземных выработок. К сожалению, психологическим особенностям профессий подземного строителя посвящено крайне мало исследований.

Вследствие специфики подземных работ, предварительный психологический отбор в виде *самооценки* будущие тоннелестроители проходят до подачи заявления о приеме на работу и в начальный её период. Сначала, воспринимая на слух рассказы о сложности и опасности труда проходчиков, человек оценивает свои физические и психологические возможности. Второй этап самооценки наступает через 1,5–2 месяца подземных работ. Именно тогда молодой работник решает окончательно, продолжать или сменить работу.

Медицинский отбор заключается в определении лиц, имеющих или перенесших психические заболевания. Не допускаются к подземным работам также люди с недостатками умственного развития, больные эпилепсией, неврозами, некоторыми формами психопатии – как возбудимой, так и астеничной и т. д.

Профотбор на подземные работы должен производиться в два этапа: в виде *профессиографии и психодиагностики*. Методики проведения профессиографии отработаны и эффективность их не вызывает сомнений. Методики психодиагностики, особенно для случаев экстремальных ситуаций в подземных выработках, отработаны недостаточно, психодиагностические кабинеты есть далеко не во всех медицинских учреждениях, тогда как эта составляющая профотбора очень важна.

Заслуживает внимания метод критических инцидентов. Суть его состоит в том, что на основе реальных производственных ситуаций, предварительно описанных опытными профессионалами (стаж более 15 лет), определяются характеристики производственного поведения, высокой или низкой эффективности деятельности. Затем составляют классификации инцидентов по различным признакам, формулируют

требования к специалистам и подбирают тесты для профотбора. При этом особое внимание уделяется психологическим предпосылкам в реализации знаний и умений в аварийной обстановке.

Поддержание психического здоровья

Контроль и профилактика психического здоровья необходимы в течение всего периода производственной деятельности работника. При этом происходит накопление и суммирование информации о психическом здоровье, возможных недостатках для принятия мер коррекции. С этой целью производят регулярные медицинские освидетельствования, а также внеплановые, – после попадания и выхода индивида из аварийной ситуации. Результаты таких освидетельствований могут оказаться весьма полезными при планировании мер профилактики заболеваний, а также прогнозирования психологической надежности в экстремальных ситуациях.

Существуют эффективные основные и корректирующие методики и тесты, позволяющие решать сложнейшие задачи психического здоровья и реабилитации. Особенно важен вопрос разработки методик по реабилитации профессионалов с большим стажем и опытом работы. Давно отмечено, что с «набором опыта», как правило, одновременно «притупляется» реакция на опасности с адекватной защитой. Это обнаружено у водителей транспортных средств, верхолазов, в полной мере относится к проходчикам и представителям других тоннелестроительных специальностей.

Требуются специальные методики определения «обостренной» психологии по отношению к производственной опасности, аварийным ситуациям. Большинство методик и тестов базируются на инструментальной (приборной) аппаратуре, поэтому необходимо заботиться об оснащении и функционировании психофизиологических кабинетов.

Поведение индивидов и коллектива при экстремальных ситуациях

Психическая напряженность при экстремальных ситуациях

При возникновении производственных опасностей, которые могут быть практически одновременно восприняты и опознаны несколькими рецепторами организма человека, у последнего немедленно возрастает психическая напряженность, понимаемая как стресс. Он проявляется в росте биоэлектрической активности мозга, повышении частоты сердцебиения, расширении кровеносных сосудов, повышении энергетических возможностей организма. Таким образом, происходит энергетическая «встряска» организма, т. е. повышается его готовность к действиям при проявлении воздействий опасных и вредных производственных факторов.

Тем не менее, возможности организма не беспредельны: стресс действует положительно до определенного критического уровня. Превышение его вызывает нарушение механизма саморегуляции и ухудшение результатов деятельности, вплоть до ее срыва. Такое

состояние психической напряженности, при котором рост активации нервной системы приводит к уменьшению продуктивности действий, называется гипермобилизацией или дистрессом.

Применительно к условиям подземных выработок стрессовые ситуации характеризуются *внезапностью* (обрушение грунта, прорыв грунтовых вод, взрыв, наезд транспортного средства и др.), *масштабностью проявления* (объемы, площади, скорости и т. д.), *интенсивной поддержкой* опасности соответствующими факторами (шум, воздушные волны, световые всплески, искрение от аварийных электросетей и др.). Стрессовый шок так же скоротечен, как и длительность проявления опасности.

Понятно, насколько важными являются обучение и тренировки действий в подобных условиях, т. е. реализация такой системы защиты, когда стресс и дистресс не будут существенно влиять на психическую напряженность индивида и снижать его пространственную ориентацию и работоспособность.

Попытка оценить влияние стрессовых нагрузок на производственный коллектив представлена в табл. 2.

Таким образом, поведение людей зависит, главным образом, от характеристики стресса, а также подготовленности коллектива к интенсивным и внезапным психологическим нагрузкам, способности «отсечь» дистрессовые нагрузки. Это может быть достигнуто применением специальных методик и тренажеров.

Тревожные симптомы

Наряду со стрессами и дистрессами, нередко у индивидов проявляются тревожные симптомы – характерная длительно текущая реакция, возникающая за счет субъективных ощущений напряжения и ожидания неблагоприятного исхода событий вслед за началом развития аварии или ЧС. Тревогу порождает как угроза опасности, так и отсутствие уверенности, что ее можно избежать или ликвидировать, применив эффективные средства защиты. Большое значение в активизации или затухании тревожной ситуации индивида имеет метод выбора защиты: активный или пассивный. Первая приводит к потребности усиления умственной и физической деятельности человека, укрепляет его веру в собственные силы, ослабляя тревожные симптомы. Наоборот, пассивная позиция по отношению к тревожной ситуации закрепляет чувство опасности и тревоги с генерацией навязчивых мыслей и действий, приводит к усилению чувства страха в обстановке угрожающей опасности и собственного бессилия.

Так же, как стресс и дистресс, тревожная закрепленность может быть снята, или степень ее воздействия на организм может быть значительно снижена за счет изучения и «проигрывания» возможных ситуаций, выявления истинных возможностей средств защиты и уверенности в способности коллектива изменить аварийную обстановку к положительному исходу путем применения

Таблица 2

Проявления стрессовых нагрузок

Характеристика стресса	Воздействие стресса на организм	Типичная реакция коллектива на стресс	Типичное поведение коллектива	Влияние стресса на дальнейшую деятельность
Стресс выражен слабо	Допустимое, с активизацией некоторых органов	Деловитость, спокойствие, расчетливость	Разумная активизация деятельности	Удовлетворительные предпосылки на дальнейшую работоспособность
Стрессовый «всплеск»	Активное	Нарушены рациональные виды деятельности; неоправданная активность действий и поведения	Общая суматошность в деятельности	Возможны сбои (остановки), возврат в исходное положение и некоторая растерянность
Резкий стрессовый «всплеск»	Весьма активное	Отсутствует реакция на сигнал управления; неконтролируемое поведение активности; сверхэмоциональные нагрузки	Неуправляемость, разобщенность действий	Могут быть негативные результаты панической деятельности и чувства полной безысходности
Слабые дистрессовые нагрузки	Слабо заторможенное	Заторможенность действий; возможны ошибочные действия	Фрагменты чрезмерного спокойствия и вялости	Возможно дальнейшее снижение работоспособности
Значительные дистрессовые нагрузки	Сильно заторможенное	Резкое снижение работоспособности; прекращение активных действий	Отрешенность; апатия к любой деятельностью	Для повышения активности и работоспособности необходимо медицинское вмешательство

специальных методик и тренажеров. Например, для развития профессиональных качеств и снятия тревожных (одновременно стрессовых) напряжений, водителям автотранспорта в Германии предлагают цикл занятий по преодолению кюветов, серпантинных и других участков с трудными дорожными условиями и препятствиями.

Поведение индивидов при экстремальных ситуациях

Люди по-разному реагируют на опасность. Некоторые пытаются снизить ее воздействие и развитие аварийной ситуации (преодолевающее поведение, адекватное угрозе), другие не мобилизуются и не препятствуют развитию опасности (деструктивное поведение, не адекватное угрозе).

Деструктивное поведение может проявляться в нескольких видах: напряженное, трусливое, тормозное, агрессивно-бесконтрольное, ориентированное на мелочи и суеверное.

Преодолевающее поведение также имеет несколько разновидностей: волевое, рефлекторное и конструктивное.

Волевой тип. Человек данного типа обладает чувством долга, обязательностью, дисциплинированностью. У него обостренное отношение к успехам и неудачам, в результате – повышенные психофизические напряжения, снижение работоспособности. Возможен быстрый расход ресурсов организма

и невозможные психические потери. Таким образом, индивид указанного типа – это «факир на час», т. е. наряду с успешным, энергичным началом, можно предполагать нарастание элементов деструктивного поведения.

Рефлекторный тип. Проявление рефлекторного поведения осуществляется через переоценку ценностей (с чувством облегчения, а не напряжения). В этом случае у индивида при большой активности и глубоких переживаниях процесс управления деятельностью ведется достаточно энергично и неопределенно долго.

Конструктивный тип. Для него характерно рациональное формирование микро-социальных отношений, чувство взаимопомощи, поиск союзников в достижении цели. Люди данного типа вызывают чувство доверия и симпатии. Такой стиль поведения является наиболее рациональным, щадящим и результативным, что особенно ценно в экстремальных условиях. При возможных ЧС индивиды конструктивного типа лучше всех реализуют свои возможности в работе, сохраняя при этом здоровье и перспективу выйти из сложнейших ситуаций.

Психическая деятельность и ее возможные изменения при длительных экстремальных ситуациях

Как известно, аварии в подземных выработках имеют продолжительность до не-

скольких суток, т. е. происходит длительное воздействие психотравмирующих факторов на людей. При этом они оказываются в условиях отсутствия профилактической работы психолога и медицинской поддержки. В такой обстановке первоначальное воздействие факторов вызывает импульс устойчивой перерадаптации.

При длительном воздействии на организм психологических факторов, в том числе в условиях ЧС, следует применять адекватные меры профилактической поддержки с таким расчетом, чтобы психологическая напряженность не превышала острых реакций входа (рис. 1). При этом создаются предпосылки избегания острых психических реакций выхода.

Формирование коллектива для действий в условиях аварий

С возникновением аварии или ЧС рабочий коллектив перестает выполнять производственные функции, и по указанию руководителя (лицо горного или технического надзора) или бригадира выполняют работы по локализации (ликвидации) экстремальной ситуации, выводу пострадавших из опасной зоны (спасению). При этом индивиды спланиваются в устойчивое ядро, вокруг которого образуется изменчивая оболочка. В эту зону попадают и выходят разные люди, не вписывающиеся в коллектив по разным причинам.

Григорию Рувиновичу
Розенвассеру – 70 лет



Г. Р. Розенвассер родился 18 октября 1937 г. После окончания в 1959 г. Харьковского инженерно-строительного института он трудился в Донецком Промстрой-НИИпроекте, пройдя путь от научного сотрудника до заведующего отделом одноэтажных промышленных зданий и подземных сооружений. В 1970 г. защитил диссертацию и получил ученую степень кандидата технических наук.

Область деятельности Г. Р. Розенвассера – механика подземных сооружений, строительные конструкции в сложных инженерно- и горно-геологических условиях, расчеты, проектирование, обследование, испытания. Он внес существенный вклад в разработку новых концепций защиты подземных сооружений на подрабатываемых территориях и в сейсмических районах (Донецкий метрополитен; дренажно-коммуникационный тоннель в г. Ашгабате, Туркменистан; элитный стадион ФК «Шахтер», г. Донецк; гостиничный комплекс «Пушкинский», г. Донецк и др.); провёл крупнейшие в СНГ натурные экспериментальные исследования конструкций тоннелей, коллекторов, резервуаров во взаимодействии с грунтовым массивом, разработал методики расчетов этих сооружений, в том числе и в нелинейной постановке. Его достижения внедрены в типовые проекты, СНиП и ДБН. В течение 19 лет Григорий Рувинович вёл преподавательскую деятельность в Донецком филиале ХИИТ по курсам «Железобетонные конструкции», «Испытания сооружений». Подготовил 6 аспирантов – соискателей ученой степени кандидата технических наук. Он член Международной тоннельной ассоциации и Международной ассоциации геотехников.

Г. Р. Розенвассер является лауреатом ВДНХ СССР и обладателем многих медалей выставки, а также автором более 150 работ, 45 изобретений, 15 строительных норм и пособий по проектированию, одной монографии. Некоторые изобретения запатентованы за рубежом.

Тоннельная ассоциация России и редакция журнала «Метро и тоннели» поздравляют юбиляра со знаменательной датой и желают ему крепкого здоровья и больших успехов в его научной деятельности.



Рис. 1. Этапы психологической адаптации человека в условиях длительных аварий и ЧС

Через некоторое время (продолжительность зависит от конкретных обстоятельств ЧС) ядро оказывается готовым для решения задач, поставленных лидером.

Некоторые исследователи отмечают, что процессы неформального структурирования коллектива и его ядра протекают помимо воли отдельных людей, хотя определенный задел для этого заложен, например, в плане ликвидации аварий. При экстремальной ситуации производственный коллектив реагирует аналогично реакции животных (распределение ролей стаи всегда начинается с определения лидера, место которого захватывает наиболее сильное и расчетливое животное). В цивилизованном коллективе неизбежно возникает пирамида власти.

Как правило, роль лидера занимает сильный, влиятельный, пользующийся авторитетом член коллектива. Это не идеолог, а прагматик. Он не демонстративен, не суетлив и не эмоционален. Он никого ни к чему не призывает, а просто заставляет силой авторитета и логикой фактов беспрекословно выполнять распоряжения. Наиболее вероятные претенденты на роль лидера – люди с развитой функцией силовой сенсорики. Если такими качествами обладает человек, наделенный административной властью (служебными полномочиями), это облегчает ему задачу стать не только формальным, но и силовым центром коллектива, уверенно координирующим его движение в коммуникативном пространстве.

Наряду с функцией лидера, данная личность должна быть наделена знаниями и умениями оказания доврачебной медицинской помощи, в том числе в случаях, связанных с нарушением психофизиологических функций. Неформальные роли занимают: «двигатель коллектива»; «эмоциональный вовлекатель»; «генератор идей».

«Двигатель коллектива» – очень работоспособный и выносливый индивид. Он не терпит лени и несобранности; у него нет времени на отдых, он вовлекает окружающих в работу своим примером. Им может

быть только человек с развитой функцией деловой логики. Очень эффективно, когда такая неформальная роль принадлежит бригадире комплексной проходческой бригады.

«Эмоциональный вовлекатель» должен уметь «зажечь» и энергично увлечь коллектив даже на очень сложную и опасную работу.

«Генератор идей» – обладает интеллектуальной смелостью, жадной достижения цели с минимальными потерями. Его нельзя подчинить жесткому графику и загрузить рутинной работой. Его выраженная функция – интуиция возможностей. Это программист коллектива.

Человек оказывается в экстремальных ситуациях по разным причинам, но, пожалуй, чаще всего это случается по собственной вине – как результат отсутствия опыта безопасного поведения в природной и социальной среде, либо пренебрежения к нормам и правилам безопасности, непредусмотрительности, а порой легкомыслия. Первое проявляется в том, что человек не знает, как поступить в той или иной жизнеопасной ситуации, или знает, но не умеет это сделать. Второе – в том, что он знает и может, но не хочет и не делает того, чего требуют условия безопасности деятельности (или просто не хочет знать, что нужно делать). Столкнувшись с непредвиденными обстоятельствами, очутившись в сложной непривычной обстановке, когда нужны быстрые, точные действия, люди оказываются совершенно беспомощными, неспособными решить простейшие, но жизненно необходимые вопросы.

Чтобы уменьшить вероятность оказаться в экстремальной ситуации и увеличить шансы на сохранение здоровья и жизни, необходимо знать и учитывать факторы риска (опасности), выработать умение предвидеть возможность возникновения жизнеопасных ситуаций и со знанием дела стремиться избежать попадания в них, а, оказавшись в экстремальной ситуации, – быстро оценить ее, принять грамотное решение и действовать. Таким образом, проблема выживания в экстремальных ситуациях, сводится к четырем надобностям: надо знать, надо желать, надо уметь, надо действовать.



CONDAT STAB

укрепление грунтов и водонепроницаемость

CONDAT

LUBRIFIANTS

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

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

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

- повысить его механическую прочность;
- уменьшить проницаемость.

Области применения **CONDAT Stab**:

Укрепление стен стартовых котлованов при запуске тоннелепроходческих комплексов



Ремонт существующих подземных коммуникаций в случае их повреждения



Ремонт и укрепление фундаментов



Водонепроницаемость и герметизация подземных сооружений



Укрепление насыпей



Работа тоннелепроходческого комплекса в предельно тяжелых условиях



Официальный представитель фирмы Condat Lubrifiants в России

ООО «ТА Инжиниринг Инт.»

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

тел.: (495) 775-9934, 724-7481

факс: (495) 265-7951