

*У служб эксплуатации метрополитенов масса забот. Это и меры по обеспечению безопасности, включая системы пожаротушения, и организация вентиляции и кондиционирования на станциях и в поездах, и контроль графика движения составов, и проблемы энергоснабжения, и задачи гидроизоляции подземных конструкций, и т. д. Мы попытались обобщить накопленный опыт. И, надо отметить, идея журнала «Подземные горизонты» провести заочный круглый стол, посвященный вопросам эксплуатации систем метро, вызвала живейший интерес. В ходе дискуссии о своих подходах к решению актуальных задач рассказали представители руководства шести из семи действующих в России метрополитенов.*



**Евгений КОЗИН,**  
первый заместитель начальника  
ГУП «Петербургский метрополитен»



**Владимир КОКОУЛИН,**  
начальник технического отдела  
МУП «Екатеринбургский метрополитен»

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

*Какое количество пассажиров перевозят поезда метрополитена в сутки? Хватает ли подвижного состава, чтобы полноценно справляться с этой задачей?*

**Евгений Козин:**

— В зимний период входной пассажиропоток в метрополитен за сутки составляет: по рабочим дням — 2,4–2,5 млн; по субботам — 1,4–1,5 млн; по воскресеньям — 1,2–1,3 млн. В летний период пассажиропотоки уменьшаются примерно на 10%.

Графики движения поездов составляются для каждой линии отдельно на рабочие, субботные, воскресные дни, на летний и зимний периоды, с учетом анализа сложившихся пассажиропотоков и технических и технологических возможностей метрополитена, обеспечивающих необходимый уровень безопасности перевозки.

Самыми пассажиронапряженными являются линии 1 и 2. Они перевозят по рабочим дням, соответственно, около 820 тыс. и более 800 тыс. человек в сутки. В утренние часы «пик» на первой линии реализованы минимальные интервалы движения поездов восьмивагонного формирования (1 мин 53 с), на второй — шестивагонного формирования (1 мин 43 с).

На сегодняшний день задействованный подвижной состав справляется с перевозкой пассажиров.

**Олег Яушев:**

— Ежесуточный пассажиропоток МП «Нижегородское метро» составляет в среднем 115 тыс. пассажиров. Подвижной состав с этой задачей справляется.

**Сергей Шамин:**

— В среднем Самарский метрополитен перевозит около 40 тыс. человек в сутки. Подвижной состав легко справляется с этой задачей.

**Аркадий Чмыхайло:**

— Новосибирский метрополитен перевез в 2018 году более 83 млн пассажиров, что на 3,5% больше, чем годом ранее. В марте 2019 года среднесуточный пассажиропоток в рабочие дни достигал 235 тыс. Доля пасса-

жиров, перевезенных метрополитеном, еще более возросла и составила 19% от общего объема городских перевозок. Перегруженности пока не наблюдается.

**Владимир Кокоулин:**

— В 2018 году среднесуточная перевозка поездами Екатеринбургского метрополитена составила 129 тыс. пассажиров. Рекорды были зафиксированы 9 мая, а затем 18 августа: соответственно 189 тыс. и 230 тыс. Благодаря сокращению интервала движения между поездами до 3–4 мин. и выпуску на линию всех имеющихся в эксплуатации составов была задача по перевозке указанного количества пассажиров в праздничные дни выполнена.

*Согласны ли вы с тем, что на стратегических объектах, к которым относится и метрополитен, должно использоваться только отечественное оборудование?*

**Евгений Козин:**

— ГУП «Петербургский метрополитен» — это ключевая составляющая транспортной системы города. Деятельность предприятия связана с постоянным совершенствованием и развитием, в частности, по направлению технического перевооружения и модернизации действующей инфраструктуры. Вместе с тем внедрение новых технических и технологических решений в условиях действующего метрополитена при необходимости безусловного обеспечения безопасности пассажирских перевозок требует максимальной ответственности на всех этапах рассмотрения вопросов практического применения инноваций.

С 2015 года ГУП «Петербургский метрополитен» активно включился в программу импортозамещения. Проводится плановая работа по снижению доли запасных частей, комплектующих и оборудования импортного производства. Так, по итогам 2018 года количество продукции российских предприятий, закупленной для наших нужд, составило около 96% (в стоимостном выражении), из них 71,5% поставили петербургские производители. Закупка товаров

импортного производства, в соответствии с «Регламентом взаимодействия подразделений метрополитена при выполнении мероприятий по импортозамещению в ГУП «Петербургский метрополитен», утвержденным приказом от 28.04.2018 №747, согласовывается Техническим советом по импортозамещению ГУП «Петербургский метрополитен» (ТС ИЗ) и утверждается Научно-техническим советом городского Комитета по транспорту.

В 2018 году нами проведено 10 заседаний ТС ИЗ. При подготовке задания на проектирование в обязательном порядке включается требование к проектировщику об использовании в проектно-сметной документации только отечественной продукции, а в случае невозможности этого необходимо предоставлять обоснование применения иностранной продукции.

Существует также «Положение о проведении опытной и подконтрольной эксплуатации в ГУП «Петербургский метрополитен» (введено приказом №2196 от 21.12.2018). В 2018 году у нас проводилась 21 опытная эксплуатация, в том числе на предмет поиска отечественных аналогов взамен зарубежных.

#### **Сергей Шамин:**

— На стратегических объектах должно использоваться качественное оборудование. В настоящий момент Самарский метрополитен применяет оборудование, приобретаемое в рамках исполнения Федерального закона от 05.04.2013 №44-ФЗ.

#### **Аркадий Чмыхайло:**

— Оборудование иностранного производства может использоваться в том случае, если оно соответствует требованиям технических регламентов, отраженных в законодательстве РФ. Кроме того, должны соблюдаться требования антимонопольного законодательства.

#### **Владимир Кокоулин:**

— На стратегических объектах, учитывая напряженную международную обстановку и «санкционное» противодействие Российской Федерации, для обеспечения ремонтнопригодности оборудования метрополитенов, необходимо использовать либо отечественное оборудование, либо оборудование, укомплектованное из серийно выпускаемых компонентов, освоенных в производстве на заводах РФ. Но полный переход на отечественную продукцию еще преждевременен, так как на сегодняшний день сложно сказать, что вся вторичная коммутация может быть собрана на элементной базе предприятий России.

**Какие требования вы предъявляете к вентиляционному оборудованию для метрополитена? Кто осуществляет его постгарантийное обслуживание? Какое оборудование используется для кондиционирования воздуха на станционных комплексах?**

#### **Евгений Козин:**

— В ГУП «Петербургский метрополитен» существует два вида вентиляции: тоннельная (более 450 вентагрегатов) и местная (более 3500 вентустановок).

Тоннельная вентиляция предназначена для поддержания требуемых параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, концентрация CO, CO<sub>2</sub>) в пассажирских зонах, а также для обеспечения дымоудаления на случай чрезвычайных ситуаций и обеспечения циркуляции воздуха на случай гражданской обороны.

Местная вентиляция предназначена для поддержания требуемых параметров микроклимата в пассажирской зоне, а также в служебных, бытовых и производственных помещениях для обеспечения рабочих процессов метрополитена (удаление избытков тепла из машинных залов эскалаторов, неприятных запахов из санитарных узлов, СТП).

Системы вентиляции должны соответствовать требованиям СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Исключения для местной вентиляции могут быть следующие: забор воздуха из помещений метрополитена и выброс его системой в служебные помещения осуществляется в тех случаях, когда невозможно выполнить забор воздуха с поверхности земли (обеспечение местной вентиляцией служебных подплатформенных помещений); есть требования по установке дополнительных систем очистки удаляемого воздуха; есть требования к дублированию и резервированию систем местной вентиляции.

Существует три режима работы тоннельной вентиляции:

1. Повседневный, задачей которого является поддержание требуемых параметров микроклимата в летнее и зимнее время в соответствии с СП 120.13330.2012 «Метрополитены» и Санитарными правилами эксплуатации метрополитенов СП 2.5.1337-03.

2. Аварийный, в случае которого система тоннельной вентиляции является частью системы противодымной защиты, обеспечивающей незадымляемость путей эвакуации при возникновении пожара и задымления в пассажирских зонах и тоннелях ГУП «Петербургский метрополитен».



**Олег ЯУШЕВ,**  
директор МП «Нижегородское метро»



**Аркадий ЧМЫХАЙЛО,**  
начальник МУП «Новосибирский метрополитен»



**Сергей ШАМИН,**  
директор МП «Самарский метрополитен»



3. На случай ГО: данный режим обеспечивает циркуляцию воздуха в отсеках метрополитена при использовании его в качестве укрытия.

В настоящее время в составе мощной тоннельной вентиляции у нас применяются осевые реверсивные вентиляционные агрегаты с рабочим колесом, расположенным на валу электродвигателя. Основные марки: ВОРМ-16Р, ВОРМ-18Р, ВОРМ-20Р, ВОРМ-24Р АО «Артемовский машиностроительный завод «ВЕНТПРОМ»; FTDA-1600, FTDA-1800, FTDA-2000 ЗАО «Лада-Флект»; ВГПМ-20 Томского электромеханического завода им. В.В. Вахрушева.

Для обеспечения возможности дымоудаления в режиме противодымной защиты вентиляционные агрегаты должны обеспечивать работоспособность при температуре 250 °С (при верхнем расположении воздухозабора 400 °С) в течение 1 часа. Данное требование должно быть подтверждено производителем наличием соответствующего сертификата.

Обслуживание вентиляционных агрегатов на линиях Петербургского метрополитена по программам текущего и капитального ремонта осуществляется сотрудниками электромеханической службы. Для каждого типа вентилятора на основе документации заводов-изготовителей разработаны карты технологического процесса.

Основные параметры микроклимата на станционных комплексах поддерживаются тоннельной вентиляцией, однако ряд технологических помещений с теплоизбытком, такие как аппаратные, машинные залы эскалаторов, СТП, оснащаются резервируемыми системами кондиционирования. Для технологических помещений метрополитена

приоритетным является применение промышленных и полупромышленных систем кондиционирования воздуха с выносными блоками охлаждения. Также, в соответствии с требованиями нормативной документации, подобными системами оснащаются помещения с постоянно присутствующим персоналом, комнаты отдыха машинистов и другие.

Следует отметить, что метрополитеном выработан единый подход к оснащению кондиционированием подплатформенных помещений и обеспечению нормируемых параметров микроклимата в коллекторах станций, а именно три варианта решений:

- вынос наружных блоков кондиционеров из подплатформенных помещений в уровень платформы с открытием предусмотренных проектом вентиляционных отверстий в противопожарных преградах;

- применение принципиально нового оборудования кондиционирования воздуха: тепловых насосов типа воздух — вода (система VRV с водяным охлаждением); системы VRV с водяным охлаждением с возможностью подключения к тепловому насосу для использования выделенного от системы кондиционирования тепла для приготовления горячей воды системы ГВС и отопления; системы VRV с воздушным охлаждением; кондиционеров с водяным и гликолевым охлаждением; системы «чиллер-фанкойл»;

- модернизация системы местной вентиляции коллекторов станций.

#### **Олег Яушев:**

— Задачей вентиляции помещений станций и тоннелей метрополитена является поддержание в местах пребывания пассажиров и обслу-

живающего персонала заданных метрологических условий и химического состава воздуха, согласно санитарно-гигиеническим нормам, а также создание необходимых режимов проветривания при нарушении нормальной работы устройств метрополитена и задымлении.

В метрополитене используются системы тоннельной и местной вентиляции с механическим побуждением воздуха. В помещениях станций в холодный и переходные периоды года предусмотрен подогрев приточного воздуха. Для проветривания тоннелей используются осевые вентиляторы марок ВОРМД-24, ВОРМД-24А, ВОРМ-16 и ВО-1800. Режим работы вентиляционных установок осуществляется по графику, согласованному с Роспотребнадзором.

В помещениях рабочего персонала станции, а также в технологических помещениях с избыточным тепловыделением для обеспечения оптимальных условий в теплый период года предусмотрено использование автономных кондиционеров с отдельными блоками и мультizonальных систем кондиционирования.

Холодоснабжение внутренних блоков автономных кондиционеров и мультizonальных систем предусмотрено от наружных компрессорно-конденсаторных установок. Отвод конденсата из систем кондиционирования предусмотрен самотеком в систему водоотвода. В необходимых случаях предусмотрена установка дренажных насосов. Наружные блоки систем кондиционирования размещаются в тоннелях над мостиками, в вентсбойке. В качестве хладагента в системах кондиционирования принят экологически безопасный фреон R-410А.

Планово-предупредительный ремонт и обслуживание вентиляционного оборудования проводится силами электромеханической службы метрополитена, согласно утвержденным графикам, согласованным с Роспотребнадзором.

#### **Сергей Шамин:**

— Требования к вентиляционному оборудованию установлены СНиП 32-02-2003: преобладание количества приточного воздуха над удаляемым на 15–20%; обеспечение не менее чем трехкратного воздухообмена в час по внутреннему объему пассажирских и других помещений, обслуживаемых тоннельной вентиляцией; подача наружного воздуха не менее 30 м³/ч на одного пассажира; обеспечение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе тоннелей и пассажирских помещений; годовой тепловой баланс, обеспечивающий допустимые параметры температуры и относительной влажности воздуха при минимальном росте

температуры окружающих грунтов; дымоудаление при пожаре на станции или в тоннеле; влияние негативных факторов, возникающих при прогнозируемых чрезвычайных ситуациях техногенного и другого характера; применение устройств для снижения шума и вибрации, возникающих при работе вентиляционных агрегатов; применение мероприятий по снижению влияния эффекта «дутья», возникающего при движении поездов.

Обслуживание оборудования осуществляется работниками участка вентиляции. Для кондиционирования воздуха на станциях метрополитена (в помещениях с постоянным пребыванием персонала, а также с оборудованием, требующим его охлаждения) используются бытовые сплит-системы.

#### **Аркадий Чмыхайло:**

— Требования к вентиляционному оборудованию сформулированы в правилах приема в эксплуатацию линий метрополитена. Постгарантийное обслуживание у нас осуществляет электромеханическая служба. Эксплуатация устройств вентиляции и кондиционирования также находится в ее ведении (52 вентилятора главного проветривания, 14 тепловых пунктов, более 300 км различных трубопроводов, более 400 установок местной вентиляции).

#### **Владимир Кокоулин:**

— Сооружения метрополитена оборудованы системами тоннельной и местной вентиляции с механическим побуждением воздуха. Для пассажирских помещений станций, перегонных и тупиковых тоннелей и тоннелей соединительных веток предусмотрена тоннельная вентиляция, для производственных и бытовых помещений — местная. Системы вентиляции должны обеспечивать нормируемые воздухообмен и скорости движения воздуха, параметры микроклимата (температура, влажность, предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе).

Системы тоннельной вентиляции, в случае необходимости, должны обеспечивать дымоудаление при пожаре, материалы, используемые для изготовления вентилятора — долговечность работы в условиях значительных температур. Техника также должна быть ремонтпригодна в условиях стесненности помещений метрополитена.

Для оборудования систем местной вентиляции применяются общепромышленные центробежные и осевые вентиляторы. В определенных помещениях устанавливаются вентиляторы взрывозащищенного типа. Для соблюдения параметров микроклимата

в вентсистемах предусмотрены калориферы для нагрева воздуха и противопыльные фильтры для очистки воздуха. Расчет технических характеристик и выбор оборудования выполняют специалисты на стадии проектирования. Бесперебойная работа вентиляционных установок обеспечивается качественным и своевременным выполнением технического обслуживания и ремонта специалистами метрополитена.

Новые объекты у нас оборудованы современными системами кондиционирования воздуха. Установлены кондиционеры центральные каркасно-панельные типа КЦКП производства фирмы «ВЕЗА». Их функция: очистка, предварительный нагрев и распределение воздуха по помещениям. Значительное преимущество кондиционеров — малогабаритность, что важно в условиях метрополитена. Используются для вентиляции диспетчерских, кассовых и других служебных помещений.

**Расскажите о системе пожаротушения, установленной в метрополитене. Оборудование каких именно производителей используется в ней? Разработка системы велась по индивидуальному заказу с учетом всех ваших требований или же вы адаптировали типовой проект?**

#### **Евгений Козин:**

— В настоящее время в ГУП «Петербургский метрополитен» смонтировано и эксплуатируются 275 автоматических установок пожаротушения, отвечающих действующим требованиям по пожарной безопасности.

Мы идем в ногу со временем и следим за разработками инновационных решений, постоянно внедряем новые технологии. Ввиду простоты монтажа и обслуживания большинство объектов метрополитена оснащены модульными установками пожаротушения тонкораспыленной водой и установками порошкового пожаротушения. Также часть объектов оснащены установками водяного, газового, пенного и аэрозольного пожаротушения.

Все автоматические установки пожаротушения обслуживаются специализированными организациями с периодичностью, оговоренной регламентной и нормативной документацией, а также требованиями заводов изготовителей.

Оборудование автоматических установок пожаротушения представлено следующими производителями. Аппаратура управления: ЗАО НВП «Болид», АО «Шнейдер Электрик»

Еsmi, ЗАО «Секуритон Рус», ООО НПФ «СВИТ» («Форинд»), ЗАО «Аргус Спектр», ООО «СТАЛТ», ООО «СКБ «Тензор». Модули пожаротушения: ООО «НПФ Безопасность», ГК «ИСТА», АО «Артсок, ГК «Этернис», НПК ЗАО «Источник Плюс», ГК «Эпотос», ООО «Инженерно-внедренческий центр «Техномаш», ООО «НПО «Передовые технологии» (Bontel).

Разработка проектов систем пожаротушения ведется индивидуально для каждого объекта, исходя из его технических характеристик, условий окружающей среды и горючих веществ, в соответствии с действующими нормативными издательными документами. Тип автоматических установок, способ тушения, вид огнетушащего вещества определяются с учетом пожарной опасности, архитектурных особенностей объекта, специфики производственных процессов и условий стесненного пространства. Оснащение системами пожаротушения и их обслуживание осуществляется в рамках федерального закона.

#### **Олег Яушев:**

— Сооружения Нижегородского метрополитена, в зависимости от категории по взрывопожарной и пожарной опасности, защищены системами водяного, порошкового, газового автоматического пожаротушения. Это оборудование отечественного производства. Разработка систем велась в соответствии с требованиями свода правил «Метрополитены» (СП 120.13330.2012) по проектам, адаптированным под наши условия эксплуатации.

#### **Сергей Шамин:**

— В Самарском метрополитене применяется центральное оборудование для системы пожаротушения С-2000-АСПТ производства ЗАО НВП «Болид». Разработка системы проводилась в соответствии с требованиями СП 120.13330.2012 «Метрополитены».

#### **Аркадий Чмыхайло:**

— При установке системы пожаротушения был адаптирован типовой проект. Предприятие использует все возможности для технического и технологического совершенствования. В текущем году продолжались работы по установлению автоматической системы обнаружения и тушения пожаров «Игла» на вагонах метрополитена, выполнены работы по модернизации путем установки системы оповещения и управления эвакуацией на станциях и другие работы.

В 1985 году, одновременно с вводом метрополитена в эксплуатацию, был создан



*Во многих метрополитенах мира, в частности, в римском метро, проблема протечек в тоннелях стоит очень остро. Насколько такие проблемы актуальны для вас и как вы их решаете?*

**Евгений Козин:**

— В наших условиях проблема протечек, безусловно, тоже актуальна.

Специалистами, ответственными за содержание сооружений ГУП «Петербургский метрополитен», ведутся постоянные осмотры в соответствии с нормативной документацией. Все обнаруженные водопроводящие заносятся в соответствующую книгу учета. Принимаются меры по их ликвидации или временному отводу от элементов верхнего строения пути и обслуживания. В зависимости от типа течей и места проявления применяются различные методы по их устранению: обмазочная гидроизоляция, чеканка швов, замена болтовых соединений, нагнетание материала в тело конструкций или в пространство за обделкой, а также полный комплекс подобных работ.

ГУП «Петербургский метрополитен» является самым глубоким в мире по средней глубине залегания станций. Многие перегонные тоннели и наклонные хода пройдены в сложных геологических и гидрогеологических условиях. Многие эскалаторные тоннели сооружены в толще водонасыщенных четвертичных отложений и подстилающих их верхнепротерозойских глин, пересекая несколько водоносных горизонтов. Проходка тоннелей осуществлялась после предварительного замораживания грунтов до уровня залегания водоупорных устойчивых глин.

Поэтому с первых дней эксплуатации метрополитена является актуальным вопрос надежной гидроизоляции. В целях совершенствования системы надзора на сегодняшний день (с 18.03.2019) введен в действие стандарт организации «Руководство по осуществлению геотехнического мониторинга в период эксплуатации подземных сооружений Петербургского метрополитена».

Если говорить о факторах, приводящих к нарушению гидроизоляции, можно отметить следующее. Характерные особенности появления инженерных осложнений в конструкциях метрополитена связаны с преимущественно подземным их расположением. С учетом геологических особенностей Санкт-Петербурга, для протяженных сооружений метрополитена с целью гидроизоляции применяется, как правило, обделка кругового очертания — чугунная

отдел военизированной пожарной охраны (с 2003 года — отдел ведомственной пожарной охраны). В нем работают офицеры, прослужившие 25 и более лет, имеющие высшее или среднее специальное образование.

**Владимир Кокорулин:**

— У нас применены автоматические установки пожаротушения (АУПП) с использованием модулей порошкового пожаротушения (МПП). Ими оснащены помещения и оборудование с большой пожарной нагрузкой. К ним относятся кабельные коллекторы и подвалы, кладовые ГСМ, шкафы вводов питания и управления электромеханически-

ми устройствами. Данная система является частью централизованной противопожарной защиты станции в составе системы «Орион-ПРО» (ЗАО НВП «Болид»). Прием и обработку сигналов от извещателей пожарной сигнализации осуществляют приборы приемно-контрольные и управления пожарные «С2000-АСПТ», модули порошкового пожаротушения типа «Тунгус» (ЗАО «Источник Плюс»). В системе пожаротушения применены дымовые пожарные извещатели «ИП212-78» ЗАО «Аргус-Спектр» и извещатели пламени «Пульсар 1-01Н» (ООО «ППП «КБ Прибор»). Проектирование систем пожаротушения вело ОАО «Уралгипротранс».

или сборная железобетонная. Монолитная обделка широко распространена для притоннельных объектов и камер съезда станций первого пуска.

До середины 2000-х гг. традиционными технологиями восстановления гидроизоляции являлись: чеканка швов цементными составами (цемент РЦ); нагнетание цементных составов в сопряжение «стена — грунт»; нанесение обмазочных материалов (на основе битумных материалов или на основе смеси цемента с жидким стеклом); наклеивание стекловолоконных тканей, пропитанных мастиками.

#### **Олег Яушев:**

— В Нижегородском метрополитене эта проблема также существует. На протяжении ряда лет службой пути и тоннельных сооружений производятся работы по устранению протечек различной интенсивности. Отмечается сезонный характер многих течей. Для решения данных проблем создана специальная бригада в составе службы пути и тоннельных сооружений.

Используются технологии чеканки быстросхватывающимися смесями, чеканки свинцом (для чугунной обделки), отводов течей. В последнее время освоено инъецирование полиуретановыми смолами с применением специального оборудования. Также производились работы с привлечением сторонних организаций по ремонту тоннельной обделки по специальным проектам, в которых заложены работы по гидроизоляции. За последние годы наметилась тенденция к уменьшению количества течей в тоннелях Нижегородского метро.

#### **Сергей Шамин:**

— Проблема протечек актуальна и для нас. Гидрогеологические условия трассы тоннелей Самарского метрополитена характеризуются наличием нескольких водоносных горизонтов, расположенных как выше, так и ниже трассы.

Основными местами поступления течей являются сопряжения тоннельных обделок различного очертания (круглого и прямоугольного, перегонных тоннелей и вентсбок, примыкания к камерам металлоконструкций и притоннельным сооружениям). Основными местами проникновения воды на станции являются деформационные швы между строительными конструкциями. При этом сложность устранения течей на путевых стенах заключается еще и в том, что ограничен доступ к внешней обделке станции.

Основными методами борьбы с протечками у нас являются: чеканка швов между



блоками в случаях возникновения течей по швам; перестановка и замена болтовых соединений в чугунных тубингах; ликвидация течей посредством выполнения комплекса инъекционных работ путем закачки под давлением за тоннельную обделку специальных гидроизоляционных составов с высоким коэффициентом расширения в предварительно пробуренные по схеме шпур; ликвидация пустот в заобделочном пространстве и в зоне контакта обделки с породой путем нагнетания двухкомпонентных полиакриловых гелей.

В случае отсутствия должного эффекта от применения этих способов используется метод отвода течей от конструкций и оборудования установкой дренажных труб.

#### **Аркадий Чмыхайло:**

— Для Новосибирского метрополитена проблема протечек не является острой. А занимается этими вопросами служба пути и тоннельных сооружений, которая начала формироваться еще во время строительства первой очереди метро в 1984 году.

#### **Владимир Кокоулин:**

— Наиболее часто встречающейся проблемой при эксплуатации действующих станций и тоннелей Екатеринбургского метрополитена является разгерметизация рабочих швов. Для решения данной задачи у нас применяется технология инъецирования низковязких акрилатных гелей, время полимеризации которых можно устанавливать самостоятельно, в зависимости от характера существующей протечки. При

этом осуществляется точечная подача герметизирующего состава непосредственно в «тело» конструкции. Указанную технологию мы стали использовать с 2012 года, благодаря чему количество течей к 2019 году сократилось на 43%.

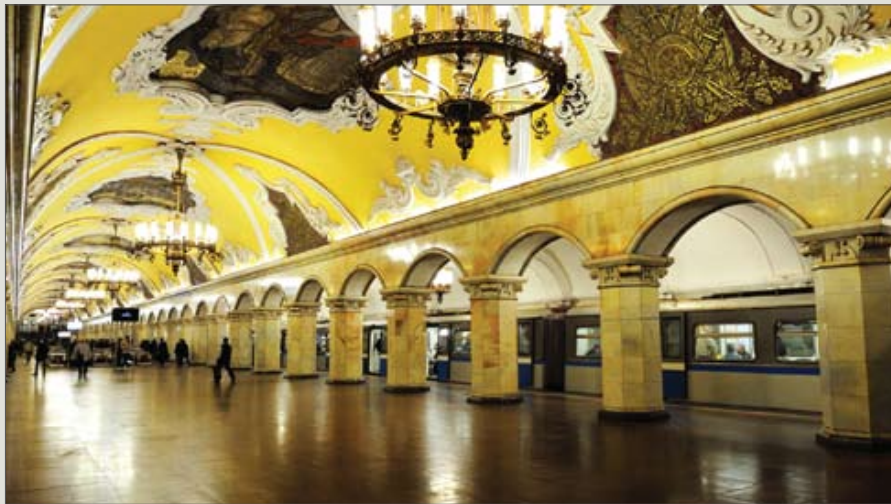
*При проектировании и строительстве новых перегонов и станционных комплексов учитываются ли пожелания соответствующих служб метрополитена?*

#### **Евгений Козин:**

— Основным документом, регламентирующим деятельность ГУП «Петербургский метрополитен» и СПб ГКУ «Дирекция транспортного строительства», является «Регламент взаимодействия между Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры и Комитетом по транспорту Санкт Петербурга и подведомственными им предприятиями и учреждениями по вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства метрополитена». В соответствии с ним мы в течение одного месяца по запросу СПб ГКУ «Дирекция транспортного строительства» готовим исходные технические требования, которые включают в себя объективные предложения наших подразделений по обеспечению безопасности и эффективности транспортного обслуживания.

В практике метрополитена возникали прецеденты, когда проектная организация по ряду причин не выполняла требования. Главным доводом при этом называлась

## Вопросы эксплуатации Московского метрополитена



### Пассажиропоток и подвижной состав

В будние дни поезда Московского метрополитена перевозят более 8,5 млн пассажиров. На самых востребованных линиях выдерживается в часы пик минимальный интервал движения поездов. Он составляет 90 секунд. Благодаря этому метрополитен выпускает на линии более 12 тыс. поездов в сутки. Их общая вме-

стимость превышает 15 млн пассажиров в день.

В московском метро проходит масштабная программа по обновлению подвижного состава. Темпы, которые выдерживает предприятие, не имеют мировых аналогов. Сейчас в подвижной парк метрополитена поступают только поезда «Москва» — более комфортные и вместительные, чем их предшественники. Впервые они появились в 2017 году на самой востребованной

линии — Таганско-Краснопресненской, где суточный пассажиропоток достигает 1,2 млн человек. Сейчас поезда «Москва» также ходят по Калужско-Рижской, Филевской, Солнцевской и Большой кольцевой линиям. Всего в этом году в метро поставят 69 таких составов, их общее количество составит 171 шт.

### Импортозамещение

Закупка любого оборудования в Московском метрополитене происходит на конкурсной основе. И часто, несмотря на жесткие требования, выигрывают именно российские производители. Яркий тому пример — инновационный поезд «Москва», который является отечественной разработкой.

### Системы вентиляции

Благодаря планомерной работе по замене систем вентиляции воздух в Московском метрополитене отвечает всем установленным нормам. Обновлено более 517 агрегатов в 270 шахтах метро, что позволило увеличить на треть приток воздуха в тоннели и на станции, а значит, сделать пребывание пассажиров в метро более комфортным. Замена подлежат агрегаты, которые проработали значительный

невозможность получения положительного заключения ФАУ «Главгосэкспертиза России». Пример — применение фуникулера для перевозки пассажиров из числа малообильной группы населения, на который отсутствуют нормативы в СП 32 105 2004 «Метрополитены». Также возникали вопросы вариантов двухсторонних трактовок проектной организацией нормативных документов.

Необходимо отметить, что метрополитен занимает принципиальную позицию и придерживается следующих критериев: соответствие рабочей документации утвержденному техническому заданию и проектной документации, получившей положительное заключение госэкспертизы; соответствие рабочей документации действующим нормативным и законодательным документам РФ на момент ее разработки; техническая возможность интеграции принятых систем, оборудования с действующими системами ПМП; соответствие проектных решений действующим локальным актам ПМП, регули-

рующим эксплуатационную деятельность метрополитена.

При строительстве используется принцип соответствия утвержденной рабочей документации. Любые изменения вносятся проектным институтом через авторские записи.

#### **Сергей Шамин:**

— При проектировании и строительстве заказчик в лице Минстроя Самарской области согласовывает технические задания со специалистами метрополитена.

#### **Аркадий Чмыхайло:**

— Соответствующие службы МУП «Новосибирский метрополитен» в обязательном порядке предоставляют необходимую информацию и свои конкретные предложения при строительстве новых перегонов и станций. В частности, с учетом наших рекомендаций МУП «Управление заказчика по строительству подземных транспортных сооружений» выполнило проектно-сметную документацию для новой станции по Ле-

нинской линии — «Спортивная». Она должна быть построена к Чемпионату мира по хоккею среди молодежных команд, который состоится в Новосибирске в 2023 году.

#### **Владимир Козоулин:**

— Проектированием и строительством новых перегонов и станционных комплексов занимаются специализированные проектные учреждения, которые, при соответствующем техзадании, учитывают пожелания технических служб метрополитена.

**Вопрос электрообеспечения метрополитена — один из самых важных. Предусмотрена ли возможность подачи электроэнергии в метро при нарушении работы основной и резервной схем?**

#### **Евгений Козин:**

— Безусловно, от бесперебойности электроснабжения напрямую зависит выполнение графика движения поездов,

срок. Новые вентиляторы отвечают всем современным техническим требованиям. Они надежнее, экономичнее и обладают улучшенными аэродинамическими характеристиками. При этом в большинстве своем это техника отечественного производства.

## Системы пожаротушения

Московский метрополитен сегодня состоит из 14 линий, включая Московское центральное кольцо и Московский монорельс, 261 станции и 20 депо с общей протяженностью пути в 440 км. Поэтому применить типовой проект системы пожаротушения для такого сложного и огромного предприятия просто невозможно.

Система пожаротушения в московском метро учитывает особенности каждой конкретной станции. Ведется постоянный мониторинг достижений в сфере пожаротушения, задействованы самые современные технологии. Как только появляются более надежные и качественные решения — их начинают внедрять в столичной подземке.

Сейчас обновляется система автоматической противопожарной защиты на 174 объектах метро, разработана программа по оборудованию релейных сигнализации централизации и блокировки (155 штук),

кроссовых и радиоузлов (197 штук) автоматическими установками пожаротушения. Кроме того, предусматривается вывод сигналов в единый центр удаленного диспетчерского контроля и мониторинга работы систем пожарной автоматики.

## Системы контроля

Московский метрополитен создал одну из самых современных систем транспортной безопасности. В результате количество преступлений и правонарушений в метро сократилось в два раза.

С 2017 года в круглосуточном режиме работает пункт управления обеспечения транспортной безопасности (ПУОТБ). Это единый центр, куда стекаются все данные с объектов инфраструктуры метро. Создание такой системы позволяет реагировать на нештатные ситуации в десять раз быстрее, по сравнению с традиционными способами.

Сегодня на всех станциях метро и на МЦК установлены камеры видеонаблюдения. Они дают возможность разглядеть любого входящего и выходящего пассажира. Камеры подключены к системе интеллектуального видеонаблюдения, которая вычисляет нестандартные ситуации в поездах и на станциях. В любое время дежурный оператор обрабатывает



информацию с камер и готов оперативно отреагировать на нештатную ситуацию, связавшись с нужным подразделением метрополитена или сотрудниками правоохранительных органов.

*Пресс-служба  
Московского метрополитена*

безопасность перевозки и культура обслуживания пассажиров.

Электроснабжение тяговой сети осуществляется по децентрализованной (распределенной) системе, в которой подвижной состав и потребители инфраструктуры получают питание от совмещенных тягово понизительных подстанций, расположенных под землей вблизи станций метрополитена.

Согласно действующим правилам, электроснабжение тягово-понижительных подстанций осуществляется по кабельным сетям от трех, а при отсутствии технической возможности — от двух независимых источников питания энергосистемы города. В качестве первого выступает непосредственно подстанция городского питающего центра, в качестве второго и третьего — соседние подстанции на линии. При проектировании учитываются различные режимы питания, предусматриваются параллельные питающие линии, резервное оборудование, запасы по мощности.

За состоянием системы электроснабжения круглосуточно следит энергодиспетчер. При пропаже внешнего питания одной из подстан-

ций диспетчер по средствам телеуправления подключение подстанции по резервной схеме. При этом потребители электроэнергии работают в своем обычном режиме. Кратковременный перерыв во внешнем электроснабжении одной подстанции не сказывается на графике движения поездов.

В случае пропажи внешнего электроснабжения всех подстанций какой-либо из линий предусмотрена возможность подачи напряжения по кабельным перемычкам с другой линии, что позволяет вывести поезда с пассажирами из тоннеля на станции.

Ответственные системы, такие как аварийное освещение, связь, диспетчерское управление, видеонаблюдение, устройства безопасности и т. д., подготовлены к работе в условиях полного прекращения электропитания со стороны города. Эти потребители подключены к системам гарантированного электропитания, обеспечивающим автономную работу оборудования в течение нормативного времени.

Для отработки действий персонала всех служб в аварийных ситуациях в метрополите-

не ежегодно проводятся учения, имитирующие полную пропажу электроснабжения всей линии со стороны города.

### **Олег Яушев:**

— Для обеспечения надежного электроснабжения подвижного состава и соответствующей стабильности движения, безусловно, необходим резерв.

Каждая тяговая и совмещенная тягово-понижительная подстанция (СТП) должна иметь питание от трех независимых источников энергосистемы. Для наших станций — это городская подстанция плюс две соседних подстанции метрополитена. Таким образом, при пропаже напряжения даже на двух источниках городской сети мы можем перераспределить электроэнергию по цепочке кабельных перемычек с других СТП.

Кроме того, при прекращении питания переменным током часть освещения станций, служебных помещений, тоннелей, закрытых наземных участков и помещений основных инженерно-технических установок автоматически переключается на питание от аккумуля-





торных батарей, емкости которых хватает на работу в течение часа.

**Сергей Шамин:**

— Для обеспечения бесперебойной работы предусмотрено питание от двух, а для особо значимых устройств метрополитена — от трех независимых источников переменного тока.

**Аркадий Чмыхайло:**

— У нас предусмотрена возможность подачи электроэнергии в метро при нарушении работы основной и резервной схем.

**Владимир Кокоулин:**

— Схема электроснабжения тяговой подстанции представляет собой взаиморезервируемую надежную систему. Нарушение одновременно основной и резервной схем возможно только при полной потере дееспособности питающих центров районных электрических сетей Екатеринбурга.

**Как устроена система видеонаблюдения? Насколько она эффективна? Встроена ли в нее функция распознавания лиц?**

**Евгений Козин:**

— Требования по оснащению метрополитена системой интеллектуального видеонаблюдения (ИСВН) появились с момента издания распоряжения Правительства РФ от 30.07.2010 №1285 «Об утверждении комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте». У нас на тот момент предусматривалось оснащение 20 вестибюлей элементами ИСВН. На станции «Ладожская» при участии специалистов Центра специальной техники ФСБ России в 2012

году на протяжении двух месяцев по специальной методике проводились сравнительные испытания подобных систем семи различных производителей. В результате сформировались единые требования к системе интеллектуального видеонаблюдения в метро. В 2013 году они были изданы и рекомендованы к исполнению во всех метрополитенах России.

Причем, если вначале ИСВН предусматривала только биометрическую составляющую (то есть выявление лиц, находящихся в соответствующих базах данных), то единые требования определили комплексный подход к видеонаблюдению. С помощью средств видеонаблюдения в автоматизированном режиме происходит отслеживание нештатных ситуаций, то есть обнаружение оставленных предметов, выявление конфликтов, обнаружение случаев прохождения пассажиров в запрещенные зоны, спрыгивания на пути и т. д.

Реализация масштабного проекта началась в 2014 году. На первом этапе системой ИСВН было оснащено 14 станций. В последующие годы эта работа планомерно продолжилась. Развитие проекта ведется и в настоящее время.

Система успешно решает возложенные на нее задачи: видеонаблюдение, хранение архива видеозаписей не менее 30 дней, автоматическое обнаружение оставленных предметов.

Если взглянуть на этот вопрос более широко, то к моменту внедрения ИСВН в Петербургском метрополитене уже был накоплен большой опыт применения видеонаблюдения для обеспечения безопасности перевозок. Для решения этих задач долгое время использовалась аналого-цифровая система.

На сегодняшний день ИСВН оснащены 38 станций, в текущем году запланировано оснащение еще шести. Установлено свыше 5 тыс. видеочкамер, более 200 серверов и

сетевых хранилищ. На маленьких станциях насчитывается до 100 видеочкамер, на больших пересадочных узлах — 300. Просматриваются практически вся пассажирская зона, периметр станций, весь наклонный ход, входы в служебные помещения. Хотелось отметить, что на текущий момент Петербургский метрополитен оснащен не только одной из самых современных, но и наиболее крупной системой видеонаблюдения в Восточной Европе.

Система автоматизированного обнаружения оставленных предметов оснащена оборудованием, включающим в себя по 10 камер на каждой станции. Информация о бесхозном предмете поступает в два адреса: либо напрямую в ситуационный центр метрополитена, либо в пункт управления транспортной безопасности станции.

Сейчас проводится испытание системы по обнаружению пассажиров, движущихся в неправильном направлении, и по автоматизированному обнаружению их большого скопления. В 2018 году мы опробовали те решения, которые имеются на рынке, и пришли к выводу, что они не соответствуют нашим требованиям. Эти программные продукты были отправлены в доработку.

В перспективных планах — системы контроля путевого пространства и междверного пространства в вестибюлях станций.

Кроме того, в настоящее время ведется работа по внедрению подсистемы биометрической видеоидентификации, но необходимо понимать, что в данном случае ключевым пользователем метрополитена являться не будет, основная наша задача — это четкое взаимодействие с причастными силовыми структурами.

**Олег Яушев:**

— В МП «Нижегородское метро» эксплуатируются две системы видеонаблюдения — «Интеллект» и «Трассир». Они успешно решают ряд задач: помогают контролировать ситуацию на станциях и оперативно узнавать о ЧС; хранить архив видеозаписей; обеспечивать безопасность пассажиров и персонала. Функция распознавания лиц в эти системы не встроена.

**Сергей Шамин:**

— У нас используется аналоговая система видеонаблюдения без функции распознавания лиц.

**Аркадий Чмыхайло:**

— В соответствии с требованиями Антитеррористической комиссии и Управления ФСБ по Новосибирской области на всех станциях метрополитена и в инженерном корпусе

действует система видеонаблюдения и передачи видеoinформации в ситуационный центр. Функция распознавания лиц в данный момент отсутствует, рассматриваются различные проекты ее внедрения.

**Владимир Кокоулин:**

— Система видеонаблюдения основана на программно-аппаратном комплексе «Интеллект», устроенном по принципу модульной архитектуры. За управление различными подсистемами и реализацию сервисных функций отвечают программные модули, которые могут быть установлены на различные серверы, в том числе расположенные на большом удалении друг от друга.

Работа построена на распределенной структуре видеосерверов, информация с которых передается в центр обеспечения безопасности. Эти свойства позволяют создавать на платформе «Интеллекта» дополнительные сложные и эффективные системы. Информация, полученная с камер видеонаблюдения, может быть использована в случае чрезвычайной ситуации и для проведения организационно-розыскных мероприятий.

**Какие меры по повышению уровня безопасности были предприняты после теракта в апреле 2017 года в Санкт-Петербурге?**

**Евгений Козин:**

— С момента тех трагических событий, произошли значительные изменения в законодательной базе. Так, принято Постановление Правительства РФ от 05.04.2017 №410 «Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, в том числе, требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий), учитывающих уровни безопасности для различных категорий метрополитенов».

У нас создано подразделение по обеспечению транспортной безопасности (ПТБ), включающее в себя службу транспортной безопасности (СТБ). В соответствии с решением Антитеррористической комиссии Санкт-Петербурга от 27.04.2017 проведено увеличение численности инспекторского состава СТБ. Сформированы группы быстрого реагирования. Организована работа по проведению профессионального обучения работников из числа сил обеспечения ТБ по соответствующим программам, в том числе, по изучению методов наблюдения, собеседования и выявления лиц, в поведении которых усматриваются признаки подготовки к совершению акта незаконного вмешательства.

Кроме того, внесены изменения в органи-

зационные мероприятия: введен учащенный график осмотра и обходов; произведено обследование всех объектов метрополитена по выявлению наиболее возможных мест размещения взрывных устройств; в целях пресечения административных правонарушений, а также случаев нарушения пассажирами правил пользования метрополитеном, значительно увеличено количество мобильных групп; производится информирование пассажиров посредством звукового оповещения, на сайте метрополитена, стойках передачи тревожной информации о повышении бдительности, в том числе при обнаружении бесхозных предметов; с установленной периодичностью проводятся учебные мероприятия для профильных ответственных служб.

Наряду с этим постоянно продолжается работа по оснащению современными техническими средствами, включая модернизацию пунктов досмотра. Мы также провели дополнительную оценку уязвимости объектов метрополитена, по результатам которой были внесены изменения в планы обеспечения транспортной безопасности.

**Олег Яушев:**

— МП «Нижегородское метро» предпринимает все возможные меры для обеспечения безопасности пассажиров. В декабре 2017 года у нас было образовано специальное подразделение штатной численностью 468 человек. Его работники проходят обучение по дополнительным профессиональным программам. МП «Нижегородское метро» получено свидетельство об аккредитации данного предприятия в качестве подразделения транспортной безопасности (выдано Росжелдором 10.07.2018).

Представителями органов внутренних дел и ФСБ проводились занятия с работниками сил обеспечения транспортной безопасности метрополитена по теме взрывчатых веществ и взрывных устройств. Осуществлена модернизация системы видеонаблюдения (установлены цифровые видеокамеры взамен ранее использовавшихся аналоговых), которой оснащено 38 вагонов, а срок хранения данных увеличен до 30 дней.

Головные вагоны оборудованы охранной сигнализацией. Имеющиеся инженерно-технические средства досмотра — отечественного производства, оборудование приобреталось по согласованию с надзорным органом в области обеспечения транспортной безопасности ФСБ РФ.

**Сергей Шамин:**

— В целях обеспечения транспортной безопасности метрополитена проводится досмотр пассажиров на контрольно-пропускных

пунктах (КПП). Они оборудованы стационарными металлодетекторами, взрывозащитными контейнерами, обнаружителями следов паров взрывчатых веществ, аппаратурой радиационного контроля и рентгеновскими установками по досмотру грузов, багажа и пассажиров. Так, например, в 2018 году было выявлено 627 предметов и веществ, запрещенных или ограниченных к перемещению в зоне транспортной безопасности.

**Аркадий Чмыхайло:**

— В 2018 году этим вопросам уделялось большое внимание. В соответствии с Федеральным законом «О транспортной безопасности» и во исполнение Постановления Правительства РФ №410 проведена дополнительная оценка уязвимости всех 29 объектов нашей транспортной инфраструктуры.

Продолжалась работа по профессиональной подготовке и аттестации сил обеспечения ТБ для последующей аккредитации МУП «Новосибирский метрополитен» в качестве подразделения транспортной безопасности. Начата работа, направленная на аккредитацию нас в качестве аттестующей организации (с целью проведения дальнейшей аттестации работников предприятия на собственной материально-технической базе).

**Владимир Кокоулин:**

— После теракта в Санкт-Петербурге нами была проведена дополнительная оценка уязвимости объектов метрополитена, разработаны дополнения в планы обеспечения их безопасности.

На всех контрольно-пропускных пунктах установлены сертифицированные видеокамеры с функцией аудиозаписи. На КПП, на границах зоны транспортной безопасности объектов Екатеринбургского метрополитена, с целью определения соответствия постоянного пропуска предъявителя, установлены терминалы, которые идентифицируют личность по уникальным биометрическим особенностям строения подкожных вен ладоней человека. Кроме организации пропускного режима, эти терминалы могут использоваться для управления замками, турникетами, другими исполнительными устройствами.

Кроме того, на контрольно-пропускных пунктах станций Екатеринбургского метрополитена установлены дополнительные ручные и стационарные металлодетекторы. С 2018 года начали обновлять оборудование для досмотра ручной клади и носимых вещей.

Все принимаемые меры, разумеется, направлены на то, чтобы свести угрозы для безопасности пассажиров к минимуму. ■