

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой
Трансинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета

А. Н. Левченко

Заместитель председателя

И. С. Беседин

Члены совета:

В. П. Абрамчук, В. Н. Александров,
В. А. Гарюгин, В. В. Гридасов,
С. Г. Елгаев, А. М. Земельман,
Б. А. Картозия, В. Г. Лернер,
М. М. Рахимов, Г. И. Рязанцев,
Г. Я. Штерн

Редакционная коллегия:

С. А. Алпатов, Н. С. Булычев,
О. В. Егоров, А. А. Гончаров,
А. И. Долгов, А. В. Ершов,
М. Г. Зерцалов, Н. И. Кулагин,
Е. Н. Курбачкий, Г. Н. Матюхин,
В. Е. Меркин, А. Ю. Педчик,
Г. Н. Полянкин, П. В. Пуголовок,
А. Ю. Старков, Б. И. Федунец,
Ш. К. Эфендиев

Тоннельная ассоциация России

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

Издатель

ООО «Метро и тоннели»

**Внимание! Изменился адрес
и телефон редакции:**

тел./факс: +7 (495) 981-80-71
127521, Москва,
ул. Октябрьская, д. 80, стр. 3,
оф. 4206
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», 2012

№ 4 2012

Панорама 2

Юбиляры отрасли

СМУ-158 ОАО «Трансинжстрой» 55 лет 6

В. И. Грибов

Актуальное интервью

Новый член Международной Ассоциации «Метро» 10

Метрополитены

Использование поршневого эффекта

для вентиляции станций метрополитенов

мелкого заложения 14

А. М. Красюк, И. В. Лугин,

С. А. Павлов, А. Н. Чигишев

Защитные сооружения метрополитенов 18

Ю. Л. Карпова

Определение загрузки новых метрополитенов 20

Э. А. Сафронов, К. Э. Сафронов

Гидроизоляция

Гидроизоляция подземных транспортных сооружений

с использованием герметиков на минеральной основе 24

Л. М. Добшиц, А. Л. Клибанов, Т. И. Ломоносова

Проблемы безопасности

Эвакуация людей при авариях

в двухочковых транспортных тоннелях 28

В. Р. Гюппе

Подготовка кадров

Тоннель в будущее 31

Е. Ю. Титов

Обобщая опыт

Спектр научно-технических исследований в области

конструкций и технологий сооружения транспортных

тоннелей и метрополитенов за 50 лет 34

В. А. Гарбер

Опыт применения гидроизоляционных

материалов при сооружении транспортных

тоннелей и метрополитенов 37

Н. М. Иванова

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Монтаж свода
станции «Зябликово»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО ОСВОЕНИЮ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

27–29 июня 2012 г. в Санкт–Петербурге прошел Международный форум «Комплексное освоение подземного пространства мегаполисов – как одно из важнейших направлений государственного управления развитием территорий».

Инициаторами форума выступили: НП «Объединение подземных строителей», ОАО «Метрострой», Комитет по освоению подземного пространства НОСТРОЙ, Тоннельная ассоциация России, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс». Проведение форума поддержали Министерство регионального развития РФ, правительство Санкт–Петербурга, Международная Тоннельная Ассоциация, Национальные объединения строителей, проектировщиков, изыскателей. Форум собрал более 400 специалистов, среди них представители из Москвы, Санкт–Петербурга, Сочи, Новосибирска, Нижнего Новгорода и других городов России, а также из стран бывшего Советского Союза: Азербайджана, Белоруссии, Украины, Латвии. В работе форума приняли участие приглашенные специалисты из 10 стран мира: Великобритании, Франции, Германии, Испании, Голландии, Швейцарии, Южной Кореи, Китая, США и Колумбии.

С приветственным словом к участникам форума обратились вице–губернатор Санкт–Петербурга Игорь Метельский, 1–й вице–президент Национального объединения строителей Александр Вахмистров, исполнительный директор Международной Тоннельной Ассоциации Оливье Вион, главный архитектор Санкт–Петербурга Юрий Митюрев, генеральный консул США в Санкт–Петербурге Брюс Тёрнер, генеральный консул Азербайджанской Республики в Санкт–Петербурге Гудси Османов. Доклады зачитали представители органов государственной власти Российской Федерации, исполнительной и законодательной власти Санкт–Петербурга, руководители научно–исследовательских, проектных, строительных и специализированных организаций, застройщиков и инвесторов, заинтересованных в подземном строительстве.

Цель форума – показать альтернативность освоения подземного пространства городов–миллионников, в том числе Санкт–Петербурга. В ходе рассмотрения перспектив и преимуществ подземного строи-



Открытие пленарного заседания

тельства и градостроительных вопросов, касающихся создания подземной инфраструктуры в современных мегаполисах для решения транспортных, территориальных и экологических проблем, были заслушаны более 50 докладов.

В рамках форума были проведены секционные заседания по пяти основным темам:

- Градостроительное планирование подземного пространства;
- Правовое поле. Инвестиции. Техническое регулирование;
- Экология. Энергоэффективность. Социальная значимость;
- Современные технологии – основа для «прорыва» в области освоения подземного пространства;
- Образование – создание системы научного и кадрового потенциала, формирование инновационной образовательной среды в области освоения подземного пространства.

Участники форума однозначно заявляют: без освоения подземного пространства невозможно полноценное развитие современных мегаполисов, что подтверждает мировой опыт. Как заявил председатель комитета по подземному пространству Международной Тоннельной Ассоциации Хан Адмираал:



Во время проведения форума



Во время посещения строящегося наклонного хода на ст. «Спаская»

«Очень важно донести до масс необходимость освоения подземного пространства. К 2050 г. более 70 % жителей планеты будут жить в больших городах. Если мы не увеличим количество зеленых насаждений путем переноса многих объектов под землю, мы, образно выражаясь, задохнемся!»

По итогам форума организаторы планируют подготовить подробную резолюцию, адресованную органам законодательной и исполнительной власти всех уровней для рассмотрения возможных перспектив в области освоения подземного пространства крупных городов России.



СТРОИТЕЛЬСТВО ДВУХПУТНЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

24 апреля 2012 г. в Тоннельной ассоциации России состоялось совещание, на котором обсуждалась целесообразность применения тоннелепроходческих комплексов больших (свыше 10 м) диаметров для сооружения перегонных тоннелей метрополитенов в России.

На заседании Научно-технического совета по метростроению Департамента строительства правительства г. Москвы при рассмотрении вопроса об оптимизации стоимости проектирования и строительства линий метрополитена заместителем генерального директора Бамтоннельстроя М. Ю. Беленьким было предложено рассмотреть в качестве одного из направлений достижения этих целей сооружение двухпутных перегонных тоннелей с применением тоннелепроходческих комплексов большого диаметра вместо традиционного способа прокладки двух однопутных перегонных тоннелей с использованием тоннелепроходческих комплексов диаметром 6 м.

После этого предложение Бамтоннельстроя дважды рассматривалось в ГАУ г. Москвы «Мосгорэкспертиза», где получило одобрение. При этом авторам было рекомендовано дать более четкое технико-экономическое обоснование применения этого метода с учетом изменений в структуре и объемах строительных и эксплуатационных затрат.

В докладе генерального директора ОАО «Красноярскметропроект» А. П. Мельника отмечено, что утвержденная в октябре 2011 г. правительством Москвы программа «Градостроительная политика» предусматривает сокращение в течение 2012–2016 гг. доли необслуживаемого метрополитеном населения города до 13 %. В связи с этим до конца 2015 г. в Москве планируется построить более 70 км линий метрополитена с 35-ю новыми станциями. Выполнение принятых решений с использованием традиционных типовых проектов станций, перегонных тоннелей, притоннельных и пристанционных сооружений потребует значительного сосредоточения финансовых средств и людских ресурсов. В настоящее время строители работают на 65-и новых стройплощадках Московского метрополитена.

В этих условиях весьма эффективным направлением снижения стоимости и трудоемкости строительства линий метро-

политена является применение новых подходов к выбору технологических и конструктивных схем сооружения перегонных тоннелей и станций метрополитена. В частности, институтом «Красноярскметропроект» при прокладке новых линий метро предлагается принять схему сооружения перегонных тоннелей с размещением движения в двух направлениях по одному тоннелю большого диаметра (двухпутный тоннель). При этом проходка линий осуществляется сквозным способом тоннелепроходческими механизированными комплексами большого диаметра с одновременным строительством станций с боковыми посадочными платформами унифицированной конструкции. Расположение путей в сечении тоннеля может быть в один или два яруса.

Выполненное институтом технико-экономическое обоснование применения предложенного способа проходки линий метрополитена на примере участка Кожуховской линии от ст. «Авиамоторная» до ст. «Некрасовская» в Москве показало следующие результаты:

- сроки сооружения этого участка могут быть сокращены на 20–30 %;
- значительно снижается стоимость строительства;
- общая длина станционных комплексов в данном проекте снижена более чем в 2 раза. Исключаются затраты на сооружение оборотных тупиков и камер съездов, межтоннельных сбоек различного назначения;
- появляется возможность применения более эффективных схем продольно-поперечной тоннельной вентиляции с ее отделением от вентиляции станционных комплексов, в результате чего повышается пожарная безопасность метрополитена и надежность работы системы дымоудаления при возгорании подвижного состава;
- на участках мелкого заложения примерно в 1,5 раза сокращается граница горного отвода на городской территории, уменьшается ширина зоны влияния щитовой проходки на над-

земные и подземные сооружения и коммуникации, снижается влияние шума и вибрации на близлежащую городскую застройку, примерно в 2 раза сокращаются объемы инженерной подготовки территории строительных площадок;

- появляется возможность сокращения числа служебных и технологических помещений метрополитена и более рационального размещения их в объеме тоннеля.

При сооружении участков линий метрополитена глубокого заложения технико-экономические показатели этого метода более скромные.

Аналогичные технико-экономические показатели были получены институтом «Уралгипротранс» при проектировании второй линии метрополитена в г. Екатеринбурге от ст. «Металлургическая» до ст. «Площадь 1905 года». Об этом в своем докладе проинформировал участников заседания руководитель отдела института В. Н. Веселовский.

По сообщению первого заместителя генерального директора института «Ленметрогипротранс» А. И. Салана и главного инженера ОАО «Метрострой» А. Ю. Старкова в Санкт-Петербурге завершено проектирование двухпутных тоннелей метро с применением ТПКМ диаметром 10,5 м. Проект согласован с органами госнадзора и руководством метрополитена. До конца 2012 г. проектная документация будет передана в Главгосэкспертизу России для рассмотрения и утверждения.

В дискуссиях по этому вопросу выступили представители Трансинжстроя, Метростроя Санкт-Петербурга, Ленметрогипротранса, Метрогипротранса, Ингеокома и Тоннельной ассоциации России. В своих выступлениях участники совещания отметили как положительные, так и отрицательные особенности применения предлагаемой технологии сооружения двухпутных перегонных тоннелей метрополитена.

Основными положительными факторами применения технологии являются возможное сни-

жение стоимости и сроков строительства за счет сокращения общей длины станционных комплексов и исключения затрат на сооружение оборотных тупиков и камер съездов, межтоннельных сбоек различного назначения. При использовании этой технологии существенно (примерно в 1,5 раза) сокращаются границы полосы горного отвода на городской территории в процессе строительства.

К числу основных отрицательных факторов можно отнести увеличение объема разрабатываемого грунта в сечении тоннеля и, соответственно, увеличение расходов на изготовление и монтаж сборной железобетонной водонепроницаемой обделки. При проектировании станционных комплексов возникают определенные сложности по обеспечению доступа в метрополитен маломобильных групп населения.

Рассмотрев все аспекты обсуждаемого предложения, участники совещания в целом признали целесообразность использования предложенной конструкции и технологии сооружения линий метрополитена на участках мелкого заложения. Применение этого метода на участках глубокого заложения должно быть определено в каждом конкретном случае соответствующим технико-экономическим обоснованием с учетом реальных условий строительства и наличия соответствующего тоннелепроходческого оборудования.

Одновременно выступающими было отмечено, что для снижения стоимости и сокращения сроков строительства новых линий метро непременно условием является перспективное планирование развития города с опережающим строительством транспортной инфраструктуры на развивающихся территориях. Это существенно сократит затраты на отчуждение собственности и перекладку коммуникаций по трассе строящихся транспортных объектов. Заметно снизятся в этом случае и расходы на мероприятия, направленные на обеспечение сохранности зданий и сооружений,

расположенных в зоне строительства.

В результате состоявшегося на совещании обмена мнениями приняты следующие решения.

1. Отметить, что в конце 1980-х – начале 1990-х гг. Главтоннельмостростроем, Свердловскмостростроем, Уралгипротрансом, Армгипротрансом и институтом ЦНИИС Минтранстроя СССР совместно с Главметрополитеном МПС СССР были разработаны предложения по проходке двухпутных перегонных тоннелей метрополитена в одном тоннеле большого сечения на строительстве Свердловского метрополитена, однако из-за отсутствия финансирования и необходимого тоннелепроходческого оборудования, а также по причине распада СССР и из-

менения политической системы страны этот проект не был реализован. Вместе с тем, во многих странах за последние 30 лет технология строительства двухпутных перегонных тоннелей успешно развивается и находит все более широкое применение при сооружении метрополитенов.

2. Одобрить выполненные ОАО «Красноярскметропроект» совместно с ОАО «Бамтоннельстрой», ОАО «Уралгипротранс» совместно с ООО «Метрострой-ПТС», ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» совместно с ОАО «Метрострой» работы по применению в отечественном метростроении технологии строительства двухпутных перегонных тоннелей.

3. Признать обоснованными предложения институтов «Красноярскметропроект» и «Уралгип-

ротранс» по применению конструкций и технологий сооружения линий метрополитенов с перегонными тоннелями в двухпутном исполнении на участках мелкого заложения.

4. Применение этих конструкций и технологий на участках глубокого заложения для каждого конкретного случая должно быть обосновано соответствующими расчетами, учитывающими определенное удорожание стоимости сооружения перегонных тоннелей.

5. Рекомендовать проектным институтам при проектировании новых линий метро рассматривать в качестве одного из вариантов строительства проходку двухпутных перегонных тоннелей с одно- или двухъярусным расположением путей.

6. Рекомендовать правительству города Москвы организовать проектирование и строительство одной из перспективных линий Московского метрополитена с применением предложенных конструкций и технологий.

7. Признать целесообразным ходатайствовать перед правительством города Москвы о введении изменений в структуру затратных статей по строительству линий метро, исключив из этих статей затраты на отчуждение территорий, перекладку коммуникаций и т. п., не относящиеся непосредственно к сооружению объектов метрополитена. Все эти работы должны быть выполнены до прихода на строительную площадку метростроителей.



МОСКОВСКИЙ МЕТРОСТРОЙ СООБЩАЕТ

Строящаяся станция «Пятницкое шоссе» – продолжение Арбатско-Покровской линии метрополитена, находится в районе Митино на пересечении Митинской, Муравской улиц и Пятницкого шоссе. Протяженность нового участка метро между станциями «Митино» и «Пятницкое шоссе» составляет 2 км.

Коллектив ОАО «Мосметрострой» начал строительные работы на объекте в июле 2011 г. На сегодняшний день сооружена большая часть основных конструкций станционного комплекса и перегонные тоннели. На платформенном участке станции метростроевцы приступили к архитектурно-отделочным работам и монтажу технологического оборудования: гермозатворов, систем вентиляции и электрощитовых камер. Параллельно ведутся путевые работы – устройство рельсошпаль-

ной решетки под верхнее строение пути.

Особенность конструкции станции «Пятницкое шоссе» состоит в том, что она изогнута по радиусной дуге. В соответствии с проектом, разработанным специалистами института «Метрогипротранс», в отделке станции используется натуральный камень белого и черного цветов. Оформление платформенных стен, полов, колонн выполняется на контрасте светлой и темной облицовки.

На станции будет обеспечен высокий уровень комфорта пассажиров, в том числе для маломобильных групп населения: на одном из вестибюлей предусмотрены лифты, в переходах при перепаде уровней будут построены пандусы.

Открытие станции «Пятницкое шоссе» запланировано правительством Москвы на декабрь 2012 г.

Проект станции «Пятницкое шоссе». Разработчик Метрогипротранс



Окончание проходки и выход ТПМК в демонтируемую камеру

Завершена механизированная проходка 320-метрового отрезка перегонного тоннеля от станции «Красногвардейская» до новой строящейся станции «Алма-Атинская» Замоскворецкой линии метро. Сооружение тоннеля началось 22 мая, и уже 11 июля тоннелепроходческий комплекс вышел в котлован около Ключевой улицы. ТПМК «Херренкнехт» за полгода полностью выполнил свою работу на сооружении двух сложнейших водонасыщенных участков перегонных тоннелей под рекой Городней.

Работы выполнялись круглосуточно с опережением графика, средняя скорость проходки составила около 10 м в сутки, диаметр тоннеля – 6 м. Управляли проходческим комплексом посменно четыре бригады профессионалов-метростроевцев. В ближайшее время ТПМК будет демонтирован и перевезен со строительной площадки рядом со станцией «Юго-Западная» Сокольнической линии для сооружения перегонных тоннелей

протяженностью 2 км в сторону строящейся станции «Пропарево».

Таким образом, один из перегонных тоннелей от станции «Красногвардейская» до новой станции «Алма-Атинская» длиной 3 км полностью готов к следующему этапу работ по монтажу инженерных систем и устройству верхнего строения пути. На втором перегоне ведутся проходческие работы, которые будут завершены в сентябре.

На станции «Алма-Атинская» подходят к завершению монолитные работы по возведению свода, приступили к архитектурно-отделочным работам. Продолжается сооружение подземного и наземного вестибюлей, тягово-понижительной подстанции и оборотных тупиков.

Ввод в эксплуатацию нового участка Замоскворецкой линии запланирован правительством Москвы на декабрь 2012 г.

Пресс-служба
ОАО «Мосметрострой»



Международная выставка городских технологий

CityBuild
ГОРОДСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВНЕДРЕНИЕ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

16–18 октября 2012 года

Москва, ВВЦ, павильон 75

Выставка проводится с 2007 года

Градостроительство.
Архитектура, проектирование,
реконструкция и эксплуатация

Энергосбережение городов

Решения для здоровья
горожан

Городской транспорт
и логистика

Информационно-
коммуникационные системы

www.city-build.ru

Организаторы:



ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКВЫ



МИНИСТЕРСТВО
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
Российской Федерации



Российский союз
промышленников и
предпринимателей



Правительство
Московской
области

Генеральный спонсор:



Генеральный партнер:



ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

ТА
ТОННЕЛЬНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
РОССИИ

Тел.: +7 (495) 935-81-20, 935-73-50, факс: +7 (495) 935-73-51, e-mail: city@ite-expo.ru, www.ite-expo.ru

16–18 октября 2012 г. в Москве на территории Всероссийского выставочного центра (павильон 75) состоится VI Международная выставка архитектуры, проектирования, строительства, городских технологий и развития инфраструктуры городов «CityBuild».

Основопологающим направлением выставки является Международная экспозиция «Подземный город», освещающая передовой опыт освоения подземного пространства, применения уникальных строительных технологий и современного тоннелепроходческого оборудования.

В рамках выставки традиционно состоятся Международная научно-техническая конференция «Основные направления развития инновационных технологий при строительстве подземных сооружений на современном этапе. Тенденции. Проблемы. Перспективы» и конкурс «На лучшее применение передовых технологий при освоении подземного пространства».

Тоннельная ассоциация России, как соорганизатор выставки «Подземный город», приглашает принять участие в выставке в составе блока Тоннельной ассоциации, а также в Международной научно-технической конференции и конкурсе.

За дополнительной информацией обращаться в Тоннельную ассоциацию России по телефонам:

+7(495) 608 81 72 и +7(495) 608 80 34

www.rus-tar.ru

СМУ-158 ОАО «ТРАНСИНЖСТРОЙ» 55 ЛЕТ

В. И. Грибов, начальник СМУ-158 ОАО «Трансинжстрой», Москва

СМУ-158 было образовано в июле 1957 г. в составе Управления строительства (ныне ОАО «Трансинжстрой»). Коллективу организации поручалось вести монтаж проходческого оборудования, насосных и компрессорных станций, дизельных электростанций, трансформаторных подстанций, прокладку кабельных сетей, трубопроводов и металлоконструкций различного назначения. Кроме того, необходимо было создать производственную базу по изготовлению металлических конструкций и изделий, обеспечивающих площадки строительства. С течением времени объемы строительно-монтажных работ, осуществляемых головной организацией ОАО «Трансинжстрой», росли быстрыми темпами, соответственно увеличивались объемы изготавливаемых металлоконструкций и изделий, а также монтажных работ, выполняемых силами СМУ-158. Организация, изначально призванная к выполнению сопутствующих строительно-монтажных процессов, быстро перерастает в крупное специализированное Строительно-монтажное управление № 158, имеющее в своем составе механо- и электромонтажные участки, производящие все виды монтажных работ и обеспечивающие электроэнергией и сжатым воздухом строительные площадки.

При поддержке руководства ОАО «Трансинжстрой» СМУ-158 осуществило работы по расширению производственной базы, комплектованию её высокотехнологичным оборудованием, станочным парком, позволяющим на современном уровне решать стоящие перед головной организацией задачи. Все эти усилия вылились в строительство и сдачу в эксплуатацию главного корпуса производственных цехов 24×96 м), административного корпуса, котельной, столовой, с

перспективой выпуска 14 тыс. т металлоконструкций и изделий в год. Все это было выполнено силами ИТР и рабочих СМУ-158 без привлечения субподрядных организаций! В данном случае СМУ-158 выступило как чисто строительная организация и структура по монтажу всего оборудования завода и сопутствующих сооружений. Это ли не показатель высочайшей квалификации руководства СМУ, инженеров, бригадиров и рабочих, которые, ни на минуту не останавливая существующее производство металлоконструкций и изделий, смогли в короткий срок в несколько раз увеличить объем выпускаемой продукции.

Например, в это время по заданию Главтоннельмостростроя СМУ изготавливало межотсечные металлические двери в перегонных тоннелях (так называемые затворы) для всех метростроев бывшего СССР и осуществляло их монтаж, наладку и сдачу эксплуатирующей организации. При этом СМУ-158 обеспечивало потребность всех коллективов ОАО «Трансинжстрой» в металлоконструкциях (от мелких изделий до горных комплексов, укладчиков и горнопроходческого оборудования и затворов).

На расширенной производственной базе было освоено изготовление и монтаж на объектах метростроения линейки металлобетонных блоков типа АМБ и БМ, которые стали надежным заменителем традиционных чугунных и бетонных тубингов. В особо сложных случаях, например, при возведении подстанций, вентиляционных камер и стволов, где требуется надежная защита дорогостоящего оборудования от возможного водопритока в подземных условиях, они были более эффективны и надежны. Незаменимы блоки АМБ и БМ стали при реконструкции вентиляционных комплексов Московского метрополитена, где другие методы «ле-

Мастерские СМУ-158 ОАО «Трансинжстрой»





Вестибюль станции «Кунцево»

чения» чугунных и бетонных обделок не принесли удовлетворительных результатов. Ценность и практичность этих блоков заключается в том, что их можно выпускать любого размера и конфигурации, на своей производственной базе, что очень важно при сжатых сроках строительства.

К настоящему времени СМУ-158 изготовило и провело последующий монтаж более 40 типовых блоков БМ (АМБ), в том числе на станциях метро «Крылатское», «Парк Победы», в вестибюлях и вентиляционных комплексах Строгинской и Люблинско-Дмитровской линий, реконструируемых вентиляционных комплексах метро и др.

На своей производственной базе коллектив СМУ осваивает выпуск более совершенных перегонных затворов, осуществляет изготовление по специальным проектам Метрогипротранса передвижных механизированных опалубок для сооружения свода станций метро. Эти комплексы дают возможность не только

значительно сократить сроки возведения станций, но и создать архитектурно-художественное полотно свода станции посредством кессонов различной конфигурации и глубины.

Отдельной задачей, поставленной руководством ОАО «Трансинжстрой» перед коллективом СМУ, стало такое направление его деятельности, как монтаж металлоконструкций, изделий, оборудования, затворов и вентиляционных, электрооборудования и сетей. Везде, где трудится многотысячный коллектив ОАО «Трансинжстрой», его структурные подразделения (СМУ-153, СМУ-154, СМУ-155, СМУ-161, СМУ-162, УТМ) – там обязательно находятся рабочие и ИТР СМУ-158. Чтобы ожить строительные конструкции станций метро, вестибюли, пешеходные переходы, тоннели, вентиляционные камеры, вентиляционные и технологические стволы и громадное количество других больших и малых объектов, объединённых одним ёмким словом – метрополитен, необходимо вдохнуть в

эти сооружения душу, чтобы они «задышали», задвигались, заиграли, закружились в каком-то особенном гармоничном танце, название которому – надёжная бесперебойная работа Московского метрополитена. Вот к этой цели – дать жизнь строительным сооружениям – направлены усилия, талант и профессионализм коллектива СМУ-158.

За свою 55-летнюю историю СМУ-158 участвовало в возведении станций «Баррикадная», «Улица 1905 года», «Боровицкая», «Крылатское», «Парк Победы», «Кунцево», «Славянский бульвар», «Строгино», «Зябликово», «Шипиловская», «Борисово», вело сооружение пересадочного узла ст. «Киевская» и др.

При строительстве участка ст. «Парк Победы» – «Строгино» коллектив СМУ-158 был задействован на монтаже затворов, вентиляционных клапанов, венткамер, трубопроводов различного назначения, электротехнического оборудования и электрокабеля. Для сооружения свода ст. «Строгино» была изготовлена и

Передвижная механизированная опалубка для свода станции «Строгино»



Станция «Строгино»





Строительство наземного вестибюля станции «Строгино»



Наземный вестибюль станции «Строгино»

смонтирована передвижная механизированная опалубка, что дало возможность значительно сократить сроки работ. Для проходки тоннелей ОАО «Трансинжстрой» применило проходческий комплекс ТПМК «Херренкнехт АГ», в монтаже и демонтаже которого принимал непосредственное участие коллектив СМУ-158, осуществивший изготовление и монтаж стартовых комплексов ТПМК, комплекс металлоконструкций и оборудования транспорта породы, демонтаж и последующую сварку ротора и другого оборудования. В том, что СМУ-161 при проходке тоннеля ТПМК «Херренкнехт АГ» установило не один рекорд, есть значительная доля труда работников СМУ-158.

Кроме сооружения метро, СМУ-158 совместно со структурными подразделениями ОАО «Трансинжстрой» осуществляет большой объем работ по жилищному, административному и культурно-спортивному строительству. Так, в г. Одинцово смонтированы крупные силовые станции, электроподстанции и ЦТП с разводящими тепловыми и электросетями. Проложен многокилометровый водовод диаметром 800 мм от Рублевского водохранилища для обеспечения питьевой водой г. Одинцово. Выполнены электромонтажные и сантехнические работы

при возведении больницы на 600 коек, комплекса общежитий, профилактория «Липки».

СМУ-158 изготовило и смонтировало с высоким качеством уникальные конструкции Ледового дворца спорта в г. Одинцово. При этом специалистами организации был применён ряд новейших технологических решений (например, блочный монтаж металлических форм Ледового дворца пролётом 46 м), что дало возможность значительно сократить сроки монтажа и повысить его качество. Ледовый дворец стал украшением г. Одинцово, а для коллектива - ещё одним памятником профессионализму рабочих и инженеров СМУ-158.

Наряду со строительством новых станций и линий метро, изготовлением различных видов металлоконструкций и изделий коллектив СМУ-158 выполняет большой объем работ по реконструкции, модернизации, ремонту перегонных тоннелей и вентиляционных комплексов подземки. Московскому метрополитену более 80 лет, естественно, при такой интенсивной эксплуатации требуется своевременная замена оборудования и коммуникаций, усиление существующих обделок тоннелей, стволов и выработок. Вести эти сложные и опасные работы без остановки движения, вблизи действующего электрооборудования и

электрокабелей высокого напряжения руководство ОАО «Трансинжстрой» поручило СМУ-158 – организации, имеющей опыт, технические возможности и необходимую квалификацию ИТР и рабочих. При реконструкции вентиляционных комплексов выполняется весь комплекс работ по усилению строительных конструкций, замене вентиляционного и электрооборудования, затворов и сетей. Изготавливается и монтируется металлообойма верхней и нижней подходной, вентиляционного, тоннеля из металлобетонных блоков БМ (АМБ), что при совместной работе с существующими несущими конструкциями метрополитена дает наиболее эффективный результат. Такое решение не только обеспечивает надежность и долговечность несущих конструкций, но и создает благоприятные условия для работы вентиляционного, электрооборудования, электрических сетей и, в конечном итоге, комфорт и удобство для пассажиров метро.

Руководители и специалисты СМУ-158 являются совместно со службами метрополитена главным мотором в проведении этих сложных и опасных работ. Так, коллектив СМУ не только реализует проектные решения, но и непосредственно участвует в обследовании проблемных участков и сооружений, проек-

Строительство зала станции «Зябликово»



Станция «Зябликово»





Коллектив СМУ-158 ОАО «Трансинжстрой»

тировании, нахождении наиболее оптимальных проектно-технических решений. Творческая цепочка: служба тоннельных сооружений – СМУ-158 – проектная организация «Метро-Стиль» дает в итоге замечательные результаты, возникает гордость за качественно сделанную работу, благодарность служб метрополитена, а в результате это приводит к безопасности и комфорту для пассажиров.

Большой вклад внёс коллектив СМУ-158 в прокладку участка Люблинско-Дмитровской линии Московского метрополитена от ст. «Марьино» до ст. «Зябликово» протяжённостью 4,3 км, работы на котором были возобновлены в 2008 г. и он успешно сдан в эксплуатацию в 2011 г. на месяц раньше установленного срока. Москвичи получили в подарок сразу три станции: «Борисово», «Шипиловская» и «Зябликово». Наша организация незримой нитью объединяла весь объем строительных операций, которые производились различными СМУ и их субподрядчиками: обеспечение электроэнергией и сжатым воздухом, изготовление и монтаж стартовых комплексов для ТПМК фирмы «Херренкнехт АГ», участие в обслуживании работы ТПМК при проходе тоннелей, изготовление и монтаж практически всех изделий и металлоконструкций, таких как затворы, вентиляционные клапаны, арматурные каркасы, сваи, армометаллоблоки и конструкции переходов. Коллективом СМУ-158 изготовлены, оперативно доставлены и смонтированы на станциях «Зябликово» и «Шипиловская» три уникальные передвижные опалубки массой по 90–100 т каждая для бетонирования свода этих станций. Именно такие опалубки позволили создать неповторимый, запоминающийся образ каждой станции, образуя в своде различные архитектурные формы в виде геометрических фигур. На ст. «Шипиловская» – это усечённые пирамиды с треугольным основанием, на ст. «Зябликово» – прямоугольные промежутки между арками

свода, на ст. «Борисово» – два ряда ниш в форме усечённого конуса.

Коллектив СМУ впервые освоил в кратчайшие сроки изготовление, а затем и монтаж более сотни изделий из нержавеющей стали для каждой из трех станций: входные комплексы с дверьми повышенной надёжности, вентиляционные решётки различных рисунков, шкафы управления, кабины контроля, поручни лестниц, ограждений и пр. Эти конструкции и изделия изготовлены с высоким качеством, отполированы и вместе с другими архитектурными элементами создают неповторимый образ каждой станции и ежедневно радуют своим видом москвичей и гостей столицы.

В настоящее время СМУ-158 вместе с большим коллективом ОАО «Трансинжстрой» ударно трудится на сооружении участка Калининской линии Московского метрополитена от ст. «Новогиреево» до ст. «Новокосино». Мы и здесь традиционно выступаем главным изготовителем всех металлоконструкций, изделий и оборудования, необходимых для строительства данного участка, а так же играем роль главного монтажника. Коллектив полон решимости с честью выполнить поставленные руководством ОАО «Трансинжстрой» задачи, успешно и в срок сдать в эксплуатацию этот участок.

В короткой статье трудно перечислить, тем более описать тот громадный объём выполненных за 55 лет сложных, подчас уникальных, строительно-монтажных работ, в которых принимали самое активное участие:

коллективы бригад: Пекина И. С., Вишневого Л. П., Кузнецова А. А., Барина А. С., Мифтахудинова А. А., Козлова А. А., Русова С. М., Ревякина Н. И., Алёшина П. К., Мишечкина А. С., Соколова В. Н., Миронова П. А., Дегтева В. П., Гурьянова А. А., Трофимова Е. А., Сударева В. В., Бесседина Н. В., Мартынькина В. А., Грачёва И. М., Папикина В. А., Агуреева Ю. В., Ипакова В. В., Савельева В. Ф., Шатохина А. В.;

участки, возглавляемые в разное время: Ковылёвым В. Ф., Трубиным Е. Я., Лемаевым И. С., Болотниковым И. И., Нефёдовым В. П., Бирюковым Ф. М., Лесниковым Н. И., Суворовым А. А., Галаевым И. Г., Ширяевым А. А., Грыжиным Ю. И., Ручкиным В. С., Тимоновым В. Н., Макаровым В. В., Голосовым П. Н., Трондиным В. Н., Виряскиным В. К., Пузановым В. Н., Слеповым М. М., Бокаревым В. С., Щуровым В. И., Зиновьевым С. С., Рафаловским Л. С., Крупицко С. А., Роговым Е. Б.;

инженерно-технические работники: Карпета И. Е., Фокин М. Д., Зобов Ю. А., Новиков П. С., Сливка В. В., Тетеев А. П., Вара И. М., Абалихин М. А., Исаев В. В., Кудинов П. И., Колкотина А. И., Быканов А. В., Липунов Г. И.;

руководители и специалисты аппарата управления: Подвигин А. Д., Кирдин В. В., Соколов А. Л., Мельников М. А., Михайлов В. А., Горбатов В. Д., Федосов А. А., Бирюков В. Ф., Карягин Ю. В., Котельников Г. А., Харламова Л. Н., Крайнов М. В., Аверьянова М. Н., Власова Т. Н., Корнеева Л. И.;

главные инженеры СМУ: Ястребов Б. П., Новиков В. М., Ермаков А. И., Разинков В. А., Смирнов О. В.;

начальники СМУ: Осколков В. Н., Ряцев В. Ф., Еркалов Г. В., Грибов В. И.

Славный путь прошел коллектив СМУ-158, и мы с гордостью встречаем юбилей. За свой героический труд многие рабочие, инженерно-технические работники, специалисты и руководители удостоены высоких Государственных наград, почётных званий, стали лауреатами Государственных премий.

Коллектив СМУ-158 заслуженно пользуется большим авторитетом среди строительно-монтажных и проектных организаций, заказчиков, руководства ОАО «Трансинжстрой» и Московского метрополитена, занимает достойное место в составе славного коллектива ОАО «Трансинжстрой» и строителей г. Москвы.



НОВЫЙ ЧЛЕН МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ «МЕТРО»



6 апреля 2012 г. в Санкт-Петербурге на 61-м заседании Совета Международной Ассоциации «Метро» в состав членов принято НП СРП «МетроДеталь». Своими планами и идеями с нами поделился исполнительный директор НП СРП «МетроДеталь» Юрий Владимирович Прокопов.



– Расскажите, пожалуйста, об истории создания и действующих членах НП СРП «МетроДеталь»? Какие предприятия в настоящий момент объединяет Партнерство?

– В 2009 г. по инициативе ряда предприятий транспортного машиностроения, расположенных на территории Центрального и Северо-Западного регионов России, было

образовано Некоммерческое партнерство содействия развитию отрасли производства продукции и услуг для нужд метрополитенов и транспортного машиностроения «МетроДеталь» (НП СРП «МетроДеталь»).

В настоящее время Партнерство насчитывает 11 полноправных членов, 8 ассоциированных предприятий и более 40 организаций-поставщиков с дилерскими полномочиями.

Основными направлениями работы членов Партнерства являются:

- производство и освоение запасных частей к серийным и новым моделям подвижного состава для метрополитенов;
- производство и освоение запасных частей для эскалаторов;
- проектирование, дизайн и производство транспортных интерьеров;
- производство светодиодной энергосберегающей продукции.

Технический парк оборудования предприятий, входящих в НП СРП «МетроДеталь», представлен современными обрабатывающими центрами с ЧПУ, токарными, фрезерными, карусельными, расточными, шлифовальными, долбежными, зубообрабатывающими и протяжными станками. Предоставляются услуги магнитной и ультразвуковой

дефектоскопии, термической и механической обработки, изготовления литых деталей из чугуна, цветных сплавов, бронзы, латуни, алюминиевых и титановых сплавов.

Постоянными заказчиками членов Партнерства являются крупнейшие предприятия России, в том числе метрополитены России и стран СНГ, ОАО «РЖД» и вагоностроительные заводы.

– Какие Вы ставите для себя задачи в отношении работы с МА «Метро»?

– В составе специалистов дирекции МА «Метро» члены НП СРП «МетроДеталь» намерены приложить свои усилия для внедрения научно-технических разработок, реконструкции и модернизации технических средств метрополитенов, а также принять участие в работе плановых совещаний, семинаров, конференций, проводимых специалистами ассоциации в различных городах и регионах.

В качестве основной задачи работы с МА «Метро» мы рассматриваем повышение качества продукции и оказываемых услуг для метрополитенов со стороны членов НП СРП «МетроДеталь».

Одним из наших предложений является создание при МА «Метро» экспертного



Дизайн интерьера вагона метро ООО «ЛСК-Сервис»

центра по определению добросовестных изготовителей и поставщиков запасных частей и оборудования для электроподвижного состава, эскалаторов, верхнего строения пути и прочее, у которых возможна закупка продукции для нужд эксплуатации метрополитенов.

Предложение о решении вопросов качества поставляемой метрополитенам продукции было озвучено на Совете МА «Метро» в апреле 2012 г. его председателем И. С. Бесединим.

В настоящее время метрополитены России и стран СНГ продолжают эксплуатировать оборудование и продукцию, изготовленную по единым ГОСТам, принятым еще 20–30 лет назад. Во многом благодаря этому метрополитены обладают схожей по своим техническим характеристикам продукцией различных производителей и имеют возможность обмениваться опытом и обсуждать единые для всех проблемы эксплуатации.

В связи с всевозрастающей конкуренцией и приходом на рынок СНГ зарубежных производителей возникает все большая разобщенность метрополитенов в эксплуатации того или иного оборудования, которая в будущем может привести к значительным необоснованным издержкам метрополитенов, связанных с поддержкой эксплуатации новых объектов, зависимости от недобросовестных поставщиков и потере исторически сложившихся внутриотраслевых связей.

Считаем своевременным обсудить на уровне МА «Метро» вопрос унификации требований к эксплуатации метрополитенов и создания экспертного центра по вопросам качества поставляемой для метрополитенов продукции.

– Какой механизм деятельности экспертной организации Вы предлагаете рассмотреть применительно к метрополитенам?

– НП СРП «МетроДеталь» является членом Объединения производителей железнодорожной техники (НП «ОПЖТ»), Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга, Ассоциации промышленных предприятий СПб и Торгово-Промышленной палаты СПб, а деятельность осуществляется при поддержке Петербургского государственного университета путей сообщения, Санкт-Петербургского государственного Политехнического университета, Союза машиностроителей России, Экспертного научно-технического союза, Санкт-Петербургского фонда поддержки промышленности и Деловой России.

Напрямую работая со специалистами данных организаций, мы зачастую обсуждаем как раз вопросы повышения качества изготавливаемой продукции и совершенствования технологий ее производства.

В настоящее время одним из таких инструментов рыночной экономики может



Тележка вагона метро производства ООО «НПЦ Система» (вид снизу)



Технологический цикл производства светодиодов на ЗАО «Светлана-Оптоэлектроника»

быть система добровольной сертификации (СДС), которая помогает организациям с помощью независимой экспертизы третьей стороной объективно оценить качество продукции и услуг, результативность функционирования систем менеджмента, проанализировать выявленные в процессе сертификации недостатки. Устранив их, можно повысить конкурентоспособность продукции и услуг; результативность и эффективность систем менеджмента.

Следует иметь в виду и то, что наличие сертификата все чаще является необходимым условием для участия организации в конкурсах и тендерах, и во многих случаях – пропуском на международный рынок.

Подобная система добровольной сертификации уже действуют для предприятий

поставщиков железных дорог России при НП «ОПЖТ», в которое входят все крупнейшие производители железнодорожной техники, в том числе и из стран ближнего зарубежья.

СДС ОПЖТ создано для объединения производителей железнодорожной техники с целями:

- защиты прав и законных интересов предприятий железнодорожного машиностроения, содействия развитию конкуренции, творческой и деловой активности, расширению взаимовыгодного сотрудничества;
- консолидации усилий, направленных на повышение конкурентоспособности за счёт улучшения качества продукции и технического развития предприятий производителей железнодорожной техники;

- интеграции ресурсов для освоения на- коемких системотехнических проектов, со- здания современной нормативно-техничес- кой базы, отвечающей требованиям между- народных стандартов;

- достижения мирового уровня качества продукции и обеспечения максимально пол- ного удовлетворения потребностей россий- ской экономики в качественной железно- дорожной технике и компонентах инфра- структуры.

Среди основных услуг СДС можно выде- лить сертификацию продукции, услуг, пре- доставляемых при перевозке пассажиров и грузов железнодорожным транспортом, сис- тем менеджмента по ИСО 9001 ИСО 14001, производств, в том числе по ремонту желез- нодорожной техники, а также оказание кон- сультационных услуг в области стандартиза- ции, подтверждения соответствия, испыта- ний и систем менеджмента.

СДС ОПЖТ располагает сетью аккредито- ванных испытательных центров, органов по сертификации и экспертов, имеющих боль- шой практический опыт работы в области стандартизации, подтверждения соответ- ствия, испытаний и систем менеджмента.

Опыт работы как раз НП «ОПЖТ» по ра- боте с поставщиками ОАО «РЖД» мы и предлагаем рассмотреть как базовый вари- ант для определения добросовестных изго- товителей и поставщиков запасных частей и оборудования, у которых возможна за- купка продукции для нужд эксплуатации метрополитенов.

Экспертный же центр МА «Метро» может быть создан на базе представительства веду- щих специалистов отраслевых объединений России, профильных комитетов государ- ственных органов, экспертных организаций и вузов, с которыми установлены партнер- ские отношения у МА «Метро» и НП СРП «МетроДеталь».

– Какие другие вопросы Вы хотели поднять или поддержать в решении на совещаниях и заседаниях МА «Метро»?

– Номенклатура поставок членов Парт- нерства насчитывает более 2500 наимено- ваний запасных частей для подвижного со- става, эскалаторов, материалов верхнего строения пути и прочего оборудования ме- трополитенов. Поэтому все, что касается поставляемой продукции для нужд метро- политенов, является первостепенным для НП СРП «МетроДеталь».

Хотелось бы отметить, что ряд проблем требуют более активного обсуждения среди специалистов метрополитенов. Так, напри- мер, нам показались интересными вопросы, поднятые на совещании-семинаре руково- дителей и специалистов служб подвижного состава метрополитенов и заводов- изгото- вителей вагонного оборудования, прошед- шем на Нижегородском метрополитене 23–24 марта 2011 г., а именно:

- создание постоянной комиссии МА «Ме- тро» по разработке нормативных докумен-

тов на вагоны метро, в том числе «Положе- ния о порядке выполнения работ по модер- низации, ремонту, изготовлению запасных частей для подвижного состава метрополи- тенов», ГОСТа Р 50850-96 «Вагоны метропо- литена. Общие требования» и «Норм для рас- чета и проектирования механической части вагонов метрополитена». Документы давно требуют пересмотра с учетом накопленного опыта эксплуатации вагонов и создания но- вого подвижного состава;

- проведение активного мониторинга в ре- шении вопросов по консолидации поставок запасных частей для вагоноремонтов, эска- латоров и верхнего строения пути для нужд метрополитенов России и стран СНГ и выяв- ления как общих для всех проблемных пози- ций, так и возможных путей решения вопро- сов по организации их производства;

- обеспечение метрополитенов необходи- мой конструкторской и ремонтной доку- ментацией по доработке и модернизации оборудования, находящегося в эксплуата- ции, а также на новые виды оборудования, выпускаемые заводами;

- обеспечение метрополитенов имеющи- мися ремонтными бюллетенями, инструкци- ями, рекомендациями по ремонту кузова ва- гона, крыши вагона, оконных перемычек, нижнего пояса кузова, дверных проемов, кронштейнов фар и обшивки вагона;

- подготовка «Каталога запасных частей эксплуатируемых вагонов метрополитена», а также прайс-листов на выпускаемый по- подвижный состав в базовой комплектации и дополнительные опции, которые могут быть выполнены по просьбе заказчика;

- рассмотрение вопросов эксплуатации ва- гонов, выработавших срок службы.

Данные вопросы напрямую затрагивают деятельность членов НП СРП «МетроДеталь», и мы крайне заинтересованы в активном со- трудничестве и взаимодействии по ним со специалистами МА «Метро». Со своей сторо- ны будем стараться вносить своевременные и конструктивные предложения.

Но в любом случае считаем, что данная ра- бота должна вестись МА «Метро» на постоян- ной основе, а рабочие совещания при учас- тии заинтересованных членов ассоциации должны проводиться как можно чаще.

– Одной из насущных проблем метро- политенов сегодня становится эксплу- атация и закупка новых эскалаторов. Как, на Ваш взгляд, может развиваться этот вопрос?

– Одним из первых мероприятий Меж- дународной Ассоциации «Метро», в кото- ром приняли участие специалисты НП СРП «МетроДеталь», стало заседание 25–26 апреля 2012 г. на Крюковском ваго- ностроительном заводе по вопросам раз- вития эскалаторостроения для метропо- литенов стран СНГ и повышения уровня их безопасности.

Развитие современного эскалаторного производства в России в настоящее время

действительно является одной из наиболее острых задач, решение которой испытыва- ют необходимость метрополитены России и стран СНГ.

К примеру, только ГУП «Петербургский метрополитен» в настоящее время эксплуа- тирует 235 эскалаторов различного типа, из них более 80 находятся в эксплуатации более 40 лет и нуждаются в замене, не счи- тая потребности в обеспечении оборудова- нием вновь строящихся станций (порядка 25 объектов). При этом действующее произ- водство эскалаторов, представленное ком- панией «ЭЛЭС», во многом не справляется даже с текущей потребностью метрополи- тенов, не говоря уже о перспективных планах развития метрополитенов в городах России и странах СНГ.

Всего в метрополитенах следует заменить не менее 300 машин. Принято решение о мо- дернизации действующих и строительстве но- вых линий метрополитена в Москве, развива- ется этот вид транспорта в других городах Рос- сии, а также в Баку, Тбилиси, Ташкенте, Минске. Есть запросы из Будапешта, Праги, Варшавы. То есть потребность в эскалаторах большая, а мощности по их выпуску ограничены.

В настоящее время по инициативе НП СРП «МетроДеталь» в Санкт-Петербурге проходит формирование Инновационно- промышленного кластера транспортного машиностроения «Метрополитены и же- лезнодорожная техника» (ИПК ТМ «МЖТ»), презентация которого была проведена в сентябре 2011 г. на XV Международном форуме «Российский промышленник» на специализированном стенде выставочного пространства «Кластерная политика Санкт-Петербурга».

Деятельность кластера планируется орга- низовать в рамках реализации ряда утвер- жденных в Санкт-Петербурге программ раз- вития транспортного комплекса, в том числе:

- транспортной стратегии Санкт-Петер- бурга до 2025 года;

- целевой программы «Развитие транс- портного комплекса Санкт-Петербурга до 2015 года»;

- программы развития метрополитена до 2025 года и др.

Развитие транспорта Санкт-Петербурга напрямую связано и с работой эскалаторов метрополитена, поэтому ведущим проектом кластера является создание современного эскалаторного производства и его дальней- шее развитие, в том числе в рамках финан- сирования ежегодной программы Минис- терства экономического развития Россий- ской Федерации по развитию инновацион- ных территориальных кластеров.

В сентябре 2012 г. НП СРП «Метро- Деталь» планирует участие в выставках «ЭскоПоситиТранс-2012» в Москве и «Рос- сийский Промышленник-2012» в Санкт-Пе- тербурге, куда мы приглашаем всех специа- листов для обсуждения общих для нас во- просов развития метрополитенов в России и странах СНГ.

Погружные насосы "Tsurumi Pump" (Япония) применяются в строительстве тоннелей, шахт и других сооружений, при перекачивании шлама, жидкостей с высоким содержанием песка и твердых частиц, липкого ила, бентонита и там, где необходимо перекачивать загрязненные жидкости с больших глубин.

Надежность насосов Tsurumi подтверждена безотказной работой на многих объектах строительства в России. Насосы эксплуатируются тоннельными отрядами и специализированными строительными организациями по всей стране. На сегодняшний день насосное оборудование Tsurumi Pump не имеет аналогов.

Уникальные преимущества насосов Tsurumi:

Работа «всухую» в течение неограниченного времени!

Сгорание двигателя исключено: все насосы оборудованы би-металлическими датчиками перегрева, автоматически выключающими насос при перегреве и включающими после того как насос остыл

Возможность работы в горизонтальном положении благодаря специальной системе масляного подъемника в конструкции всех насосов

Попадание влаги в корпус насоса исключено благодаря вулканизированному входу электрокабеля

Встроенная функция взмучивания песка, липкого ила, бентонита со дна емкости для эффективной перекачки высокоабразивных жидкостей

Возможность откачки грязной жидкости до 1 мм (модель LSC)



Tsurumi предлагает широкий спектр моделей насосов от 0,4 до 150 кВт.

По всем вопросам просим обращаться к официальному дистрибютору Tsurumi Pump в России:

ООО «ТК «Решетилов и Ко»

115114, г. Москва, Кожевнический проезд, д. 4, стр. 1

тел: (495) 649-8759; факс (495) 640-4989

info@reshetilov.ru <http://www.reshetilov.ru>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРШНЕВОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

А. М. Красюк, И. В. Лугин, С. А. Павлов, Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск
А. Н. Чигишев, МУП «Новосибирский метрополитен»

На воздухораспределение в системе тоннельной вентиляции метрополитенов значительное влияние оказывает поршневое действие поездов. Например, первая линия Московского метрополитена проветривалась именно за счет «поршневого эффекта». В метро Торонто (Канада) и в настоящее время в часы, когда нет пиковых нагрузок, проветривание путевых тоннелей и станций осуществляется за счет поршневого действия поездов. Здесь применена продольная схема системы вентиляции, вентиляционные шахты расположены через каждые 140–180 м по

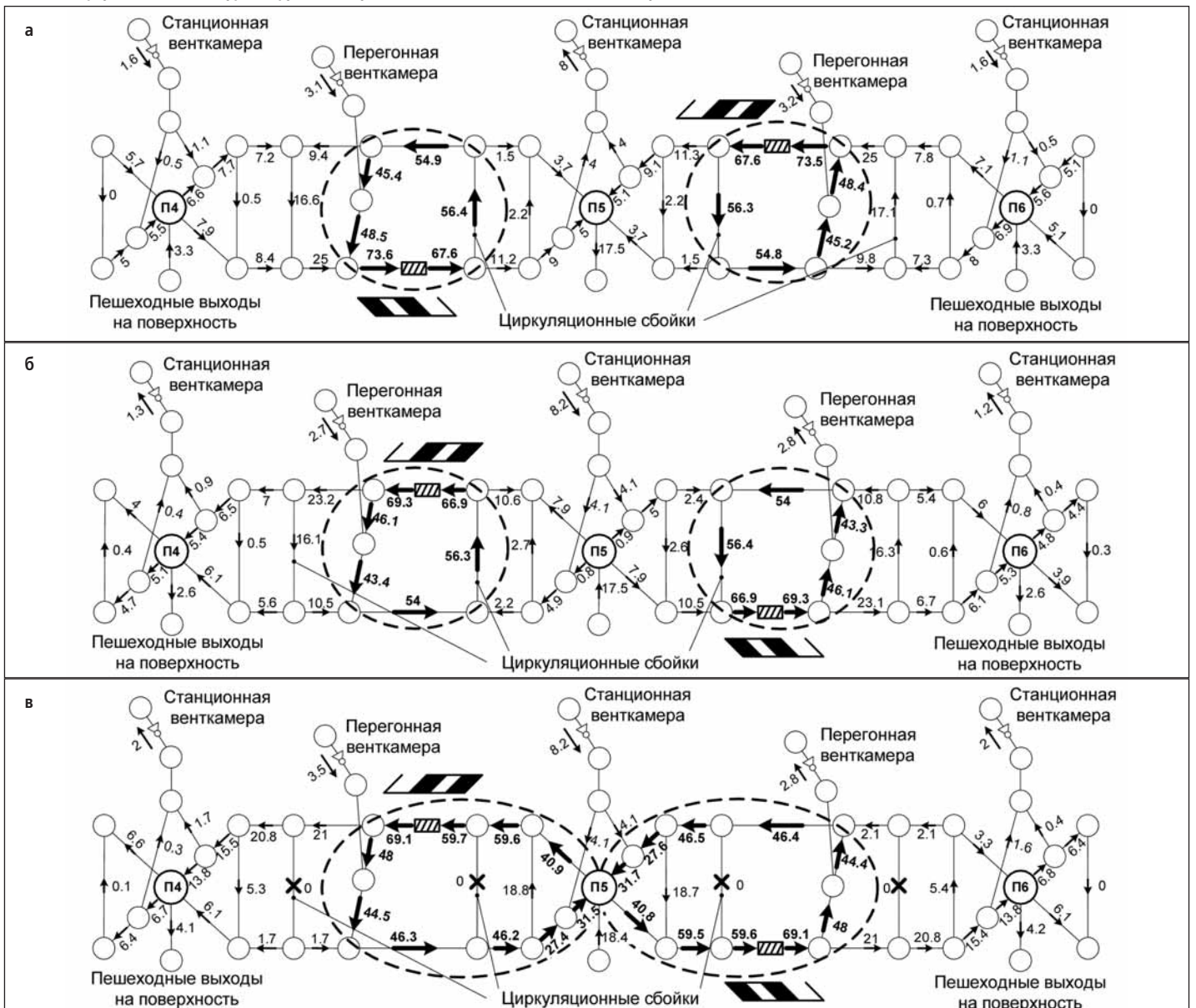
длине перегона – через них и происходит приток свежего и выброс отработанного воздуха. Переключивание части вентиляционной нагрузки на поршневое действие поездов позволяет существенно снизить энергопотребление тоннельными вентиляторами. Экономия может составить более 1 млн руб. в год на 1 км линии. Поэтому задача управления воздухораспределением от «поршневого эффекта» в вентиляционной системе метрополитенов весьма актуальна.

Авторами проведено исследование воздухораспределения от поршневого действия

поездов с помощью численных экспериментов на математической модели обобщенной вентиляционной сети метрополитена мелкого заложения. При этом принимались следующие допущения:

- поезда движутся с постоянной скоростью 70 км/ч на протяжении всего перегона;
 - не учитывается влияние естественной тяги.
- Исследования велись в период весенне-осеннего режима работы вентиляции. В это время года тоннельные вентиляторы выключены, а их шибберные аппараты и вентиляционные затворы открыты, в вестибулях уста-

Рис. 1. Схема образования циркуляционных потоков: № 4, 5, 6 – платформенные залы станций; стрелки показывают направление движения воздуха; цифры рядом со стрелками (расходы воздуха, м³/с; заштрихованный прямоугольник – поезд; заштрихованная стрелка – направление движения поезда; пунктиром выделены главные циркуляционные контуры; окружности – условное обозначение вентиляционных узлов



новлен один ряд дверей. При таком режиме проветривание осуществляется, в основном, за счет «поршневого эффекта». В результате серий численных экспериментов установлено, что при движении поездов на перегоне формируется циркуляционное кольцо потока воздуха, инициированное их поршневым действием. С увеличением интенсивности движения поезда все чаще одновременно находятся в окрестностях одной и той же станции на смежных перегонах. На рис. 1а показано воздухораспределение для случая, когда два поезда, одновременно прибывающих на станцию № 5, являются источником давления воздуха и дополнительным аэродинамическим сопротивлением на этом участке вентиляционной сети. При этом основная часть общего расхода воздуха, перемещаемого составом, вовлекается в циркуляцию на перегоне через вентсбойку и параллельный тоннель, и не более 20 % от этого расхода

поступает на станцию. Для сравнения: при движении только одного поезда в окрестностях станции на ее платформу поступает 47 % от потока воздуха, инициированного движущимся составом.

На рис. 1б показано воздухораспределение, когда два поезда одновременно отходят от станции, создавая позади себя зону разрежения. В тоннелях опять возникают циркуляционные контуры, в которых состав частично увлекает за собой воздух со станции, но большую часть (81 % от всего потока) – из параллельного тоннеля. Таким образом, воздушный поток от «поршневого эффекта» расходуется, в основном, не на проветривание станций, а на перемещение воздуха в циркуляционных контурах внутри перегона.

Очевидно, что мероприятия, направленные на размыкание циркуляционных колец, приводят к увеличению расхода воздуха через платформенные залы станций. Исследо-

вания показали, что наиболее перспективным способом регулирования воздухораспределения при размыкании циркуляционных колец является полное или частичное перекрытие поперечного сечения пристанционных вентсбоек. Из рис. 1в видно, что закрытие этих сбоек изменило область распространения циркуляционных потоков. Включение платформенных залов в контуры циркуляции ведет к увеличению расхода воздуха на них.

В метрополитенах мелкого заложения площадь поперечного сечения пристанционных циркуляционных сбоек в среднем составляет 92 м² (20×4,6 м). Рассмотрены три размера их сечения (рис. 2): 92 м² (0 % перекрытия) – сбойка не перекрыта, результат показан в левом столбце для каждой интенсивности движения поездов; 23 м² (75 % перекрытия) – в среднем и 0 м² (100 % перекрытия) – в правом. Выявлена зависимость

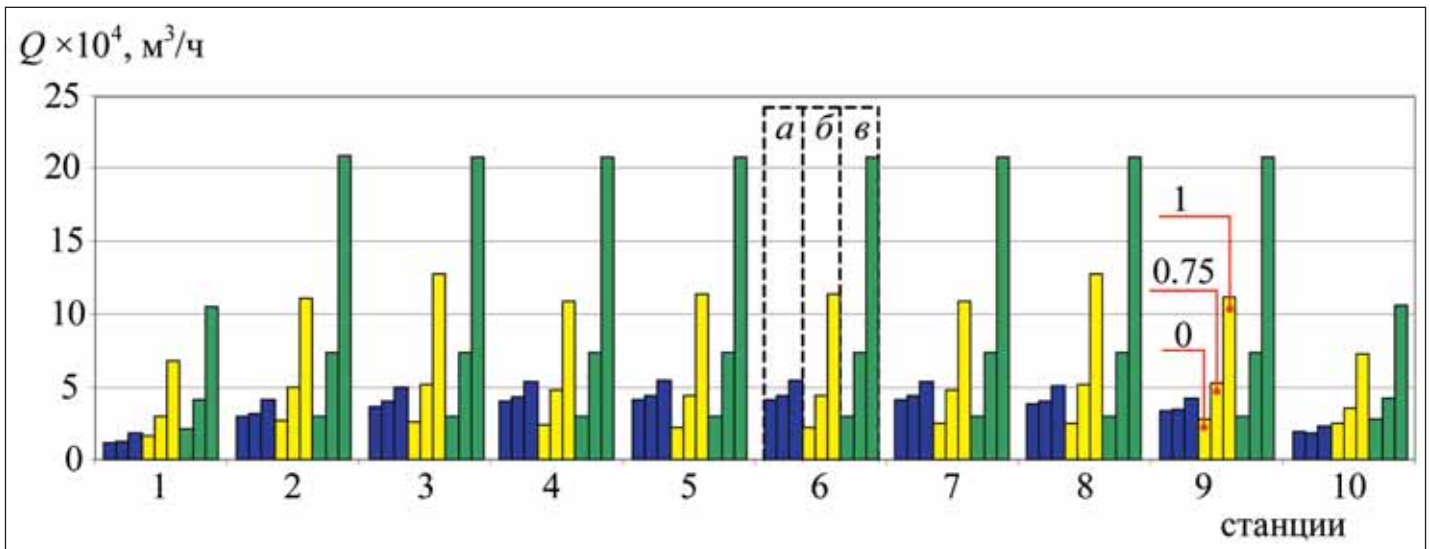
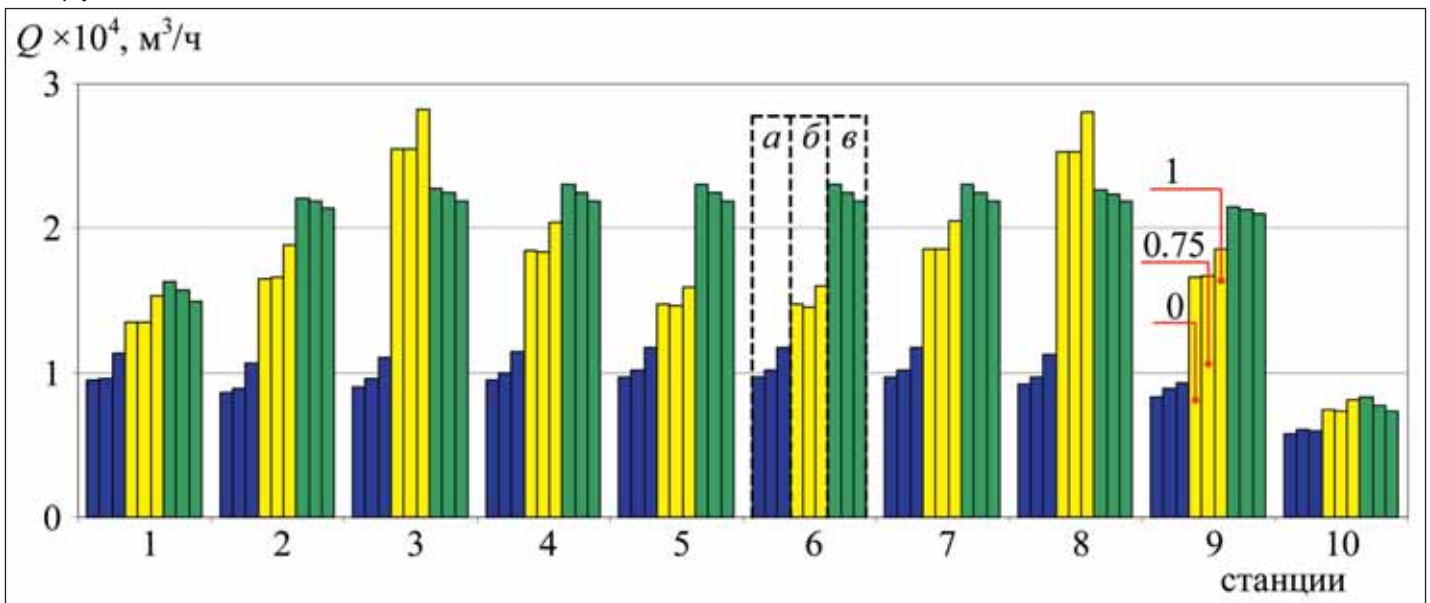


Рис. 2. Расходы воздуха, перемещаемые через платформенные залы станций за час: а – 1 пара в час; б – 10 пар в час; в – 20 пар в час; 0 – 0%; 0,75 – 75% и 1 – 100% перекрытия площади циркуляционных сбоек

Рис. 3. Расходы воздуха Q через пешеходные входы и выходы вестибюлей за час, в зависимости от степени перекрытия поперечного сечения пристанционных циркуляционных сбоек и от частоты движения поездов по линии: а – 1 пара поездов в час; б – 10 пар; в – 20 пар; 0 – 0%; 0,75 – 75%; 1 – 100% перекрытия циркуляционных сбоек



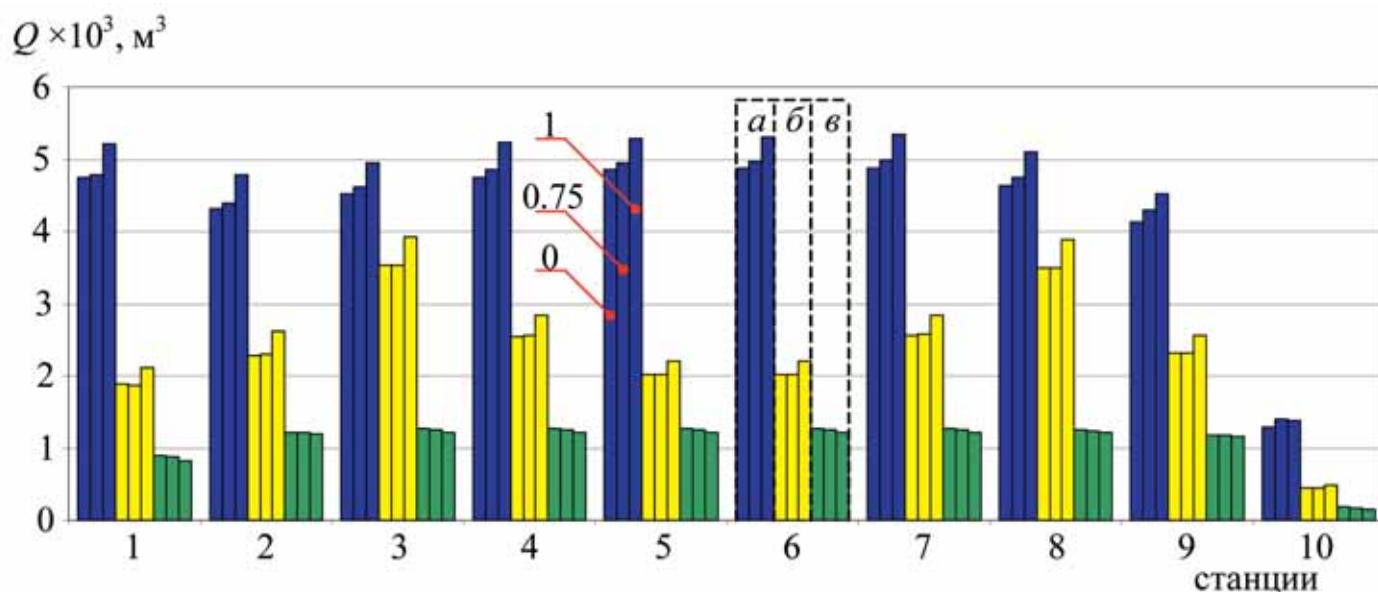


Рис. 4. Удельные расходы воздуха через вестибюли станций от одной пары поездов: а – 1 пара в час; б – 10 пар; в – 20 пар; 0 – 0%; 0,75 – 75%; 1 – 100% перекрытия площади циркуляционных сбоек

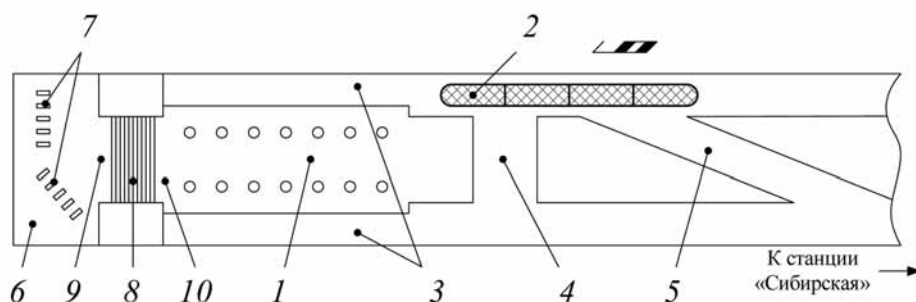


Рис. 5. Схема станции «Площадь Гарина-Михайловского»: 1 – платформа; 2 – поезд; 3 – пути движения поездов; 4 – пристанционная циркуляционная сбойка; 5 – камера съезда; 6 – вестибюль станции; 7 – турникеты; 8 – пешеходный лестничный спуск; 9, 10 – места измерения скорости воздуха

изменения расходов воздуха на станциях от степени перекрытия циркуляционных сбоек и от частоты движения поездов. Численные исследования показали, что уменьшение их площади сечения на 50 % (до 46 м²) не оказывает существенного влияния на расход воздуха через станции. Но при дальнейшем сокращении площади сечения и увеличении интенсивности движения поездов на линии расходы воздуха через платформенные залы станций начинают значительно возрастать. К похожим результатам пришли также украинские ученые при проведении экспериментов на физической модели станции и перегона в масштабе 1:100 и в натурных условиях Харьковского метрополитена.

Согласно рекомендациям для проектировщиков, циркуляционные сбойки предназначены для снижения эффекта «дутья» в вестибюлях станций. В работе В. Я. Цодикова «Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов» так же говорится о том, что отсутствие циркуляционных сбоек или полное закрытие их сечения приводит к сильному «дутью» через выходы пассажиров из вестибю-

лей станций на поверхность. Это влияние было исследовано численным моделированием воздухораспределения. На рис. 3 показан часовой расход воздуха, а на рис. 4 – удельное количество воздуха, движущегося через пешеходные выходы на поверхность от одной пары поездов.

Как можно видеть из представленных гистограмм, увеличение расхода воздуха через вестибюли при полном перекрытии циркуляционных сбоек для малой интенсивности движения поездов не превышает 10 %. Когда на линии находятся 20 пар поездов в час, то перекрытие сечения сбоек ведет даже к снижению «дутья» через пешеходные выходы на поверхность.

В реальных условиях развития метрополитенов встречаются станции, которые временно являются тупиковыми. На них не сооружаются тупиковые венткамеры, и часто работает только один вестибюль, а второй достраивается. На таких станциях особенно сильно выражен эффект «дутья». Одной из них является «Площадь Гарина-Михайловского» Дзержинской линии Новосибирского

метрополитена (рис. 5). Особенностью ее является то, что прибытие и убытие поезда на станции осуществляется в челночном режиме по одному и тому же пути.

Как показали натурные эксперименты, расход воздуха через пешеходный лестничный спуск, за время прибытия поезда на станцию, в среднем составил 10 м³/с. В численных исследованиях на математической модели вентиляционной сети этого участка Новосибирского метрополитена, учитывающей поршневое действие поездов, было получено 14 м³/с. При убытии поезда со станции в натурных условиях расход воздуха в среднем составил 26 м³/с. При компьютерном моделировании получилось 28 м³/с. Максимальное расхождение результатов численных и натурных экспериментов не превысило 17,5 %, а среднее – 12 %, что еще раз подтверждает эффективность предложенного способа математического моделирования поршневого действия поездов на воздухораспределение в подземных сооружениях метрополитенов.

Выводы

1. Мероприятия, направленные на уменьшение циркуляции воздуха на перегоне, приводят к возрастанию его расходов через платформенные залы станций.

2. Увеличение площади сечения пристанционной вентиляционной сбойки более 50 м² не оказывает значимого влияния на воздухораспределение в сети тоннельной вентиляции метрополитена.

3. Уменьшение площади поперечного сечения пристанционных циркуляционных сбоек на 50–100 % ведет к возрастанию расходов воздуха от «поршневого эффекта» через платформенные залы станций в 1,1–6,4 раза в зависимости от частоты движения поездов, при этом расходы воздуха через вестибюли увеличиваются не более чем на 10 %.

С нами строить легко!

- Полный цикл проектирования и строительства подземных сооружений (автостоянки, транспортные развязки, гидротехнические сооружения) и надземных сооружений (жилые, промышленные объекты)
- Ограждение котлованов
- Закрепление грунтов
- Усиление фундаментов
- Выполнение работ на памятниках истории и архитектуры



реклама



г. Пермь. ул. Кронштадтская, 35
тел./факс (3422) 244-72-22
тел. в Ижевске (3412) 56-62-11
тел. в Краснодаре (861) 240-90-82
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, office@new-ground.ru

ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Ю. Л. Карпова, заместитель директора ООО «Бастион»



Фото: А. Попов

Поддержание в постоянной готовности единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, ее подсистем и звеньев на всех уровнях, а также гражданской обороны возможно, во-первых, при глубоком понимании возлагаемых задач и их предназначения, во-вторых, при всестороннем и заблаговременном планировании всех мероприятий, которые нужно организовывать и проводить в интересах:

- предупреждения возникновения аварий, катастроф, экологических и эпидемиологических бедствий;
- защиты населения, производственных объектов и материальных ценностей от последствий стихийных бедствий, крупных аварий, катастроф и применения возможным противником современных средств поражения;
- своевременного выявления и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, эффективного проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Организация мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также по решению задач гражданской обороны на объектах (предприятиях, в учреждениях, организациях) включает:

- определение перечня мероприятий (задач) и сроков их выполнения;
- определение необходимых сил и средств для их реализации;
- распределение мероприятий (задач) по срокам их реализации исполнителями;
- доведение их до исполнителей;

- организацию взаимодействия между силами РСЧС и ГО объекта, города, района, округа;
- контроль исполнения.

В повседневной деятельности главное состоит в том, чтобы требования нормативных документов по ГО и ЧС нашли достаточно полное и конкретное отражение в планирующих документах.

Основными обязанностями работников метрополитена, от руководителя до простого работника, возложенными руководящими документами, являются:

- выполнение заданных объемов перевозок пассажиров при обеспечении безопасности движения в мирное время;
- эффективное применение технических средств;
- использование зданий и сооружений метрополитена для обеспечения безопасности населения при возникновении ЧС природного, техногенного характера, а также при угрозе террористических действий.

При рассмотрении задач, возложенных в рамках ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» на организации (объекты), в частности на метрополитены, можно выделить следующие:

- предоставление населению убежищ и средств индивидуальной защиты;
- проведение мероприятий по световой и другим видам маскировки;
- выполнение аварийно-спасательных работ в случае возникновения опасностей для населения при ведении военных действий или вследствие

этих действий, а также вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- первоочередное обеспечение населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий, в том числе медицинское обслуживание, включая оказание первой медицинской помощи, срочное предоставление жилья и принятие других необходимых мер;

- обеспечение постоянной готовности сил и средств гражданской обороны.

Реализация данных мер предполагает содержание всего оборудования метрополитена в постоянной готовности к задействованию при чрезвычайной ситуации. Согласно Федеральному закону «О гражданской обороне» руководителем ГО и ЧС на предприятии является его руководитель. Таким образом, начальник метрополитена несет персональную ответственность за организацию и проведение мероприятий по ГО, ЧС и ПБ на метрополитене.

При проектировании и строительстве метрополитена, согласно СП 32-106-2004 «Метрополитены. Дополнительные сооружения и устройства», метрополитен рассматривается и предназначается для защиты укрываемого населения от воздействия средств поражения, высоких температур и продуктов горения, биологических средств, отравляющих веществ, аварийно-химически опасных веществ.

Сооружения и устройства метрополитена, эксплуатируемые в мирное время в транспортном режиме, максимально используются в режиме убежища для защиты и жизнеобеспечения укрываемых людей.

Приспосабливаемые под убежища линии метрополитена разделены на участки, в каждом из которых предусматриваются дополнительные сооружения и устройства, обеспечивающие его автономное функционирование.

Функциональность определяется для каждого участка отдельно, при этом исходными данными для расчетов являются:

- схема метрополитена;
- расположение центров жизнеобеспечения (ДЭС – дизель-электрические станции, ФВУ – фильтровентиляционные установки, ВОУ – водотливные установки, СУ – санузлы для укрываемого населения);
- показатели защищенности станций;
- количество укрываемых людей на станциях и перегонах.

В сооружениях метрополитена, приспособляемых под убежища, предусматривается децентрализованная система воздухообеспечения, состоящая из установок тоннельной вентиляции и фильтровентиляционных установок для каждого участка автономного жизнеобеспечения. Воздухообеспечение производится в режимах чистой вентиляции и фильтровентиляции. Первый используется до применения поражающих факторов и после в зависимости от состояния воздушной среды на поверхности у воздухозаборных устройств. Подача воздуха должна осуществляться вентиляторами ФВУ с очисткой воздуха в противопыльных фильтрах.

В режиме фильтровентиляции наружный воздух очищается в противопыльных фильтрах и фильтрах-поглотителях от ОВ, РВ, БС, АХОВ, продуктов горения и прочих вредных примесей.

Фильтры-поглотители предназначены не только для очистки наружного воздуха в приточной венти-

ляции, но и внутреннего от вредных примесей, образующихся в служебных помещениях (дизельных, санитарных узлах, канализационных сетях и др.) в процессе жизнедеятельности.

Статистика содержания и использования оборудования, предназначенного для работы в режимах ГО и ЧС, показывает, что многие вопросы остаются без внимания ответственных лиц. Как следствие, оборудование объектов ГО и ЧС метрополитена не меняется с момента пуска станций и линий в эксплуатацию. В соответствии с нормативными документами учения ГО проводятся один раз в три года. Именно в их преддверии осуществляется осмотр и проверка оборудования. Как правило, при обнаружении недостатков устраняются самые незначительные и малозатратные. Фильтровентиляционное оборудование, например фильтры-поглотители, имеет ограниченный срок эксплуатации и хранения и составляет десять лет. В большинстве случаев данный срок превышен в 2, а то и в 3 раза. Замена фильтровентиляционного оборудования очень затратна, как технологически, так и финансово. Но своевременное решение данного вопроса играет самую важную роль в сохранении жизни тысячам укрываемых людей в случае возникновения ЧС.

В наш XXI век значительно расширился список факторов, от которых требуется защита. Понятие природных угроз включает в себя разломы земной коры, изменение климата, увеличенную солнечную активность. Также, по сравнению с XX веком добавилась угроза террористических актов, которая может быть выражена в распылении вредных отравляющих веществ, отравлении воды, а также взрывах с токсическими и отравляющими веществами. Ко всему прочему нельзя забывать об угрозах, исходящих от космических объектов.

Защиту от данных факторов также могут осуществлять защитные сооружения, обустроенные на базе объектов и устройств метрополитена.

В соответствии с требованиями п. 3.2.11 «Правил эксплуатации ЗС ГО» от 15.12.2002 г. инженерно-техническое оборудование ЗС ГО должно содержаться в исправном состоянии и готовности к использованию по назначению. Ежегодные специальные осмотры, комплексные проверки и инвентаризации (п. 4.1.1 «Правил эксплуатации ЗС ГО») обязаны обеспечить безотказное состояние всего инженерно-технического оборудования. Ключевым защитным фактором ЗС ГО является его герметичность плюс безотказная и качественная работа фильтровентиляционных устройств. Только благодаря этому сохраняется возможность обеспечения жизни и здоровья всех укрываемых на максимально продолжительный период времени.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

- объекты метрополитена являются ЗС ГО № 1 в субъекте Федерации;
- готовность к приему укрываемых пассажиров является обязательным условием;
- контроль состояния сооружений должен быть полным и постоянным;
- замена и ремонт средств фильтровентиляции должны производиться своевременно, а финансирование данных вопросов должно быть приоритетным.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ НОВЫХ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Э. А. Сафронов, д. т. н., профессор

К. Э. Сафронов, к. т. н., доцент, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия», г. Омск

В последние годы крупнейшие мировые города осознали преимущества общественного транспорта и разрабатывают стратегии удвоения его доли в перевозке пассажиров к 2025 г. Многие страны продолжают развивать традиционное метро, но большинство перешло на более дешевые системы легкорельсового транспорта. За рубежом смело соединяют метро с пригородными железными дорогами и трамваем. Например, в Торонто предусмотрено к 2020 г. строительство 1200 км линий скоростного сообщения. В Пекине к 2015 г. планируют вводить в эксплуатацию по одной новой линии метро ежегодно, общая длина линий метрополитена достигнет 560 км. Линии подземного трамвая уже существуют в Антверпене, Шарлеруа, Брюсселе, Гааге, Бостоне, Сан-Франциско, Вене, в некоторых городах Германии и других стран. В России за период 2000–2009 гг. в среднем строилось в год лишь по 3,2 км линий метро в двухпутном исчислении. За последние 20 лет обладателем метрополитена стал лишь седьмой по счету в РФ город Казань, на очереди столица зимней Олимпиады 2014 г. – Сочи.

Потребность в скоростных видах транспорта связана с рядом причин. Крупные российские города построены по генпланам, основанным на старых нормативах развития транспортной инфраструктуры, рассчитанной на 100–150 автомобилей на тысячу жителей. Сейчас этот уровень превышен в 2–3 раза, а инфраструктура практически не развивается. Например, в г. Сургуте на долю легкового транспорта приходится уже более 70 % пассажирских перевозок. Как следствие, во многих городах уже давно возникли транспортные проблемы – заторы, снизились скорости транспортных потоков, появился дополнительный ущерб для экономики за счет потерь времени, роста ДТП, травматизма, вредных выбросов, шума и недоступности. Для нашей страны, где темпы строительства метро одни из самых низких в мире, выход в сложной экологической, транспортной и экономической ситуации видится в развитии и интеграции современных, скоростных, производительных, экономичных и экологических видов транспорта, т. е. необходимы инновационные решения.

Тормозит этот процесс отставание в законодательстве: метрополитен был ис-



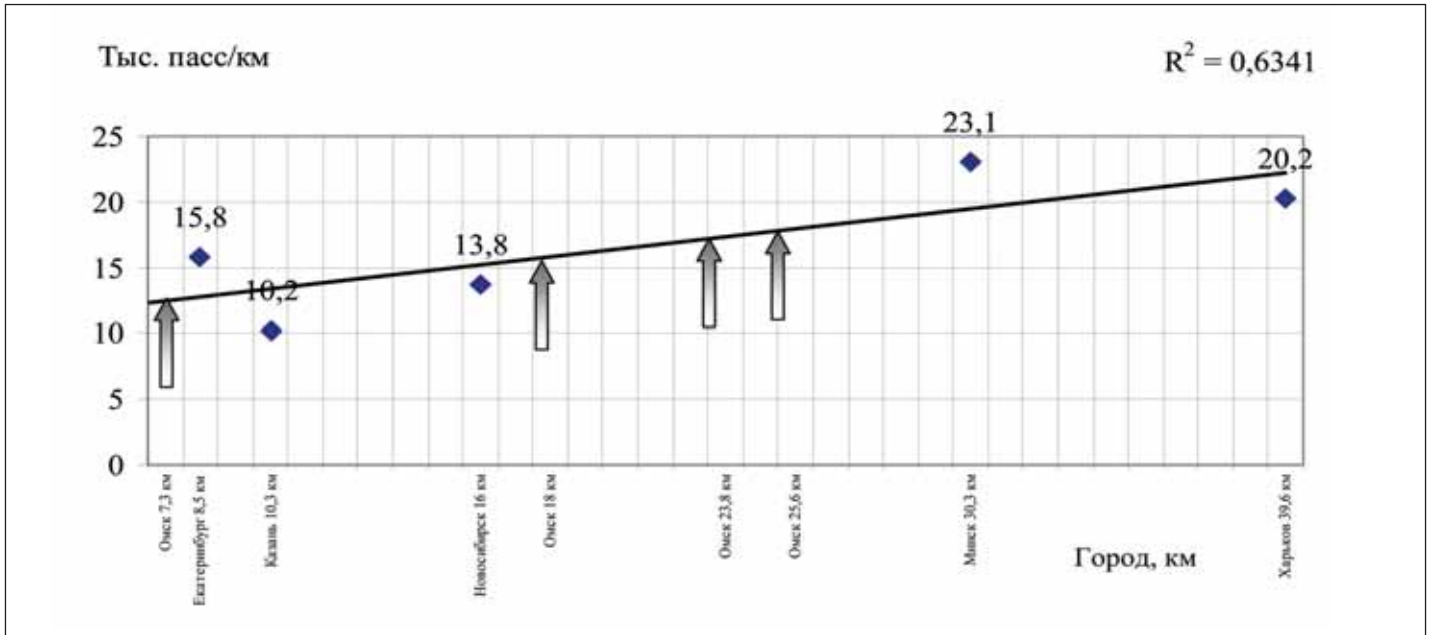


Рис. 2. Зависимость удельной суточной загрузки метро от длины линий, тыс. пасс./км

ключен из сферы правового регулирования городского пассажирского транспорта, нет основы для реализации проектов развития перспективных видов внеуличного транспорта, нет инвестиционной привлекательности развития метро, в регионах нет единства регулирования, организации, правил движения и технической эксплуатации метрополитенов и т. д.

Наряду с проблемами финансирования и пробелами в законодательстве у нас слабо развивается нормативно-методическая база. Актуализированный СНиП 32-02-2003 Метрополитены еще не утвержден, в нем отсутствует механизм развития инновационных видов транспорта, нет примеров расчета перспективной загрузки строящихся метрополитенов. В настоящее время традиционное метро строится в Омске, Красноярске и Челябинске, во многих городах проектируются системы легкорельсового транспорта.

Основные параметры строящихся станций метрополитенов рассчитывают по нормативам, исходя из максимальных перспективных пассажиропотоков. Пропускную и провозную способность линии на периоды эксплуатации рекомендуется определять в зависимости от расчетного числа пассажиров в поезде на перегоне, наиболее загруженном в часы максимальных перевозок. В настоящее время для обеспечения работы метрополитена используются детерминированные модели, в Москве, например, для расчета пассажиропотоков пересадочного узла существует сертифицированный программный комплекс ЕММЕ, поэтому прогнозирование пассажиропотоков производится по средним значениям предыдущих лет. Современными исследователями для прогнозирования входного пассажиропотока с заданной надежностью, например, разработана стохастическая математическая

модель. Иными словами для того, чтобы программный комплекс выдавал адекватные показатели, должны быть учтены характеристики конкретного мегаполиса. Сложнее обстоят дела в городах, где метро только проектируется. Чтобы рассчитать пассажиропоток на строящейся линии, необходимо знать, сколько человек поедет в определенном направлении хотя бы с некоторой допустимой точностью. Опросов, поедут ли люди в таком-то направлении при открытии новой линии или же выберут альтернативный маршрут, никто не проводит.

В этой ситуации особую актуальность приобретает разработка новых методов определения загрузки строящихся метрополитенов в условиях перераспределения пассажирских потоков между различными видами транспорта. Эта проблема нашла свое решение при расчете загрузки 1-й линии Омского метрополитена, выполненном специалистами СибАДИ по заданию НПО «Мостовик» в 2011 г.

Темпы строительства метро в городах нашей страны сильно отличаются, в Москве они относительно высокие, быстро были построены метрополитены в Казани и Самаре. Метро в г. Омске начали строить еще в 1986 г., но за это время так и не удалось пустить его в эксплуатацию. Аналогичная ситуация сложилась в Челябинске и Красноярске. Такое положение ведет к омертвлению для народного хозяйства многих миллиардов рублей капиталовложений на десятилетия, резервированию огромных городских территорий под строительство станций и сооружений, неудобствах для жителей, связанных с долгостроем и т. д.

В связи с изменением градостроительной ситуации в г. Омске, появлением большого количества личных автомобилей, индивидуальных перевозчиков и необходимостью расчета загрузки отдельных участ-

ков метрополитена старые методы расчета стали неэффективны и требуют совершенствования. Поэтому в СибАДИ был разработан аналоговый метод, учитывающий отечественный и мировой опыт. Этот метод значительно отличается от использованных ранее.

Последовательность расчетов в целом следующая. На основе анализа работы действующих метрополитенов в городах страны, аналогичных по численности и плотности населения, выявляются зависимости удельной загрузки линии от ее длины и расположения в плане города. В зоне тяготения станций уточняются градостроительные показатели: делается прогноз численности населения и параметров объектов тяготения, определяется объем пассажирских перевозок на существующей сети городского пассажирского транспорта. Затем на будущей линии метро определяются объемы перевозок, пассажиропотоки, пассажирооборот станций, транспортная работа, средняя дальность поездки по периодам эксплуатации. Рассмотрим эту методику на конкретном примере.

Для расчетов загрузки 1-й линии Омского метрополитена использовались данные генплана города, прогноз численности населения, материалы транспортных обследований и нормативные коэффициенты. Темпы ввода в эксплуатацию 1-й линии и схема были скорректированы в новой концепции инновационного развития Омского метрополитена в 2011 г. (рис. 1).

Удельная загрузка по периодам принималась с учетом данных о работе действующих метрополитенов. Зависимость удельной загрузки метро от длины линий по группе городов имеет линейный характер. На рис. 2 стрелками показаны значения удельной загрузки по Омскому метрополитену.

Таблица 1

Показатели работы Омского метрополитена, 2016–2045 гг.

Годы	L_M	ΔQ	Q_c	Q_{cmax}	Q_{c2}	$Q_{п15}$	$Q_{пmax}$	$Q_{пmin}$
	Длина линии, км	Удельная среднесуточная нагрузка линии, тыс. пасс./км	Среднесуточный объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./сут.	Среднечасовой объем перевозок в максимальном направлении от суточного в двух направлениях, тыс. пасс./ч ($K_M = 0,1-0,12$)	Среднечасовой объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./ч ($K_{п} = 0,8-0,75$)	Пиковый объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./ч (с учетом 15-минутного максимума $K_{15} = 1,2$)	Пиковый объем перевозок в максимальном направлении, тыс. пасс./ч ($K_{max} = 0,8; 0,75; 0,7; 0,65$)	Пиковый объем перевозок в минимальном направлении, тыс. пасс./ч ($K_{min} = 0,2; 0,25; 0,3; 0,35$)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Линия в черте города («Западная» – «Сибирский проспект»)								
2016	7,3	12,6	92,0	11,0	13,7	18,0*	14,4	3,6
2025	18,0	16,4	295,6	29,6	39,4	47,3	35,5	11,8
2035	23,8	16,7	397,5	39,8	53,0	63,6	44,5	19,1
2045	25,6	17,8	455,0	45,5	60,7	72,8	47,3	25,5
Вся линия («Аэропорт» – «Сибирский проспект»)								
2016	7,3	12,6	92,0	11,0	13,7	18,0*	14,4	3,6
2025	35,0	9,9	346,7	34,7	43,3	52,0	39,0	13,0
2035	40,8	11,4	466,7	46,7	58,3	70,0	49,0	21,0
2045	42,6	12,5	533,3	53,3	66,7	80,0	52,0	28,0

* – Для ст. «Библиотека им. А. С. Пушкина» принят $K_{кон15} = 1,4$ как для пересадочных и временно конечных станций

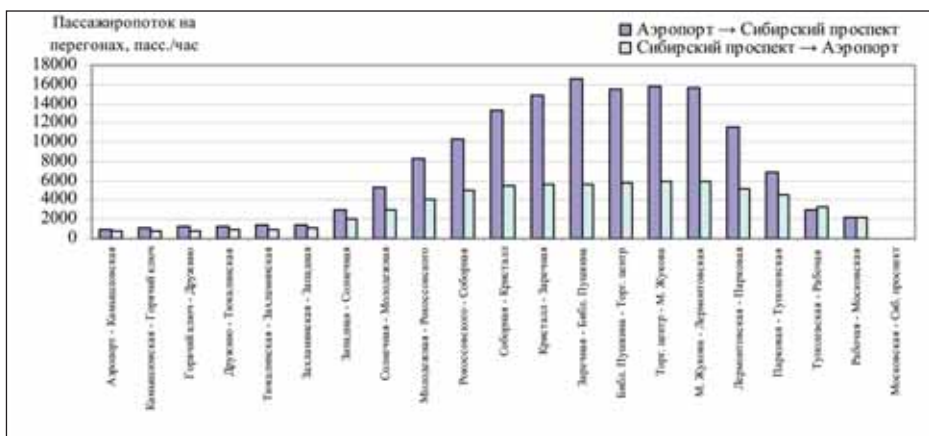
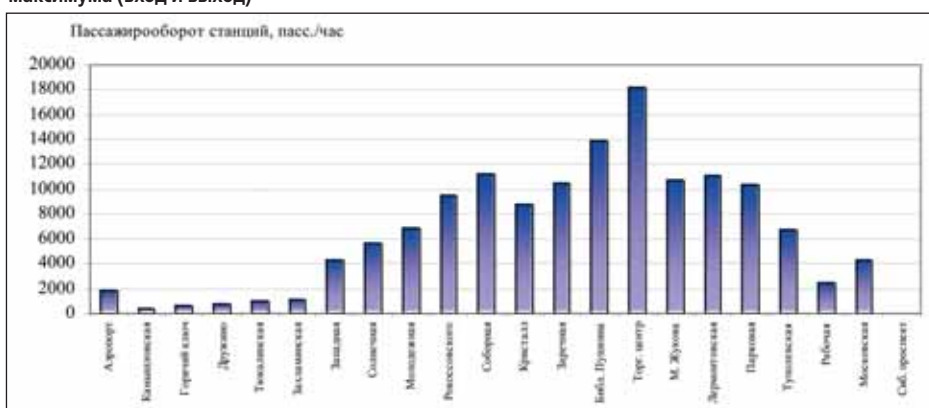


Рис. 3. Пассажирополюки на перегонах Омского метрополитена на 2035 г. в час пик с учетом 15-минутного максимума

Рис. 4. Пассажирооборот станций Омского метрополитена на 2035 г. в час пик с учетом 15-минутного максимума (вход и выход)



Коэффициенты неравномерности распределения пассажирополюков по времени и направлениям (K_M , $K_{п}$, K_{15} , K_{max}) были уточнены путем натурных обследований пассажирских потоков на наземных видах транспорта, проведенных в ноябре 2011 г. в сечении будущих станций. Порядок расчета загрузки 1-й очереди на 2016 г. приведен с учетом нумерации колонок в табл. 1.

1, 2. Сроки и длина линии приняты по техническому заданию. Пуск первой очереди из пяти станций приурочен к 300-летию юбилею г. Омска в 2016 г. К 2045 г., а возможно и раньше, длина 1-й линии составит 42,6 км, при этом 25,6 км будут расположены в пределах городской застройки, остальные 17 км от ст. «Западная» пройдут на обособленном полотно за ее пределами – в направлении нового Международного аэропорта Омск – Федоровка.

3. Удельная нагрузка линии в городской черте определялась по отчетным данным других городов. На основе этой статистики приняты значения по городской линии на различные сроки от 12,6 тыс. пасс./км сут. в 2016 г. до 17,8 тыс. пасс./км сут. в 2045 г. По пригородному участку удельная нагрузка определена с учетом развития прилегающих к линии территорий и аэропорта.

4. Среднесуточный объем перевозок в двух направлениях:

Таблица 2

Основные показатели работы 1-й линии Омского метрополитена до 2045 г.

Год	L_M Длина линии, км	ΔQ Удельная среднесуточная загрузка линии, тыс. пасс./км	Q_C Среднесуточный объем перевозок, тыс. пасс./сут.	Q_T Годовой объем перевозок, млн пасс./год	Q_P Пиковый объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./ч	A_P Работа транспорта в час пик, тыс. пасс./км	l_{cp} Средняя дальность поездки, км
2016	7,3	12,6	92,0	33,6	18,0	75,6	4,2
2025	35,0	9,9	346,7	126,5	52,0	249,6	4,8
2035	40,8	11,4	466,7	170,3	70,0	350,0	5,0
2045	42,6	12,5	533,3	194,6	80,0	408,0	5,1

$Q_C = \Delta Q \times L_M = 12,6 \times 7,3 = 92,0$ тыс. пасс./сут., где: ΔQ – удельная среднесуточная загрузка линии, тыс. пасс./км;

L_M – длина линии, км.

5. Среднечасовой объем перевозок в максимальном направлении:

$Q_{чmax} = Q_C \times K_M = 92,0 \times 0,12 = 11,0$ тыс. пасс./ч, где: Q_C – среднесуточный объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./сут.;

K_M – коэффициент приведения среднесуточного объема перевозок в двух направлениях к среднечасовому в максимальном направлении.

6. Среднечасовой объем перевозок в двух направлениях (по данным обследований):

$Q_{ч2} = Q_{чmax} / K_P = 11,0 / 0,8 = 13,7$ тыс. пасс./ч, где: $Q_{чmax}$ – среднечасовой объем перевозок в максимальном направлении, тыс. пасс./ч;

K_P – коэффициент приведения объема перевозок в максимальном направлении к объему в двух направлениях.

7. Пиковый объем перевозок в двух направлениях с учетом 15-минутного максимума:

$Q_{П15} = Q_{Прст.} \times K_{Пр15} + Q_{Кст.} \times K_{Кон15} = 5,83 \times 1,2 + 7,86 \times 1,4 = 18,0$ тыс. пасс./ч,

где: $Q_{Прст.}$ – объем перевозок в двух направлениях кроме выхода на конечной ст. «Библиотека им. А. С. Пушкина», тыс. пасс./ч;

$Q_{Кст.}$ – выход в на конечную ст. «Библиотека им. А. С. Пушкина» в максимальном направлении, тыс. пасс./ч.;

$K_{Пр15}$ – коэффициент приведения часового пика к 15-минутному максимуму для промежуточных станций 1,2;

$K_{Кон15}$ – коэффициент приведения часового пика к 15-минутному максимуму для конечных станций 1,4.

8. Пиковый объем перевозок в максимальном направлении:

$Q_{Пmax} = Q_{П15} \times K_{max} = 18,0 \times 0,8 = 14,4$ тыс. пасс./ч,

где: $Q_{П15}$ – пиковый объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./ч;

K_{max} – коэффициент приведения пикового объема перевозок в максимальном направлении к объему перевозок в двух направлениях (по мере удлинения линии меняется от 0,8 до 0,65).

9. Пиковый объем перевозок в минимальном направлении:

$Q_{Пmin} = Q_{П15} \times K_{min} = 18,0 \times 0,2 = 3,6$ тыс. пасс./ч, где: $Q_{П15}$ – пиковый объем перевозок в двух направлениях, тыс. пасс./ч;

K_{min} – коэффициент приведения пикового объема перевозок в минимальном направлении к объему перевозок в двух направлениях (по мере удлинения линии меняется от 0,2 до 0,35).

Полученные данные по объемам пиковых перевозок используются затем при определении пассажиропотоков на перегонах и пассажирооборота станций метро с учетом прогноза развития города и прилегающих к линии территорий. Все они должны быть сбалансированы.

Показатели загрузки первой линии, включающей 21 станцию, показаны на примере 2035 г. С северной стороны ветка дойдет до аэропорта Федоровка, с другой стороны она дотянется до ст. «Московская». Данная линия воспримет основные нагрузки наземного пассажирского транспорта с Левобережья до Московки, при этом снизятся транспортные потоки на мосту им. 60-летия ВЛКСМ и Ленинградском мосту. В районе ст. «Заречная» на месте старого аэропорта появится жилой массив с большим торговым местом притяжения. Станции «Парковая» и «Туполевская» обеспечат доступность промышленной зоны и района Чкаловский. Перераспределятся потоки наземного транспорта, появятся подвозящие маршруты к метро

на промежуточных и конечных станциях. Станция «Торговый центр» станет пересадочной, что резко увеличит ее пассажирооборот. Временно конечная ст. «Московская» соберет потоки с Московки и Сибирского проспекта. Встречные пассажиропотоки распределятся в соотношении 70 к 30 % (рис. 3). Пассажирооборот станций (суммарный вход и выход) составит 140 тыс. пасс. в час пик (рис. 4).

Основные итоговые показатели – работа транспорта и средняя дальность поездки в час пик рассчитываются следующим образом:

$$A_P = \sum_{i=1}^n Q_{nep}^i l_{nep}^i \quad \text{и} \quad l_{cp} = \frac{A_P}{\sum_{i=1}^n Q_P^i},$$

где: A_P – работа транспорта в час пик, пасс./км;

Q_{nep} – пассажиропоток в двух направлениях на i-м перегоне, пасс./ч;

l_{nep} – длина i-го перегона, км;

l_{cp} – средняя дальность поездки, км;

Q_P – суммарный объем перевозок в двух направлениях, пасс./ч. (табл. 2).

Результаты расчетов загрузки линии используются для определения потребности в инновационном подвижном составе. Объемно-планировочные решения станций должны соответствовать их расчетной загрузке и отвечать требованиям доступности. Методику по расчету загрузки строящегося метрополитена целесообразно использовать при уточнении нормативно-методических документов. Совершенствование законодательной и нормативно-методической базы позволит ускорить строительство метрополитенов в городах нашей страны.



ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕРМЕТИКОВ НА МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Л. М. Добшиц, д. т. н., действительный член Российской инженерной академии, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

А. Л. Клибанов, ООО «СТРОЙМАТ и К»

Т. И. Ломоносова, к. т. н., доцент Марийского государственного университета (МарГТУ)

Срок службы транспортных сооружений определяется сотнями лет, в частности тоннелей, рассчитан на 500 лет. В связи с этим расчёт их конструкций ведётся с такими коэффициентами запаса, что позволяет выдерживать прикладываемые к ним все возрастающие во времени нагрузки на весь период эксплуатации. Однако многие тоннельные сооружения начинают разрушаться и требуют ремонта задолго до истечения расчётного срока их службы. Это связано с низкой долговечностью их конструкций.

В настоящее время основными материалами, из которых изготавливаются конструкции тоннелей, является бетон и железобетон. Следовательно, одной из основных задач повышения надёжности тоннельных сооружений, снижения расходов на их эксплуатацию и ремонт является повышение долговечности бетона и железобетона, которая определяет их способность противостоять как внешним (атмосферным), так и внутренним (химическим и физическим реакциям в бетоне) воздействиям. При этом в обоих случаях воздействия сопротивление бетона разрушению будет тем активнее, чем выше его непроницаемость. Недостаточная водонепроницаемость бетонных и железобетонных конструкций приводит к целому ряду негативных последствий: дискомфорт в помещении вследствие повышенной влажности; появление грибка и плесени на внутренних поверхностях, в результате которых становится невозможным нормальная эксплуатация помещений. Кроме этого, в бетоне происходят процессы коррозии стальной арматуры, цементного камня и

заполнителей, приводящие к разрушению конструкций и сооружения в целом.

Следовательно, одним из важнейших факторов, определяющим долговечность бетона, является его водонепроницаемость. Как известно, под водонепроницаемостью бетона понимают его способность не пропускать через свою толщу воду или водные растворы различных веществ.

Необходимая (высокая) водонепроницаемость конструкций из бетона может быть осуществлена тремя основными способами: повышением водонепроницаемости бетона, покрытием его изолирующими материалами на полимерной и минеральной основе и комбинированным способом.

Повышение водонепроницаемости бетона

Абсолютно водонепроницаемый бетон может стать только при полной гидроизоляции его поверхности со стороны прикладываемого давления жидкости. Это связано с тем, что фильтрация воды через бетон и цементный камень происходит не только при больших избыточных давлениях жидкости (1–10 атм), но и при очень малых (до 0,001 атм). В связи с этим автор статьи Л. М. Добшиц считает водонепроницаемым такой бетон, у которого скорость внешней диффузии (испарений с поверхности) превосходит скорость внутренней (подвод воды поверхности). С таких позиций получение практически водонепроницаемого бетона становится технически возможным и практически осуществимым. Водонепроницаемость бетона обусловлена тем, что он является капиллярно-пористым телом, в котором капилляры образуют

взаимосвязанную систему, проницаемую для жидкостей (в частности, воды). Такая система пор характерна для свежеприготовленного бетона, коэффициент фильтрации которого по данным А. М. Невиля составляет 2×10^{-4} см/с. При твердении уложенного бетона вследствие гидратации цемента проницаемость бетона резко снижается, т. к. уменьшается общая пористость, а самое главное, система пор становится дискретной. Водонепроницаемость цементного камня с $V/C = 0,7$ показывает, что коэффициент его фильтрации понизился с 4×10^{-8} см/с в возрасте 5 суток до 1×10^{-10} в возрасте 24 суток.

Водонепроницаемость бетонов зависит от их общей пористости. Величина ее (в %) определяется следующим уравнением:

$$P_0 = [C(V/C - 0,23 \cdot \alpha) + (1 - \delta) \cdot 1000] / 10, (1)$$

где α – степень гидратации цемента;

δ – степень уплотнения бетонной смеси;

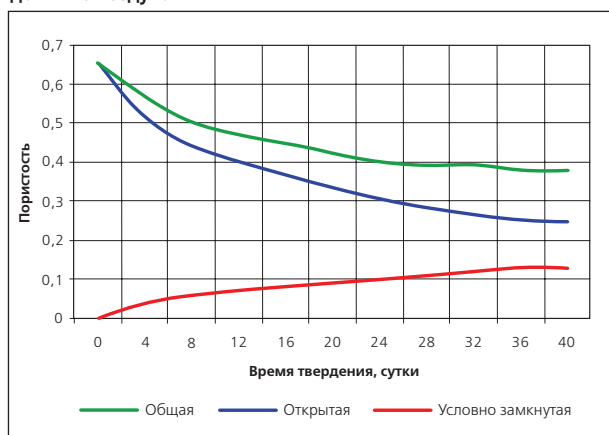
V и C – расходы воды и цемента в кг на 1 м^3 бетона, соответственно.

Рассмотрение факторов, входящих в уравнение (1), и их влияние на водонепроницаемость бетона показывает следующее.

Как правило, увеличение общей пористости бетона приводит к снижению его водонепроницаемости, однако её влияние не является столь простым и однозначным. Величина общей пористости P_0 не полностью характеризует водонепроницаемость бетона, т. к. большое влияние на это свойство оказывают величина открытой (или интегральной) пористости $P_{\text{и}}$ и размер этих пор (распределение пор по радиусам).

Таблица 1

Рис. 1. Изменение пористости растворной части бетона при твердении на воздухе



Свойства материала «Гермесль»

Наименование показателей	Технические характеристики
Условия эксплуатации, °С	–40/+30
Температура затвердевания, °С	–5/+30
Прочность на изгиб, МПа	До 6
Прочность на сжатие, МПа	До 40
Адгезия, МПа	Не менее 2,5–3
Морозостойкость, циклов	Не менее 300
Водонепроницаемость, МПа	До 5,0
Водонепроницаемость через 1 ч	W10
Водонепроницаемость через сутки	W50

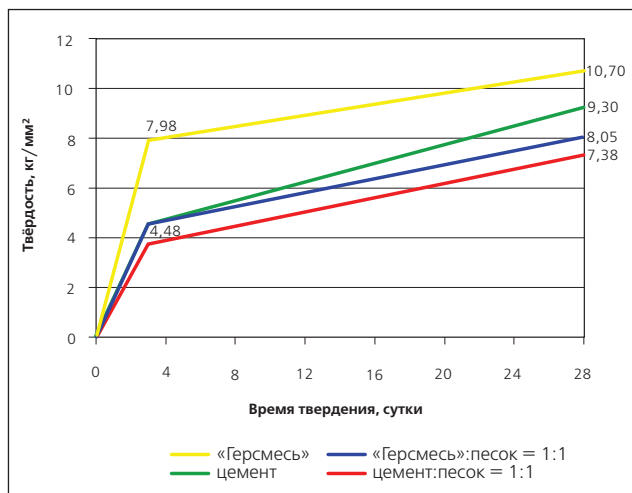


Рис. 2. Твёрдость покрытия в зависимости от состава материала и времени твердения

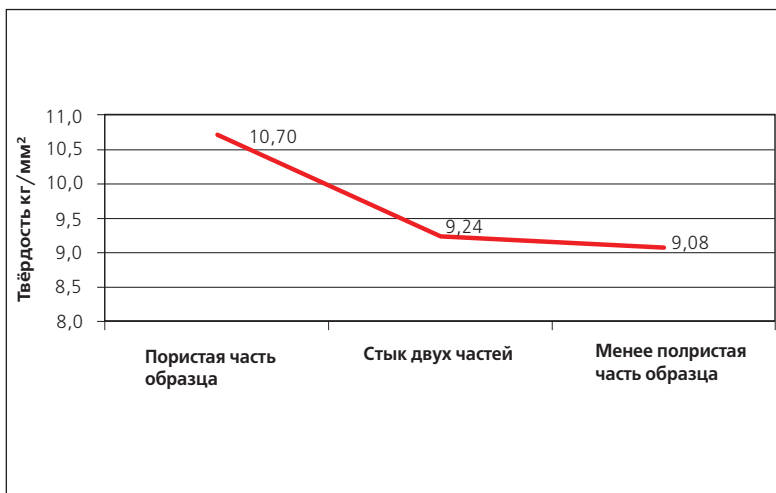


Рис. 3. Изменения твердости по границе цементно-песчаный раствор – «Герсмесь»

Чем выше степень гидратации цемента α , тем больше степень разобщения порового пространства цементного камня. Следовательно, в процессе твердения часть открытой пористости, разобщаясь продуктами твердения цемента (цементным гелем), переходит в замкнутую, т. е. образуется замкнутая пористость P_3 (рис. 1). Таким образом, повышение α снижает общую и интегральную, увеличивает замкнутую пористость и, как следствие, повышает водонепроницаемость бетона.

Кроме этого продукты гидратации цемента, заполняя поровое пространство цементного камня, уменьшают средний радиус капилляров, т. к. объём продуктов гидратации – цементного геля примерно в 2,1 раза больше объёма цемента, вступившего в реакцию, что так же способствует увеличению водонепроницаемости.

Вторым важнейшим фактором, определяющим водонепроницаемость бетона, является величина водоцементного отношения V/C . Повышение значения V/C снижает водонепроницаемость бетона, т. к. увеличивается общая и открытая пористость материала и среднее значение величины радиуса капилляров цементного камня. Установлено, что его водонепроницаемость при значении V/C до 0,40 близка к нулю, при $V/C = 0,45$ коэффициент фильтрации равен 3×10^{-12} см/с, при возрастании V/C более 0,45 она резко снижается, при этом коэффициент фильтрации достигает значений $1,2 \times 10^{-10}$ см/с при $V/C = 0,7$. Это объясняется следующим. Из уравнения (1) следует, что при постоянном расходе цемента на 1 м^3 бетона общая пористость является функцией величины V/C и, следовательно, при увеличении V/C возрастает общая пористость P_0 и снижается водонепроницаемость бетона.

Третий фактор – расход цемента на 1 м^3 бетона. Повышение расхода свыше 350–400 кг на 1 м^3 бетона может вызвать снижение его водонепроницаемости вследствие следующих причин. Во-первых, с увеличением расхода цемента возрастает удельный объём цементного камня в единице объёма бетона, а,

следовательно, и удельный объём пористой его части. Во-вторых, снижается трещиностойкость цементного камня, особенно после термо-влажностной обработки, и, в связи с этим, в процессе эксплуатации бетона появляются усадочные трещины, которые повышают общую и интегральную пористость, что снижает водонепроницаемость. Усадочные трещины будут образовываться во всех случаях твердения бетона, кроме водного твердения. Однако это чрезвычайно редко наблюдается на практике.

Как видно из вышеизложенного, повысить водонепроницаемость бетона можно путём:

- снижения V/C ;
- увеличения степени гидратации цемента α ;
- увеличения степени уплотнения бетонной смеси δ ;
- использования бетонных смесей с оптимальным расходом цемента;
- введения в их состав специальных добавок (пуццолановые цементы, набухающие добавки, тонкомолотые наполнители и др.);
- отказа от ТВО, особенно при «жестких» режимах.

Однако получить полностью водонепроницаемый бетон, т. е. бетон марок W12 и выше, даже при использовании всех вышеперечисленных способов, практически невозможно.

Покрывание бетона изолирующими материалами

Применение традиционных покрытий на основе органических материалов имеет целый ряд недостатков: быстрое, по сравнению с бетонами, старение изолирующих полимерных материалов; плохая совместимость (щелочная среда растворов и бетонов и, как правило, кислая среда полимерных материалов); необходимость его нанесения на высушенную поверхность; требуется защита изолирующего материала вследствие его низкой прочности и твёрдости.

В связи с этим, в последнее время находят всё более широкое применение герметики нового поколения на минеральной основе.

Одним из них является материал модельного ряда «Герсмесь», разработанный

в МИИТе в содружестве с другими исследователями. Свойства его приведены в табл. 1. Материалы «Герсмесь» изготавливаются согласно ТУ 5775-001-17805179-99. Сухие порошкообразные смеси готовы к использованию для работы с бетонными (железобетонными), кирпичными и каменными конструкциями и состоят из специальных вяжущих и химических добавок, имеют гигиенический сертификат, экологически чистые, могут применяться при контакте с питьевой водой (заключение СЭС 77.01.03.577.П.21910.07.1), радиационно безопасны (протокол № х2329/20911), сертифицированы.

Материал предназначен для выполнения работ по гидроизоляции поверхности строительных конструкций зданий и сооружений, выполненных из монолитного или сборного железобетона, мелкоштучных каменных материалов, а также для герметизации швов, трещин и отверстий.

Работы по гидроизоляции конструкций могут производиться даже в условиях постоянного напора воды при выполнении строительных и ремонтных работ. Физико-механические свойства материала «Герсмесь» должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.

«Герсмесь» используется самостоятельно или в смеси с различными заполнителями – песок, шлак, минеральные добавки и т. д.

Кроме прочности, стойкость изолирующего покрытия определяется его твёрдостью. Для определения твёрдости защитного покрытия были проведены специальные исследования, результаты которых показаны на рис. 2. и 3.

На графике (см. рис. 2.) четко прослеживается зависимость твердости от времени процесса для всех составов образцов. Наибольшая твердость отмечена у состава из «Герсмеси».

Твердость определялась в трех местах: в пористой части образца, в менее пористой и на стыке двух частей. Пористая часть образца представляла собой цементно-песчаный состав 1:3. Менее пористая часть – нанесен-

Таблица 2

Физико-механические свойства материала «Герсмесь»

Показатель	Величина		
	«Герсмесь» с нормальной водопотребностью		«Герсмесь» с пониженной водопотребностью
1. Водопотребность – оптимальное количество воды для затворения «Герсмеси» (% массы порошка)	28–32		19–24
2. Типы «Герсмеси» по срокам начала схватывания	А	Б	Б
3. Сроки схватывания от начала затворения, мин:			
начало, не ранее	8–10	2–5	2
конец, не позже	30	10	10
4. Марки по прочности	300; 400		500
5. Предел прочности при сжатии (МПа) в возрасте:			
- 1* суток, не ниже	10,7	14,3	17,9
- 3* суток, "-"	19,3	25,7	32,1
- 28 суток, "-"	29,4	39,2	49,0
6. Линейное расширение, %			
- через 2 ч после затворения			
не менее		0,2	
не более		1,2	
- в возрасте 3 суток твердения, не более		1,5	
7. Водонепроницаемость через 24 часа, атм		5	
8. Температура эксплуатации, °С	От минус 40 до +50		
9. Температура окружающего воздуха при твердении, °С	От +5 до +30		

ное на цементно-песчаный образец покрытие из «Герсмеси».

В связи с тем, что гидроизоляционные работы во многих случаях необходимо осуществлять круглогодично, в том числе в зимнее время, нами были проведены исследования по разработке составов на основе материалов «Герсмесь», обеспечивающих производство таких работ при отрицательных температурах.

Полученные результаты (рис. 4 и 5) свидетельствуют, что разработанные составы активно твердеют и сохраняют свои свойства при низкой температуре, обеспечивая через пять суток твердения без обогрева прочность, достаточную для проведения последующих технологических операций на загерметизированной поверхности.

Материалы модельного ряда «Герсмесь» кроме гидроизолирующих обладают защитными свойствами в различных агрессивных средах, а также повышенной стой-

костью в них (табл. 3). Установлено, что у образцов, покрытых «Герсмесью» в начальный период, в некоторых средах в течение первых четырех-шести месяцев наблюдается более интенсивное увеличение прочности за счет продолжающейся гидратации, а также под влиянием защитного и проникающего действия состава, чем у контрольных образцов в соответствующих условиях. Например, прирост прочности в воде через шесть месяцев составил 21,63 %, в среде ПАВ – 25,66 %. Исключение – среда сульфатов, в которой к шести месяцам обнаружено ее снижение на 1,61 %.

Выявлено, что наибольшее отрицательное влияние на прочность цементного камня из компонентов комплексной среды оказывают сульфаты и хлориды. За 14 месяцев экспериментальных исследований прочность образцов без защиты в водном растворе сульфата натрия снизилась на 25,6 %, а хлорида натрия – на 23,19 %. Комплексная среда быто-

вых сточных вод 10-кратной ПДК способствовала уменьшению прочности только на 22,28 %. Защитное покрытие из «Герсмеси» во всех средах снижало отрицательное влияние агрессивных сред. В наименьшей степени оно проявилось в растворах сульфата натрия. Наибольшее защитное действие покрытия из «Герсмеси» оказало на бетон, находящийся в водных растворах хлорида натрия и карбамида, в воде и в комплексной среде бытовых сточных вод.

Исследовалась также устойчивость покрытий на основе «Герсмеси» к действию грибов в баллах (табл. 4), которая определялась согласно ГОСТ 9.049-91 по двум методам: испытание без питательной среды, при котором определяется, является ли сам материал питательной средой для грибов; при втором методе устанавливается, переходят ли грибы из среды на материал.

Полученные положительные результаты лабораторных исследований позволили на-

Рис. 4. Прочность при изгибе образцов, твердеющих при отрицательной температуре

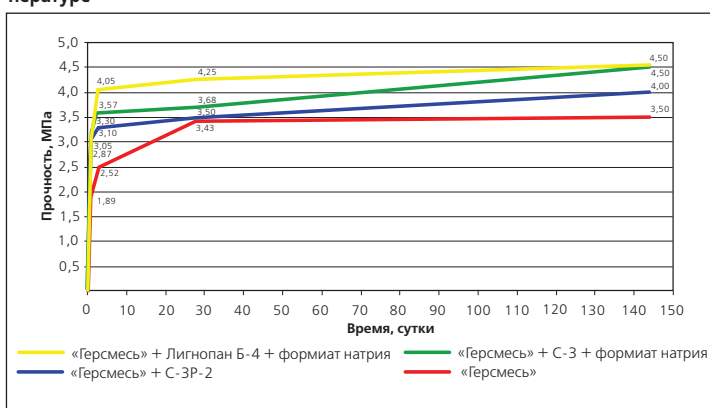
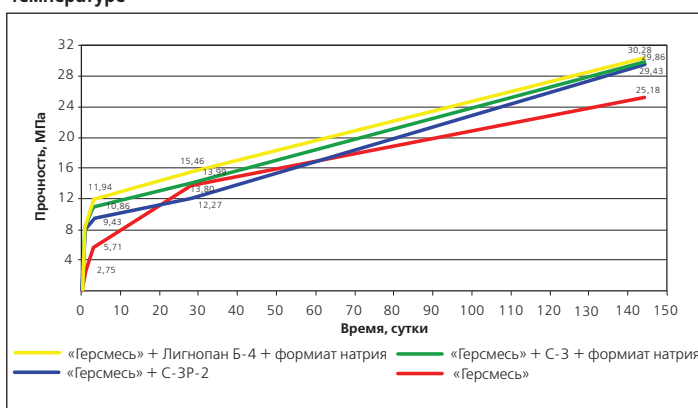


Рис. 5. Прочность при сжатии образцов, твердеющих при отрицательной температуре



чать производственное использование разработанных составов.

К настоящему времени с помощью материалов «Герсмесь» нами были успешно ликвидированы течи и выполнена гидроизоляция на крупных промышленных и гражданских строительных объектах, в том числе на строительстве тоннелей 3-го транспортного кольца, Рублевской водоочистой станции, в подвалах Внешэкономбанка и издательства «Московская правда» в Москве, в канализационных и очистных сооружениях Зеленограда, бассейнов, подземных пешеходных тоннелей в Москве, Калуге и других городах, при строительстве и ремонте гаражей, подвальных и цокольных помещений большого числа промышленных, гражданских и других объектов.

Организация и технология строительного процесса по гидроизоляции материалами модельного ряда «Герсмесь» включает следующие технологические этапы:

- до начала гидроизоляционных работ должны быть тщательно очищены поверхности конструкций зданий от пыли, грязи, жировых и битумных пятен, а также от выступающих солей, и смочены водой;

- при герметизации швы, трещины, отверстия должны быть расшиты на глубину не менее 20 мм и промазаны пастой или зачеканены порошком (при наличии водяных подтеков);

- гидроизоляция поверхности строительных конструкций должна осуществляться поочередно в три слоя следующим образом:

для нанесения первого (грунтовочного) слоя порошок «Герсмесь» смешивается с водой до получения «цементного молока». Воду доливают постепенно, начиная с 1/10 массы порошка. Перемешивание осуществляется не более 2 мин, после чего сразу с помощью кисти «цементное молоко» наносят на гидроизолируемую поверхность;

для устройства основного второго слоя может быть использован как порошок «Герсмесь» в отдельности, так и в смеси с песком в соотношении 1:1 (по массе). Воду доливают постепенно до получения сметанообразной массы. Основной слой следует наносить шпателем или мастерком (кельмой). Толщина его в чистом виде может быть от 1 до 2 мм, а при использовании в смеси с песком – от 3 до 5 мм;

нанесение третьего (покрывочного) слоя производится аналогично грунтовочному через 0,5–1 ч после нанесения основного слоя;

- герметизация швов, трещин или отверстий должна осуществляться в следующей последовательности: расшивка швов, трещин; очистка от пыли и грязи, смачивание водой; зачеканка швов, трещин или отверстий пастой или порошком; последовательное нанесение грунтовочного, основного и покрывочного слоев;

- при значительной фильтрации воды через изолируемую поверхность необходимо

Изменение прочности образцов при хранении в агрессивных средах в течение 14 месяцев

Таблица 3

Агрессивная среда	Изменение прочности образцов, %	
	Без защиты	С покрытием из «Герсмеси»
1. Вода	-1,23	+12,40
2. Комплексная среда бытовых сточных вод 10-кратной ПДК	-22,28	-11,16
3. Водный раствор карбамида, 433 мг/л	-15,19	+14,65
4. Водный раствор ПАВ, 12 мг/л	+7,35	+12,40
5. Водный раствор сульфата натрия, 3,733 г/л	-25,60	-19,43
6. Водный раствор хлорида натрия, 12,667 г/л	-23,19	-14,44

Таблица 4

Грибостойкость составов из «Герсмеси» с добавками по ГОСТ 9.049-91

Состав	Устойчивость к действию грибов в баллах		Характеристика по ГОСТ 9.049-91
	Метод 1	Метод 3	
1. «Герсмесь»	2	4	Грибостоек
2. «Герсмесь» + формиат натрия, 2,5 % + лигнопан Б-4, 3 %	1	2	Грибостоек
3. «Герсмесь»+ поташ, 7 % + лигнопан Б-4, 3 %	3	4	Негрибостоек
4. «Герсмесь» + формиат натрия, 2,5 % + С-3, 0,4 %	1	3	Грибостоек
5. «Герсмесь» + поташ, 7 % + С-3, 0,4 %	0	2	Грибостоек
6. «Герсмесь» + С-ЗР-2, 1,5 %	1	4	Грибостоек

непосредственно перед нанесением основного слоя обработать поверхность сухим порошком с помощью кисти и максимально снизить количество воды затворения основного слоя;

- в случае герметизации швов, отверстий, трещин в условиях постоянного напора воды заделка их должна осуществляться двумя слоями равной толщины: первый слой – сухая «Герсмесь», второй – «цементное молоко» из «Герсмеси» с минимальным количеством воды затворения. Уплотнение смеси следует производить

путем надавливания на нее с незначительным усилием;

- готовить рабочие составы растворов для устройства гидроизоляции строительных конструкций рекомендуется в передвижных малогабаритных растворосмесителях, предназначенных для небольшого количества смесей, размещенных непосредственно на строительном объекте, в том числе при использовании быстросхватывающихся вяжущих. Небольшие габариты таких смесителей позволяют устанавливать их непосредственно в помещениях.



ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ АВАРИЯХ В ДВУХОЧКОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЯХ

В. Р. Гоппе, ГИП «Сочитранстонтнельпроект ТО-44», к. т. н.

Сравнительно недавно вопросам безопасности эксплуатации транспортных тоннелей в России стало уделяться повышенное внимание. Помимо других причин, это связано и с опытом эксплуатации транспортных тоннелей за рубежом. Всем известны аварии (подземные пожары) в тоннелях Сен-Ютард (24 октября 2001 г.), Евро-тоннеле (18 ноября 1996 г.) и др.

В строительных нормы РФ для транспортных тоннелей (определенной длины) и перегонных тоннелей метрополитенов введены обязательные положения по эвакуации людей при аварийных ситуациях через эвакуационные сбойки и сервисные тоннели.

Эти сооружения и их оборудование относятся к системе пассивной противопожарной защиты тоннелей и метрополитенов.

Не рассматривая всю эту систему, остановимся на проблемах оборудования и компоновки архитектурно-строительной части эвакуационных сбоек для дублера Курортного проспекта в г. Сочи, где все тоннельные пересечения запроектированы двухочковыми (без сервисных тоннелей).

Основными частями такого тоннельного пересечения являются два транспортных тоннеля, предназначенные для одностороннего движения автотранспорта в одном направлении в каждом. Тоннели соединены между собой эвакуационными сбойками.

Эвакуация людей при пожаре в тоннельном пересечении

Для назначения положения эвакуационных сбоек в тоннельном пересечении, их оборудования и компоновки архитектурно-строительной части разрабатываются сценарии возможных аварий.

Как правило, проектные сценарии предусматривают несколько вариантов аварий, среди которых наиболее опасным обычно является пожар мощностью не менее 100 МВт. Противопожарная защита рассчитана на одну аварию в одном из тоннелей, т. е. одну аварию в тоннельном пересечении, имеющем единую систему управления и жизнеобеспечения. Должно быть рассмотрено наименее выгодное (самое опасное) расположение очага пожара.

Эвакуация людей из тоннелей при возникновении аварийной ситуации в одном из них производится в смежный тоннель по эвакуационным выходам: эвакуационным сбойкам или через ближайшие порталы. В эвакуационные сбойки вход осуществляется через тамбур-шлюзы.

Тамбур-шлюзы должны быть оборудованы специальными дверями и вентиляционным оборудованием, которое обеспечит

подпор воздуха в камерах тамбур-шлюзов при аварии.

В зависимости от места расположения очага пожара эвакуация людей осуществляется по следующим маршрутам.

Маршрут 1:

- проход участка транспортного тоннеля от очага пожара до ближайшего портала;
- выход из тоннеля наружу.

Маршрут 2:

- проход участка транспортного тоннеля от очага пожара до ближайшей эвакуационной сбойки;
- вход в эвакуационную сбойку через тамбур-шлюз;
- проход по эвакуационной сбойке;
- выход через тамбур-шлюз в неаварийный транспортный тоннель;
- проход участка неаварийного транспортного тоннеля от эвакуационной сбойки до ближайшего портала;
- выход из тоннеля наружу.

Исходя из этого, пределы огнестойкости несущих конструкций сооружений на путях эвакуации должны быть приняты:

- обделка тоннелей – R180;
- конструкции тамбур-шлюзов и эвакуационных проходов (в сбойках) – R60.

Количество эвакуационных выходов, расстояние между ними, протяженность эвакуационных путей определяются из условия обеспечения нормального ритма движения людей при эвакуации в случае аварии в одном из тоннелей.

В обычных условиях давление людей друг на друга в движущихся потоках практически отсутствует. При аварии (пожаре) в силу психологических факторов или воздействия неблагоприятных условий часть людей прикладывает физические усилия для того, чтобы быстрее покинуть опасную зону. Из-за этого плотность людских потоков на путях эвакуации значительно превышает плотность при движении в нормальных условиях и может достигать предельных значений – 10–12 чел/м².

Плотность людского потока зависит от количества эвакуирующихся и от объемно-планировочных решений эвакуационных путей и выходов. В рассматриваемом случае количество эвакуирующихся людей определяется из условия блокирования в объеме аварийного тоннеля максимального количества автомобилей.

Геометрические размеры путей эвакуации в эвакуационной сбойке определяются расчетом, но принимаются, в соответствии с действующими нормами, не менее:

- ширина эвакуационных проходов – 1,8 м, высота – 2,2 м;

- ширина эвакуационных дверей – 1,2 м, высота – 2,0 м.

Целесообразно, чтобы двери на путях эвакуации предусматривались противопожарными samozакрывающимися с уплотненными притворами с пределом огнестойкости EI 60.

Рассмотрим пример такого тоннельного пересечения, когда расстояния между сбойками определены по 180 м и от сбойки до портала тоннеля – 200 м (рис. 1).

Входы из тоннеля в эвакуационные сбойки оборудуются тамбур-шлюзами, в которых при аварийной эвакуации людей (при пожаре) осуществляется подпор воздуха.

Выходы из эвакуационной сбойки в соседний (неаварийный) тоннель также оборудуются тамбур-шлюзами, в которых также осуществляется подпор воздуха.

Противодымная защита тамбур-шлюзов на путях эвакуации обеспечивается автономными системами с забором воздуха из соседнего неаварийного тоннеля. В тамбур-шлюзе при пожаре создается избыточное давление 20 Па при скорости истечения воздуха не менее 1,5 м/с через один открытый дверной проем.

Исходя из проектного решения тоннельного пересечения и предполагаемой интенсивности движения транспорта, наиболее неблагоприятной для процесса эвакуации, определяется количество автотранспорта, замкнутого в аварийном тоннеле в автомобильной «пробке», протяженность «пробки», а также количество людей, подлежащих эвакуации из тоннеля. На основе этого составляется схема движения людей при эвакуации.

Количество людей, подлежащих эвакуации из одного транспортного отсека (условного противопожарного отсека) тоннеля, определяется исходя из длины отсека и количества автотранспорта, находящегося в нем.

Должно быть рассмотрено наименее выгодное (самое опасное) расположение очага пожара в одном из тоннелей и определена длина наибольшего условного противопожарного отсека тоннеля.

Рассматривается сценарий аварийной ситуации в тоннеле, при которой авария происходит около одного из эвакуационных выходов (сбойки). При этом данный эвакуационный выход блокируется, а в аварийном тоннеле возникает зона автомобильной «пробки». Люди из тоннеля эвакуируются в безопасную зону через другие эвакуационные выходы.

В рассматриваемом случае длина условного противопожарного отсека тоннеля составляет 270 м (расстояние от эвакуационной сбойки № 4 до эвакуационной сбойки

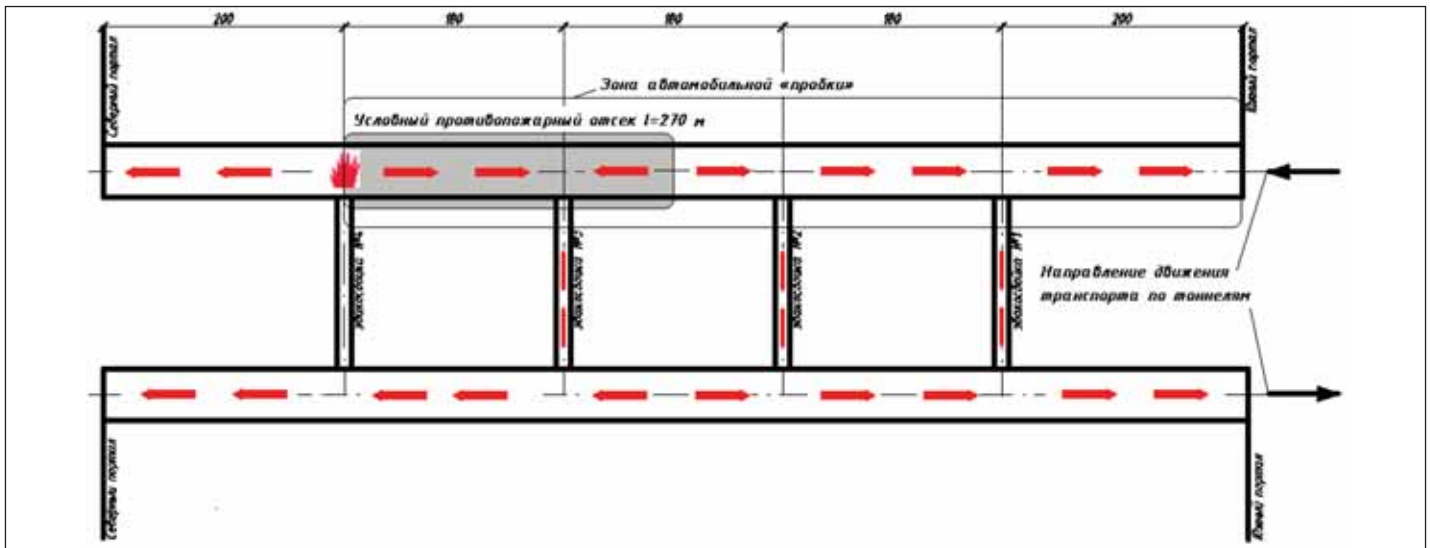


Рис. 1. Схема наибольшего условного противопожарного отсека аварийного тоннеля

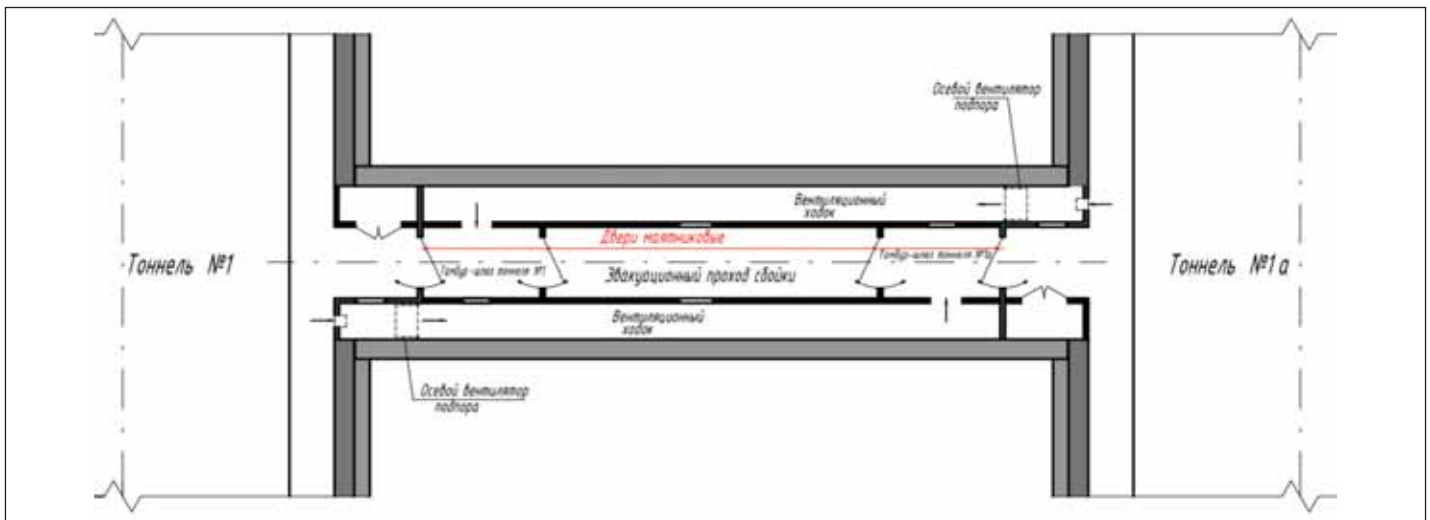


Рис. 2. Схема установки дверей в эвакуационном проходе сбойки по варианту 1

№ 3 (180 м) плюс половина расстояния от эвакуационной сбойки № 3 до эвакуационной сбойки № 2 (90 м) – см. рис. 1).

Исходя из этого и на основании данных о предполагаемой интенсивности движения по дублеру на 2028 г. на условном противопожарном отсеке тоннеля длиной 270 м при двухполосном движении может находиться 4 автобуса, 78 легковых автомобилей и 4 грузовых автомобиля. Таким образом, внутри отсека может находиться порядка 800 человек.

Варианты оборудования и компоновки архитектурно-строительной части эвакуационных сбоек двухчковых тоннелей

Понятно, что для эвакуации такого количества людей через эвакуационную сбойку последняя должна быть безупречно оборудована. В данном случае имеется в виду такое оборудование тамбур-шлюзов, которое бы обеспечивало быстрый и безопасный проход эвакуирующихся людей, а также их эффективную противодымную защиту.

Для обеспечения быстрого и безопасного прохода людей необходимо, чтобы двери тамбур-шлюзов открывались по ходу эвакуа-

ции и не имели запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа. Тамбур-шлюзы должны быть оборудованы противопожарными дверями, с пределом огнестойкости EI 60.

Эффективная противодымная защита эвакуирующихся обеспечивается подпором воздуха (созданием избыточного давления) в камерах тамбур-шлюзов. В соответствии со СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные» величина избыточного давления в камерах тамбур-шлюзов должна быть не менее 20 Па, при скорости истечения воздуха не менее 1,5 м/с через один открытый дверной проем.

Для обеспечения таких параметров тамбур-шлюзы оборудуются специальным вентиляционным оборудованием, основу которого составляют вентиляторы подпора.

Системы вентиляции, обеспечивающие подпор, должны осуществлять забор воздуха из соседнего неаварийного тоннеля и подавать его в камеры тамбур-шлюзов.

Как правило, в качестве вентиляторов подпора используются осевые вентиляторы, устанавливаемые в каждом тамбур-шлюзе.

Особенностью и определенной сложностью эвакуации людей при авариях в двухчковых тоннелях является следующее.

Авария может произойти в любом из двух тоннелей. В связи с этим эвакуация должна быть обеспечена через сбойки одинаково в обоих направлениях, и двери в дверных проемах на путях эвакуации должны открываться в обе стороны.

Каким образом можно обеспечить это требование?

Вариантов может быть предложено несколько, и каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

Во всех вариантах по требованиям безопасности двери в проемах на путях эвакуации имеют запоры. По сигналу о возникновении чрезвычайной ситуации (аварии, пожара и т. п.) запоры на дверях должны автоматически вскрываться и не препятствовать их свободному открыванию без ключа. Двери должны предусматриваться противопожарными samozакрывающимися с пределом огнестойкости EI 60.

Вариант 1. Двери в проемах на путях эвакуации устанавливать маятниковые (рис. 2), которые открываются в обе стороны (на-

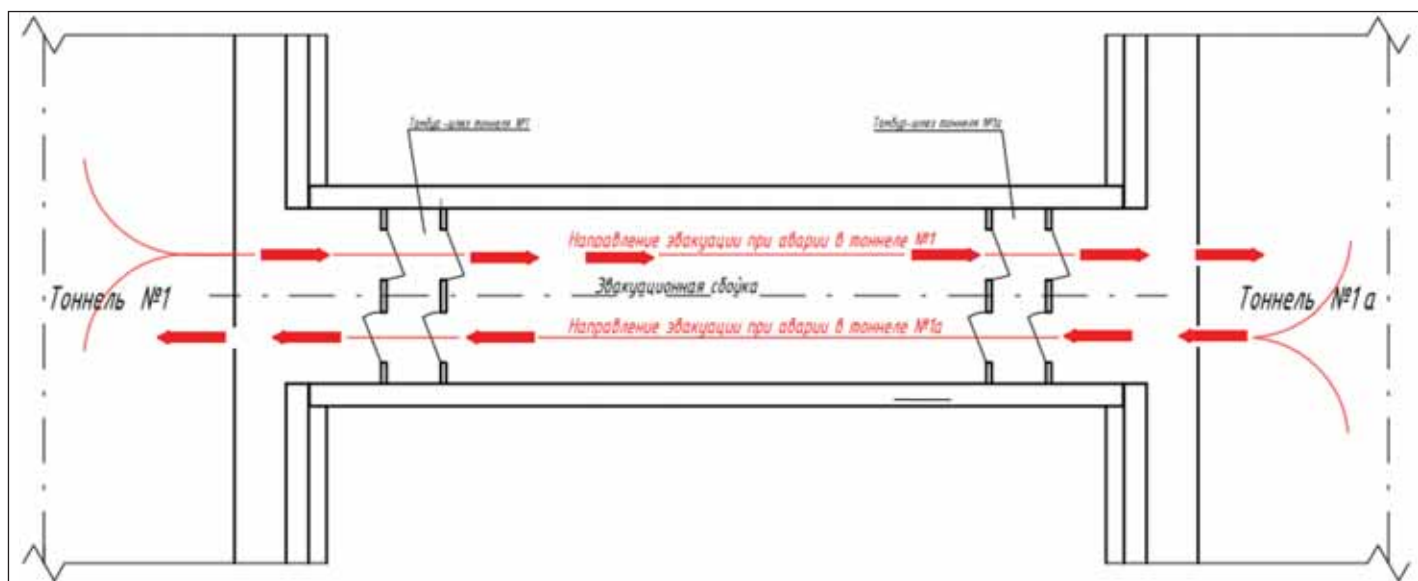


Рис. 3. Схема установки дверей в эвакуационном проходе сбойки по варианту 2

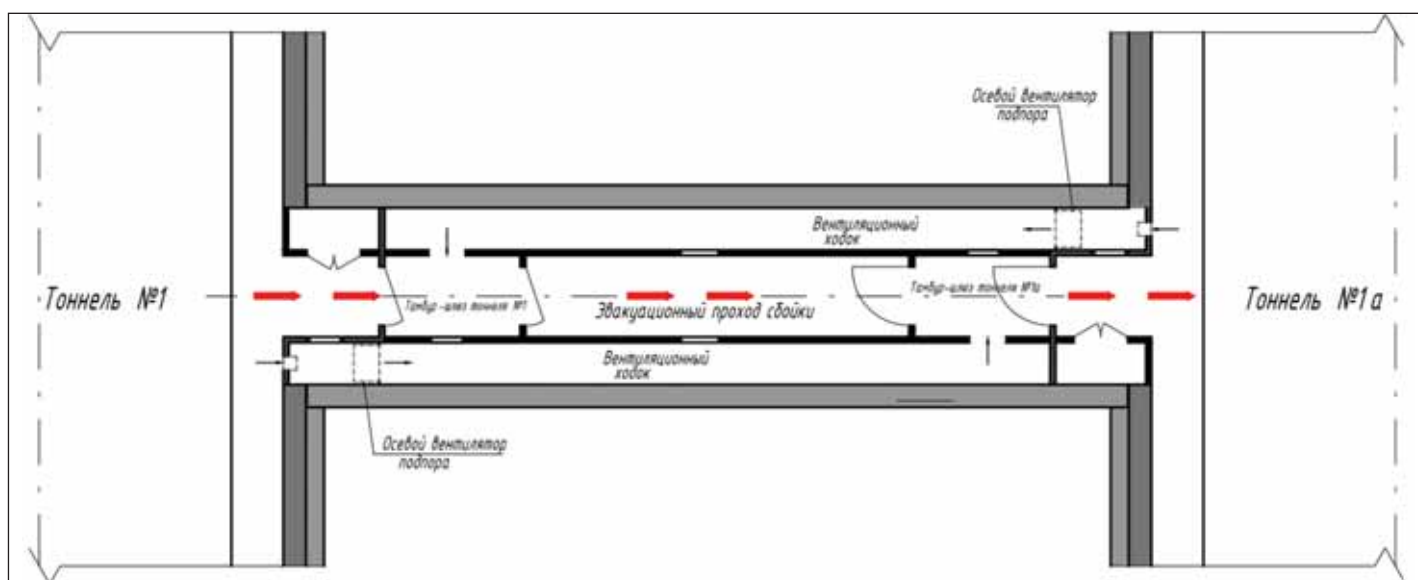


Рис. 4. Схема установки дверей в эвакуационном проходе сбойки по варианту 3

пример, двери типа «метро»). Такой вариант предполагает п. 5.16.25 СНиП 32-02-2003. Метрополитены.

Достоинством данного решения является его простота – двери универсальны, открываются всегда по ходу эвакуации людей. Недостаток варианта 1 – в конструкции двери нельзя предусмотреть уплотненные притворы. Будет ли являться требование об уплотненных притворах обязательным, зависит от технического задания на проектирование (от требований заказчика строительства).

Вариант 2. Двери в проемах на путях эвакуации устанавливаются парные, каждая из которых открывается по направлению эвакуации.

На рис. 3 показаны два варианта развития ситуации:

- авария возникла в тоннеле № 1, и эвакуация происходит через эвакуационную сбойку в тоннель № 1а;
- авария возникла в тоннеле № 1а, и эвакуация происходит через эвакуационную сбойку в тоннель № 1.

Достоинством данного решения является то, что имеется группа дверей, которые открываются всегда по ходу эвакуации людей. В конструкции дверей можно предусмотреть уплотненные притворы.

Недостаток варианта 2 – некоторая сложность управления дверями при возникновении чрезвычайной ситуации. Эвакуация людей должна происходить в разных случаях через разные группы дверей. К тому же вариант и более дорогостоящий.

Вариант 3. Двери в проемах на путях эвакуации устанавливаются открывающимися в одну сторону, по направлению эвакуации из ближайшего тоннеля, при этом необходимо, чтобы двери выходного тамбур-шлюза при возникновении чрезвычайной ситуации были открыты настежь (полностью распахнуты автоматически). На рис. 4 показана ситуация, когда авария возникла в тоннеле № 1 и эвакуация происходит через эвакуационную сбойку в тоннель № 1а.

Недостаток варианта 3 – сложность управления дверями при возникновении

чрезвычайной ситуации. Вариант также и более дорогостоящий, чем, например, вариант 1.

Выводы

1. Исходя из данных о предполагаемой интенсивности движения в тоннелях на автомобильных трассах федерального значения, при аварии на условном противопожарном отсеке может находиться около 800 и более человек – это чрезвычайно опасная аварийная ситуация, которая требует обеспечения быстрого и безопасного прохода эвакуирующихся людей, а также эффективной противодымной защиты.

2. Особенностью и определенной сложностью эвакуации людей при авариях в двухчковых тоннелях является то, что авария равновероятна в любом из двух тоннелей. В связи с этим эвакуация должна быть обеспечена через сбойки одинаково в обоих направлениях, и двери в дверных проемах на путях эвакуации должны открываться в обе стороны.

ТОННЕЛЬ В БУДУЩЕЕ

Е. Ю. Титов, к. т. н., доцент кафедры подземных сооружений Московского государственного университета путей сообщения (МГУПС (МИИТ)), ученый секретарь Объединенного ученого совета ОАО «РЖД»

В настоящее время при развитии мегаполисов и транспортной инфраструктуры в России и мире на первый план выходит комплексное освоение подземного пространства. В современных условиях роста объемов работ и совершенствования технологий строительства подземных сооружений неуклонно растет уровень требований к подготовке персонала компаний.

В этой связи повышение эффективности взаимодействия строительных и проектных организаций с отраслевыми вузами по вопросам качества подготовки специалистов приобретает особое значение.

За долгие годы подготовки инженеро-тоннельщиков в транспортных вузах нашей страны сформировался добротный учебно-методический комплекс, которым мы пользуемся до сих пор. При этом его развитие часто не успевает за быстро развивающимися технологиями. Одной из главных причин этого является то, что основной технологией обучения в России по-прежнему остается лекционно-семинарский подход.

Несмотря на то, что российское образование старается придерживаться основных мировых тенденций в развитии высшей школы (переход к «гибким» специальностям, появление новых форм обучения, смена образовательных технологий), оно все еще находится вне глобального рынка образовательных услуг, а главными барьерами для внедрения передовых образовательных подходов являются:

- методики, ориентированные на передачу знаний, а не на получение опыта;
- преобладание классических аудиторных занятий в виде чтения лекций;
- зачастую консервативный подход преподавателей к подготовке материалов;
- недостаточное использование современных сервисов.

Все это конечно можно объяснить недостаточным уровнем финансирования науки и образования, но, на мой взгляд, это является одной из основных, но далеко не единственной причиной. Часто можно наблюдать, что и сами вузы не достаточно активны во взаимоотношениях с заказчиками на рынке предоставляемых ими услуг. Не хотят смещать акцент с процесса обучения на его результат.

Кроме этого, говоря о существующей ситуации в России в области подготовки специалистов подземного строительства, следует отметить, что из-за ряда обстоятельств (экономическая ситуация в стране, утрата опытных преподавателей и специалистов, отсутствие кадрового резерва и т. д.) данное направление в последние годы сильно ос-

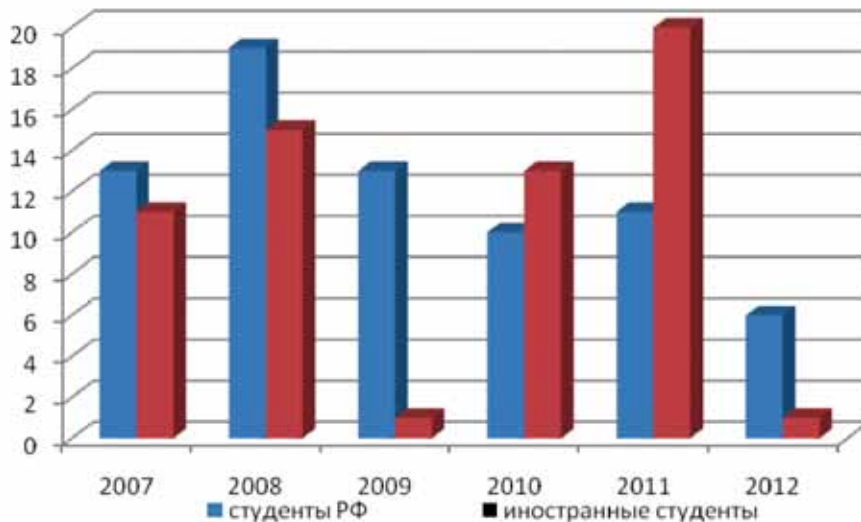


Рис. 1. Численность выпускников кафедры подземных сооружений МИИТа

лабля, как в нашем институте, так и в других транспортных и горных вузах страны.

В связи с этим, к сожалению, приходится констатировать, что в настоящий момент подготовка выпускников вузов (структура знаний и навыков, а также их качество) часто не вполне отвечает ожиданиям и потребностям компаний, несмотря на то, что соответствует стандартам Министерства образования.

Выпускники должны уметь критически и системно мыслить в разных областях, начиная с вопросов личностного развития и заканчивая сложными инженерными вопросами и навыками, а также владеть, по крайней мере, одним иностранным языком, что отмечается многими руководителями ведущих предприятий, которые хотят быть конкурентно способными на мировом уровне.

К сожалению, в настоящее время специалистов с компетенциями высокого уровня не хватает, начиная от выпускников вузов, молодых специалистов с компетенциями и заканчивая руководителями предприятий и профессорско-преподавательским составом в вузах.

Во-первых, как показывает опыт трудоустройства выпускников кафедры подземных сооружений МИИТа, запросы работодателей удается удовлетворить менее чем на 30 %. Выпуск российских студентов по специальности «Тоннели и метрополитены» значительно снизился, что привело к острой кадровой нехватке инженеро-тоннельщиков (рис. 1). При этом студенты отдают предложения более высокооплачиваемым предложениям, поступающим от организаций, не связанных с метростроением, что еще боль-

ше обостряет сложившуюся ситуацию с нехваткой данных кадров.

Стоит обратить внимание на целевую государственную подготовку студентов из Вьетнама (2010–2011 года выпуска) и магистров из Мьянмы (2007–2008 года выпуска), обучавшихся по государственному заказу своих стран с целью реализации проектов строительства метрополитена в крупных мегаполисах этих стран (см. рис. 1).

При этом у нас в России не развита система финансирования подготовки инженеро-тоннельщиков со стороны предприятий. Они не готовы платить за подготовку инженеров под нужды своего предприятия без уверенности в том, что получат хорошего специалиста, а при этом количество госбюджетных мест на объединенную специальность «Мосты и транспортные тоннели» в МИИТе падает с каждым годом, динамику этого процесса можно проследить по диаграмме на рис. 2.

Во-вторых, в последние годы все более остро стоит вопрос кадров профессорско-преподавательского состава: время забирает от нас опытных и уважаемых специалистов, а молодежь им на смену идет неохотно, кроме того, возник вакуум – разрыв в цепочке смены поколений, в основном это последствия 90-х, когда основные силы хлынули в бизнес.

Однако при реализации подготовки кадров проблема не только в дефиците преподавателей высокого уровня. Это можно было исправить, повысив их уровень финансирования и компетентности. Система образования диктует нам свои правила, а задача лиц, небезразличных к данной проблеме и заинтересованных в ее скорейшем и эффектив-

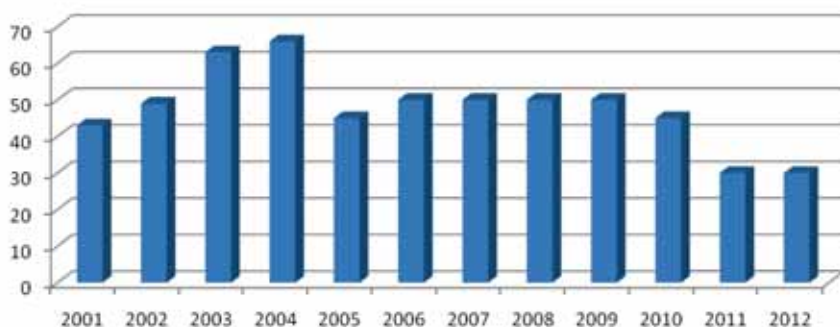


Рис. 2. Количество госбюджетных мест на объединенную специальность «Мосты и транспортные тоннели» в МИИТе

ном решении, на мой взгляд, – найти пути повышения качества образования специалистов путем принятия дополнительных мер, которые могут ужиться с государственной системой в рамках существующих законов.

Причем потенциальными работодателями отмечается желание иметь специалистов с более глубокими знаниями в определенных областях. Но это невозможно в рамках существующего государственного стандарта по подготовке инженера, который нацелен на общие и фундаментальные предметы, а для изучения специальных предметов не хватает времени в учебном процессе.

Сложно воспитать проектировщика и строителя, а может даже ученого в одной аудитории, требуется дифференцированный подход к каждому студенту, что широко используют в Европе.

В этом случае нам удастся выйти на процесс формирования специалистов качественно нового уровня:

- способных ставить и решать задачи развития науки, техники и технологии на перспективу;
- подготовленных к управлению трудовым коллективом;
- обладающих повышенным творческим потенциалом, высокой корпоративной культурой и вовлеченностью;
- подготовленных к выполнению практических задач с минимальным периодом адаптации.

В связи с этим, кроме базового образования, целесообразно развивать и дополни-

тельное, которое можно использовать и для повышения квалификации действующих инженеров.

Следует отметить важный факт, что в 2011/2012 учебном году, несмотря на реформу образования и переход на систему бакалавр-магистр, удалось сохранить подготовку специалистов по объединенной специальности 270501 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». Согласно ФГОС ВПО 3-го поколения в ее состав входит и специализация «Тоннели и метрополитены». Общая численность по объединенной специальности составляет более 200 человек, что может послужить дополнительным ресурсом для заполнения вакансий, которые имеют организации, занятые проектированием и строительством тоннелей и метрополитенов. При этом необходимо предусмотреть инструмент (дополнительный курс углубленного изучения «Строительство тоннелей метрополитена»), который позволит смежным специализациям («Мосты», «Строительство железных дорог») данной специальности освоить дисциплины специализации «Тоннели и метрополитены». Для этих целей будет полезен накопленный в МИИТе опыт по 2-годичной целевой подготовке магистров из Мьянмы для строительства метрополитена в Янгоне.

Можно сказать, что сегодня мы находимся на пути зарождения нового подхода к образованию. Государство пытается переложить заботу о подготовке кадров на плечи компаний (см. рис. 2). Естественно, не приходится

надеяться, что все смогут решить эту сложную и непонятную задачу, но однозначно, что крупные компании, такие как ОАО «Метроригипротранс», ОАО «Московский Метрострой», ОАО «Трансинжстрой», ОАО «Бамтоннельстрой» и другие должны сами выстраивать свою стратегию подготовки кадрового резерва в тесном взаимодействии с отраслевыми вузами (рис. 3).

Важным шагом должна стать реализация новой инновационной 3-ступенчатой системы подготовки кадров (вуз – НИИ – предприятие):

- в вузе происходит обучение профильной специальности;
- в НИИ – общенаучная технологическая подготовка и практика (формирование высокой квалификации);
- на предприятии – производственная практика и практика внедрения инноваций.

В перспективе следует стремиться к дальнейшей консолидации науки и образования в рамках:

- создания совместных учебно-научных филиалов кафедр вузов и НИИ;
- формирования единого корпуса ученых-профессоров, которые интегрируют науку и преподавание, т. е. решается задача восстановления научных школ;
- интеграции всей имеющейся в вузах и институтах лабораторной базы для совместных экспериментов, работы и интеграции результатов исследований (рис. 4).

Так, в частности, сотрудники и аспиранты кафедры подземных сооружений МИИТа занимаются научно-исследовательскими работами, а также сопровождением строительства, оказывая консультационные услуги строителям, проектировщикам и т. д. На кафедре разработаны методы оценки динамических воздействий на наземные и подземные сооружения от различных источников и т. д.

МИИТ долгое время остается ведущим вузом по подготовке инженеров для транспортной отрасли. Подготовка инженеров-тоннельщиков на кафедре подземных сооружений ведется в тесном контакте с ведущими предприятиями и организациями отрасли подземного строительства, которые являются потенциальными работодателями наших выпускников.

Рис. 3. Сотрудничество – путь к успеху



С некоторыми из них (ОАО «Метротранс» и ОАО «Трансинжстрой») заключены договора о сотрудничестве, в рамках которых предприятия:

- принимают студентов на производственную (преддипломную) практику в соответствии с ежегодными заявками, заполненными по установленной форме, типовым договором и календарным планом проведения производственной практики;

- предоставляют необходимую вузу информацию о своей деятельности, которая используется в образовательном процессе, а также при выполнении по заказу предприятия научных тем в рамках курсового и дипломного проектирования;

- могут принимать участие в ежегодном мониторинге качества подготовки специалистов;

- способствуют трудоустройству студентов, наилучшим образом проявивших себя в учебном процессе и в ходе производственных практик на данном предприятии.

Однако, что касается мониторинга качества подготовки специалистов, в основном этот момент остается формальным на бумаге, предприятия не хотят или не умеют использовать данную возможность.

В России имеются две основные организации, объединяющие компании, занимающиеся строительством и проектированием подземных сооружений: Тоннельная ассоциация России и Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Объединение строителей подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов».

В 2012 г. они обратили свое пристальное внимание на подготовку кадров для тоннелестроения и предприняли ряд шагов по улучшению уровня образования в области тоннелестроения как в Москве и Санкт-Петербурге, так и в других городах.

Считаю, что только активное взаимодействие вузов и производства под их эгидой позволит выправить ситуацию.

В связи с этим целесообразно создать Координационный совет из числа профильных руководителей и отраслевых вузов. Такой формат совета позволил бы в значительной степени повысить и вывести подготовку специалистов на качественный уровень.

Основными целями Координационного совета должны стать:

- удовлетворение потребностей предприятий, организаций и учреждений тоннелестроения в укомплектовании высококвалифицированными специалистами;

- создание централизованного банка учебных программ и материалов по базовому и дополнительному профессиональному образованию, объединенного единым подходом к их разработке и реализации;

- развитие системы целевой подготовки, с помощью которой и формированием рейтингового списка целевиков с участием организаций, выдавших целевое направление;



Рис. 4. Наука - не ради науки

- формирование системы возможности гарантированного и успешного трудоустройства;

- социальное обеспечение преподавателей и студентов.

Целесообразно использовать накопленный опыт взаимодействия ОАО «РЖД» и МИИТа. ОАО «РЖД» вкладывает значительные средства в целевую подготовку специалистов, повышения квалификации и переподготовку работников.

В последние годы предпринят ряд эффективных мер по улучшению горизонтальных связей и формированию «коллективного разума» железнодорожной науки. Образованы:

- Объединенный ученый совет ОАО «РЖД» с целью интенсификации его научной деятельности и формирования научной политики, обеспечивающей оптимальное достижение стратегических целей развития предприятия;

- Совет молодых ученых ОАО «РЖД» с целью интенсификации научной деятельности молодежи холдинга «РЖД» и формирования научной политики, обеспечивающей вовлечение молодежи в инновационную деятельность, направленную на достижение стратегических целей развития предприятия;

- факультет подготовки научных сотрудников МИИТ – ВНИИЖТ в формате обучения молодых специалистов в магистратуре по профилю «Наземные транспортные комплексы». Цель проекта – повысить уровень знаний молодежи, предоставив возможность погрузиться в профессиональную научную среду. Обучение в магистратуре происходит по заочной форме на территории ОАО «ВНИИЖТ» и МИИТа. Среди изучаемых дисциплин: прикладная математика, правовая защита интеллектуальной собственности, инновации в транспортной области, основы научных исследований, логика и методология, техническое регулирование в области наземных транспортно-технических комплексов, иностранный язык и т. д.

Также хотел бы обратить внимание на запущенный ОАО «Институт Гипростроймост» и ОАО «СК Мост» совместный проект –

фонд «Основание», направленный на сохранение и преумножение традиций классического российского образования в области транспортного строительства путем поддержки студенческого, научного и преподавательского состава ведущих профильных факультетов и вузов страны. Своей деятельностью фонд стремится содействовать углублению и развитию научных знаний, способствующих прогрессу в области транспортного строительства.

Цели и задачи фонда «Основание»:

- помощь наиболее одаренным студентам в их профессиональной и социальной реализации;

- стимулирование научных разработок в студенческой и научно-преподавательской среде профильных вузов;

- формирование профессионального научного сообщества;

- сохранение интереса специалистов к преподавательской деятельности и ответственности в ней.

В заключение ещё раз призываю представителей всех трех направлений (наука, образование, производство) начать действовать совместно, не жалея ни сил ни ресурсов, и хочу перечислить основные шаги, которые видятся на пути развития кадрового, научного, технологического и производственного потенциала отрасли:

- обеспечение интеграции науки, образования и производства;

- обеспечение соответствия структуры, содержания и качества образовательного процесса международно-признанным требованиям, а также современным и перспективным потребностям развития строительной отрасли и транспортного комплекса России;

- повышение привлекательности специальности для абитуриентов;

- обеспечение закрепления молодежи в сфере науки, образования и высоких технологий;

- создание системы повышения квалификации, как специалистов, так и профессорско-преподавательского состава;

- создание передового научно-образовательного, аналитического, консалтингового и проектного центра.



СПЕКТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ СООРУЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ И МЕТРОПОЛИТЕНОВ ЗА 50 ЛЕТ

В. А. Гарбер, д. т. н., Научно-исследовательский центр «Тоннели и метрополитены» ОАО ЦНИИС

За последние полвека (1960–2010 гг.) отечественное транспортное подземное строительство характеризовалось существенным техническим прогрессом: разрабатывались и внедрялись новые экономичные и долговечные конструкции тоннелей и метрополитенов, высокопроизводительные методы строительства и техника для их сооружения, повышалась надежность и безопасность эксплуатации подземных сооружений.

Технический прогресс базировался на тесном взаимодействии строительных, проектных и научно-исследовательских организаций.

Наглядным подтверждением этого взаимодействия может служить спектр научно-исследовательских и научно-технических работ лаборатории Конструкций и технологий сооружения тоннелей и метрополитенов Научно-исследовательского центра «Тоннели и метрополитены» (НИЦ ТМ) Института транспортного строительства (ОАО ЦНИИС).

Тематика и результаты работ лаборатории отражены в более чем 100 публикациях в отечественных изданиях, в трудах международных и российских симпозиумов и конференций.

Содержание этих публикаций отражает следующие основные направления:

- разработка новых методов расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) системы «подземные конструкции – грунтовый массив – сооружения на земной поверхности» и вычислительных комплексов, реализующих эти методы;

- совершенствование технологий строительства подземных сооружений, в том числе, автоматизированных систем управления строительством;

- общие вопросы научных исследований: анализ научно-технического развития и прогнозы развития отрасли, автоматизация проектирования, аналитические обзоры зарубежного опыта, ресурсосберегающие технологии и др.;

- обеспечение эксплуатационной надежности и долговечности действующих сооружений метрополитена в условиях интенсивного развития городской инфраструктуры;

- разработка нормативных, рекомендательных и методических документов; написание и издание монографий;

- исследование НДС подземных конструкций и разработка новых подземных конструкций;

- исследование физико-механических свойств горных пород, в том числе, влияния на состояние подземных конструкций агрессивных сред и суффозионно-карстовых явлений;

- исследование на математических моделях влияния подземного строительства на земную поверхность и расположенные на ней здания, определение мульд сдвижения горного массива;

- разработка базы данных эксплуатируемых сооружений Московского метрополитена;

- научное сопровождение проектирования, строительства и проведение экспертиз строящихся сооружений.

Анализ опубликованных результатов научных исследований выявил следующие приоритеты научных направлений во времени.

В период 1970–1980 гг. основное внимание уделялось следующей проблематике:

- разработка теории расчета подземных сооружений и реализация расчетных алго-

ритмов в виде программных комплексов на базе ЭВМ типа БЭСМ, ЕС и «Минск-22, 32»;

- внедрение новых методов расчета при проектировании крупных подземных сооружений: тоннели Байкало-Амурской магистрали, метрополитены в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Алма-Ате, Ереване, тоннели железнодорожной линии Иджеван – Раздан на Кавказе, железнодорожные тоннели на линии Абакан – Тайшет в Сибири и др.;

- разработка и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) строительства тоннелей БАМ, Московского и Санкт-Петербургского метрополитенов;

- разработка и внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) тоннелей и метрополитенов.

В период 1981–1990 гг. разрабатывались следующие проблемы:

- экспресс-метод определения стоимости и трудоемкости тоннельного строительства в различных инженерно-геологических условиях;

- прогнозирование развития отрасли тоннеле- и метростроения;

- создание новых тоннельных конструкций и проходческой техники.

В течение 1991–2000 гг. основное внимание уделялось следующим направлениям:

- проектирование подземных конструкций в агрессивных средах и в условиях карсто-суффозионной опасности;

- научные основы проектирования тоннельных конструкций с учетом технологии их сооружения;

Строительство тоннелей БАМа



- автоматизация расчета подземных конструкций с учетом нелинейных свойств системы «порода – обделка»;

- обеспечение эксплуатационной надежности тоннелей метрополитенов в условиях развития городской инфраструктуры.

Десятилетие с 2001 по 2011 г. охарактеризовалось следующими работами:

- оценка влияния строительства новых объектов городской инфраструктуры на техническое состояние эксплуатируемых сооружений метрополитена;

- прогнозирование влияния строительства новых линий метрополитена на состояние земной поверхности и расположенных на ней зданий и сооружений;

- разработка защитных мероприятий, обеспечивающих сохранность сооружений метрополитена при развитии городской инфраструктуры и, соответственно, сохранность зданий и сооружений, попадающих в зону строительства новых линий метро;

- разработка и внедрение геофизических и геодезических методов контроля строящихся и эксплуатируемых подземных и наземных объектов;

- научное сопровождение строительства новых подземных и наземных объектов, в том числе, мониторинг их технического состояния.

Оценка теоретического уровня работ по расчету напряженно-деформированного состояния (НДС) подземных конструкций показывает тенденцию усложнения математических моделей, переход от абстрактных упрощенных характеристик подземных конструкций и вмещающего горного массива к истинным физико-механическим свойствам материалов и строящихся подземных сооружений.

В 1970–1980 гг. были разработаны и внедрены в проектирование плоские (двухмерные) математические модели, реализующие методы строительной механики с учетом следующих нелинейных свойств системы «обделка подземного сооружения – грунтово-вмещающий массив»:

- нелинейность работы материала обделки – учет физико-механических свойств материала конструкции (расчет не по модулю упругости, а по диаграмме испытания материала на растяжение-сжатие);

- нелинейность работы вмещающего породного массива – учет истинной зависимости коэффициента упругого отпора породы от величины контактного давления между обделкой и породой, получаемой из натуральных штамповых или прессиометрических испытаний;

- геометрическая нелинейность расчетной схемы – учет общих деформаций конструкции на каждом этапе нагружения (расчет по деформированной схеме);

- конструктивная нелинейность расчетной схемы – учет изменения физико-механических характеристик расчетных сечений конструкции в процессе ее нагружения;

- учет наследственности напряженно-деформированного состояния конструкции в процессе ее нагружения.



Крольский тоннель на линии Абакан – Тайшет

Был создан программный комплекс, позволяющий рассчитывать подземные конструкции односводчатого и многосводчатого очертания, сборные и монолитные обделки со стыками различной жесткости, многослойные обделки из различных материалов (в частности, осуществлялся подбор арматуры).

В результате оптимизации расчетного сечения конструкции расход материалов на обделку сокращался на 25–30 % при сохранении ее надежности.

Расчет мог вестись как в упругой, так и в нелинейной стадии работы конструкции с учетом истинных (неидеализированных) свойств материала.

Процедура расчета продолжалась до достижения конструкцией одного из предельных состояний.

Пакет программ предельно упрощал расчеты проектировщика или любого пользователя при работе с комплексом «Нелинейный метод расчета обделки»: минимизировалось количество подготовительных операций, уменьшалось количество ошибок при задании исходных данных, получался готовый продукт, не требующий дополнительной обработки (вычерчивание рисунков и диаграмм).

Пакет состоял из серии иерархических меню, каждый пункт которых представлял собой либо обращение к одной из программ расчета методом сил, либо вход в следующее подменю, обеспечивающее возможность ввода исходных данных, просмотра результатов, печати исходных данных и результатов расчета, просмотра и печати рисунков и диаграмм.

Пакет программ был записан на языках FORTRAN77, TurboC, Clipper и реализован на ЭВМ PC класса AT-486, требовал наличия операционной системы DOS-версии не ниже 5.0. Исходные данные вводились с дисплея, печать результатов была возможна на матричный принтер, а также на струйный или лазерный средствами MSWindows.

Начало 2000-х гг. ознаменовалось бурным развитием вычислительной техники и, соответственно, внедрением в проектирование подземных конструкций сложных программных вычислительных комплексов: «PLAXIS», реализую-

щий метод конечных элементов (МКЭ) и «FLAC 3D», использующий для решения пространственных задач метод конечных разностей.

В комплексе «PLAXIS» поведение грунтов описывается упругопластической моделью «Упрочняющегося грунта». Модель является усовершенствованной по сравнению с классической моделью Мора-Кулона и предназначена для моделирования поведения различных типов грунта – как слабого, так и прочного. Ее основная особенность заключается в зависимости жесткости грунта от напряжений. В описании жесткости грунта участвуют сразу три модуля жесткости вместо одного: секущий модуль жесткости E_{50} (кН/м²) при стандартном испытании грунта на трехосное сжатие, касательный модуль жесткости при первичном одометрическом нагружении E_{oed} (кН/м²) и модуль жесткости при разгрузке/повторной нагрузке E_{ur} (кН/м²).

В комплексе «FLAC 3D» поведение грунтов описывается моделью Мора-Кулона, которая определяется сцеплением c (кПа), углом внутреннего трения ϕ (град), углом дилатансии ψ (град), жесткостью грунта E (кПа) и коэффициентом Пуассона ν .

Для моделирования «тонких» конструкций в грунте (тоннельная обделка и т. д.), используются конструкционные элементы, называемые оболочками (Shell), характеризующиеся в изотропном случае модулем Юнга E (кПа), коэффициентом Пуассона ν , толщиной t (м) и объемным весом γ (кН/м³). Для описания элементов оболочки используются конечные элементы с 15 степенями свободы типа DKT_CST, которые оказывают сопротивление изгибу и мембранному нагружению.

Указанные программные комплексы позволили создавать пространственные модели подземных конструкций сложных конфигураций: эскалаторных тоннелей, подземных пересечений, колонных и пилоновых станций.

Наряду с совершенствованием теории расчета подземных конструкций в период 2000–2010 гг. большое внимание уделялось проблеме обеспечения эксплуатационной безопасности действующих объектов Московского метрополитена в процессе интен-



Тоннель на новом участке Люблинско-Дмитровской линии Московского метрополитена

сивного развития городской инфраструктуры. В это время в Москве в зонах метрополитена активно строились крупные жилые, общественные, торговые и административные здания, подземные парковки, транспортные коммуникации и другие объекты.

Основное содержание этих документов заключается в следующем.

Проблема обеспечения эксплуатационной надежности действующих тоннелей метрополитена должна решаться на трех уровнях:

1-й уровень – изучение возможных причин снижения эксплуатационной надежности;

2-й уровень – определение путей повышения эксплуатационной надежности тоннелей метрополитена, находящихся в зоне влияния агрессивной среды или возводимых в текущий период объектов городской инфраструктуры;

3-й уровень – профилактика обеспечения эксплуатационной надежности тоннелей метрополитена при перспективном планировании строительства объектов городской инфраструктуры в зоне расположения этих тоннелей.

Исходя из практики эксплуатации в последнее десятилетие тоннельных сооружений Московского метрополитена, выработана следующая наиболее целесообразная этапность определения фактической надежности тоннельных конструкций:

- установление теоретического запаса прочности конструкции;
- натурное обследование технического состояния тоннельных конструкций и заобделочного пространства;
- определение фактического запаса прочности конструкции расчетным путем на основе результатов натурного обследования конструкций и породного массива.

Сравнение фактического и теоретического запасов прочности конструкции позволяет выработать мероприятия по обеспечению эксплуатационной надежности рассматриваемого тоннеля.

Основными показателями безопасности эксплуатируемых тоннелей действующего метрополитена являются:

- прочность конструкции;
- отсутствие деформаций конструкции;
- надежность и долговечность гидроизоляции сооружений;
- надежность работы систем СЦБ, связи и автоматизации;
- надежность работы систем шахтного водоотлива и тоннельной вентиляции.

При этом особое внимание должно быть обращено на следующие факторы:

- степень возможной негабаритности тоннелей главных путей метрополитена в результате деформаций конструкции;
- изменение профиля и плана путей метрополитена в результате пространственных перемещений участков тоннелей под воздействием сооружения новых городских объектов.

При строительстве новых объектов городской инфраструктуры, расположенных в зоне прохождения эксплуатируемых линий метрополитена, возможно возникновение аварийных ситуаций, негативно влияющих на эксплуатационную надежность объектов метро. В связи с этим необходимо осуществлять мониторинг технического состояния эксплуатируемых объектов метрополитена в процессе строительства городских объектов, расположенных в зоне влияния метрополитена, с принятием оперативных решений по предотвращению нештатных (аварийных и предаварийных) ситуаций в процессе строительства.

В выпущенных документах впервые определялось и регламентировалось понятие «техническая зона эксплуатируемого метрополитена».

Регламентируется наличие следующих зон городской территории:

- зона землепользования;
- техническая зона первой категории (определяется по техническим параметрам взаимного влияния городской застройки и сооружений метрополитена);
- техническая зона второй категории (определяется по экологическим параметрам);
- техническая зона третьей категории (определяется по природно-техногенным факторам).

Техническая зона – часть городской территории с расположенными на ней строениями и подземными коммуникациями, находящаяся в зоне взаимного или одностороннего влияния подземных и наземных сооружений метрополитена и расположенных на этой территории объектов, а также территории, необходимая для организации нормального прохода пассажиров на вход в метро и выход из него, периодического технического обслуживания, ремонта и реконструкции сооружений и устройств метрополитена.

Использование городских территорий в пределах технических зон метрополитена производится с учетом следующих правил:

- в пределах технических зон все работы, связанные с изменением планировки местности, прокладки и перекладки инженерных коммуникаций, должны быть согласованы со службой тоннельных сооружений метрополитена;

• землепользователь в пределах технических зон метрополитена должен содержать в исправном состоянии все водоотводные устройства и коммуникации;

• службы тоннельных сооружений и электроснабжения метрополитена в пределах технических зон метрополитена имеют право контролировать содержание водоотводных устройств и коммуникаций и ставить вопрос перед землепользователем об устранении недостатков;

• землепользователи-застройщики в пределах технических зон метрополитена обязаны выполнять все требования метрополитена;

• в пределах технических зон землепользователь должен вести контроль состояния деревьев и кустарников, своевременно производить их обрезку и, при необходимости, вырубку. При этом высота дерева не должна превышать горизонтального расстояния от места его посадки до ограждающего забора метрополитена;

• службы тоннельных сооружений и электроснабжения Метрополитена имеют право предъявлять землепользователю в пределах технической зоны требования по приведению в порядок зеленых насаждений;

• службы тоннельных сооружений и электроснабжения метрополитена имеют право контролировать состояние дорог, проходящих в технической зоне метрополитена, и предъявлять требования к дорожно-эксплуатационным службам; а по состоянию местных проездов – к землепользователям по приведению их в порядок;

• строительство подземных сооружений в пределах технических зон без согласования с Госгортехнадзором и метрополитеном запрещается.

В настоящее время специалисты лаборатории принимают активное участие в научно-техническом обеспечении проектирования новых линий Московского метрополитена, разрабатывая технические решения по обеспечению безопасности как строящихся объектов метрополитена, так и эксплуатируемых сооружений, находящихся в зоне возможного влияния строительства.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ И МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Н. М. Иванова, к. т. н., ведущий научный сотрудник, Филиал ОАО ЦНИИС «Научно-исследовательский центр «Тоннели и метрополитены»

Практика строительства и эксплуатации тоннелей и метрополитенов показала, что наиболее распространенным дефектом сооружений является обводнение конструкций (течи через стыки обделок тоннелей, сопряжения конструктивных элементов, узлы крепления закладных деталей, дефекты бетона конструкций и др.).

Правильный выбор гидроизоляционного материала и конструкции гидроизоляции при проектировании подземных объектов транспортного строительства является одним из важных факторов, обеспечивающих долговечность сооружений при эксплуатации.

Филиал ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены» (НИЦ ТМ) занимается научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими работами, в том числе разработкой нормативно-методической документации на гидроизоляцию наземных и подземных проектируемых и эксплуатируемых объектов (преимущественно метрополитенов) в разных регионах России.

Нашим центром накоплен большой опыт по оценке и выбору эффективных гидроизоляционных материалов (отечественного и зарубежного производства) на основе иссле-

дований для конкретных объектов с учетом условий их эксплуатации, и разработаны требования к гидроизоляционным материалам, которые отражены в нормативном документе СП 32-105-2004.

Центр «Тоннели и метрополитены» проводит комплексные исследования новых гидроизоляционных материалов на соответствие их техническим требованиям и, исходя из конкретных условий эксплуатации объекта, дает рекомендации по эффективности их применения для гидроизоляции тоннелей и метрополитенов, или разрабатывает проектные решения на гидроизоляцию транспортных объектов.

Так, работы по проектированию и устройству гидроизоляции, оценке качества выполнения гидроизоляционных работ проводились при участии НИЦ ТМ для реконструкции станций метро («Воробьевы горы», «Арбатская»), Сколковского тоннеля, строительства новой ветки Московского метрополитена (перегон и станция «Бульвар Дмитрия Донского»), ст. метро «Борисово» и Казанского метрополитена, а также на объекте ММДЦ «Москва-Сити», Серебряноборских тоннелях, Лефортовском и других тоннелях

3-го транспортного кольца, автодорожном Балтийском тоннеле.

За последние десять лет одной из наиболее востребованных в транспортном строительстве и метростроении является наплавляемая битумно-полимерная рулонная гидроизоляция отечественного производства завода «Изофлекс» ООО «КИНЕФ» и Корпорации «ТехноНИКОЛЬ». Эти материалы применялись при открытом способе работ на объектах в Москве (Лефортовский тоннель, Серебряноборские тоннели, станции метро, тоннели 3-го транспортного кольца, новый терминал аэропорта Внуково и др.).

С 2009 г. в России производится новый битумно-полимерный рулонный материал «Ультранап» (аналог материала «Teranap 431 TP» французской компании «Siplast» группы «ICOPAL»), который по результатам испытаний в НИЦ ТМ, имея более высокие физико-технические характеристики по сравнению с наплавляемыми битумно-полимерными материалами (табл. 1), был рекомендован для гидроизоляции объектов транспортного строительства, сооружаемых открытым способом в разных климатических зонах России.

Как правило, полимерные мембраны на основе ПВХ (поливинилхлорида) и полиэтилена традиционно используются в транспортном строительстве для гидроизоляции тоннелей, сооружаемых Новоавстрийским способом – НАТМ (эксплуатируются в Европе более 40 лет).

В последнее время ПВХ мембраны отечественного и зарубежного производства внедряются для гидроизоляции фундаментов зданий, подземных паркингов, транспортных тоннелей, сооружаемых открытым способом, коллекторов и т. д.

Так, на строительстве крупного объекта «Москва-Сити» (изоляция коллектора и перекрытия станции метро «Выставочная» Московского метрополитена) и реконструкции торгового комплекса «Охотный Ряд» на Манежной площади (рис. 1) применялся полимерный материал «Кровлелон» на основе ПВХ, разработанный НПК «Гидрол – Руфинг», который помимо гидроизоляционных свойств обладает также коррозионной стойкостью в некоторых агрессивных средах.

Другой материал российского производства на основе ПВХ (ги-

Характеристики битумно-полимерных рулонных наплавляемых материалов

Наименование характеристик	Показатели для материала по ТУ		
	УльтранапТУ 5774-008-73022848-2010	ИзоэластТУ 5774-007-05766480-2002	Техноэласт ЭППТУ 5774-003-00287852-99
Полимерный модификатор	СБС	СБС	СБС
Армирующая ткань	полиэстр	полиэстр	полиэстр
Толщина материала, мм	4,0	5,0	4,0
Разрывная сила, Н, не менее	900 1130*	600	600
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	30 41,3*	35	40
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1,0 0,03*	1,0	1,0
Водонепроницаемость при гидростатическом давлении, МПа, не менее	0,2	0,2	0,2
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	минус 40	минус 40	минус 35
Гибкость на брусе с закруглением радиусом 25,0±0,2 мм, не выше	минус 30	минус 30	минус 25
Теплостойкость, °С в течение 2 ч, не ниже	+110	+90	+100
Устойчивость к биокоррозии (микроорганизмам)	соответствует	соответствует	соответствует

Примечание: * – результаты испытаний материала в НИЦ ТМ

Таблица 1

Таблица 2

Физико-технические характеристики ПВХ мембраны «Logicroof T-SL»

№п/п	Условия хранения	Толщина образца, мм	Характеристики образцов					
			в продольном направлении			в поперечном направлении		
			Водопоглощение, %	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Водопоглощение, %	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение, %
1	на воздухе	1,9	0	16,7	242,0	0	17,8	245,0
2	в воде, 1 сутки	1,9	0	16,5	243,0	0	18,0	249,0
3	в воде, 3 суток	1,9	0	16,3	243,0	0	17,9	249,0
4	в воде, 7 суток	1,9	0	16,1	248,0	0	17,2	245,3
5	в воде, 28 суток	1,9	0	16,1	241,0	0	17,7	244,0



Рис. 1. Производство работ по устройству гидроизоляции ПВХ мембраной «Кровлелон» НПК «Гидрол-Руфинг»: а – ММДЦ «Москва-Сити», ст. метро «Выставочная»; б – торговый комплекс «Охотный Ряд», испытания гидроизоляционного материала

дролит «М-1-ПВХ») был опробован на опытном участке перегонного тоннеля «Киевская» – «Парк Победы» Московского метрополитена, пройденного с применением НАТМ.

Сравнительно большой опыт использования в России имеют полимерные мембраны (на основе ПВХ и ТПО) швейцарской фирмы «Зика» для гидроизоляции подземной части крупных торговых центров и жилых элитных комплексов, подземных паркингов, транспортных тоннелей в г. Сочи и ряде других объектов.

В настоящее время отечественные фирмы стали производить полимерные мембраны на основе ПВХ по технологии и на оборудовании зарубежных компаний. Это ООО «Пеноплэкс СПб», ПВХ мембрана «ПЛАСТФОИЛ» которого применялась для гидроизоляции подземных паркингов в Нижнем Новгороде и различных подземных сооружений в Санкт-Петербурге, в т. ч. при строительстве автодорожного Пулковского тоннеля.

Корпорация «ТехноНИКОЛЬ», которая традиционно выпускала битумно-полимерные материалы, расширила номенклатуру своей продукции и сейчас производит несколько марок ПВХ мембран «Logicroof». НИЦ ТМ была исследована мембрана, разработанная для тоннелей, и учитывая ее высокие физико-технические характеристики (табл. 2), сопоставимые с зарубежными аналогами, была рекомендована для гидроизоляции подземных сооружений транспортного и другого назначения. Мембрана



Рис. 2. Восстановление гидроизоляции тоннеля на Боровском шоссе (Москва) составом ТФ-1 ЗАО НПО «НовТехСтрой»: а – до выполнения ремонтно-восстановительных работ; б – после нанесения состава ТФ-1

«Logicroof T-SL» применялась на метрополитене в Санкт-Петербурге, в подземном паркинге в Калининграде, автодорожном Пулковском тоннеле в Санкт-Петербурге, тонне-

ле в Уфе, автодорожном и железнодорожном тоннелях в Сочи.

Битумно-полимерные и полимерные напыляемые материалы практически не ис-

Таблица 3

Технические характеристики гидроизоляционных материалов на основе полимочевины (лабораторные испытания)

Наименование показателя		Показатели для материалов	
		Экстраплан 502	Полишилд СС
Условная прочность, МПа	сухих образцов,	18,89	9,05
	водонасыщенных образцов (1 сут.)	15,75	9,13
	водонасыщенных образцов (3 сут.)	14,00	8,20
	водонасыщенных образцов (7 сут.)	14,00	9,35
	водонасыщенных образцов (28 сут.)	11,00	9,7
Относительное удлинение при разрыве, %	сухих образцов	300	141
	водонасыщенных образцов (1 сут.)	327	155
	водонасыщенных образцов (3 сут.)	332	147
	водонасыщенных образцов (7 сут.)	326	165
	водонасыщенных образцов (28 сут.)	280	114
Водопоглощение, % по массе	24 часа	1,34	0,95
	3 суток	1,96	0,89
	7 суток	2,09	0,97
	28 суток	2,31	1,20
Адгезия к бетону, МПа	сухих образцов	0,66	0,72
	водонасыщенных образцов (1 сут.)	0,66	0,65
	водонасыщенных образцов (7 сут.)	0,65	0,79
	водонасыщенных образцов (28 сут.)	0,68	0,73



Рис. 3. Производство работ по устройству гидроизоляции на опытном участке станции метро «Мякинино» составом «Экстраплан 502» ЗАО «Хантсман-НМГ»

пользовались, несмотря на ряд преимуществ, таких как устройство бесшовного гидроизоляционного ковра, надежность выполнения гидроизоляции примыканий любой сложности (места сопряжений, стыки, деформационные и рабочие швы, места ввода коммуникаций), сокращение сроков производства гидроизоляционных работ при механизированном нанесении).

В то же время, уже в течение нескольких лет находят распространение двухкомпонентные напыляемые полимерные составы ТФ-1 фирмы «НовТехСтрой» для восстанов-

ления гидроизоляции подземных сооружений при ремонтно-восстановительных работах и новом строительстве.

В 2002–2003 гг. состав ТФ-1 использовался для герметизации деформационных швов при проходке автодорожного Лефортовского тоннеля в Москве. В качестве гидроизоляционного покрытия ТФ-1 применялся при реконструкции путепровода тоннельного типа на Боровском шоссе (рис. 2) и аналогичных тоннелей в Москве, а также для восстановления гидроизоляции и дополнительной антикоррозионной защиты металличе-

ских конструкций станции метро «Площадь Тукая» в г. Казани.

Тем не менее, в последнее время напыляемые битумно-полимерные и полимерные составы ряда зарубежных фирм (Израиль, США, Канада), в т. ч. на основе полимочевины, были опробованы на отдельных участках тоннелей и сооружениях Московского метрополитена.

По результатам испытания материала на опытном участке и на основании заключения НИЦ ТМ состав на основе полимочевины «Полишилд СС» фирмы «SPI – Specialty Products, Inc.» (США) использовался для гидроизоляции конструкций на объектах – «Тупики Митино-Строгинской линии Московского метрополитена» (2007 г.) и «Станция «Мякинино. Распределительная плита» (2009 г.).

НИЦ ТМ также был исследован отечественный материал на основе полимочевины «Экстраплан 502» и определена возможность его внедрения в качестве альтернативы американскому для гидроизоляции конструкций подземных сооружений. «Экстраплан 502» производства ЗАО «Хантсман-НМГ» (Россия) представляет собой двухкомпонентную высокорекреакционноспособную систему на основе поликарбамида (полимочевины) и не содержит растворителей, пластификаторов и катализаторов.

При устройстве гидроизоляции полимерное покрытие наносится методом безвоздушного распыления под давлением при раздельной непрерывной подаче компонентов.

В результате быстройтекущей реакции между компонентами материала на изолируемой бетонной поверхности образуется прочная эластичная полимерная пленка с характеристиками, позволяющими эксплуатировать гидроизоляцию сразу после нанесения.

Положительные результаты испытаний материала «Экстраплан 502» в лаборатории и на опытном участке (табл. 3, рис. 3) позволили использовать его при возведении подземной части станции метро «Мякинино» и рекомендовать для гидроизоляции транспортных тоннелей и подземных сооружений.

Гидроизоляционные материалы, включая мембраны, напыляемые рулонные материалы и напыляемые составы, прошедшие комплекс исследований и рекомендуемые НИЦ «Тоннели и метрополитены» для гидроизоляции транспортных тоннелей и метрополитенов, с успехом применяются на стройках России.

Комплексный подход к выбору материалов для гидроизоляции отдельных узлов, конструкций и сооружения в целом при проектировании, строительстве и ремонтно-восстановительных работах, использование современных материалов, технологий и контроль состояния гидроизоляции сооружения при эксплуатации обеспечивает эффективность работы гидроизоляционных систем. Все это позволит решить проблемы водонепроницаемости конструкций сооружения при эксплуатации.





ВИНТОВЫЕ АНКЕРЫ АТЛАНТ



Применение:

- крепление ограждений котлованов;
- крепление подпорных стен, оползневых склонов;
- устройство и усиление фундаментов анкерными сваями.