

Журнал
Тоннельной ассоциации России

Председатель редакционной коллегии

С. Г. Елгаев, доктор техн. наук

Зам. председателя редакционной коллегии

В. М. Абрамсон, канд. эконом. наук
И. Я. Дорман, доктор техн. наук

Ответственный секретарь

Г. И. Будницкий

Редакционная коллегия:

В. П. Абрамчук
В. Н. Александров
В. П. Антощенко
М. Ю. Беленький
А. Ю. Бочкарев, канд. эконом. наук
Н. Н. Бычков, доктор техн. наук
С. А. Жуков
А. М. Земельман
Б. А. Картозия, доктор техн. наук
Е. Н. Курбацкий, доктор техн. наук
С. В. Мазин, доктор техн. наук
И. В. Маковский, канд. техн. наук
В. Е. Меркин, доктор техн. наук
М. А. Мутушев, доктор техн. наук
А. А. Пискунов, доктор техн. наук
М. М. Рахимов
М. Т. Укшебаев, доктор техн. наук
Б. И. Федунец, доктор техн. наук
Е. Ф. Чумаков
Т. В. Шепитько, доктор техн. наук
Е. В. Щекудов, канд. техн. наук

Тоннельная ассоциация России

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

Издатель

ООО «Метро и тоннели»

тел./факс: +7 (495) 981-80-71
127521, Москва,
ул. Октябрьская, д. 80, стр. 3,
оф. 420Б
e-mail: metrotunnels@gmail.com

Генеральный директор

О. С. Власов

Компьютерный дизайн и вёрстка

С. А. Славин

Фотограф

С. А. Славин

Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «Метро и тоннели», 2014

Выставки и конференции

Участие Тоннельной ассоциации России в VI Транспортном конгрессе	2
Тоннельный конгресс в Бразилии	4

Проектные решения

Станция «Деловой центр» Московского метрополитена	6
Р. С. Кондрев	
Станция «Парк Победы» Московского метрополитена, II этап строительства	10
Р. С. Кондрев	

Строительство метро

Программа развития Московского метро	14
--------------------------------------	----

Зарубежный опыт

«Маленький» проект большой страны	18
-----------------------------------	----

Метрополитены

Легкоуправляемый пружинный тормоз	22
А. В. Иванов, А. В. Авдошин, К. Ю. Сыров	

Геомониторинг

Обеспечение сохранности многоэтажных зданий при сооружении тоннелей метрополитена	28
М. Г. Зерцалов, А. Н. Симутин, Д. В. Устинов, И. Н. Хохлов	

Специальные способы работ

О применении микроцементов в геотехническом строительстве	30
А. А. Долов, И. Я. Харченко	

Обобщая опыт

Нештатные ситуации при строительстве и эксплуатации Московского метрополитена за последние 40 лет	34
В. А. Гарбер	



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Строительная площадка
станции «Румянцево»
Московского метро

УЧАСТИЕ ТОННЕЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ РОССИИ В VI ТРАНСПОРТНОМ КОНГРЕССЕ



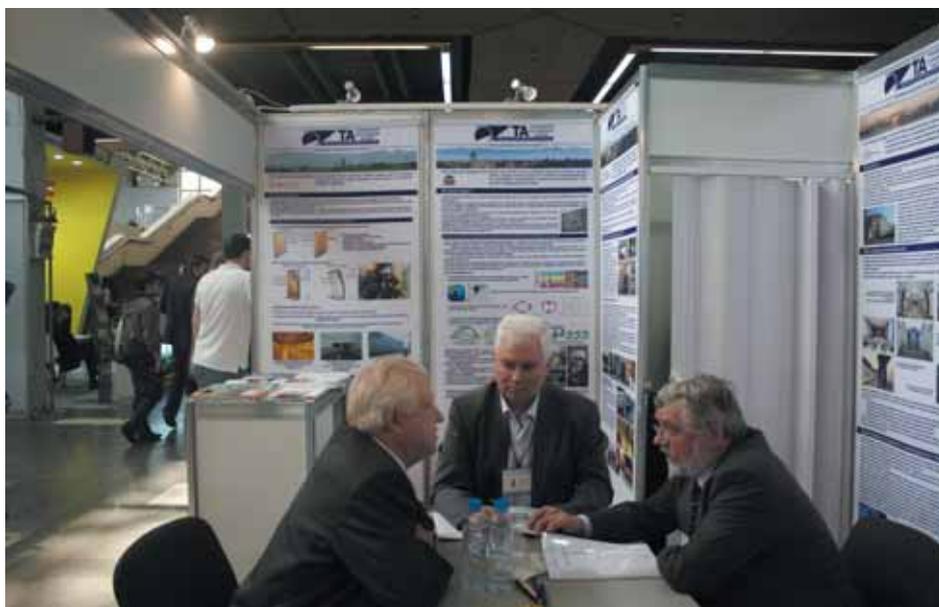
Круглый стол «Транспортные тоннели для будущих скоростных магистралей»

С 14 по 16 мая 2014 г. на ВДНХ в Москве прошел VI Транспортный Конгресс, в рамках которого была проведена VI Международная специализированная выставка по проектированию, строительству и эксплуатации тоннелей «Интертоннель-2014». На выставке были продемонстрированы новейшие технологии для проектировщиков и строительных компаний, а также управление транспортным и коммунальным хозяйством, прогрессивные тенденции тоннелестроения. Проведение выставки способствовало укреплению сотрудничества на международном уровне, а также широкому внедрению новых технологий, позволяющих строить безопасные сооружения на высоком уровне. В выставке приняли участие компании «УСК «Мост», «Трансстрой», «Габиионы Маккаферри», «Зика», «ГФК» и др.

На стенде Тоннельной ассоциации России была представлена экспозиция, отражающая новейшие технологии, применяемые на крупных объектах Москвы, Санкт-Петербурга, Сочи и других городов России при строительстве тоннелей и подземных сооружений.

Тоннельной ассоциацией совместно с компанией «Рестек Брукс» в рамках выставки был проведен круглый стол «Транспортные тоннели для будущих скоростных магистралей», на котором с докладами выступили ведущие специалисты России и ряда зарубежных стран. Всего было заслушано 16 докладов, среди которых следует выделить:

- «Необходимость актуализации инженерно-геологических изысканий при стро-



Стенд Тоннельной ассоциации России на выставке «Интертоннель»

ительстве Московского метрополитена»
Е. М. Пашкин, профессор РГГРУ, Москва;

- «Нештатные ситуации при строительстве и эксплуатации Московского метрополитена за последние 40 лет», В. А. Гарбер, д. т. н., Филиал ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены»;
- «Инновационный подземный транспорт», С. О. Зега, доцент, МАДИ;
- «Особенности проектирования тоннелей на высокоскоростных магистральных», В. Н. Кавказский, ФГБОУ ВПО ПГУПС, Санкт-Петербург.

Круглый стол вызвал большой интерес специалистов. В рамках выставки также состоялось награждение победителей конкурса им. С. Н. Власова «Инженер года Тоннельной ассоциации России» по итогам работы за 2013 г. Решением жюри победителями признаны:

- в номинации «Инженер года в области строительства городских и горных автомобильных и железнодорожных тоннелей»:

Степанов Алексей Александрович, зам. главного инженера по производству СМУ-680 ФГУП «УС-30»;



Победители конкурса им. С. Н. Власова «Инженер года Тоннельной ассоциации России по итогам работы за 2013 г.»

Гуменюк Александр Васильевич, начальник подземного участка СМУ-680 ФГУП «УС-30»;
Птицын Глеб Владимирович, начальник подземного участка № 1 горно-капитальных работ ГСК ФГУП «УС-30»;

• *«Инженер года в области строительства метрополитенов в Российской Федерации»:*

Конюхов Дмитрий Сергеевич, зам. начальника научно-инженерного центра по освоению подземного пространства ОАО «Мосинжпроект»;

Самарский Сергей Владимирович, главный механик СМУ-161 ОАО «Трансинжстрой»;

Кашко Андрей Анатольевич, старший научный сотрудник Филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»;

Теперидзе Отари Александрович, первый заместитель генерального директора ООО «СМУ Ингеоком»;

Рахимов Роман Маратович, зам. главного инженера ОАО «Казметрострой»;

Данилов Андрей Анатольевич, зам. главного инженера ОАО «Казметрострой»;

Апхалимов Ильдус Робертович, начальник участка ОАО «Казметрострой»;

Филиппов Игорь Иванович, механик Управления Механизации ОАО «Метрострой», Санкт-Петербург;

• *«Инженер года – молодые инженерные кадры научных, проектных, проектно-конструкторских и строительных организаций»:*

Моисеев Владимир Иванович, главный инженер проекта отдела тоннельных сооружений ГУП «Ленгипроинжпроект»;

Симутин Алексей Николаевич, инженер 1 категории ОАО «Мосинжпроект»;

Прасолов Сергей Константинович, механик СМУ-154 ОАО «Трансинжстрой»;



Заместитель председателя правления ТАР В. М. Абрамсон приветствует победителей конкурса

Афанасьева Ксения Владимировна, ведущий инженер ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»;
Слизкий Артем Михайлович, инженер ОАО «Минскметрострой»;

• *«Инженер года в области строительства инженерных коммуникаций и коммунальных тоннелей»*

Мамедраев Алик Мамерза Оглы, начальник участка ООО «СТИС»;

Матюшев Сергей Александрович, маркшейдер ООО «СТИС»;

• *«Инженер года в области проектно-конструкторских работ»:*

Соловьев Илья Александрович, инженер 1 категории БКП ОАО «Трансинжстрой»;

Безродный Константин Петрович, заместитель генерального директора по научно-исследовательской работе ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»;

Линкишкин Георгий Владиславович, первый заместитель генерального директора ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»;

Балашова Марина Константиновна, главный специалист ОАО «Метрогипротранс»;

Халдеева Ольга Викторовна, начальник группы ОАО «Метрогипротранс»;

Овчинников Константин Вениаминович, главный инженер проекта ОАО «Метрогипротранс»;

Левиков Роман Алексеевич, научный сотрудник Филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены».

Победителям были вручены памятные медали и удостоверения лауреата конкурса. Награды вручал заместитель председателя правления Тоннельной ассоциации России Валерий Михайлович Абрамсон.

ТОННЕЛЬНЫЙ КОНГРЕСС В БРАЗИЛИИ



Крупным событием 2014 года для мировой тоннельной общественности стало проведение с 9 по 15 мая 2014 г. в Бразилии в Iguassu Falls Мирового тоннельного конгресса и 40-й Генеральной ассамблеи Международной ассоциации тоннелестроения и подземного пространства.

На конгрессе присутствовало 1500 специалистов из 52 государств всех континентов с целью обмена информацией о новейших достижениях в сфере использования подземного пространства.

К услугам участников были предоставлены великолепно оборудованные конференц-залы, выставочный зал и множество комнат для заседаний.

Главная тематика конгресса – «Подземные сооружения для улучшения жизни».

Тоннельная ассоциация России приняла активное участие в работе конгресса. На двух заседаниях 40-й Генеральной ассамблеи присутствовали представители стран-членов Международной тоннельной ассоциации (МТА). Генеральная ассамблея подвела итоги работы за год, рассмотрела ряд других важных вопросов и выбрала место проведения ежегодных конгрессов:

- 22–28 мая 2015 г. – Дубровник (Хорватия);
- 22–28 апреля 2016 г. – Сан-Франциско (США);
- 9–16 июня 2017 г. – Берген (Норвегия).

От России в работе Генеральной ассамблеи принял участие эксперт МТА – М. Ю. Беленький.

На церемонии открытия конгресса, которая состоялась 10 мая 2014 г. выступили пре-

зидент МТА Сорен Эскезен и руководители Бразильской тоннельной ассоциации.

Михаил Юрьевич Беленький принял участие в собрании Нордического Форума.

Накануне конгресса были проведены учебные сессии МТА. В этом году сессии были посвящены вопросам энергетики. Всемирно известные специалисты прочитали лекции по вопросам производства, хранения и транспортировки энергии, связанным с подземным строительством.

На конгрессе видные ученые и специалисты в области метро- и тоннелестроения выступили с ключевыми докладами по решению актуальных проблем тоннелестроения на примере опыта своих стран.

Также прошли технические сессии по 12 важнейшим направлениям работы МТА. На сессиях были заслушаны или представлены в





На заседании Генеральной ассамблеи Международного тоннельного конгресса



Приветствие президента Международной Тоннельной ассоциации Сорена Эскезена участникам конгресса

стендовом виде около 300 докладов по направлениям:

- подземные работы – планирование и использование подземного пространства;
- планирование и осуществление проектов – управление строительством, контроль рисков, оценка стоимости, заключение контрактов;
- сооружение тоннелей – проходка, безопасность, обслуживание, реконструкция, ремонт, проектирование и аналитические методы расчета;
- внедрение новых технологий строительства.

Всего на технических сессиях было сделано 130 устных презентаций. Все презентации опубликованы в виде рефератов в сборнике, а также представлены делегатам конгресса в полном объеме на электронных носителях. Следует отметить, что от России на конгрессе были представлены два стендовых доклада:

- «Проектирование тоннелей для совмещенного движения автотранспорта и метрополитена», В. М. Абрамсон, А. М. Земельман, И. Я. Дорман, А. З. Закиров, ОАО «Метротранс»;
- «Мониторинг вариации усилий прижима ротора и горизонтального давления мягких грунтов при щитовой проходке тоннелей», С. В. Мазеин – ТАР, А. С. Вознесенский – МГУ.

Одновременно с другими мероприятиями на заседаниях рабочих групп осуществлялся обмен опытом по решению сложных проблем тоннелестроения и освоения подземного пространства. Стоит отметить тот факт, что ТАР направила предложение в МТА о включении ряда российских специалистов в работу рабочих групп.

Для работы в рабочей группе № 2 «Исследования» № 19 «Обычные тоннели» рекомендован членом-корреспондентом директор ООО Филиал ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены» Е. В. Щекудов, кандидат технических наук.

Для работы в рабочей группе № 9 «Сейсмические воздействия» и группе № 15 «Под-



Выставочная экспозиция конгресса в Бразилии

земная и окружающая среда» рекомендован членом-корреспондентом Е. Н. Курбацкий, доктор технических наук, профессор.

Для работы в рабочей группе № 14 «Механизация» рекомендован членом-корреспондентом С. В. Мазеин, начальник научно-технического отдела исполнительный дирекции Тоннельной ассоциации России, доктор технических наук.

Для работы в рабочей группе № 17 «Тоннели глубокого заложения» и № 21 «Жизненный цикл управления активами» рекомендован членом-корреспондентом Е. Ю. Титов, доцент Московского государственного университета путей сообщения.

Для работы в рабочей группе № 15 «Подземная и окружающая среда» рекомендован членом-корреспондентом Н. Бобылев, доцент Санкт-Петербургского государственного университета. Он же назначен заместителем руководителя рабочей группы № 15.

Результатами деятельности рабочих групп являются публикация отчетов, составление

баз данных, обучение, разработка рекомендательных документов и других материалов, касающихся наиболее важных аспектов строительства и эксплуатации подземных сооружений.

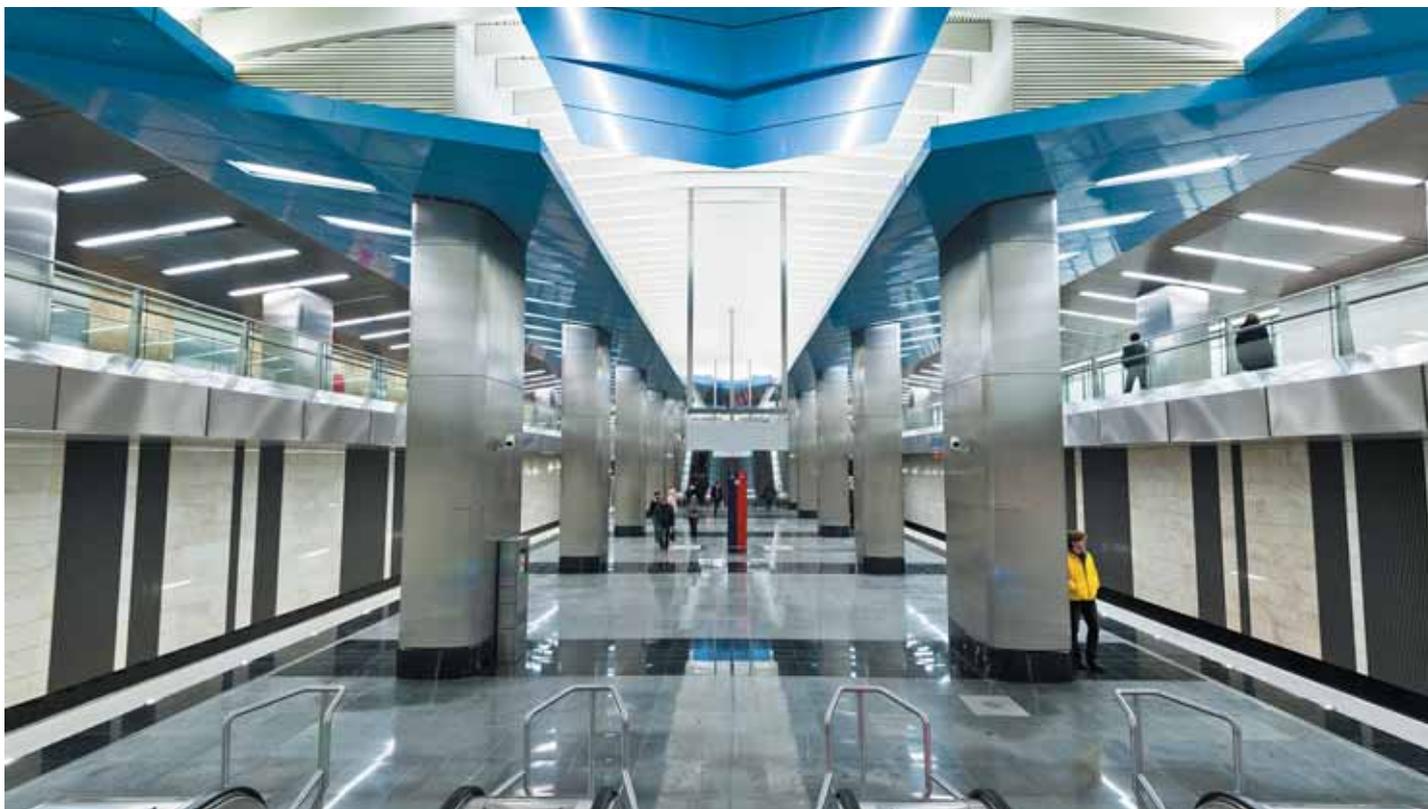
Под эгидой конгресса проходила организованная МТА техническая выставка. На ней были представлены экспозиции организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере строительства и эксплуатации подземных сооружений, безопасности работ, разработки средств автоматизации и программного обеспечения, мониторинга, таких как Херренкнехт, Зика, Басф, Нормет и многих других. Участникам конгресса представилась возможность посещения ряда крупных объектов строительства тоннелей и подземных сооружений, ознакомление с передовыми технологиями, применяемыми бразильскими специалистами.

В целом, российские участники Международного тоннельного конгресса высоко оценили его работу. Был установлен ряд деловых контактов.



СТАНЦИЯ «ДЕЛОВОЙ ЦЕНТР» МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Р. С. Кондрев, зам. главного инженера проекта, ОАО «Метротранс»



Новый участок Калининско–Солнцевской линии Московского метрополитена от «Делового центра» до «Парка Победы» длиной 3,3 км соединяет две станции: «Выставочную» Филевской линии и «Парк Победы» Арбатско–Покровской линии. На участке с января 2014 г. осуществляется челночное движение поездов.

В дальнейшем от ст. «Парк Победы» Калининско–Солнцевская линия будет продлена в район Раменки и дальше выйдет за МКАД и закончится в Новопеределкино, пройдя через район Солнцево. С другой стороны от ст. «Деловой центр» до ст. «Третьяковская» будет проложен центральный участок Калининско–Солнцевской линии.

Генеральный план

Генеральный план комплекса разработан в соответствии с градостроительной ситуацией и схемой размещения основных сооружений метро. Станционный комплекс расположен под центральным ядром ММДЦ «Москва-Сити». С вводом в эксплуатацию станции «Деловой центр» Калининско–Солнцевской линии станционный комплекс имеет уже два выхода на поверхность: через существующий встроенный в комплекс центрального ядра эскалаторный вестибюль действующей станции «Выставочная», выходящий в Выставочный переулок, и новый, также встроенный, эскалаторный вестибюль, выходящий через открытый подходный переход, идущий от ТЦ «Афимолл Сити», на кольцевой объезд вокруг центрального ядра ММДЦ.

В комплексе сооружений центрального ядра предусмотрена связь уровня вестибюлей с лифтами, приспособленными для перевозки маломобильных пассажиров.

Архитектурные решения

Архитектурное решение ст. «Деловой центр» Калининско–Солнцевской линии продолжает концепцию и цветовое решение, заложенные в ст. «Выставочная», которые вместе со ст. «Деловой центр» Третьего пересадочного контура составляют единое пространство в уровне распределительной галереи. Весь объем пересадочного комплекса, объединяющего три станции, выполнен в монолитных железобетонных конструкциях, с шагом колонн 7,8 м. Интерьеры станции выполнены в металле и натуральном камне. Потолок представляет собой композицию из наклонных парящих плоскостей, между которыми раскрываются световые ниши, идущие вдоль станции. Самая широкая из них расположена вдоль оси платформы над двухсветным пространством и прерывается вставками из наклонных плоскостей в зоне эскалаторов и лифта. Две другие ниши раскрываются над боковыми нефами и центральной галереей

между станциями. Таким образом, огромное пространство потолка зрительно разбивается на функциональные зоны посадочных платформ и переходных галерей. В зоне вестибюля рисунок потолка и пола подчинен линиям, стремящимся в центр круга, который задан композицией центрального ядра ММДЦ, вдоль радиальных осей которого располагаются колонны в этой зоне. Эскалаторный наклонный ход прямоугольного сечения, ведущий из касового зала на поверхность земли, сопровождается непрерывной волной потолка, который огибает ступенчатую конструкцию пространства наклонного хода и поддерживает своим синим цветом основной тон потолка станции.

Объемно–планировочные решения

Станция «Деловой центр», пересадочная со ст. «Выставочная» Филевской линии и одноименной ст. «Деловой центр», проектируемого Третьего пересадочного контура, раз-

мещается в двух нижних уровнях подземной части построенного ядра ММДЦ «Москва-Сити» и является частью пересадочного узла, выполненного в едином объеме. Станционный комплекс включает в себя:

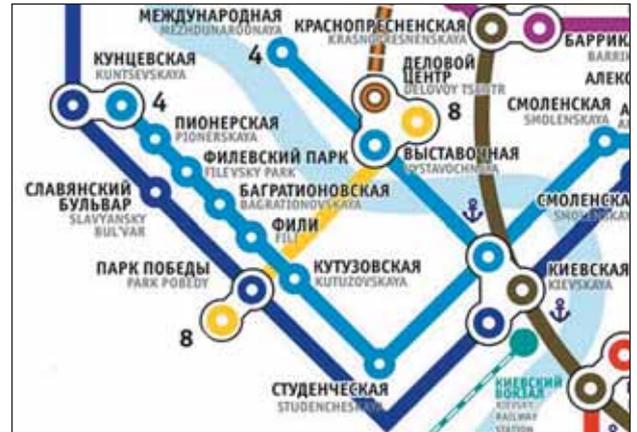
- встроенный действующий эскалаторный подъем с эскалаторным вестибюлем, объединенный для ст. «Выставочная» и «Деловой центр», с выходом в сторону Выставочного переулка;
- встроенный эскалаторный подъем с эскалаторным вестибюлем с выходом в подходов переход, идущий от ТЦ «Афимолл Сити», на кольцевой объезд вокруг центрального ядра ММДЦ;
- вестибюль с кассовым залом и распределительную галерею с торговыми зонами в едином объеме;
- платформенную часть с посадочной платформой длиной 164 м с тремя участками с двухсветным пространством;
- четыре эскалаторные наклона, по три эскалатора в каждом, соединяющие уровни платформы и распределительной галереи;
- панорамный лифт, обеспечивающий возможность доступа маломобильных граждан с уровня платформы на отметку распределительной галереи;
- необходимые для функционирования метрополитена блоки технологических и служебных помещений;
- вентиляционные каналы тоннельной и местной вентиляции, выходящие в вентиляционные ядра ММДЦ.

В общественной зоне высота от уровня платформы до перекрытия антресольной части над уровнем платформы составляет 3500 мм. Высота от пола до потолка в этой зоне переменная от 3300 мм над платформой до 2900 мм в месте примыкания к путевой стене. Высота уровня кассового зала и распределительной галереи от чистого пола

до нижней точки перекрытия – 4100 мм в основной части и 3700 мм в части до 5-й оси и над боковым нефом – 3700 мм. Высота от чистого пола до подвесного потолка в этой зоне от 2900 до 3900 мм, а в боковом нефу высота потолка от 2500 до 3500 мм. Высота эскалаторного вестибюля от чистого пола до перекрытия – 6250 мм, а высота от пола до подвесного потолка 5150 мм. В служебных помещениях минимальная высота до подвесного потолка – не менее 2500 мм.

В уровне кассового зала расположены кассовый блок с санузлом, полиция, технологические и служебные помещения, устройства АКП, кабина дежурного у АКП, торговые павильоны, а также служебные и технологические помещения метрополитена.

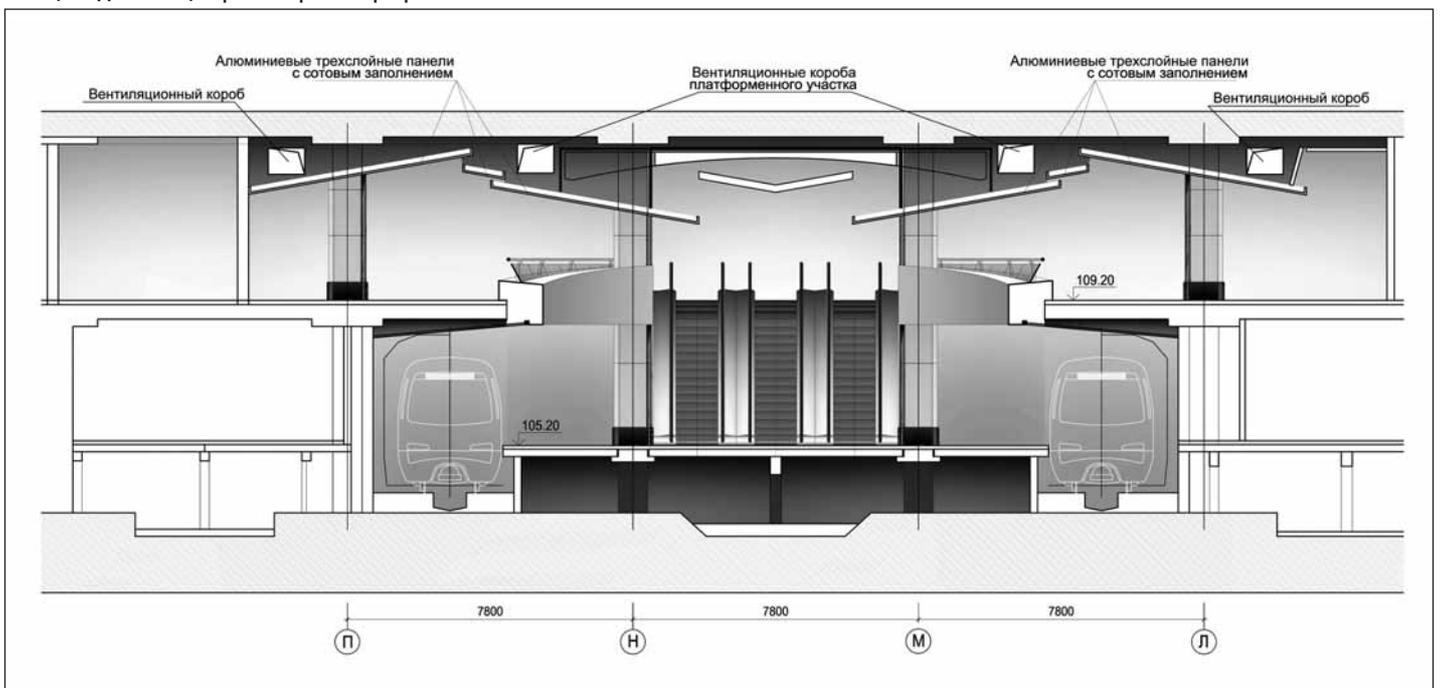
Кассовый зал и пространство станции отделены от эскалаторного наклона и торговой зоны витражами с тремя блоками дверей по четыре в каждом (три двери имеют размер в осях 900 мм и одна 1000 мм для прохода пассажиров с багажом). В облицовке полов перед пандусами и лифтом смонтированы необходимые контрастные и тактильные элементы для ориентации слабовидящих и слепых пассажиров. В вестибюле установлено необходимое для удобства пассажиров количество настенных и подвесных информационных указателей и схем. Для обозначения помещений касс, полиции, проходов на вход и выход на дверях типа «метро» для информирования пассажиров о режиме работы метрополитена выполнены пиктограммы

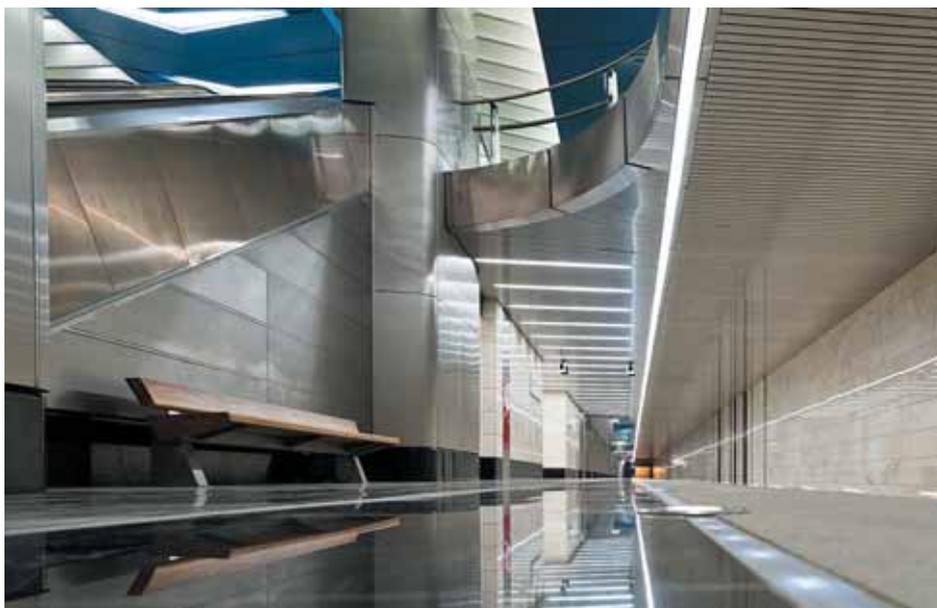


с соответствующими символами. Все витражные конструкции сделаны из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачным триплексом толщиной 17 мм. Подоконная доска кассовых окон оборудована встроенными кассовыми лотками для каждого кассира. Каждое рабочее место кассира оснащено переговорным устройством с пассажиром, необходимой мебелью, персональным компьютером и кассовым оборудованием. Помещение полиции расположено напротив прохода из кассового зала к устройствам АКП.

Для обеспечения режима работы метрополитена в конструкциях входных дверей установлены замки, а для прохода персонала в ночное время на внешнюю сторону линии дверей выведена кнопка звонка. Эскалаторы оснащены ограждениями из нержавеющей стали. Между устройствами АКП, кабиной дежурного у АКП и ограждением пассажирской лестницы предусмотрены разделительные барьеры из нержавеющей стали с подвижным звеном для провоза поломочных машин и проноса оборудования.

Станция «Деловой центр». Поперечный разрез



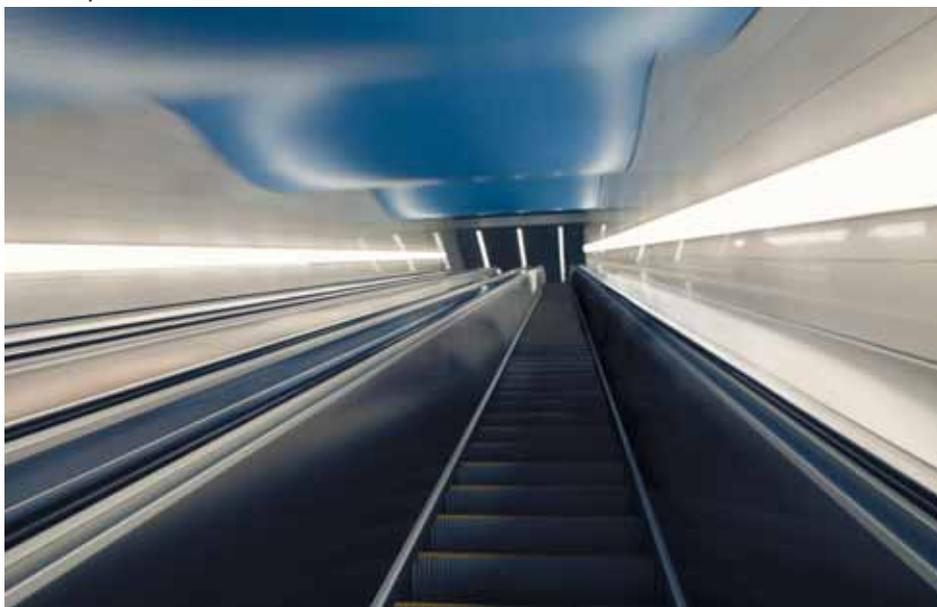


Посадочная платформа



Переходная галерея

Эскалаторный наклонный ход



В уровне платформы расположены: посадочный перрон станции; машинные помещения эскалаторов; служебные и технологические помещения метрополитена; тягово-понижительная и понижительные подстанции; вентиляционные камеры тоннельной вентиляции.

По обеим сторонам вдоль платформы на расстоянии 600 мм от края установлены светящиеся светодиодные полосы для обозначения опасной зоны краев платформы.

Натяжные камеры эскалаторов, связывающих платформу и распределительную галерею, находятся в подплатформенном помещении. У эскалаторов, на уровне нижней площадки, установлена кабина дежурного у эскалатора (ДУЭ). Кабина оснащена креслом, необходимыми видами связи, монитором для теленаблюдения, электрокалорифером, вентилятором, встроенным в крышу кабины. В уровне платформы установлена кабина дежурного станции.

Отделочные материалы

Пол станции выполнен из полированного гранита толщиной 30 мм. Стены облицованы полированным мрамором и гранитом толщиной 20 мм. Колонны – из полированного гранита ("скорлупа" переменной толщины – цоколь, нержавеющая сталь – основная поверхность).

Бетонное перекрытие за подвесным потолком и верх стен кассового зала окрашены в цвет по RAL 9004 черной краской Hansa Sokkel.

Подвесной потолок состоит из композитных трехслойных алюминиевых панелей фирмы ALANCO с поверхностью из алюминия и нержавеющей стали в сочетании с алюминиевым реечным потолком Linear V100 и 30B.

Ограждение балконов в уровне распределительной галереи – поручень и каркас из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачным закаленным триплексом толщиной 17 мм. Торцы балконов отделаны панелями Dibond.

Использованы двери типа «метро» – нержавеющая сталь, закаленное стекло. В служебных и технологических помещениях – стальные противопожарные двери фирмы «Forssan» категории EI30. В зонах, видимых пассажирам – двери из нержавеющей стали.

Витражные конструкции торговых помещений и кассовых окон выполнены из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачным закаленным триплексом толщиной 17 мм.

Ограждения и поручни – из нержавеющей стали в сочетании с деталями из твердых пород дерева. Также из нержавеющей стали выполнены предэскалаторные и разделительные барьеры, решетки труб отопления, вентиляционные решетки, люки и трапы в полу, конструкции створок поливочных кранов, электрических розеток для уборочной техники и надписи наименования станции.





22 июня 2014 г. крупному специалисту в области строительства тоннелей и метрополитенов, Первому заместителю председателя правления – руководителю Исполнительной дирекции Тоннельной ассоциации России Сергею Григорьевичу Елгаеву исполнилось 65 лет!

Вся трудовая деятельность Сергея Григорьевича связана со строительством подземных сооружений. В ОАО «Транс-инжстрой», начав с должности начальника смены, он прошел все ступеньки служебной лестницы, а с 2006 г. становится генеральным директором этой организации.

За годы работы Сергей Григорьевич принимал непосредственное участие и руководил строительством многих линий Московского метрополитена, в том числе станций «Баррикадная», «Боровицкая», «Крылатская», «Парк Победы», «Строгино», «Кунцевская и др.

К несомненному успеху в деятельности ОАО «Транс-

инжстрой» и лично Сергея Григорьевича следует отнести проходку участка линии от ст. «Парк Победы» до ст. «Кунцевская», где под его руководством и в результате разработанных им технических предложений по использованию ТПК и конвейерного транспорта грунта были достигнуты рекордные скорости проходки – 704 метра в месяц готового тоннеля.

С 1 ноября 2012 г. С. Г. Елгаев руководит Исполнительной дирекцией Тоннельной ассоциации России, продолжает развивать достойные традиции, позволяющие организации защитить ведущие позиции в России и за рубежом.

С. Г. Елгаев – автор многих научных трудов и изобретений, доктор технических наук, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженный строитель РФ.

За конкретные трудовые достижения Сергей Григорьевич неоднократно отмечался государственными и ведомственными наградами, в том числе орденами «За заслуги перед Отечеством», «Знак Почета», многими медалями.

Тоннельная ассоциация России, редакция журнала «Метро и тоннели» искренне поздравляют Сергея Григорьевича и желают ему многих лет жизни, благополучия и дальнейших творческих успехов.



9 мая 2014 г. президенту открытого акционерного общества «Метрогипротранс» Александру Марковичу Земельману исполнилось 60 лет!

А. М. Земельман пришел на работу в Метрогипротранс в 1988 г., до этого, после окончания Московского института инженеров транспорта, поработав на предприятиях строительной отрасли более 12 лет.

Александр Маркович, работая в ОАО «Метрогипротранс» на различных инженерных должностях, приобрел значительный опыт и является высококвалифицированным специалистом в области проектирования метрополитенов, транспортных тоннелей и других подземных сооружений различного назначения. Он осуществлял руководство и принимал непосредственное участие в разработке проектов по строительству станций метрополитена – «Улица Академика Янгеля» (2000 г.), «Анино» (2001 г.), «Бульвар Дмитрия Донского» (2002 г.) Серпуховско-Тимирязевской линии метрополитена, «Деловой Центр» (2005 г.), «Парк Победы» (2003 г.), «Строгино» (2008 г.) Арбатско-Покровской линии метрополитена, станции «Марьино»; принимал участие в проектировании и

строительстве автодорожного тоннеля глубокого заложения в Лефортово (2002–2005 гг.).

А. М. Земельман являлся главным инженером проекта Центрального пересадочного узла Московского метрополитена станции «Деловой Центр» (2005 г.), а также принимал активное участие в проектировании нового автодорожного тоннеля, который соединил Новорижское шоссе с проспектом Маршала Жукова (1996–2007 гг.).

А. М. Земельман является одним из авторов изобретения «Способ возведения станции метрополитена глубокого заложения», который был осуществлен при строительстве станции «Парк Победы» Арбатско-Покровской линии Московского метрополитена. Использование в проекте армобетонных металлических блоков заводского изготовления позволило продолжить и закончить строительство станции в условиях, когда заводы перестали поставлять чугунные тьюбинги для метростроения, а также снизить стоимость стро-

ительства в тяжелых гидрогеологических условиях.

Как инженера и руководителя, А. М. Земельмана отличает высокий профессионализм, умение правильно распределять работу, активно используя потенциал специалистов ОАО «Метрогипротранс». Александр Маркович не останавливается на достигнутом. Свою цель он видит в постоянном развитии технологий для усовершенствования качества проектирования строительных объектов.

Численность сотрудников, работающих под руководством А. М. Земельмана, составляет около тысячи человек.

Александр Маркович награжден медалью «В память 850-летия Москвы», имеет звание почетный строитель города Москвы и почетный строитель России.

ОАО «Метрогипротранс», Тоннельная ассоциация России, редакция журнала «Метро и тоннели» сердечно поздравляют Александра Марковича с 60-летием и желают ему долгих плодотворных лет деятельности на благо нашего Отечества!

СТАНЦИЯ «ПАРК ПОБЕДЫ» МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА, II ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА

Р. С. Кондрев, зам. главного инженера проекта, ОАО «Метрогипротранс»



Строительство вестибюля № 2 станции «Парк Победы» Калининско–Солнцевской линии Московского метрополитена завершает станционный комплекс станций «Парк Победы». Генеральный план комплекса разработан в соответствии с градостроительной ситуацией и схемой размещения основных сооружений метро.

Новый вестибюль станции «Парк Победы» запроектирован, как неотъемлемая часть единого архитектурного ансамбля, который включает в себя две ранее построенные станции и вестибюль. Он располагается на перекрестке Кутузовского проспекта и улицы Генерала Ермолова.

Каждая из двух ранее построенных станций после ввода в эксплуатацию проектируемого вестибюля будет иметь вестибюль с выходом на поверхность и помимо пересадки в уровне платформы – пересадку в уровне кассовых залов.

Архитектурные решения

Проектируемый вестибюль представляет собой трехуровневый комплекс помещений для обслуживания пассажиров и размещения технологического оборудования метрополитена. Вестибюль удачно вписан в сложившуюся градостроительную среду и решает основную задачу комфортного передвижения пассажиров.

Архитектура вестибюля завершает создание яркого и запоминающегося архитектурного образа комплекса, соответствующего тематике названия станции и месту расположения в городе – вблизи Парка Победы. Все подчинено главному формообразующему элементу в организации объемно-пространственных композиций подземного сооружения – свету, выявляющему пластику архитектурных деталей, объединяющему композицию в единое целое и придающему легкость и воздушность подземным конструкциям. Крупные световые формы-купола и подсвеченные капители колонн, как и в ранее построенном вестибюле, являются основными элементами решения архитектурного образа. Колористическое решение выполнено в со-

четании красного и белого цвета. В проекте предусмотрен перенос ранее выполненной декоративно-художественной композиции, посвященной Великой Отечественной войне 1941–1945 гг., установленной в торце центрального нефа платформенной части станции, на противоположный торец. Архитектура наземных сооружений соответствует градостроительной ситуации. Лестничный выход из вестибюля, лифтовой павильон для инвалидов и маломобильных групп пассажиров, вентиляционные киоски комплекса – это знаковые элементы архитектуры транспортного сооружения – метрополитена. Они гармонично вписаны в градостроительную ситуацию с учетом ландшафта местности, подземных инженерных коммуникаций и сетей наземного транспорта.

Объемно-планировочное решение

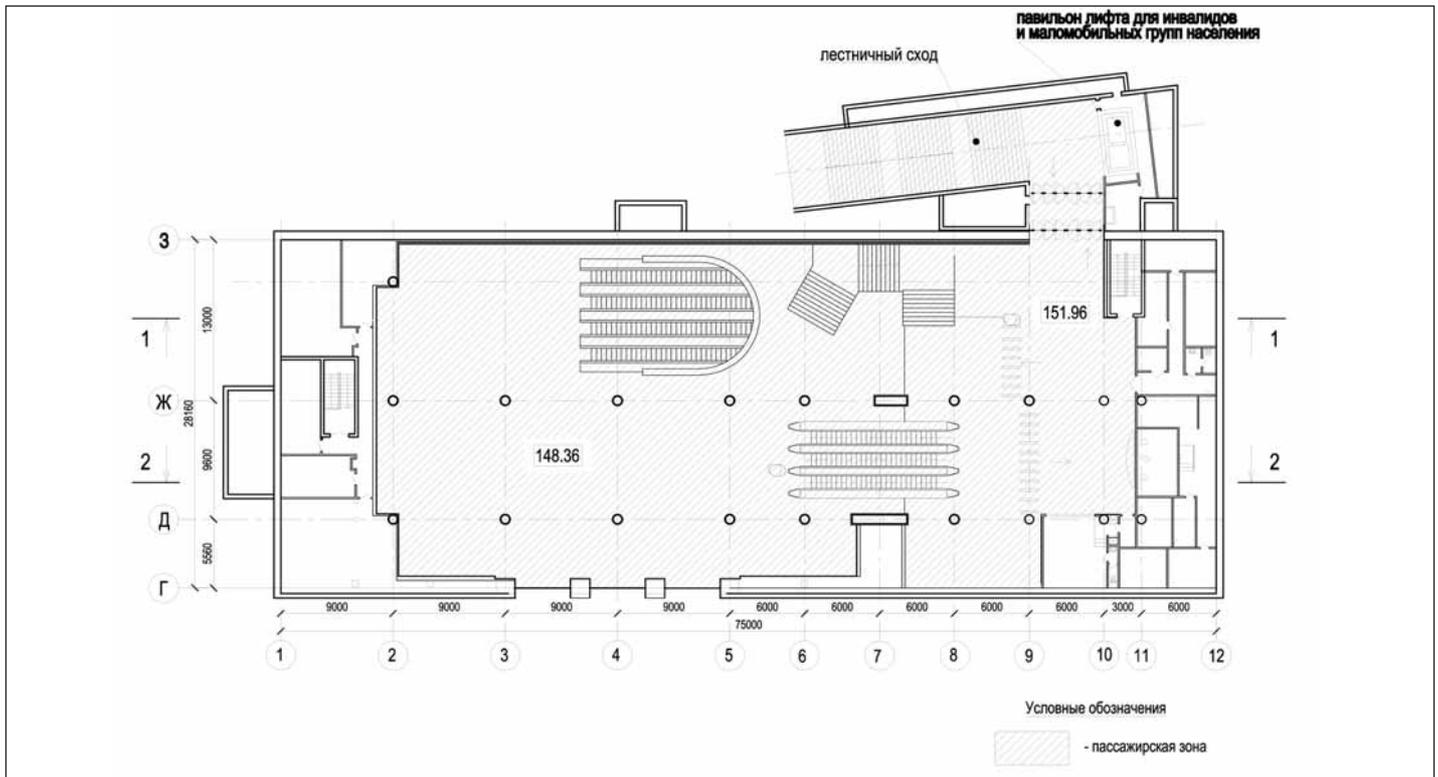
Объемно-планировочное решение вестибюля выполнено в соответствии с градостроительной ситуацией и схемой размещения основных сооружений метрополитена и ранее построенного вестибюля.

Вестибюльный комплекс включает в себя:

- подземный трехуровневый вестибюль длиной 55,57 м и шириной 29,18 м;
- эскалаторный наклонный ход с четырьмя лентами эскалаторов, ведущий на станцию;
- лестничный выход;
- лифтовый павильон;
- блок технологических помещений (БТП);
- вентиляционные киоски тоннельной и местной вентиляции.

Конструкция вестибюля выполнена из монолитного железобетона. Кассовый зал представляет собой двухуровневое пространство.

Первый подземный уровень – уровень кассового зала, связанный с лестничным выходом на поверхность земли. Высота первого уровня кассового зала от чистого пола до перекрытия – 3100 мм, чистого пола до ригеля – 2900 мм. Высота от чистого пола до подвесного потолка – 2800 мм. Высота пространства перед лестничным маршем, ведущим на поверхность от чистого пола до перекрытия – 2500 мм.



Вестибюль № 2. План

В первом уровне расположены:

- помещения кассового блока с санузлом;
- помещение полиции с санузлом;
- входной тамбур с тепловой завесой и шестью дверями типа «метро»;
- помещение лифтера;
- технологические и служебные помещения;
- устройства АКП;
- кабина дежурного у АКП.

Витражные конструкции кассовых окон выполнены из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачным триплексом толщиной 17 мм. Каждое рабочее место кассира оснащено переговорным устройством с пассажиром, необходимой мебелью, персональным компьютером и кассовым оборудованием.

Помещение полиции расположено напротив входного тамбура и оборудовано мониторами для теленаблюдения и необходимыми видами связи.

Для обеспечения режима работы метрополитена в конструкциях входных дверей установлены замки, а для прохода персонала в ночное время на внешнюю сторону линии дверей выведена кнопка звонка. Линия устройств АКП расположена на расстоянии 7 м от кассового окна и 4,5 м от ограждения эскалаторов. Каждая линия устройств имеет один широкий проход для пассажиров с багажом шириной 1000 мм. На дверных полотнах и над проходами для пассажиров с багажом установлены пиктограммы. У АКП, работающих на вход, расположена кабина дежурного.

Первый подземный уровень связан со вторым уровнем трехленточным эскалатором (высотой 3,6 м), пассажирской лестницей и эвакуационной лестницей для персонала.

Пассажирская лестница, эскалаторы и эвакуационная лестница оснащены ограждениями из нержавеющей стали. Между устройствами АКП, кабиной дежурного у АКП и ограждением пассажирской лестницы предусмотрены разделительные барьеры из нержавеющей стали с подвижным звеном для провоза поломочных машин и проноса оборудования.

Во втором уровне кассового зала размещены:

- машинное помещение трехленточного эскалатора;
- служебные и технологические помещения метрополитена.

Планировочное решение уровня выполнено в соответствии с основной конструктивной схемой станционного комплекса, учитывающей расположение построенной станции и оси наклонного эскалаторного тоннеля.

В стене проектируемого вестибюля организованы проемы, соосно с проемами, раскрываемыми в стене существующего вестибюля. Таким образом, обеспечивается связь с ранее построенным вестибюлем и возможность пересадки с Арбатско-Покровской линии. Четырехленточный эскалаторный наклонный ход связывает кассовый зал вестибюля с платформой.

Натяжная камера эскалаторов находится в подплатформенном помещении. У эскалаторов в уровне платформы установлена кабина дежурного у эскалатора (ДУЭ).

В уровне кассового зала (в верхней зоне эскалаторов) и в уровне платформы (в нижней зоне эскалаторов) расположены встроенные пульта управления эскалаторами.

Архитектура участка натяжной камеры эскалаторов и камеры металлоконструкции

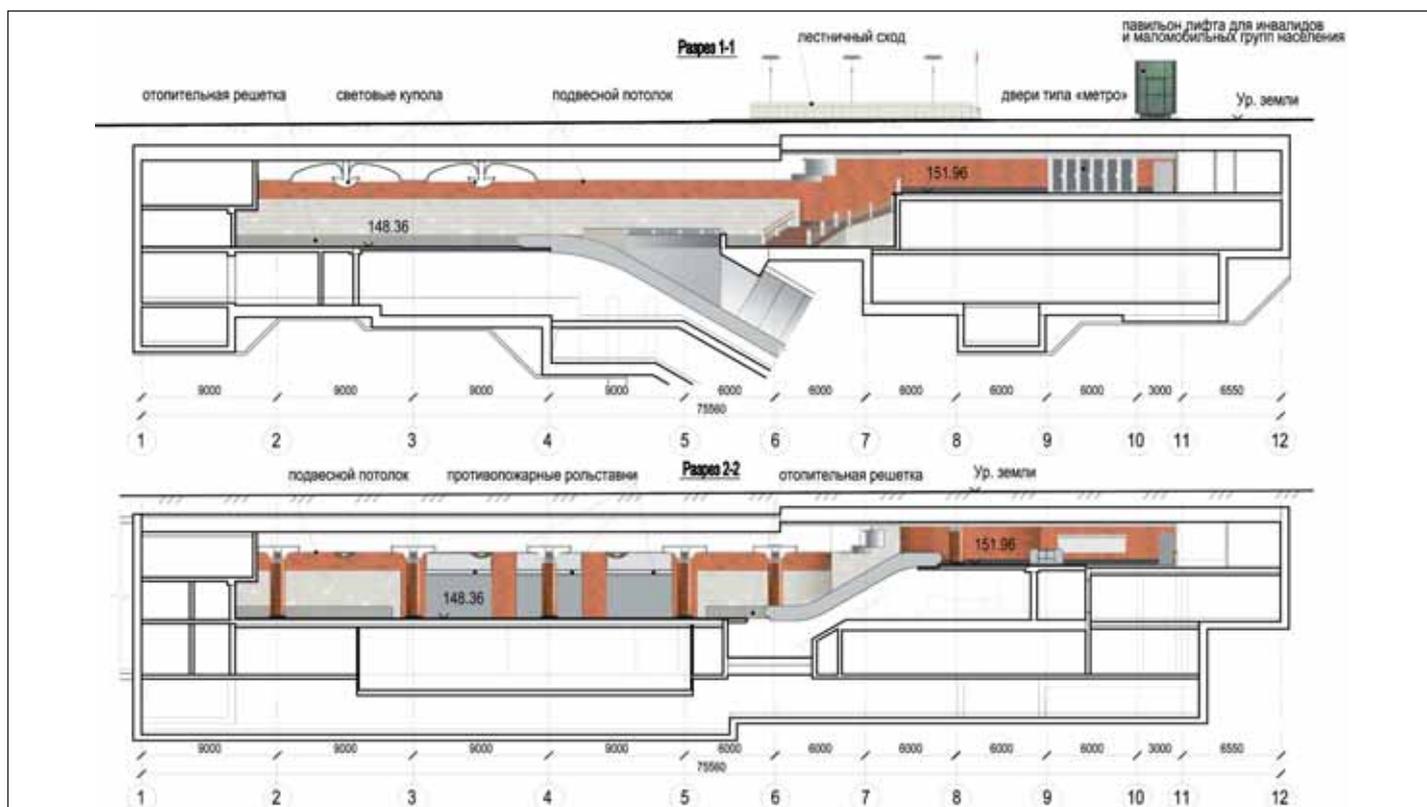
решена в едином ключе с ранее построенной станцией с применением тех же материалов и с использованием тех же приемов освещения.

Планировочное решение уровня технологических помещений вестибюля на отметках 144,96–144,79 выполнено в соответствии с основной конструктивной схемой станционного комплекса, учитывающей расположение построенной станции и оси наклонного эскалаторного тоннеля.

В уровне размещены машинное помещение эскалаторов, санитарно-бытовой блок, служебные и технологические помещения, необходимые для функционирования станции метрополитена. Имеется необходимое количество рассредоточенных эвакуационных лестниц, световых указателей эвакуационных путей, пожарных кранов водяного пожаротушения.

В помещениях с постоянным пребыванием людей на стенах и потолках применены конструкции и материалы для снижения уровня шума (Rockwool Акустикс Батсс), запроектирован подвесной потолок со встроенными в него светильниками.

Лестничные марши выполнены с обогревом входных площадок, первых маршей и первых площадок. Лестничный сход оборудован пандусом для колясок, ограждениями и поручнями из нержавеющей стали. На парапете лестничного выхода для организации освещения в темное время суток размещены три торшера. Лестничный сход оснащен лифтом для маломобильных групп и инвалидов. В облицовке лестничных маршей, площадок, в площадке и во въездном пандусе перед лифтовым павильоном, полу вестибюля установлены необходимые конт-



Вестибюль № 2. Сечения

растные и тактильные элементы для ориентации слабовидящих и слепых пассажиров.

Станция обеспечивает пропуск расчетных пассажиропотоков от платформенного участка к вестибюлям станции и пешеходным переходам, рассчитанных согласно СП-32-105-2004.

Расчетный пассажиропоток на основании градостроительного раздела ГУП НИИПИ Генерального плана города Москвы с учетом коэффициента неравномерности составляет на расчетный срок:

- по входу вестибюль № 2 – 1,5 тыс. чел. в час \times 1,4 (коэффициент неравномерности) = 2,1 тыс. чел. в час;

- по выходу вестибюль № 2 – 2,5 тыс. чел. в час \times 1,4 (коэффициент неравномерности) = 3,5 тыс. чел. в час.

В дни праздничных гуляний расчетный пассажиропоток составляет:

- по входу вестибюль № 2 – 4,5 тыс. чел. в час \times 1,4 (коэффициент неравномерности) = 6,3 тыс. чел. в час.

Предусматривается шесть реверсивных проходов на вход, что позволяет пропустить расчетный поток пассажиров в моменты пиковых нагрузок.

Таким образом, все элементы станционного комплекса обеспечивают пропуск расчетного пассажиропотока через вестибюль станции.

Блок технологических помещений для Калининско-Солнцевской линии метрополитена запроектирован в ранее построенном объеме в междупутье в уровне платформы. Конструкция БТП – чугунная обделка (кольцо с внешним диаметром 9500 мм). Длина БТП – 81859 мм.

В планировочном решении БТП учитывается необходимый набор помещений для функционирования станции метрополитена. Имеется необходимое количество рассредоточенных эвакуационных лестниц, световых указателей путей эвакуации, пожарных кранов водяного пожаротушения.

Для отделки служебных и технологических помещений вестибюлей и БТП применены материалы, удовлетворяющие действующим строительным, санитарным, гигиеническим и противопожарным нормам и правилам и соответствующие функциональному назначению помещений.

В проекте применены стальные противопожарные двери фирмы Forssan категории EI30 с доводчиками, контурами задерживания холодного дыма, окрашенные в цвет по RAL.

В служебных дверях, установленных на притоннельном служебном мостике, применены усиленные доводчики, учитывающие поршневое движение воздуха от проходящего поезда.

Вентиляция

Вентиляционный киоск тоннельной вентиляции размещен в соответствии со схемой сооружений метрополитена и окружающей застройкой. Киоск представляет собой кубический объем с плоской кровлей размером 6 \times 6 \times 5 м. Конструкции выполняются из монолитного железобетона в сочетании со стальными элементами. Стены фасадов облицовываются полированным гранитом. Воздухозаборные решетки располагаются на высоте 2 м от поверхности земли. Размеры решеток соответствуют расчетным значениям объемов забираемого и выбрасываемого воздуха. Кон-

струкции решеток защищают вентиляционные отверстия от атмосферных осадков, препятствуют проникновению посторонних лиц и попаданию различных предметов внутрь объекта. За декоративной фасадной конструкцией устанавливается решетка из стального прутка, на которую крепится стальная сетка.

Для технического обслуживания конструкций и вентиляционного оборудования в одной из стен предусмотрен дверной проем. Дверной блок запроектирован из стали. Дверь оборудована специальным запирающим устройством, защищенным от посторонних. К вентиляционным киоскам тоннельной вентиляции предусмотрен подъезд специального автотранспорта.

Вентиляционные киоски местной вентиляции размещены в соответствии со схемой сооружения метрополитена, окружающей застройкой и с учетом ландшафта местности.

Киоски представляют собой объем призматической формы. Конструкции жалюзи защищают вентиляционные отверстия от атмосферных осадков, препятствуют проникновению посторонних лиц и попаданию различных предметов внутрь объекта. За декоративной фасадной конструкцией устанавливается решетка из стального прутка 616 мм с ячейкой 100 \times 100 мм, на которую крепится стальная сетка с ячейкой 5 \times 5 мм.

Трапециевидные стены киоска облицовываются стеклянными панелями на стальном каркасе. Цокольная часть киоска облицовывается термообработанным гранитом светло-серых пород.

Вестибюль № 2 станции «Парк Победы» Калининско-Солнцевской линии будет введен в эксплуатацию в декабре 2014 г.



ГРЯЗНАЯ РАБОТА — ПРОЩЕ ПРОСТОГО!

- Повышенная износостойчивость (корпуса насоса и крыльчатки)
- Работа «всухую» в течение неограниченного времени
- Встроенная функция взмучивания бентонита, шлама и песка
- Попадание влаги в корпус насоса исключено
- Возможность работы в горизонтальном положении
- Сгорание двигателя исключено
- Сделано в Японии

Официальный дистрибьютор
Tsurumi Pump в России:
ООО "ТК "Решетилов и Ко"
129110, г. Москва
ул. Гиляровского, д. 57, стр. 1
тел.: +7 (495) 649 87 59
info@reshetilov.ru
www.reshetilov.ru

реклама



РЕШЕТИЛОВ

ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО



МОСИНЖПРОЕКТ

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
101990, Москва, Сверчков пер., д. 4/1. Тел.: (495) 623 49 91

Валерий Меркин:
«Программа развития Московского метро может стать отправной точкой для восстановления всей отрасли»

Беспрецедентная по своим объемам и темпам программа развития Московского метрополитена потребовала привлечения практически всех специализированных строительных компаний России и других стран СНГ, а также европейских экспертов. Управлением всех процессов по реализации проекта «Метро-2020» занимаются опытные специалисты инжиниринговой компании «Мосинжпроект». Грамотные управленческие решения и инновационные разработки коллектива и его партнеров призваны оптимизировать стоимость и сроки строительства объектов.

Программа «Метро-2020» предполагает строительство более 160 км путей, 79 станций, реконструкцию 7 и строительство 9 электродепо за восемь лет. Она преследует сразу несколько масштабных целей: перераспределить пассажиропотоки непосредственно в самом метро, а также в целом в системе городского общественного транспорта, повысить транспортную доступность периферийных районов, Новой Москвы и частично – Московской области. Первые ее результаты впечатляют: за три го-

да в столице построено 12 станций, 26 км путей, 3 электродепо.

Инжиниринговый подход

К реализации программы по развитию сети метрополитена в Москве сегодня привлечены ведущие проектные, строительные и научные организации не только России, но и стран СНГ. Это потребовало создания управляющей компании, способной эффективно организовать все процессы строительства. Таким инжиниринговым центром

стала компания «Мосинжпроект», созданная на базе одноименного проектного института и имеющая богатый опыт проектирования транспортной и инженерной инфраструктуры столицы.

«Должен был появиться государственный центр, который сконцентрировал бы специалистов для реализации крупнейшей в мире программы по строительству метро. Этот огромный бизнес-процесс мы могли поручить только государственной структуре, а не имеющимся на тот момент на рын-

Вид на строительную площадку станции метро «Румянцево»





Выход щита на станции метро «Румянцево» Сокольнической линии



На строительстве станции метро «Спартак» Таганско-Краснопресненской линии

ке частным организациям. И, как показывается время, мы приняли верное решение. В 2006 г. строительство 1 км метро стоило 6,8 млрд руб., а сейчас – 4,5 млрд. Я не хочу сказать, что раньше плохо работали, но тогда было мало денег, поэтому и проектировали, и строили по старым технологиям. Соответственно, и затраты на все это были очень высокие. Нам нужно было кардинально изменить этот вектор. Эту функцию выполнил Мосинжпроект. Сегодня мы отмечаем снижение стоимости строительства метро уровня 2009–2010 гг. на 25 %. Это и есть работа государства на рынке через своего оператора», – объясняет заместитель мэра Москвы по градостроительной политике и строительству Марат Хуснуллин.

Единая структура управления проектами с общим административным, финансовым и инжиниринговым центром внутри Мосинжпроекта позволяет оптимизировать сроки реализации проектов и их стоимость. Более прозрачными для государства стали и процедуры определения стоимости строительства метрополитена, т. к. одним из основных принципов Мосинжпроекта является информационная открытость. Сведения о своих закупках компания размещает на федеральном портале госзакупок. Информация о заключенных договорах, их стоимости, планах закупок представлена в общем доступе на корпоративном сайте.

Мосинжпроект – флагман отрасли

Другим аспектом высокой эффективности деятельности компании является применение современных технологических решений. В частности, новые участки метро в большинстве своем решено строить на неглубоком заложении с использованием современных тоннелепроходческих комплексов с активным пригрузом забоя для проходки перегонных тоннелей и открытого способа работ на станциях.

Кроме того, отдельные участки новых линий построят с использованием европейских технологий. Испанские специалисты уже работают над внедрением в проекте Кожуховской линии, так называемого,

«мадридского метода», предполагающего строительство двухпутных тоннелей щитом большого диаметра и станций с боковыми платформами. Такой подход требует меньше техники и квалифицированного персонала, при определенных условиях сокращает сроки строительства, материальные и трудовые затраты.

Впрочем, инновационными разработками занимаются и отечественные инженеры. Так, в составе Мосинжпроекта работает Научно-инженерный центр освоения подземного пространства (НИЦ ОПП). Практически все его специалисты имеют научные степени (7 докторов и 8 кандидатов технических наук) или обучаются в аспирантуре, чем может похвастаться не каждый научно-исследовательский институт. Сегодня специалисты НИЦ ОПП в содружестве с такими известными научными коллективами, как НИЦ «Тоннели и метрополитены» ЦНИИС и НИИОСП, специализированные кафедры МИИТа, МГСУ, МАДИ и МГТУ активно участвуют в формировании научной и нормативно-правовой базы строительства метро по всей России.

О том, какие технологии сегодня предлагают российские специалисты, чтобы подземное строительство без потери качества стало еще экономичнее и быстрее, рассказал в интервью «Вечерней Москве» директор НИЦ ОПП «Мосинжпроекта», доктор технических наук, профессор Валерий Меркин.

– Валерий Евсевич, насколько сложно подземное строительство в Москве?

– Условия строительства метро в столице крайне сложные. Грунтовый массив, в котором прокладывают метрополитен – это сочетание устойчивых и неустойчивых пород, подверженных активному влиянию грунтовых вод. Кроме того, Москва, как и любой мегаполис с многовековой историей, имеет плотную городскую застройку, огромное количество подземных коммуникаций, заброшенных фундаментов, древних русел рек и т. п. Свободного наземного и подземного пространства в городе крайне мало, поэтому без преувеличения могу сказать, что при строительстве метро счет идет буквально на метры.

– Городские власти ставят задачу наращивать темпы метростроения,

Пульт управления ТПМК





Строительная площадка станции метро «Румянцево»

но в то же время и снизить стоимость работ. Что предлагают для этого инженеры?

Современные механизмы и технологии позволяют вести работы вблизи поверхности без ущерба для окружающей природной и городской среды. Поэтому сейчас при проектировании совершенно оправданно во многих случаях отдают предпочтение проходке тоннелей на мелком заложении, а строительству станций открытым способом, добиваясь при этом существенной экономии во времени и средствах, большей привлекательности метрополитена для пассажиров.

Однако резервы имеются еще и здесь. Так, например, при открытом способе работ строительство станции происходит по еще советской традиции. Возводится «стена в грунте», выполняющая роль ограждения. С отступлением от нее примерно на 1,5 м сооружается постоянная конструкция станции с наружной гидроизоляцией и ее защитой от возможных повреждений. Оставшийся между двумя конструкциями промежуток засыпается грунтом. Ширина котлована для строительства при этом получается примерно на 3 м больше, чем требуется для самой станции, непроизводительно затрачивается масса труда и времени.

Учитывая имеющийся мировой опыт и отечественную практику гражданского строительства, специалисты Мосинжпроект, а еще раньше НИЦ «Тоннели и метрополитены» ЦНИИСа, предложили сделать «стену в грунте» несущей конструкцией. Мы уже провели необходимые расчеты, подобрали составы бетона, рассчитанные на весь период эксплуатации метрополитена в характерных

для Москвы горно-геологических и гидро-геологических условиях, выбрали эффективный способ устройства гидроизоляции.

Благодаря этому решению можно не только уменьшить площадь застройки, но и не менее чем на 20 % сократить расход материалов, и почти на полгода – время возведения станции.

– Какие еще варианты рационального использования подземного пространства при строительстве метро Вы можете предложить?

– Основные затраты при строительстве метро открытым способом – это крепление котлована, его разработка и возведение конструкций. При этом дно котлована располагается на глубине 20–25 м от поверхности земли, а высота станции составляет порядка 10 м. После того, как возвели перекрытия станции, вся остальная «отвоенная» территория, как правило, просто засыпается. Учитывая, что Москва – перенаселенный город с большим количеством автомобилей, которому не хватает парковочных мест, рекреационных зон, площадей для размещения торговых точек, архивов и тому подобное, это совершенно нерационально. Выполненные в 90-х годах институтами «Метротранс», «Ленметротранс», «Минскметропроект», ЦНИИС проектные проработки определили возможную номенклатуру и объемно-планировочные решения «попутных» объектов для рационального использования подземного пространства при строительстве и реконструкции метрополитенов. В проектах, намеченных к реализации до 2020 г., например, на станциях нового участка Сокольнической линии, в числе объектов, которые можно расположить в

надстанционном пространстве, намечено размещение служебно-технических помещений метрополитена.

– Как заявил вице-мэр Марат Хуснуллин, политический кризис на Украине стал причиной перебоев с поставкой чугунных тубингов, используемых при строительстве Московского метро. Это форсировало внедрение технологии крепления выработки фибронабрызг-бетоном. Как она поможет ускорить строительство?

– Суть этой технологии заключается в том, что бетонная смесь с добавлением в нее коротких волокон из стальных или синтетических нитей (фибры) при помощи специального оборудования под давлением сжатого воздуха набрызгивается на свод, стены и потолок тоннеля в несколько слоев. Для того чтобы бетон не стекал и как можно быстрее воспринимал горное давление, в него вводятся добавки – ускорители схватывания. После твердения обделка из фибронабрызг-бетона не уступает по прочности на сжатие обычному бетону, а на растяжение превосходит. В сравнительно устойчивых и малообводненных грунтах такие обделки способны заменить конструкции из железобетона и чугунных тубингов. Используя эту технологию, мы сможем сократить на 8–10 % объем выработки грунта, на 25 % – расход материала и на 10 % – время производства работ.

Преимущество набрызг-бетонной крепи также заключается и в том, что она полностью контактирует с грунтом и относится к числу гибких креплений. Когда горный массив или земельный паст деформируется, обделка из набрызг-бетона как бы «подстраивается» под него. В срав-

нительно устойчивых и малообводненных грунтах такие отделки способны заменить конструкции из железобетона и чугунных тубингов.

Обделки из набрызг-бетона с 60-х годов прошлого века широко используются в зарубежной практике. В отечественной практике набрызг-бетон как материал, конструкции из него и технология применения также достаточно хорошо изучены, имеется нормативная база и почти 40-летние результаты наблюдений на метрополитене (в сбойках, участки перегонных тоннелей в Тбилиси), в тоннелях БАМа, УНК в Протвино, в Меградзорском железнодорожном тоннеле в Армении, который без единой трещины выдержал 10-балльное землетрясение в 1986 г., практически на всех тоннелях Сочинского региона.

В Москве также имеется успешный опыт применения данной технологии: на перегоне «Киевская» – «Парк Победы» почти 20 лет назад ТО-6 по проекту Метрогипротранса с участием НИЦ «Тоннели и метрополитены» ЦНИИСа были пройдены тоннель и все вспомогательные выработки. В настоящее время фибронабрызг-бетон в сочетании с комбайновой разработкой грунта применяет СМУ-19 Мосметростроя при строительстве одного из тоннелей Люблинско-Дмитровской линии. По сравнению с предусмотренной в проекте проходкой буровзрывным способом с чугунной обделкой, помимо экономии на материалах, скорость проходки была увеличена почти в 2 раза. Эффективность метода была подтверждена компетентной комиссией, и теперь эту технологию планируется применять и на других участках.

– Программу «Метро-2020» можно назвать экзаменом для отрасли метростроения в России. Как Вы оцениваете сегодняшнюю ситуацию в отрасли?

– Сегодня по объему метростроения и темпам ввода объектов Москва, безусловно, лидирует в мире. Наиболее эффективным в условиях плотной городской застройки является закрытый способ строительства метро на мелком заложении с применением тоннелепроходческих механизированных комплексов с активным пригрузом забоя и сборной водонепроницаемой обделкой. Нашими строителями освоены прогрессивные технологии сооружения тоннелей без помех для эксплуатации различных магистралей с использованием защитных экранов из труб и грунтоцементных свай, метода продавливания.

В то же время, как и многие специалисты, считаю, что самым слабым местом отечественного метростроения сегодня является отсутствие собственного производства тоннелепроходческих комплексов и другого оборудования для подземного строительства. Конечно, в краткосрочной перспективе покупка ТМПК за рубежом экономически выгоднее, но не надо забы-



Эскиз станция «Рижская» Третьего пересадочного контура метро

вать, что отрасль щитового машиностроения имеет стратегическое для страны значение, а мы уже потеряли конструкторские кадры, специализацию работавших на метростроение заводов и научных коллективов.

– Возникают ли какие-либо сложности сегодня при проектировании объектов метрополитена?

– Учтивывая, что партнерами Мосинжпроекта являются такие авторитетные компании как «Метрогипротранс», БКП «Трансинжстрой», «Метро-Стиль», «Ленметрогипротранс», «Минскметропроект», препятствий к тому, чтобы на современном уровне вести проектирование, я не вижу. Основные проблемы возникают как в применении новых, не предусмотренных нашими нормами и правилами решений, так и в части оперативной замены устаревших требований.

Поскольку нормы разрабатываются и утверждаются в течение нескольких лет, к моменту выхода некоторые из них уже требуют поправок. Так, в недавно изданном своде правил зафиксирован запрет на трещинообразование тоннельных обделок на объектах метрополитена. Таких требований нет ни в зарубежных нормах, ни в СНиПах на гидротехнические тоннели, которые работают в существенно более тяжелых условиях, чем метрополитен, ни в СНиПах на коммунальные тоннели, ни в СНиПах на мосты, работающие в условиях загрязненной атмосферы, ни в СНиПах на бетонные и железобетонные конструкции. Во всех перечисленных документах допускается ширина раскрытия трещин 0,2–0,15 мм, практически не влияющих на долговечность и несущую способность

конструкции. Если же слепо следовать букве нового нормативного документа, на который мы должны опираться, то по расчету коэффициент запаса прочности конструкции получается не менее 8-кратного, в чем на деле нет никакой необходимости. При этом имеем перерасход арматуры и других стройматериалов на сотни миллионов рублей на километр проходки. Сейчас мы подготовили обосновывающие материалы, которые позволят внести соответствующие изменения в действующие нормы.

– Каковы, на Ваш взгляд, перспективы отрасли?

– Развитие сети метрополитена – это тот вид строительства, который никогда не закончится. Для повышения показателей эффективности принятой программой по строительству Московского метрополитена необходимо развивать как технологии строительства на мелком заложении с возведением станций открытым способом на несущих «стенах в грунте», так и технологии для строительства на глубоком заложении с применением современных экономичных обделок из набрызг-бетона и монолитного железобетона. Как отмечалось выше, необходимо возрождать отрасль подземного машиностроения, создавая, например, совместные производства с лучшими зарубежными фирмами. На мой взгляд, программа «Метро-2020» должна не только обеспечить создание комфортной транспортной инфраструктуры в столице, но и стать отправной точкой для восстановления отечественной отрасли метростроения во всех ее позициях.



Служба по связям с общественностью
ОАО «Мосинжпроект»

«МАЛЕНЬКИЙ» ПРОЕКТ БОЛЬШОЙ СТРАНЫ



Строительство линии легкого метро в Оттаве (Канада) с громким названием Confederation Line в представлении жителей города, несомненно, один из самых значимых инфраструктурных проектов со времен сооружения Канала Рида, открытого в 1832 г. Если верить анонсу с официального сайта, то для прокладки 12,5 км путей потребуются «перекопать» самые загруженные автомагистрали и перестроить несколько мостов. Впрочем, оптимизма участникам масштабной стройки не занимать, ведь к их услугам многомиллионные инвестиции и, конечно же, парк самой современной техники, на которую по обыкновению можно свалить всю грязную работу.

Миссия – спасение города от пробок

Это в московских реалиях 12,5 км легкого метро помогут разве что чуть-чуть разгрузить утренний поток автомобилей «рабочих мигрантов» с ближнего Подмосковья в одном из направлений. Канадцы же уверены, что подобного километража достаточно для полного преобразования инфраструктуры целого города. И неудивительно: в Оттаве даже с учетом всех пригородов немногим больше одного миллиона жителей. Новый проект назвали Confederation Line, очевидно, в честь Канадской Конфедерации – процесса, объединившего во второй половине XIX века независимые британские колонии в единое федеративное государство.

А вот еще одно интересное сравнение. Правительство Москвы заявляет о постройке 250 км метро в течение всего нескольких лет. Правда, без русской смекалки здесь не обошлось: как минимум 54 км железнодорожных путей уже проложено, и потребуются лишь их модернизация (речь идет о Малом кольце Московской



Проект западного терминала Tunney's Pasture

железнодорожной, сработанного еще во времена царской России). Раньше оно связывало все магистральные железнодорожные направления столицы, являясь одно-

временно отправной точкой и перевалочным пунктом для тысяч грузовых составов, поднимавших экономику целого государства. Устремления же городских гедо-



Поезда Alstom на будущей станции Parliament

нистов из Канады куда более приземленные: горожане должны суметь быстро и с комфортом добраться до места назначения, не испортив по пути городской воздух, за чистотой которого, наверняка, следит подобающая инстанция. В будущем легкий метрополитен Оттавы, конечно, «подрастет» до более внушительных 40 км, но пока это лишь в планах.

По информации с сайта проекта к 2031 г. (и, очевидно, ни годом ранее) население Оттавы вырастет примерно на 30%. Городские власти решили подготовиться к наплыву новых жителей заранее, наметив торжественное открытие Confederation Line на 2018 г. Главная причина, побудившая администрацию города запустить стройку новой линии легкого метро, – это постоянно растущая нагрузка на существующую сеть общественного транспорта, которая вот-вот исчерпает свой проектный ресурс. Добавить автобусов уже не получится – они затормозят движение, заметно снизив скорость движения транспортного потока. Но гораздо важнее, что в подобной «полумере» отсутствует инновационная составляющая: «Людей нужно перемещать более эффективно», – гласит сайт. Эта формулировка предполагает снижение уровня шума и выбросов вредных веществ в атмосферу, небывалую пропускную способность, создание новых рабочих мест и даже получение дополнительной прибыли, которую можно пустить, скажем, на строи-

тельство еще одной линии легкого метро.

Кто, где, когда?

Строительство Confederation Line поручили объединению Rideau Transit Group, в которое вошли лидирующие канадские и зарубежные строительные компании, способные завершить проект точно в срок, то есть задолго до того, как в Оттаве прибудет обещанное население. Именно Rideau Transit Group предложило самый убедительный бизнес-план, впоследствии одобренный инвесторами. На сегодняшний день в списке значатся 15 подрядчиков, работающих под новым «псевдонимом». В их числе и различные консалтинговые компании, которые подскажут, как правильно решить вопросы, например, пожарной безопасности или вентиляции и, в случае чего, разделят ответственность за ущерб.

Идея открытия новой ветки легкого метро была утверждена в 2008 г. городским советом Оттавы, после чего в течение четырех лет готовилась про-

Sandvik MT720 – оптимальный выбор?

Тяжелые комбайны Sandvik MT720 отлично справляются с проходкой тоннелей благодаря мощной поперечной фрезе. Телескопическая стрела позволяет проходить сечения до 9,1 м в ширину и 6,6 м в высоту даже в прочных скальных грунтах. Гидравлическая система регулирует потребление энергии в зависимости от нагрузки, а насос высокого давления отвечает за эффективное пылеудаление и охлаждение режущей части. Самое главное, что одной машиной можно проходить тоннели разных габаритов и форм сечений с резкими поворотами, вентиляционными тоннелями и нишами. Комбайны серии MT работают от электрогидравлического привода. Это означает полное отсутствие выхлопных газов и пригодность к эксплуатации в любых условиях без вреда для окружающей среды. Их выгодно использовать там, где требуется обеспечить низкий уровень вибрации. Геометрически выверенные пропорции стрелы и фрезы MT720 дают лучшее соотношение энергопотребления и производительности, а также минимальный уровень шума, что играет первостепенную роль при ведении работ в черте города. Возможно, этот комбайн – одно из наиболее эффективных решений для проходки тоннеля в Оттаве. Кстати, для каждого комбайна Sandvik предусмотрено множество фрез с различным количеством резцов. Имея на руках геологическое изыскание, специалисты Sandvik Construction смогли подобрать оптимальную фрезу по соотношению скорости проходки и расходу резцов в условиях данного проекта.

Проект центрального депо



Проект станции Ottawa, расположенной рядом с Оттавским университетом





Проходческий комбайн Sandvik MT720

ектная документация и проводились тендеры на подрядные работы. Стройка началась весной 2013 г. с расширения шоссе 417. Confederation Line соединит западную и восточную часть города, при этом два с половиной километра путей пройдут под землей. В большей части новая линия легкого метро будет пролегать вдоль маршрута уже существующего автобусного скоростного транзита, обеспечивая максимальную интеграцию с существующей транспортной системой. Преимущества легкого метро выражены в точном графике движения поездов и фиксированном времени в пути от начальной до конечной станции – всего 24 минуты.

Строительство тоннеля должно завершиться летом 2017 г., как раз к 150-й годовщине принятия Конституции Канады. Поезда договорились купить у французской компании Alstom, одного из крупнейших производителей железнодорожного транспорта. Причем собираться они будут прямо на месте, в Оттаве. Для этого уже сейчас строится центральное депо, где впоследствии будут обслуживаться все 32 подвижных состава. Не обошлось и без вынужденных перекрытий: с мая этого года ограничено движение транспорта на некоторых улицах, однако для пешеходов и велосипедистов все маршруты пока открыты.

С небес – под землю

Попробуем все же отвлечься от напускной важности проекта и заглянуть под асфальт, чтобы понаблюдать за самой ответственной частью стройки – проходкой тоннеля, соединяющего три станции: Лион, Парламент и Ридо. Под аккуратными газонами и геометрически правильными улицами Оттавы залегают глинистые почвы с высоким содержанием известняка и доломита, сформированными еще в кембрийский период. В западной части мы увидим более древние кварциты, граниты и гнейсы, в то время как на востоке встречаются

ледниковые отложения с преобладанием песчаника и глинистого сланца. Таким образом, преимущественно мягкая порода располагает к быстрой проходке, оставляя больше времени на возведение крепей и отделочные работы.

«Скаложуй», «Крокозябр» и «Жевало»

Едва три комбайна успели начать проходку, как находчивые канадские школьники уже присвоили им клички: Chewgoska, Crocodile Rouge и Jawbreaker. Впрочем, дети сделали это не случайно во время перемены между уроками, а вполне осознанно, в рамках общегородского конкурса, организованного местными властями. На торжественной церемонии награждения победителей мэр Оттавы Джим Уотсон выразил благодарность подрастающему поколению пассажиров и даже произнес трогательную речь, точно подметив, что «когда строительство легкого метро завершится, те самые четвероклассники, давшие машинам столь замечательные названия, уже пойдут в девятый класс».

Тоннель, расположенный в наиболее загруженной части города, станет отличной альтернативой для пассажиров, желающих сэкономить время. Дело в том, что сейчас на надземном отрезке между будущими тремя станциями установлено четырнадцать светофоров, и даже если вы используете Скоростной транзит, то существует опасность, что автобус встанет в пробке. Конечно, времени она украдет несравнимо меньше, чем утренний затор на московской выделенной полосе для общественного транспорта. Но и представления о том, сколько времени позволительно тратить на дорогу до работы, у столичных жителей России и Канады весьма разные.

Благодаря последовательной выемке грунта достаточно лишь трех точек «входа» в подземное городское пространство. Именно с этих точек и начали работу три проходческих комбайна Sandvik MT720,

которым отдали предпочтение перед буровыми установками из-за меньшего уровня шума и вибраций. Большинство работ ведется на глубине от 16 до 24 м, чтобы случайно не побеспокоить наземных «белых воротничков» с чашкой свежеваренного эспрессо в руке.

Как пояснил руководитель направлений по тоннельному оборудованию и гидравлическим молотам российского офиса Sandvik Construction Алексей Зубехин, при работе в крупных городах с плотной застройкой применение буровзрывного метода проходки может быть еще и опасным: «Чтобы избежать обвала свода тоннеля и просадки грунтов на поверхности, необходимо использовать технологии, обеспечивающие относительно небольшой заход за один цикл (до 1–1,5 м) с максимально низким уровнем вибрации, – поясняет специалист. – А при работе с комбайнами в подобных условиях как раз и достигается высокая стабильность забоя и свода тоннеля на всех стадиях цикла проходки».

Не стоит забывать и про геологические особенности местности. Известняки хоть и относятся к мягким скальным породам, однако их прочность на одноосное сжатие уже

не позволяет проводить эффективную проходку тоннеля с помощью обычной ковшовой техники. Поэтому приходится использовать фрезы или гидромолоты, причем первый вариант гарантирует хорошие результаты даже в условиях больших притоков воды.

Кстати, для того чтобы сторонние наблюдатели не подумали, что техника простаивает без дела, на официальном сайте ведется специальный журнал для любопытной аудитории (<http://www.confederationline.ca/en/the-build/downtown-tunnel/>), где подробно описаны результаты каждой рабочей недели. Что ж, будем надеяться на успешное завершение строительства Confederation Line и на то, что ни один комбайн в ходе работ не пострадает. Они ведь еще пригодятся на будущих проектах.

Материал предоставлен компанией
Sandvik Construction

С нами строить легко!

- Проектирование и строительство подземных частей технически сложных и уникальных объектов (подземные автостоянки, транспортные развязки, гидротехнические сооружения)
- Ограждение котлованов
- Закрепление грунтов
- Усиление фундаментов
- Выполнение работ на памятниках истории и архитектуры



г. Пермь. ул. Кронштадтская, 35
тел./факс (342) 236-90-70
тел. в Ижевске (3412) 56-62-11
тел. в Краснодаре (861) 240-90-82
тел. в Красноярске (391) 208-17-15
тел. в Казани (843) 296-66-61

тел. в Москве (495) 643-78-54
тел. в Самаре (846) 922-56-36
тел. в Санкт-Петербурге (812) 923-48-15
тел. в Тюмени (3452) 74-49-75
тел. в Уфе (917) 378-07-48
тел. в Челябинске (351) 235-97-98

www.new-ground.ru, info@new-ground.ru

ЛЕГКОУПРАВЛЯЕМЫЙ ПРУЖИННЫЙ ТОРМОЗ

А. В. Иванов, заместитель главного инженера ЗАО «МЕТРОКОН», Санкт-Петербург

А. В. Авдошин, главный инженер проекта

К. Ю. Сыров, механик Управления механизации – филиал ОАО «Метрострой»

Инженерами ЗАО «МЕТРОКОН», г. Санкт-Петербург была разработана новая конструкция пружинного тормоза (патент № 123403).

Благодаря простоте устройства, эксплуатации, ремонта, четкости срабатывания, надежной работе, малой стоимости пружинные тормоза получили широкое распространение в грузоподъемных машинах [1].

В известных конструкциях пружинных тормозов неподвижно установленная замыкающая тормоз пружина прижимает поверхности трения друг к другу, для размыкания тормоза пружину деформируют внешней силой (силой привода), принудительно отодвигая поверхности трения друг от друга на определенное расстояние. Сила пружины (пружин) составляет 200–40000 Н, поэтому при неподвижно установленной пружине тормоз трудноуправляем, поскольку для его размыкания требуется преодолеть всю силу пружины.

Суть предлагаемого технического решения состоит в том, что для значительного облегчения управления пружинным тормозом в его конструкции пружина сделана поворотной. Применение поворотной пружины дает возможность в десятки раз уменьшить усилие привода, необходимое для размыкания тормоза. Соответственно значительно сокращаются: мощность, габариты, вес привода и энергозатраты, связанные с эксплуатацией тормоза.

На рис. 1 показана конструктивная схема простейшего колодочного тормоза с поворотной пружиной. Торможение шкива 1 производится колодкой 2, шарнирно установленной на рычаге 3 при помощи винтовой пружины растяжения 4, растянутой между опорой на рычаге 5, вращающейся в подшипниках качения 6 и шарнирной опоре 7 на конце рамки 8. Рамка вращается в подшипниках качения 9, соосно с опорой на рычаге 5. Изменяя поворотом рамки угол приложения силы упругости пружины к опоре 5 на конце рычага, можно затормозить шкив 1, пружина перпендикулярна к продольной оси рычага (положение I на рис. 1), или обеспечить шкиву 1 свободное вращение, повернув рамку с пружиной на угол больший девяноста градусов до отхода колодки от шкива (положение II на рис. 1, показанное пунктиром). Поворот рычага и рамки ограничивают упоры 10, 11, 12. На рис. 2 показана демонстрационная модель тормоза, построенная по конструктивной схеме рис. 1.

Докажем заявленные выше преимущества тормоза с поворотной пружиной. На рис. 3

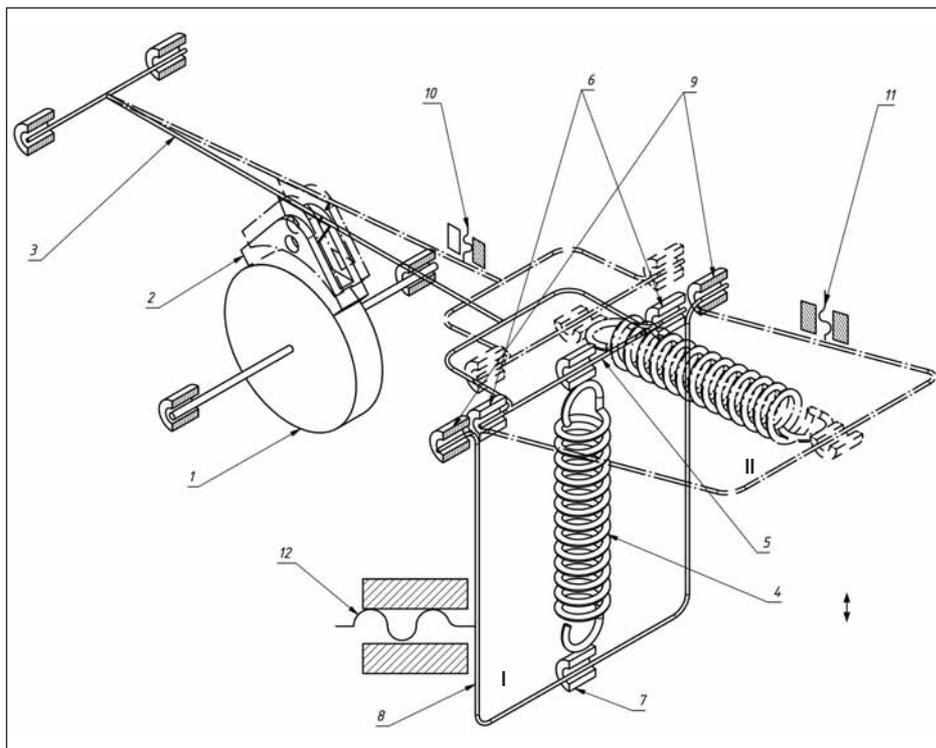


Рис. 1. Конструктивная схема простейшего колодочного тормоза с поворотной пружиной

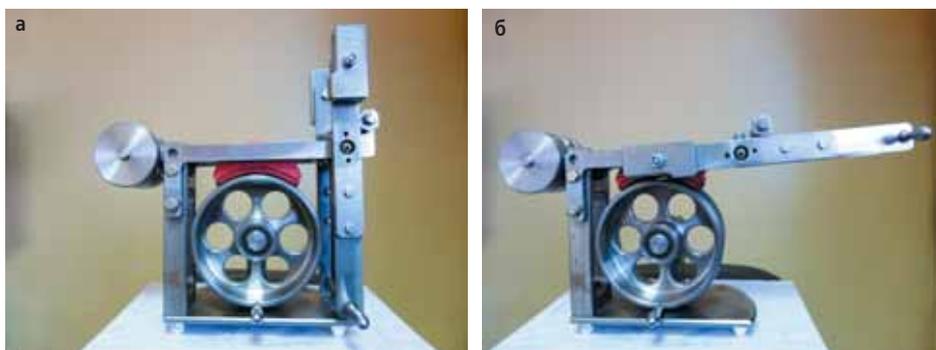
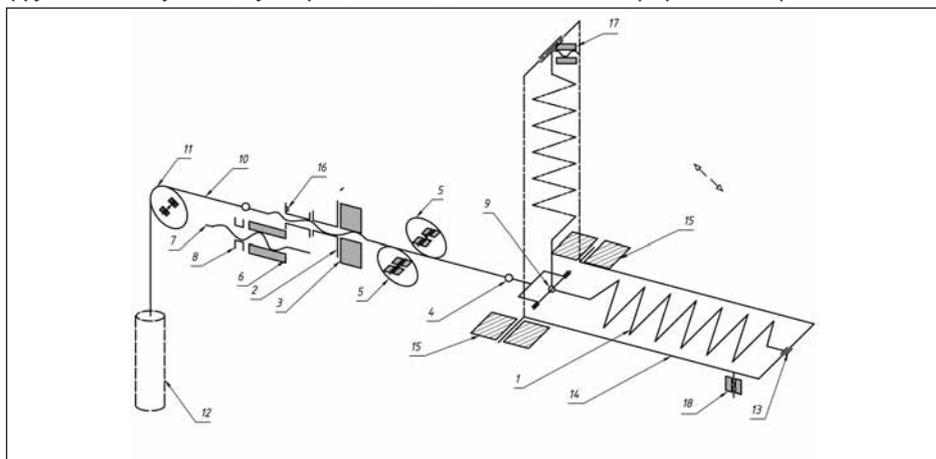


Рис. 2. Демонстрационная модель тормоза, построенная по конструктивной схеме рис. 1

Рис. 3. Конструктивная схема нажимного устройства в замкнутом состоянии (груз 12 показан условно, пунктиром, т. к. он подвешивается только при размыкании)



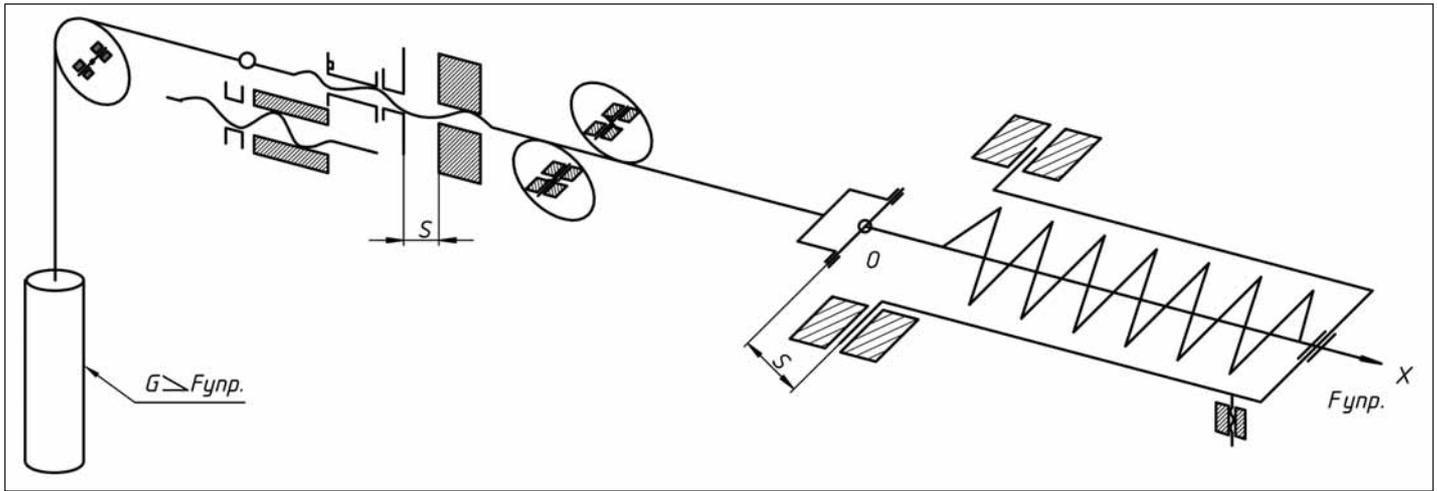


Рис. 4. Конструктивная схема нажимного устройства в разомкнутом состоянии без поворота пружины (пружина горизонтальна)

показана конструктивная схема нажимного устройства, моделирующего работу пружинного тормоза с поворотной пружиной. Здесь телами, прижимаемыми друг к другу винтовой пружиной растяжения 1, являются нажимной диск 2 и упор 3. Нажимной диск закреплен на штоке 4, установленном между направляющими роликами 5. Ролики вращаются в подшипниках качения, обеспечивая штоку свободный ход. Для ограничения хода нажимного диска служит упор 6 с регулировочным винтом 7, фиксируемым контргайкой 8. На конце штока находится опора 9 с подшипниками качения для крепления пружины 1, на другом конце штока закреплен стальной тросик 10, перекинутый через блокчок 11. На тросике подвешивается груз 12. Сила тяжести груза служит внешней силой для деформирования пружины и размыкания нажимного устройства. Груз 12 в нажимном устройстве моделирует усилие привода в тормозе. Пружина 1 растянута между опорой 9 и шарнирной опорой 13 на конце рамки 14. Рамка 14 вращается в подшипниках качения 15 соосно с опорой 9 на конце штока. Установка соосности осей вращения опоры 9 и рамки 14 производится за счет перемещения на резьбе по штоку нажимного диска, фиксируемого контргайкой 16. Угол поворота рамки ограничивается упорами 17, 18. На рис. 3 нажимное устройство замкнуто. На рис. 4 нажимное устройство разомкнуто без поворота пружины (пружина горизонтальна). Здесь смоделированы условия размыкания пружинных тормозов известных конструкций с неподвижно установленной пружиной. Для того чтобы разомкнуть нажимное устройство при горизонтальном положении пружины и отодвинуть нажимной диск 2 от упора 3 на расстояние S, потребуется груз весом равным силе упругости пружины, деформированной на величину, обеспечивающую требуемую силу прижатия нажимного диска плюс дополнительная деформация на расстояние S. Если перед размыканием нажимного устройства пружину при помощи рамки повернуть на угол девятносто градусов, как это показано на рис. 5, то разомкнуть нажимное устройство будет

значительно легче, и отодвинуть нажимной диск от упора на расстояние S можно грузом в десятки раз меньшего веса. Здесь не требуется преодолевать всю силу упругости пружины, а только небольшую ее часть равную проекции вектора силы упругости пружины $F_{упр.}$ на ось X, проведенную по оси штока (см. рис. 5). Величина проекции вектора силы упругости пружины $F_{упр.}$ на ось X равна по модулю:

$$F_{упр. X}(\beta) = F_{упр.} \times \cos \beta,$$

где $F_{упр. X}(\beta)$ – значение силы проекции вектора $F_{упр.}$ на ось X, при угле β ;

$F_{упр.}$ – значение силы упругости пружины; $\cos \beta$ – косинус угла β между линией действия вектора $F_{упр.}$ и осью X.

Введем понятия:

1. Относительная длина рамки – $L_p = l_p / S$, где L_p – относительная длина рамки;

l_p – длина растяжки пружины (расстояние между осями опор 9 и 13);

S – величина перемещения точки приложения силы упругости пружины F к штоку 4.

2. Коэффициент уменьшения механической работы при размыкании нажимного устройства – $K_A = A_{нуп} / A_{пп}$,

где K_A – коэффициент уменьшения механической работы;

$A_{нуп}$ – работа, совершаемая силой тяжести груза при размыкании нажимного устройства при горизонтально установленной пружине (см. рис. 4);

$A_{пп}$ – работа, совершаемая силой тяжести груза при размыкании нажимного устройства после поворота пружины на 90° (см. рис. 5).

Пренебрегая изменением силы упругости пружины от дополнительной деформации на величину S, имеем:

$$A_{нуп} = F_{упр.} \times S,$$

$$A_{пп} = 1/2 \times F_{упр.} \times \cos \beta \times S,$$

тогда после сокращений, выражение для K_A примет вид:

$$K_A = A_{нуп} / A_{пп} = 2 \times F_{упр.} \times S / F_{упр.} \times \cos \beta \times S = 2 / \cos \beta.$$

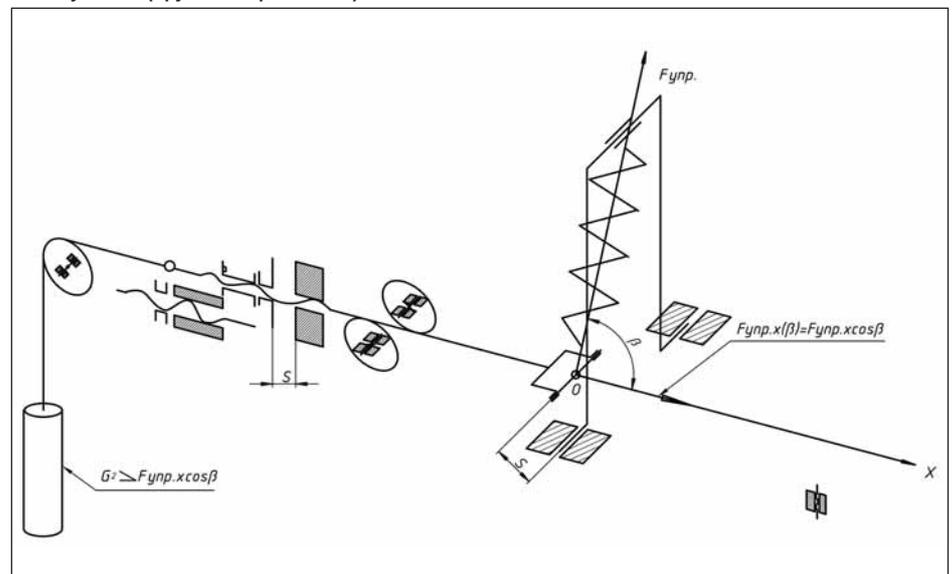
Согласно основным формулам тригонометрии имеем:

$$L_p = l_p / S = \operatorname{tg} \beta = 1 / \operatorname{ctg} \beta.$$

В диапазоне значений углов β равным $84-89^\circ$, соответствующих конструктивно приемлемым значениям $L_p = 10-50$, $\operatorname{ctg} \beta = \cos \beta$; тогда с достаточной степенью точности имеем:

$$K_A = 2 / \cos \beta = 2 / \operatorname{ctg} \beta = 2 \times \operatorname{tg} \beta = 2 \times L_p,$$

Рис. 5. Конструктивная схема нажимного устройства в разомкнутом состоянии после поворота пружины на угол 90° (пружина вертикальна)



Международная выставка
оборудования и технологий
для градостроительства,
энергоснабжения и городской
инфраструктуры

CityExpo

14–16 октября 2014 года

Москва, ВВЦ, павильон 75



Градостроительство

Подземное
строительство

ЖКХ, городское
благоустройство
и освещение

Теплогасоснабжение.
Электроснабжение

www.city-expo.ru

реклама



Тел.: +7 (495) 935-81-20
+7 (495) 935-73-50
e-mail: city@ite-expo.ru
www.ite-expo.ru

Поддержка:



ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКВЫ



т. е. эффективность применения конструкции пружинного тормоза с поворотной пружиной определяется длиной растяжки пружины при заданном значении S , т. к. $L_p = l_p / S$.

Кроме того, из полученного для K_A выражения следует, что, применив поворотную пружину, управление пружинным тормозом можно сделать в десятки раз легче, так при $L_p = 10-50$, $K_A = 20-100$.

Для наглядности доказательства проиллюстрируем полученный результат графически. На рис. 6 показано соотношение работ $A_{\text{нуп}}$ и $A_{\text{пп}}$ как соотношение площадей P_1 и P_2 , заштрихованных соответственно одним штрихом с наклоном и двумя штрихами крест накрест.

Прямая на графике является жесткостной характеристикой пружины, показывающей, насколько деформируется пружина при определенной силе. Незаштрихованная площадь P_3 треугольника ABC показывает неучтенную при упрощенном выводе выражения для K_A механическую работу при размыкании нажимного устройства с горизонтально установленной пружиной. Эта работа должна быть добавлена к работе $A_{\text{нуп}}$ при точном выводе выражения для K_A , но ее не учит суги дела не меняет при значительном упрощении вывода выражения для K_A . При точном выводе выражения для K_A в знаменателе дроби дополнительно к работе $A_{\text{пп}}$ следовало бы прибавить работу, совершаемую при повороте рамки с пружиной на угол 90° . При соосном вращении рамки с опорой 9 она равна работе вращающего момента привода рамки на угол 90° .

$$A_{\text{пр}} = M_{\text{пр}} \times 1,57,$$

где $A_{\text{пр}}$ – работа, затрачиваемая приводом для поворота рамки на угол 90° ;

$M_{\text{пр}}$ – вращающий момент привода рамки;

1,57 – угол поворота рамки в радианах.

Необходимая величина вращающего момента $M_{\text{пр}}$ определяется моментами трения в подшипниках рамки 14 и опоры 9, вычисляемых по формуле:

$$M_{\text{тр}} = \mu \times P \times d / 2,$$

где $M_{\text{тр}}$ – момент трения в подшипнике;

μ – коэффициент трения в подшипнике;

P – нагрузка на подшипник;

d – внутренний диаметр подшипника.

В зависимости от типа подшипника качения коэффициент трения μ имеет значения 0,001:0,0025 [2], поэтому работа вращающего момента привода рамки имеет численную величину на два-три порядка меньшую, чем $A_{\text{пп}}$ и ею можно пренебречь. Из-за малых потерь на трение в подшипниках качения, рамка с пружиной даже при значительной величине силы упругости пружины $F_{\text{упр}}$ будет легко вращаться.

Величина механической работы привода, совершаемой при размыкании пружинного тормоза, определяет его мощность.

$$N_{\text{пр}} = A_{\text{пр}} / t_{\text{разм}},$$

где $N_{\text{пр}}$ – мощность привода;

$A_{\text{пр}}$ – механическая работа, совершаемая приводом при размыкании тормоза;

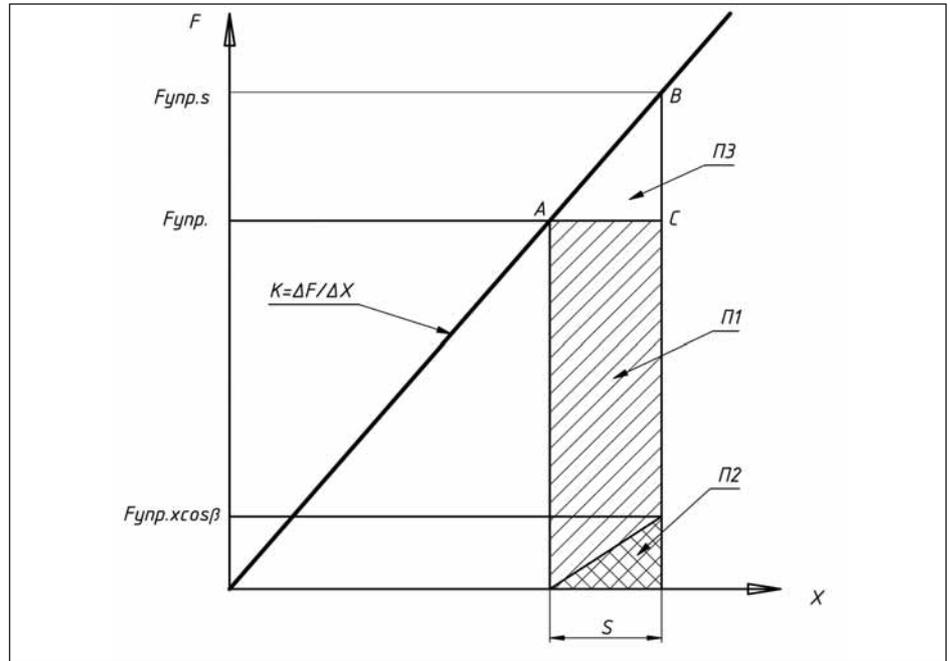


Рис. 6. Жесткостная характеристика пружины с графическим изображением механической работы по ее деформированию (K – жесткость пружины; ΔF и ΔX – соответственно приращения силы и деформации)

$t_{\text{разм}}$ – заданное время размыкания тормоза.

Считая заданное время размыкания тормоза одинаковым в обоих случаях (см. рис. 4 и 5), имеем:

$$N_{\text{пр нуп}} / N_{\text{пр пп}} = A_{\text{нуп}} \times t_{\text{разм}} / A_{\text{пп}} \times t_{\text{разм}} = K_A,$$

откуда

$$N_{\text{пр пп}} = N_{\text{пр нуп}} / K_A,$$

где $N_{\text{пр нуп}}$ – мощность привода с неподвижно установленной пружиной (см. рис. 4);

$N_{\text{пр пп}}$ – мощность привода с поворотной пружиной (см. рис. 5).

Как следует из вышеизложенного, для управления пружинным тормозом с поворотной пружиной необходимы два привода: один маломощный для поворота рамки с пружиной, второй – для размыкания тормоза. Их суммарная мощность бу-

дет в десятки раз меньшей по сравнению с известными конструкциями пружинных тормозов, что и позволит соответственно уменьшить габариты, вес привода и в десятки раз сократить энергозатраты, связанные с эксплуатацией пружинных тормозов.

Кроме перечисленных выше, важным преимуществом пружинного тормоза с поворотной пружиной следует считать легко реализуемую в его конструкции возможность управлять силой прижатия поверхностей трения друг к другу. На рис. 7 показано как при повороте пружины из горизонтального положения по мере роста угла поворота пружины α будет изменяться сила прижатия нажимного диска 2 к упору 3, равная проекции вектора на ось X, числен-

Рис. 7. Изменение силы прижатия пружинной нажимного диска к упору в зависимости от угла ее поворота в нажимном устройстве

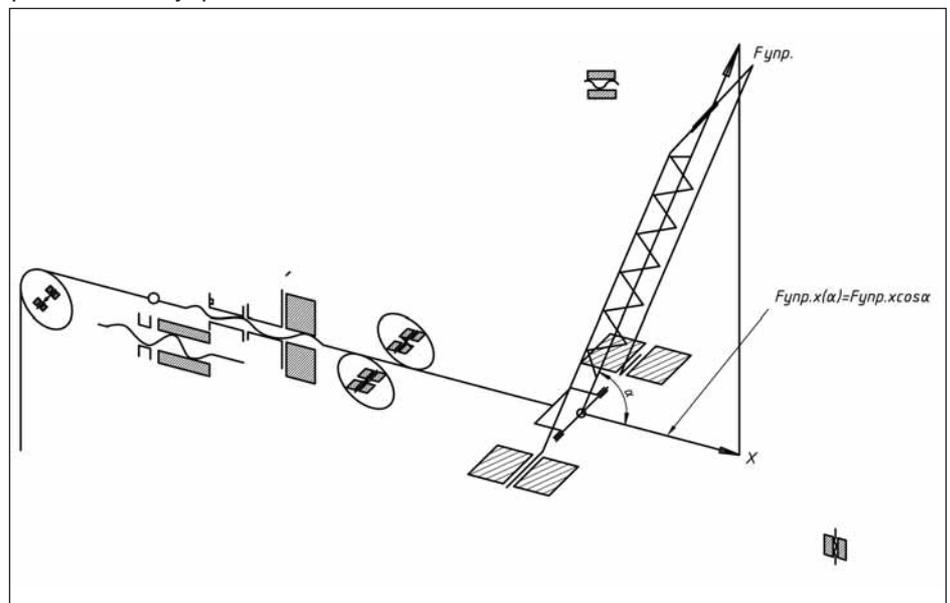




Рис. 8. Демонстрационная модель нажимного устройства, построенная по схеме рис. 3

ные значения которой (модуль) определяются по формуле:

$$F_{\text{упр. X}}(\alpha) = F_{\text{упр.}} \times \cos \alpha,$$

где $F_{\text{упр. X}}(\alpha)$ – значение силы проекции вектора $F_{\text{упр.}}$ на ось X при угле поворота пружины на угол α ;

$F_{\text{упр.}}$ – значение силы упругости пружины;

$\cos \alpha$ – косинус угла между линией действия вектора $F_{\text{упр.}}$ и осью X.

Вращая вектор силы $F_{\text{упр.}}$ вокруг точки приложения 0, изменяя угол α во времени по любой заранее заданной программе, можно легко регулировать процесс торможения, управляя силой прижатия поверхностей трения друг к другу.

На рис. 8 показана демонстрационная модель нажимного устройства, построенная по схеме рис. 3. На рис. 8а нажимное устройство размыкается без предварительного поворота пружины при ее горизонтальном положении согласно рис. 4.

На рис. 8б нажимное устройство разомкнуто с предварительным поворотом пружины на угол девяносто градусов согласно рис. 5. На рис. 8а, б наглядно видно, как сильно отличаются размеры грузов в обоих случаях при одном и том же отходе нажимного диска от упора.

На основании теоретического доказательства и экспериментального подтверждения преимуществ пружинного тормоза с поворотной пружинной можно сделать следующие выводы.

1. Переход в конструкции пружинного тормоза от неподвижно установленной к поворотной пружине позволяет уйти от необходимости непосредственного прямого ее деформирования при размыкании тормоза и преодолеть при этом всю ее силу, что дает возможность в десятки раз уменьшить требуемую мощность привода тормоза. Несмотря на небольшие мощности при-

водов тормозов (от сотен ватт до киловатт), их большое число обеспечит значительное энергосбережение.

2. Так как любая выработка «лишней» энергии сопровождается выбросом вредных веществ, достигаемое энергосбережение экологически выгодно.

3. Использование приводов меньшей мощности позволит уменьшить размеры тормозных устройств, расположить привод наиболее выгодно для конструкции машины в целом, что облегчит и упростит ее эксплуатацию и ремонт.

4. Изменяя угол поворота рамки с пружиной во времени по любой заранее заданной программе, легко регулировать процесс торможения, добиваясь плавного, безударного нагружения деталей машины, связанных с тормозом, например, зубьев колес зубчатой передачи, что значительно уменьшит их износ, продлит срок службы машины, повысит ее надежность. Для практической реализации автоматического управления торможением по заданной программе вращение рамки с пружиной можно осуществлять шаговым электродвигателем, управляемым современными электронными цифровыми приборами. Особенно выгодно использовать предлагаемое техническое решение в тормозных устройствах шахтных подъемных машин, так как для них управляемость торможением напрямую связана с безопасностью эксплуатации [3].

5. Поворотную пружину (пружины) можно использовать везде, где прижатие поверхностей трения друг к другу осуществляется за счет силы упругости пружины (пружины), то есть для всех типов пружинных фрикционных механизмов. Предлагаемая конструктивная схема с успехом может быть применена для любых типов пружинных тормозов: колодочных, дисковых,

дисково-колодочных [1]. Фрикционные тормоза и муфты выполняют одну и ту же задачу – управляемое соединение и разъединение звеньев кинематической цепи. Принципы их конструирования в основном одинаковы, поэтому предлагаемое техническое решение можно использовать при конструировании управляемых пружинных фрикционных муфт. Кроме того, на его основе можно создать простые легкоуправляемые зажимные устройства и конструкции пружинных вариаторов.

6. Имея легкоуправляемые пружинные тормоза с поворотной пружиной, нетрудно на их основе, используя планетарные ряды, создать фрикционы, реверс-редукторы, автоматические коробки передач с компьютерным управлением и минимальными энергозатратами во время эксплуатации.

7. Создание энергосберегающих механизмов, хорошо совмещаемых с современными быстро развивающимися электронными цифровыми приборами, на сегодняшний день востребовано и перспективно, и является одним из главных направлений развития современного машиностроения. Оригинальность и новизна идеи открывают широкие перспективы для творческой деятельности по совершенствованию и созданию прогрессивных конструкций машин, в которых будут использованы фрикционные механизмы с поворотными пружинами.

Литература

1. М. П. Александров и др. «Тормозные устройства», М. Машиностроение, 1985 г.
2. Р. Д. Бейзельман, Б. В. Цыпкин, Л. Я. Перль «Подшипники качения» М. Машиностроение, 1975 г.
3. Е. С. Траубе, И. С. Найденко «Тормозные устройства и безопасность шахтных подъемных машин» М. «Недра», 1980 г.



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.

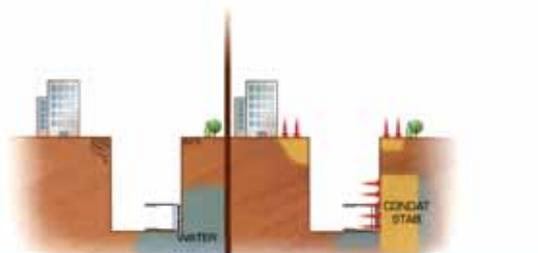
Продукция **CONDAT Stab** была разработана для решения задач укрепления грунта и водонепроницаемости при строительстве подземных сооружений и других видов подземных работ.

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



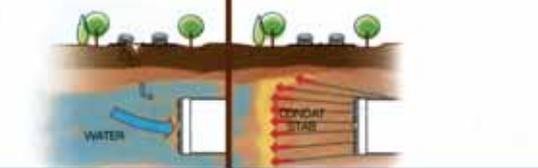
Водонепроницаемость и герметизация подземных сооружений



Укрепление насыпей



Работа тоннелепроходческого комплекса в предельно тяжелых условиях



Официальный представитель фирмы Condat Lubrifiants в России
ООО «ТА Инжиниринг Инт.»
107078, Москва, ул. Октябрьская, д. 80, стр. 3
тел.: (495) 724-7481
тел./факс: (495) 981-8071

реклама

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ СООРУЖЕНИИ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

М. Г. Зерцалов, д. т. н., А. Н. Симутин, Д. В. Устинов, И. Н. Хохлов, ООО «НИЦ Тоннельной ассоциации»

О тличительной особенностью современного городского транспортного строительства является стремление к освоению подземного пространства. В этом случае при проектировании зданий и транспортных сооружений, а также при выполнении работ нулевого цикла в условиях плотной городской застройки, как проектировщикам, так и подрядным организациям, необходимо решать сложные геотехнические проблемы, связанные с соблюдением условий нормальной эксплуатации транспортных сооружений и сооружений окружающей городской застройки. Строительство новых линий метрополитена ведется в условиях сложившейся городской застройки, наличия большого количества существующих подземных коммуникаций и конструкций, вблизи существующих зданий.

При проектировании сооружений метрополитена, располагаемых в пределах застроенных территорий, необходимо производить геотехнический прогноз (оценку) влияния нового строительства на существующие (строящиеся) объекты городской застройки. Полученные по результатам оценки влияния значения радиуса зоны влияния и дополнительных деформаций оснований и фундаментов зданий окружающей застройки позволяют определить необходимость применения защитных мероприятий по обеспечению их сохранности в период строительства и последующей эксплуатации. Подробный анализ инженерно-геологических условий и инженерно-строительной ситуации позволяет принять проектное решение и определить объемы этих мероприятий.

Одним из таких примеров является проект гостинично-офисного комплекса переменной этажности, располагающегося над строящейся веткой метрополитена.

Конструктивная схема здания представляет собой железобетонный монолитный безригельный каркас с шахтами лифтов и лестничными клетками, служащими ядрами жесткости. Надземная часть комплекса представляет собой в плане четырехугольник неправильной формы с размерами 180×150 м. Здание в плане разделено деформационно-осадочными швами на прямоугольные секции с шириной рядовой секции около 20 м. Подземная часть здания имеет глубину заложения 8 м, представлена двумя этажами, расположенными под многоэтажной частью, и одним этажом, расположенным под территорией дворовой части. Многоэтажная часть пе-

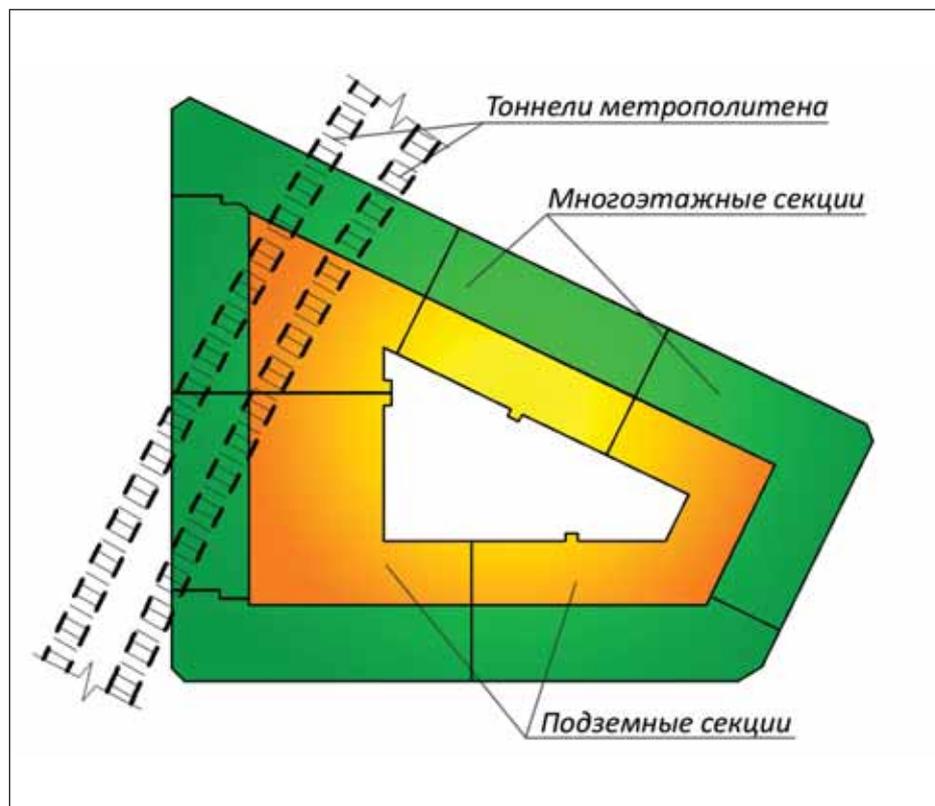


Рис. 1. Схема расположения комплекса и тоннелей в плане

ременой этажности (13–15 этажей) разделена на семь осадочных блоков с размерами в плане от 50 до 80 м.

Тоннели сооружаются с использованием тоннелепроходческого механизированного комплекса из сборной высокоточной водонепроницаемой железобетонной обделки $D_{\text{н}}/D_{\text{вн}} = 6,3/5,7$ м.

Инженерно-геологические условия площадки характеризуются следующими отложениями (сверху вниз): пески мелкие (мощность слоя ≈ 10 м); суглинки (6–10 м); полутвердые глины (10–14 м); известняки (≈ 3 м); полутвердые глины (6–9 м).

Гидрогеологические условия площадки характеризуются наличием грунтовых вод на глубине 7,5 м.

При строительстве этого комплекса сооружений можно выделить несколько характерных этапов. Первый этап – проходка левого перегонного тоннеля с использованием ТПМК с активным пригрузом забоя. Второй этап – строительство подземной части и четырех надземных этажей здания. Третий этап – после завершения сооружения подземной части и четырех надземных этажей здания ведется проходка правого перегонного тоннеля, при этом работы по достройке надземной части зда-

ния производятся одновременно с проходкой правого перегонного тоннеля. Четвертый этап – завершение строительства многоэтажного комплекса.

Каждый из этапов строительства характеризуется изменением напряженно-деформированного состояния конструкций сооружений и окружающего грунтового массива. Первый этап характеризуется изменением НДС массива вследствие проходки левого перегонного тоннеля. На втором этапе определяющее значение имеет влияние строительства подземной части здания и нескольких надземных этажей на участок сооруженного левого перегонного тоннеля. При анализе третьего этапа строительства необходимо оценить взаимное влияние проходки правого перегонного тоннеля на основание и конструкции подземной и надземной частей здания, а также изменение НДС конструкции обделки перегонного тоннеля при увеличении нагрузок от строительства надземной части здания. При анализе четвертого этапа строительства оцениваются величины дополнительных внутренних усилий и деформаций, возникающих в конструкциях обделок перегонных тоннелей метрополитена от приложения нагрузок эксплуатационного периода.

Описанная выше задача была решена в трехмерной постановке с помощью метода конечных элементов (численный метод решения задач механики сплошной среды) с использованием современного программно-вычислительного комплекса Z_Soilv 11.15. Исходя из фактических инженерно-геологических условий, а также конструктивных характеристик строящихся сооружений, заданных проектом, и последовательности их возведения были составлены расчетные модели, включившие в себя:

- грунтовый массив с заданными физико-механическими характеристиками, соответствующими фактическим инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям площадки строительства;
- проектируемые конструкции сооружений метрополитена и многоэтажного комплекса, размещенные в пространстве в соответствии с их фактическим взаимным расположением;
- последовательность проходки тоннелей, разработки котлована и строительства жилого комплекса, отражающую все основные этапы возведения комплекса сооружений.

По результатам расчета было проведено исследование и анализ напряженно-деформированного состояния обделки проектируемых сооружений метрополитена, основания и подземной части жилого комплекса, который показал, что эксплуатационная надежность и безопасность проектируемых сооружений метрополитена не обеспечена в принятом проекте варианте.

В целях исключения возможных деформаций обделки тоннелей при строительстве гостинично-офисного комплекса был рассмотрен вариант, предусматривающий устройство свайно-ростверкового основания под многоэтажными секциями комплекса, находящимися над проектируемой трассой метрополитена. Данное проектное решение было включено в расчетную модель.

По результатам расчета был сделан вывод, что свайно-ростверковое основание позволило передать нагрузку от строящегося комплекса на нижележащие слои прочных скальных грунтов, залегающих ниже конструкций перегонных тоннелей, тем самым исключив дополнительные деформации и сверхнормативные внутренние усилия в обделках проектируемых тоннелей метрополитена, обеспечивая при этом их сохранность.

Возможная неравномерная осадка подземной части секций здания, в пределах которой не устраивалось свайно-ростверковое основание, была вычислена в ходе расчета, после чего произведена корректировка расположения и количества свай в устраиваемом искусственном основании таким образом, чтобы осадка всего комплекса была равномерной и не превышала нормативных величин.

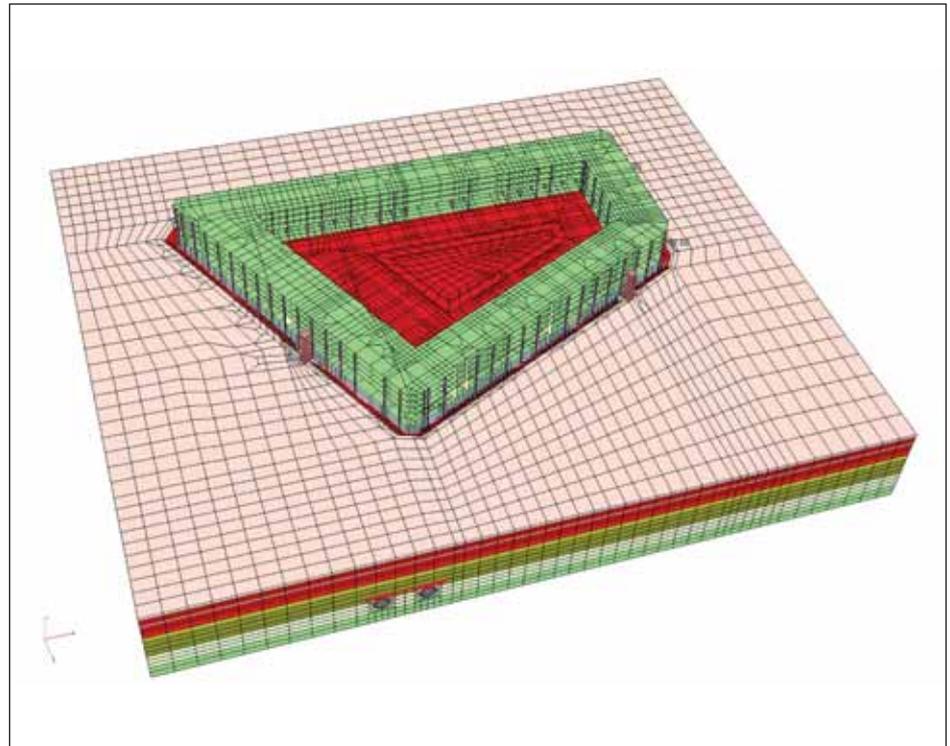


Рис. 2. Расчетная схема

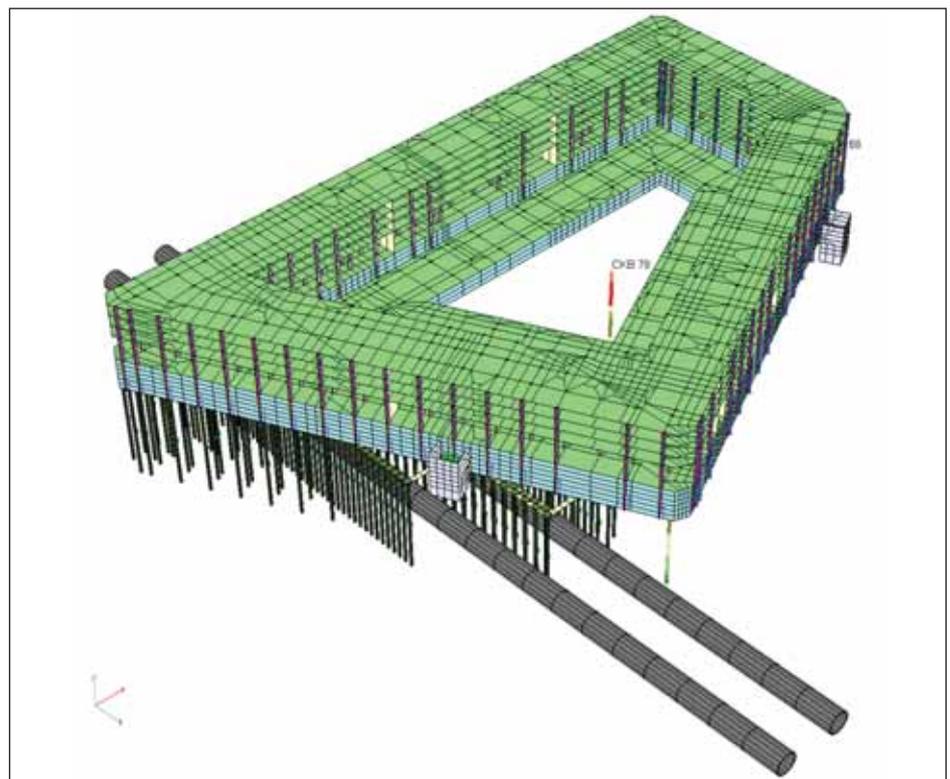


Рис. 3. Фрагмент расчетной схемы со свайно-ростверковым основанием

Предложенная комплексная методика оценки взаимного влияния строительства сооружений в условиях плотной городской застройки позволяет производить анализ изменения НДС конструкций сооружений и грунтового массива с достаточной степенью точности и оценивать сохранность зданий и сооружений, находящихся в зоне влияния нового строительства. Данный метод оценки влияния позволяет уточнить проектные решения и произвести их кор-

ректировку на всех этапах проектирования и строительства. Сравнительный анализ вариантов проектирования при использовании аппарата математического моделирования геотехнических процессов позволяет принимать оптимальные решения с точки зрения надежности эксплуатации строительных конструкций и минимальных финансовых затрат при корректировке проектной документации и производстве строительно-монтажных работ.



О ПРИМЕНЕНИИ МИКРОЦЕМЕНТОВ В ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А. А. Долев, к. т. н.; И. Я. Харченко, д. т. н., проф., НИЦ ОПП ОАО «Мосинжпроект»

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по сравнительному анализу различных микроцементов, предназначенных для геотехнического строительства, предложены критерии оценки их качества для использования в различных условиях с целью уплотнения и упрочнения грунтов, рассмотрен практический опыт их применения при реконструкции зданий и сооружений различного назначения.

В настоящее время в связи с увеличением работ по реконструкции зданий и сооружений, а также новым строительством в сложных условиях, актуальной является задача закрепления грунтов с созданием массива грунта с повышенными физико-механическими характеристиками – прочностью, пониженной фильтрацией, устойчивостью при воздействии агрессивных грунтовых вод и др. Необходимым условием инъекционного закрепления грунтов является сохранение заданных проектных свойств в течение всего срока эксплуатации сооружения. Спектр задач, которые необходимо решать путём формирования массивов закрепленного грунта с заданными параметрами, чрезвычайно широк: упрочнение оснований фундаментов, увеличение несущей способности свай путем устройства бандажного или корневого уширения, укрепление межшпунтового пространства котлованов, устройство целиков при подземной проходке, понижение отметки существующих фундаментов с целью формирования подземного пространства под существующими зданиями, устройство противофильтрационных завес (ПФЗ), восстановление качества заобделочного пространства тоннелей и т. д.

Все указанные задачи могут быть успешно решены путем пропитки структуры грунта водными суспензиями на основе микроцементов, которые после затвердевания обеспечивают формирование грунтобетонного массива с заранее заданными свойствами и геометрическими размерами.

Технологический регламент пропиточной инъекции назначается в соответствии с грунтовыми условиями, глубиной закрепления и конструктивными особенностями сооружения. Пропитка структуры грунта осуществляется, как правило, и через манжетные трубы с применением двойных разжимных пакеров и насосного оборудования со строго регулируемым давлением и интенсивностью подачи рабочей суспензии в структуру грунта.

Для закрепления грунтов, в основном песчаных, традиционно применяют либо химические ингредиенты (полимерные смолы, силикаты и т. д.), либо микроцементы. При этом в последнее время предпочтение отдается материалам на минеральной основе (микроцементам), которые характеризуются экологи-

ческой нейтральностью, технологичностью, сравнительно невысокой стоимостью, высокой долговечностью и водостойкостью.

В соответствии с требованиями СТО НОСТРОЙ 2.3.18-2011 «Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве» основной областью применения микроцементов в геотехническом строительстве является уплотнение и упрочнение грунтов с коэффициентом фильтрации $K_f = 10^{-6} - 10^{-9}$ см/с. Характерными грунтами, имеющими указанный коэффициент фильтрации, являются пески средней и мелкой крупности, пылеватые пески и супеси. При этом технологической основой применения микроцементов в геотехническом строительстве является обеспечение процесса инъектирования структуры грунта в режиме пропитки с гарантированным сохранением его природной структуры. В связи с этим, пригодность применения микроцементов для пропиточной инъекции структуры грунта оценивается по следующим трём критериям.

1. Коэффициент пригодности:

$$N = d_{r15} / d_{m185},$$

где d_{r15} – размер зёрен в количестве 15 % от массы пробы грунта;

d_{m185} – размер зёрен в количестве 85 % от массы пробы микроцемента.

При значении коэффициента N более 24 – микроцементы пригодны для пропиточной инъекции без необходимости выполнения предварительных испытаний; при значениях N от 11 до 24 – применение микроцементов предполагает дополнительные лабораторные исследования и обязательные полевые испытания по отработке технологических параметров пропитки; при N менее 11 – микроцемент не пригоден для пропиточной инъекции.

2. Критерий сохранения суспензией вязкости, соизмеримой с вязкостью воды (28–30 с по воронке Марша) в период не менее 90 мин.

3. Критерий обеспечения седиментационной устойчивости водной суспензией на основе микроцемента в период до 90 мин.

В настоящее время на рынке строительных материалов зарубежными производителями представлена достаточно широкая номенклатура микроцементов, среди которых следует выделить Rheocem, Spinor, Mikrodur, Mikroleg, Mikrosem и др.

В частности, фирма BASF (Германия) производит микроцементы Rheocem 650, Rheocem 800 и Rheocem 900, которые характеризуются производителем как быстротвердеющие портландцементы сверхтонкого помола для инъекции горных пород и грунтов. Анализ технических характеристик и свойств микроцементов Rheocem показал следующее.

1. В соответствии с коэффициентом пригодности для Rheocem 650, имеющих $d_{m185} = 13$ мкм, возможно инъектирование крупнопористых гравелистых песков; для Rheocem 800 ($d_{m185} = 11$ мкм) возможно инъектирование крупных песков; и Rheocem 900 ($d_{m185} = 9$ мкм) область применения ограничена песками средней крупности.

2. В соответствии с технической информацией производителя, водные суспензии на основе микроцементов Rheocem имеют небольшую жизнеспособность и относительно короткий период схватывания. Это объясняется тем, что микроцементы Rheocem производятся путём домолы портландцемента, имеют невоспроизводимый химико-минералогический и гранулометрический состав. Это не позволяет применять Rheocem для пропиточной инъекции грунтов с низким коэффициентом фильтрации.

3. Для обеспечения седиментационной устойчивости водных суспензий на основе Rheocem, в соответствии с технической документацией производителя, следует использовать растворы с водоцементным отношением В/Ц = 1,0. Для обеспечения требуемой вязкости суспензии обязательно требуется применение специально подобранного разжижителя Rheobuild 2000PF в количестве 1,5–3 % от массы микроцемента. Таким образом, повышенный расход микроцемента в составе водной суспензии и высокая плотность инъекционного раствора (около 1,5 кг/л) предполагают его высокую стоимость по сравнению с микроцементными другими производителями, а также существенно затрудняют производство инъекционных работ по упрочнению и уплотнению структуры грунта в режиме пропитки.

На основании комплексных исследований свойств микроцементов Rheocem и водных суспензий на их основе, выполненных в НИИОСП им. Герсеванова, установлено, что Rheocem 650 пригоден для инъекционного закрепления грунтов с коэффициентом фильт-

рации K_{ϕ} не менее 50 м/сут, а Rheocem 800 для грунтов с K_{ϕ} не менее 30 м/сут. При этом экспериментально установленный радиус закрепления грунта составляет: для Rheocem 650 – 0,4–0,5 м, а для Rheocem 800 – 0,3–0,4 м.

Результаты экспериментальных исследований, выполненных в НИИОСП им. Герсеева, тесно коррелируются с опытом практического применения микроцементов типа Rheocem в производственных условиях.

В настоящее время в геотехническом строительстве широкое применение получил микроцемент (особо тонко дисперсное вяжущее – ОТДВ) Mikrodur. Его удельная поверхность составляет 12000–22000 см²/г (95 % зерен имеют размер 6–16 мкм). Водная суспензия на основе этого цемента, при водоцементном отношении более 4, способна пропитывать и закреплять мелкие пески ($K_{\phi} > 1,0$ м/сут). До начала работ по закреплению грунтов прогнозируют их возможные результаты по предварительным расчетам (результаты которых подтверждают на опытном участке), основанные на ряде зависимостей: объема закрепленного грунта от радиуса проникновения суспензии (т. е. от В/Ц, размера зерен цемента и K_{ϕ} грунта); зависимости прочности закрепленного грунта от В/Ц суспензии и закаченной суспензии на единицу объема грунта; и – обратная задача – зависимости объема суспензии ($V_{расч.}$), необходимой для закрепления заданного объема грунта от пористости грунта (n), коэффициента заполнения пор данным видом суспензии и нескольких коэффициентов потерь (капиллярный отсос воды (k_1), давления потока (k_2), неравномерности пористости грунта (k_3)). При этом первые две зависимости определяются на основании лабораторных исследований и уточняются в результате полевых испытаний, а $V_{расч.}$ определяется по формуле:

$$V_{расч.} = V_{гр} k_1 k_2 k_3 n, (м^3)$$

где $V_{гр}$ – расчетный объем закрепленного грунта $V_{гр} = \pi D^2/4 \times h$ (м³).

Использование микроцемента ОТДВ Mikrodur с целью закрепления грунтов на таких объектах, как Дом приемов МИД РФ, при реконструкции объектов Московского Кремля, ряда храмовых комплексов Ново-Иерусалимского монастыря, а также на многочисленных других объектах в период с 1998 г. по настоящее время подтверди-

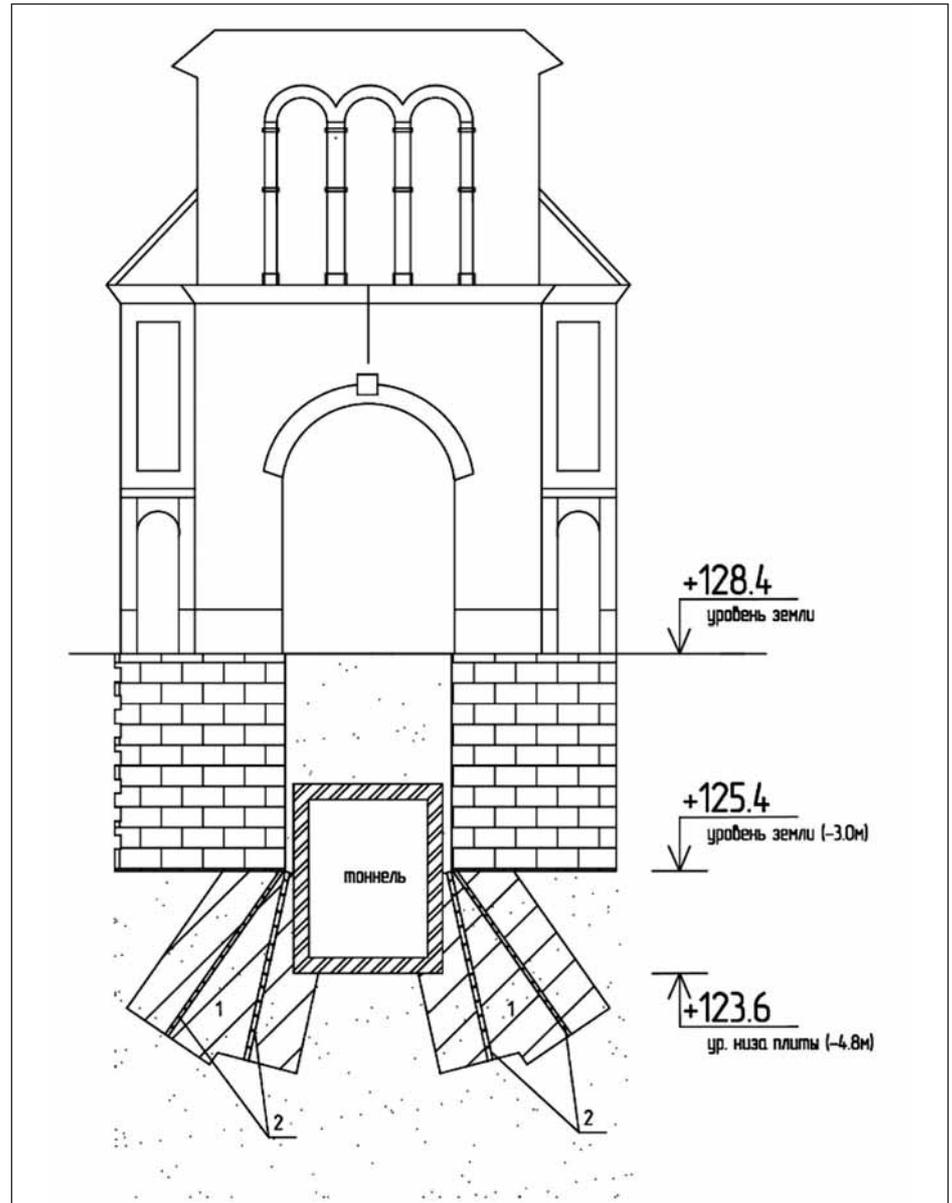


Рис. 1. Схема укрепления грунтов основания Надвратной звонницы храма Иверской Божьей Матери: 1 – закрепленный грунт; 2 – инъекторы

ло высокую эффективность создания массивов закрепленного песчаного грунта, технологичность решения с применением цементации и позволило отработать методику расчета и технологического проектирования по закреплению песчаных грунтов с применением Mikrodur. Например, при прокладке тоннельного перехода между фундаментными опорами надвратной

звонницы храма Иверской иконы Божией Матери (низ тоннеля запроектирован примерно на 2 м ниже подошвы фундаментов звонницы) возникла необходимость укрепления грунтов основания, сложенных песками рыхлыми и средней крупности, средней плотности [2]. Было принято решение об инъекционном закреплении песка (рис. 1) основания суспензией Mikrodur

Таблица

Сравнение некоторых свойств микроцементов

Свойства цементов	Марка цемента					
	Rheocem 650	Rheocem 800SR	Mikrodur R-U	Mikrodur R-X	Mikroleg	Омнитек Инджек
Удельная поверхность, см ² /г	6500	8000	16000	22000	8500	10000
Вид цемента	Обычный портландцемент	Сульфатостойкий портландцемент	Обычный портландцемент+шлак	Шлакопортландцемент	Пуццолановый цемент	Обычный портландцемент

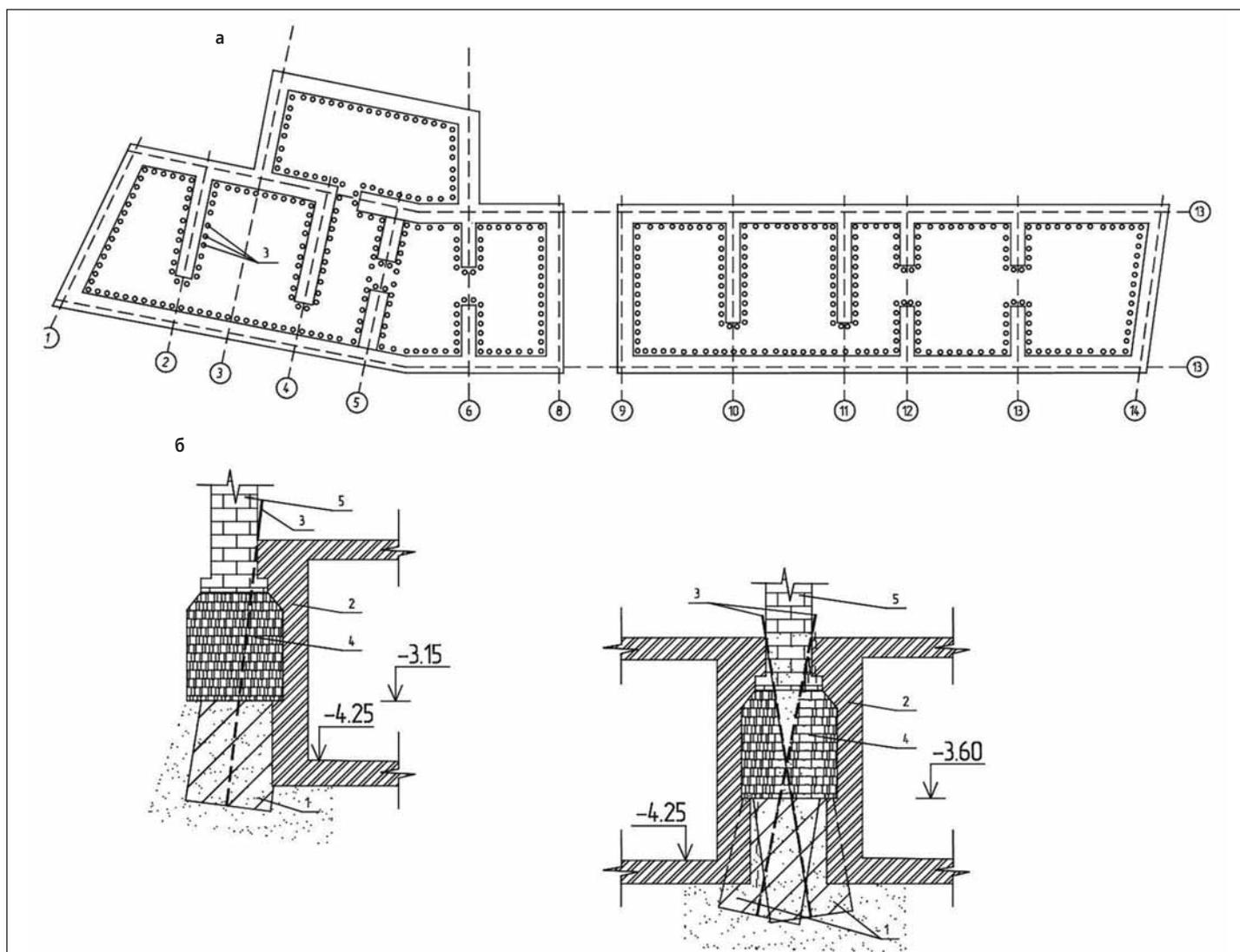


Рис. 2. План подвала реконструируемого здания по Нижнему Кисловскому переулку: а – план подвала; б – схема укрепления грунтов: 1 – закрепленный грунт; 2 – новые конструкции подвала; 3 – манжетные колонны; 4 – бутобетонная кладка фундамента

с В/Ц = 4,5 по манжетной технологии ярусами по 0,5 м снизу вверх (всего три яруса, общий объем закрепленного грунта составил $\approx 16 \text{ м}^3$). Мониторинг, проведенный как в период, так и после производства цементации, показал отсутствие осадок при устройстве тоннельного перехода. Таким образом, цель цементационных работ была достигнута.

При понижении пола подвала (рис. 2) трехэтажного здания по адресу: г. Москва, Нижний Кисловский пер., д. 5, основания фундаментов, представленные песками средней крупности и средней плотности, были закреплены суспензией Mikrodur с В/Ц = 3,5 по манжетной технологии снизу вверх с шагом 0,5 м (общий объем закрепленного грунта составил $\approx 315 \text{ м}^3$) [3]. Откопка шурфов показала радиус закрепления $\approx 0,4$ м вместо предусмотренного проектом 0,75 м. Анализ результатов закрепления позволил скорректировать некоторые технологические аспекты производства работ и коэффициенты для определения расчетного радиуса проникновения суспензии и расчетного объема закрепленного грунта. Во всех описанных случаях цементация велась в режиме пропитки.

В связи с многообразием микроцементов различных производителей, представленных на строительном рынке РФ, нами был выполнен сравнительный анализ их некоторых свойств, результаты которого позволяют определить оптимальную, на наш взгляд, область их применения в строительной практике.

Объем экспериментальных исследований предусматривал определение седиментационной устойчивости водных суспензий, их пенетрационную способность, реологические свойства, прочностные характеристики закреплённого грунта.

На основании анализа результатов лабораторных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Для пропиточной инъекции грунтов следует применять микроцементы с максимальной дисперсностью зёрен менее 10 мкм.

2. Для обеспечения сплошности грунтоцементных массивов с заданными прочностными и геометрическими характеристиками наибольшей стабильностью свойств обладают водные суспензии на основе Mikrodur R-U, Mikrodur R-X и Rheocem 800SR.

3. Применение микроцементов в геотехническом строительстве имеет ряд существенных технических и экономических преимуществ по сравнению с химическим закреплением грунтов на основе силикатных и полимерных систем.

Литература

1. Развитие химических способов закрепления грунтов в НИИОСПе. Ибрагимов М. Н., Семкин В. В., Шапошников А. В. Сборник научных трудов НИИОСП. Выпуск 100. НИИОСП, 2011.
2. Опыт усиления основания и фундаментов надвратной звонницы храма на улице полянка в Москве. Макаров Г. И., Григорян Р. Г. ОФМГ, № 2-2009.
3. Опыт устройства подвала в реконструируемом здании исторической застройки. Буданов В. Г., Скачко А. Н., Голованов А. П. Сборник научных трудов НИИОСП. Выпуск 100. НИИОСП, 2011.
4. Предварительное укрепление грунтов при проходке горных тоннелей. Гарсхол. BASF, 2007.
5. Ибрагимов М. Н., Семкин В. В. Закрепление грунтов инъекцией цементных растворов. Издательство АСВ. Москва, 2012 г.



СПЕЦИАЛЬНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА



(495) 226-18-37

(342) 219-61-56

info@cct-drill.ru

WWW.CCT-DRILL.RU



FIGARO MASCHINE 400T

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ресурс

НЕШТАТНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ

В. А. Гарбер, д. т. н., НИЦ «Тоннели и метрополитены» ЦНИИС

В книге «Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов» (авторы С. Н. Власов, Л. В. Маковский, В. Е. Меркин) описан и проанализирован мировой опыт аварийных (нештатных) ситуаций в транспортном тоннелестроении и метростроении за период 1981–1990 гг.

Однако за последние 25 лет эта тематика не только не устарела, но стала ещё более актуальной в связи с расширением географии и увеличением объёма строительства подземных транспортных сооружений и, соответственно, их эксплуатации.

Появились и новые факторы, осложняющие эксплуатацию тоннелей и метрополитенов, например, террористические акты, разрушение тоннелей сваями при проведении строительных работ на земной поверхности.

В данной статье проанализированы нештатные ситуации на строительстве и при эксплуатации Московского метрополитена. Такой анализ может быть полезен в связи с резким ростом объёмов строительства Московского метрополитена, привлечением иногородних и даже иностранных организаций, ранее не работавших в Московских инженерно-геологических и градостроительных условиях.

Обратимся к статистике.

За период 1977–2014 (начало) годов в Москве имели место 9 нештатных ситуаций на строительстве и 50 нештатных ситуаций при эксплуатации метрополитена.

При этом на строительстве зафиксировано: 2 пожара, 3 случая загазованности тоннеля, 3 вывала (обвала) грунта и 1 случай повреждения обделки при ведении БВР.

В процессе эксплуатации имели место: 10 терактов; 16 пожаров и задымлений; 6 случаев столкновения поездов и крушений; 4 случая, связанных с повреждением обделки свай (сваи пробили тоннель снаружи); 6 сбоев в движении по техническим причинам; 1 поломка светофора; 1 излом ходового рельса; 1 случай массового отключения электропитания; 1 случай падения дерева на рельсы и забор (открытый участок метро); 2 случая падения людей на рельсы; 2 случая поломки эскалаторов.

Можно заметить, что были и «благополучные» годы, когда нештатных ситуаций в процессе эксплуатации не зафиксировано: 1978, 1983–1986, 1988, 1989, 1992, 1993, 1997, 1999, 2003.

В то же время можно отметить, что за период 2009–2014 гг. количество нештатных ситуаций на Московском метрополитене увеличилось.

Следует так же заметить, что аварийные (нештатные) ситуации происходили не на

всех линиях метрополитена, а только на семи: Серпуховско-Тимирязевская, Горьковско-Замоскворецкая, Арбатско-Покровская, Калужско-Рижская, Калининская, Кольцевая и Сокольническая.

Наиболее благополучный (безаварийный) период: 1983–1986 г. (4 года).

Приведенная статистика свидетельствует о том, что нештатные ситуации в процессе эксплуатации метрополитена происходят значительно чаще, чем при его строительстве. Но означает ли это отсутствие причинно-следственной связи между этими двумя категориями аварий?

Для ответа на этот вопрос попробуем разобраться в причинах нештатных ситуаций при строительстве и эксплуатации метрополитенов.

Причины пожаров (возгораний) при строительстве метрополитена

В 1982 г. на строительстве перегонного тоннеля щитовым способом произошло загорание нефтепродуктов, поступивших из забоя. Проходка велась на участке трассы, где раньше находилась автозаправочная станция. Причина – недостаточные меры (в проекте) при проходке через нефтенасыщенные грунты.

В том же году произошёл пожар в помещении подземной пневматической мастерской. Причина – грубые нарушения в эксплуатации электромеханического хозяйства, низкий уровень противопожарной подготовленности объекта к ликвидации аварий.

Причины пожаров (возгораний) при эксплуатации метрополитена

В 1981 г. возник пожар в деревянном ящике с аккумуляторными батареями под вагоном поезда, находившимся на перегоне. Сгорели четыре вагона. Причина – неисправность аккумулятора.

В 1987 г. в хвостовом вагоне поезда, следовавшего по перегону, произошёл пожар. Причина – короткое замыкание в силовой электросхеме вагона.

В 1994 г. при выходе на линию из электродепо загорелся последний вагон. В составе, оставленном в тоннеле, сгорели четыре вагона. Причина – короткое замыкание в электросхеме вагона.

В 1995 г. (весной) загорелась ходовая часть вагона в перегонном тоннеле. Причина – неисправность ходовой части.

В 1995 г. (осенью) загорелся поезд на станции. Причина – неисправность электросистемы поезда.

В 1996 г. (февраль) загорелся поезд на станции. Причина – неисправность электросистемы поезда.

В 1996 г. (март) на перегоне загорелся силовой кабель, в результате чего произошло задымление тоннеля и станций. Причина – короткое замыкание.

В 2010 г. произошло задымление в перегоне в головном вагоне поезда. Пассажиры двух поездов провели в задымленном тоннеле около 40 минут. Причина – неисправность электрооборудования вагона.

В 2011 г. сильное задымление на станции. Причина – неосторожное обращение с огнём при курении.

В 2012 г. (январь) на перегоне остановлено движение на 2 часа из-за задымления в тоннеле. Причина – возгорание кабеля.

В 2012 г. (апрель) в вагоне на станции произошло задымление. Причина – возгорание кабеля под одним из вагонов.

В 2013 г. (январь) искрение контактного рельса на станции. Причина – падение праздничной мишуры на контактный рельс.

В 2013 г. (май) задымление в тоннеле. Причина – возгорание кабеля.

В 2013 г. (июль) загорелся силовой кабель на перегоне, произошло задымление. Причина – неисправность изоляции силового кабеля.

Можно видеть, что основной причиной пожаров и задымлений при эксплуатации метрополитена являются неисправности в силовом и кабельном оборудовании вагонов и тоннелей.

Причиной пожаров на строительстве метрополитена являются нарушения эксплуатации электрооборудования и изъяны в проекте организации строительства, связанные с недостаточной изученностью особенностей трассы, проходящей в условиях насыщенности грунтового массива нефтепродуктами.

Таким образом, для исключения в дальнейшем пожаров и возгораний при эксплуатации метрополитена необходимо усилить внимание к мероприятиям, исключающим отказы оборудования: короткое замыкание, нарушения электроизоляции кабельных сетей, поломку ходовых частей и электрооборудования подвижного состава.

При проведении горнопроходческих работ должны строго соблюдаться Правила техники безопасности и эксплуатации электроприборов и оборудования.

Здесь можно отметить, что причины пожаров при строительстве и эксплуатации метрополитенов одинаковы: изъяны в разделах «Электроснабжение» и «Пожарная безопасность».

Наряду с этими недостатками имеет место недостаточный контроль при монтаже и эксплуатации электрооборудования подвижного состава, станционных и тоннельных сооружений.

Статистика нештатных ситуаций на строительстве
и при эксплуатации Московского метрополитена по годам

Год	Количество случаев		Год	Количество случаев	
	строительство	эксплуатация		строительство	эксплуатация
1977		1	2000		1
1979		1	2001		1
1981		1	2002		1
1982	3	1	2004		2
1983	1		2005		1
1986	1		2006		1
1987		1	2007		1
1989	2		2008		1
1990		1	2009		1
1991		1	2010		4
1994		4	2011		2
1995		2	2012		3
1996		4	2013	2	6
1998		1	2014 (I кв.)		6

Рассмотрим нештатные ситуации, связанные с нарушением целостности строящихся и эксплуатируемых конструкций метрополитена.

К этой категории относятся обвалы (вывалы) грунта в тоннель и нарушение (повреждение) обделки тоннелей.

В 1983 г. при сооружении натяжной камеры станции, строящейся над действующими тоннелями метрополитена, в результате буровзрывных работ была повреждена обделка действующего тоннеля. Причина – несоблюдение требований к производству БВР на участках вблизи действующих подземных сооружений.

В 1986 г. при сооружении пересадочного узла, при проходке фурнели (вертикальная выработка) снизу вверх, в кровле фурнели произошел вывал породы. Причина – несоблюдение проекта крепления выработки (фурнели).

В 2002, 2006, 2011 и 2014 гг. при строительно-монтажных работах на земной поверхности (устройство свайных оснований) сваи пробрили находящиеся под ними тоннели метрополитена. Причина – нарушение городскими организациями правил производства работ в технических и охранных зонах метрополитена.

В 2013 г. при строительстве перегонных тоннелей новой линии метрополитена на участке примыкания к камере съездов произошла разгерметизация участка построенных тоннелей и затопление этих участков.

Причины:

- недостаточная изученность инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства и, соответственно, изъяны в проекте организации строительства;
- недостаточная квалификация строительной организации, которая раньше не строила тоннели метрополитена.

Как видно из приведенных примеров, аварии (нештатные ситуации) при строительстве тоннелей метрополитена являются следствием недостаточной квалификации строителей, несоблюдением ими требований проекта, в котором, в свою очередь, были недостаточно проработаны мероприятия по недопущению нештатных ситуаций.

Приведенные выше случаи разрушения тоннелей сваями свидетельствует о недостатках в работе организаций, обязанных осуществлять контроль за работами в охранных и технических зонах метрополитена.

Особую категорию нештатных ситуаций составляют аварии, явившиеся следствием недостаточно изученности трассы тоннелей в процессе проектирования.

Сюда относятся случаи проявления загазованности тоннельных выработок и, частично, случаи прорыва в тоннели воды и пльвунов.

Случаи загазованности произошли в 1989 г.:

- при проходке фурнели в забое было обнаружено низкое содержание кислорода. Причина – нарушение режима проветривания;

- при выполнении работ по искусственному замораживанию грунтов произошла утечка жидкого азота в трубопроводную траншею, где находились люди. Причина – нарушение инструкций по работам при замораживании грунтов.

Особняком «стоят» аварии, связанные с крушением и столкновением поездов.

Причиной этих аварий является нарушение инструкций по движению и эксплуатации подвижного состава.

В 1979 г. произошло крушение поезда в тоннеле перед выходом на метрополитен. Причина – нарушение верхнего габарита положения порога сооружения над уровнем головок ходовых рельсов: вагон задел своим редуктором мощную конструкцию пути. Пять вагонов сошли с рельсов и тележек.

В 1994 г. (март) произошло три столкновения поездов: два раза следующий поезд «догнал» предыдущий на перегоне; один раз следующий поезд «догнал» поезд, стоящий на станции. Во всех случаях причина – отказ системы автоматики, телемеханики и связи.

В 1996 г. при выезде из депо машинист уснул при управлении поездом. Неуправляемый состав пробил стену депо.

Упомянутые выше случаи поломки эскалаторов произошли в 1982 и в 2012 гг. В обоих случаях пострадали люди. Причина – неисправность тормозной системы эскалаторных машин.

Серьезная авария произошла в 2005 г.: авария городской энергосистемы привела к массовому отключению центров «Мосэнерго», подающих напряжение на линии метрополитена. В результате из работы были исключены 52 из 170 станций.

Эта авария явилась следствием общего плохого состояния энергосистемы страны.

Выводы

1. За последние десятилетия при строительстве Московского метрополитена наиболее значимые нештатные ситуации про-

изошли в 80-х годах прошлого столетия. В 1990–2010 гг. нештатных ситуаций при строительстве метрополитена не было, что, возможно, объясняется тем, что в этот период метро в Москве строилось мало.

С началом активизации строительства Московского метрополитена в 2011 г., когда были выделены значительные средства на развитие сети метрополитена, вновь начались нештатные ситуации, в том числе, поломки механизированных щитовых комплексов, что резко снижает темпы строительства.

Самый заметный случай: упомянутая выше авария с затоплением участка построенных перегонных тоннелей, которая «отодвинула» намеченные сроки ввода в эксплуатацию новой линии.

2. При эксплуатации Московского метрополитена несомненными «лидерами» по количеству среди нештатных ситуаций за последние десятилетия являются пожары (задымления) и теракты.

Так же следует обратить внимание на случаи столкновения поездов и крушения, которые произошли исключительно по причине недостатков в работе техники и эксплуатационного персонала.

Наконец, можно отметить участвовавшие случаи сбоев в движении поездов по техническим причинам.

Эти, казалось бы, «незначительные» случаи приводят, однако, к ситуациям «коллапса» среди пассажиров метрополитена.

3. Одной из причин возникновения нештатных ситуаций на строительстве и при эксплуатации Московского метрополитена является «дефицит» специалистов-тоннельщиков и метростроителей, образовавшийся за последние 20 лет.

В большей степени все аварии и нештатные ситуации происходят из-за недостаточной квалификации проектировщиков и строителей метрополитена.

Руководству города следует уделить внимание подготовке кадров подземщиков.



ЗАКЛАДНЫЕ, СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ И МОНТАЖНЫЕ ДЕТАЛИ

для тоннельной обделки из полимерных материалов, изготавливаемые в рамках программы импортозамещения.

Детали, работающие в условиях заданных нагрузок, испытаны в ОАО «ЦНИИС».

Сроки поставок 7-10 дней.

Оптимальное соотношение "цена-качество".

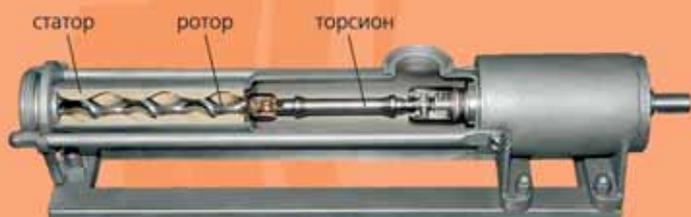


(495) 775-18-00

www.pmserv.com

НАСОСЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

**Агрегаты одновинтовые серий АПНВ и ОНВ
производительностью от 0,1 до 100 м³/ч**



**РАЗРАБАТЫВАЕМ
ПРОИЗВОДИМ
ОБСЛУЖИВАЕМ**



**ремонтируем
импортные винтовые насосы**

Одновинтовые насосы предназначены для перекачки чистых и загрязненных компонентов малой и высокой вязкости. Конструкция насосов позволяет решать широкий спектр задач при проведении строительных работ.

Агрегаты применяются:

- для инъектирования цементных и других составов
- при контрольном нагнетании
- для подачи бентонита
- для кондиционирования грунта (система пеногенерации, подача полимеров)
- и для других строительно-монтажных работ

Преимущества

- Возможность перекачивать составы, содержащие абразивные включения
- Высокая всасывающая способность
- Отсутствие всасывающих и нагнетательных клапанов обеспечивает надежность при эксплуатации
- Хорошие дозирующие характеристики (например, при смешивании нескольких компонентов)
- Равномерная (без пульсаций) подача состава
- Возможность изменения направления подачи на противоположное
- Простота в обслуживании (нет необходимости регулировки зазоров рабочих элементов насоса при ремонте и повторной сборке)
- Создают давление до 20 бар