

# МЕТРОСТРОЙ

1

1976

ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СБОРНИК

№ 1

«МЕТРОСТРОЙ»

1976 г.

Издание  
Московского  
метростроя  
и издательства  
«Московская правда»

## У К А З

# Президиума Верховного Совета СССР

## О награждении Управления строительства Ленинградского метрополитена орденом Октябрьской Революции

За достигнутые высокие производственные и технико-экономические показатели и досрочный ввод в эксплуатацию участка Кировско-Выборгской линии Ленинградского метрополитена наградить Управление строительства Ленинградского метрополитена Министерства транспортного строительства СССР орденом Октябрьской Революции.

Председатель Президиума Верховного Совета СССР  
Н. ПОДГОРНЫЙ.

Секретарь Президиума Верховного Совета СССР  
М. ГЕОРГАДЗЕ.

Москва, Кремль.  
4 февраля 1976 г.

## НАГРАДЫ РОДИНЫ

За достигнутые успехи в выполнении социалистических обязательств по досрочному вводу в эксплуатацию первой линии Харьковского метрополитена Президиум Верховного Совета СССР Указом от 30 января 1976 года наградил орденами и медалями СССР наиболее отличившихся участников строительства.

Орденом Октябрьской Революции награждены начальник управления строительства «Харьковметрострой» **Г. А. Братчун**, бригадир изолировщиков строительного-монтажного управления № 705 управления строительства «Харьковметрострой» **П. А. Коверсун**, бригадир проходчиков строительного-монтажного управления № 751 управления строительства «Харьковметрострой» **М. А. Лалазаров**, заместитель начальника главного управления Министерства транспортного строительства СССР **Г. В. Лебедев** и бригадир проходчиков строительного-монтажного управления № 705 управления строительства «Харьковметрострой» **А. Н. Мамон**.

Орденом Трудового Красного Знамени награждено 30 человек, орденом «Знак Почета» — 41, орденом Трудовой Славы III степени — 38, медалью «За трудовую доблесть» — 36 и медалью «За трудовое отличие» — 50 человек.

**«Повысить эффективность капитальных вложений, сократить сроки сооружения объектов и ускорить освоение проектных мощностей, повысить качество и снизить стоимость строительства».**

(Из проекта ЦК КПСС к XXV съезду партии «Основные направления развития народного хозяйства на 1976—1980 годы»).

# РУБЕЖИ ДЕСЯТОЙ ПЯТИЛЕТКИ

**Г. ЛЕБЕДЕВ, заместитель начальника Главтоннельметростроя**

**В ЗАВЕРШАЮЩЕМ** году IX пятилетки все стройки Главтоннельметростроя выполнили план и задания по вводу объектов в эксплуатацию.

Вступил в строй шестой метрополитен страны в Харькове. Коллектив харьковских метростроителей досрочно закончил строительство 10,6-км линии с восемью станциями из 18 км первой очереди.

Столичные метростроевцы обеспечили ввод в эксплуатацию центрального пересадочного узла и 12,6 км новых линий метрополитена с шестью станциями и тем самым объединили Ждановский и Краснопресненский радиусы в Ждановско-Краснопресненский диаметр. Теперь общая длина линий Московского метрополитена составляет 169,5 км с 103 станциями.

Ленинградские метростроители сдали в эксплуатацию 8,75 км Кировско-Выборгской линии от станции «Площадь Ленина» до «Академической». Протяженность линий метрополитена в городе Ленина — 52,4 км с 34 станциями.

Общая протяженность линий метрополитена в шести городах достигла 285,6 км с 181 станцией.

Введено также в эксплуатацию 6,3 км тоннелей различного назначения, в том числе на ударных стройках завершающего года — Чиркейской ГЭС и ряде оросительных тоннелей в Крыму и на Кавказе.

На стройке века — Байкало-Амурской магистрали начато строительство Нагорного тоннеля и ведутся подготовительные работы к сооружению Байкальского и Северо-Муйского тоннелей.

При создании новых линий метрополитенов и тоннелей, введенных в строй действующих, внедрены прогрессивные оригинальные и смелые инженерные решения.

Широкое применение получили однопролетные станции, создающие большой объем и возможность лучшего архитектурного оформления. В Москве и

Харькове такие станции построены на трассе мелкого заложения в открытых котлованах с применением кранов ККТС-20 и секционных переставных опалубок, а в Ленинграде на линии глубокого заложения с сооружением впервые в отечественном метростроении сборных железобетонных сводов, обжатых в породу. На линиях глубокого заложения внедрены колонные станции нового типа: на Московском метрополитене — «Пушкинская» и «Кузнецкий мост» с применением клинчатых перемычек, а на Ленинградском метрополитене — «Лесная», «Выборгская» и «Академическая» — из сборного железобетона со стальными колоннами и ригелями.

При пересечении трассой Краснопресненского радиуса русла канала им. Москвы проходка тоннелей выполнена под защитой ледогрунтовой плиты.

Колонные станции мелкого заложения Харьковского метрополитена построены из унифицированных сборных железобетонных крупноразмерных элементов, число которых для такого типа сокращено в 2 раза.

На Московском метрополитене продолжалось внедрение монолитно-прессованных обделок перегонных тоннелей.

При строительстве перегонных тоннелей Харьковского метрополитена под центральной частью уникального здания действующего железнодорожного вокзала (вблизи его основания) и шестнадцатью главными путями разработан и осуществлен метод организации работ, обеспечивший минимальные деформации здания и осадки дневной поверхности, не превышающие 5—6 мм.

Совершенствовался способ буровзрывных работ при сооружении горных тоннелей.

В X пятилетке в строительстве будет находиться 108,5 км новых линий метрополитенов с 70 станциями, из которых предполагается ввести в эксп-

луатацию около 80 км; в том числе: **Московский метрострой** — Рижский радиус протяженностью 8,3 км с четырьмя станциями («Ростокинская», «Свиблово», «Бабушкинская» и «Медведковская»), со сдачей в 1978 г.; Калининский радиус — 12 км с шестью станциями («Марксистская», «Площадь Ильича», «Шоссе энтузиастов», «Перово», и «Новогиреево») с пуском в 1979 г. Серпуховский радиус — 13,8 км с восемью станциями («Добрынинская», «Даниловская», «Нижние котлы», «Нагорная», «Нахимовская», «Каховская», «Чертановская» и «Днепропетровская») со сдачей после 1980 г.;

**Ленинградский метрострой** — удлинение Кировско-Выборгской линии на юг на 3,6 км с двумя станциями («Проспект Героев» и «Улица III-го Интернационала») с вводом в эксплуатацию в 1978 г., а также на север на 4,05 км с двумя станциями («Гражданская» и «Калининская») с пуском в 1979 г. Намечается также удлинение на 3 км на запад Невско-Василеостровской линии со станцией «Приморская»;

**Киевский метрострой** — продолжение строительства Куреневско-Красноармейской линии протяженностью 4,1 км с тремя станциями («Площадь Калинина», «Речной вокзал» и «Красная площадь») с окончанием в 1976 г. Удлинение этой линии на 6,1 км на юг и сооружение на ней шести станций («Площадь Толстого», «Центральный стадион», «Красноармейская», «Площадь Дзержинского», «Автовокзальная» и «Ореховатская») и на 7 км на север — с пятью станциями («Заводская», «Петровка», «Оболонь I», «Оболонь II» и «Оболонь III»);

**Харьковский метрострой** — продление линии первой очереди метрополитена в район заводов с вводом в 1979 г. 7,5 км участка с пятью станциями («Завод Кондиционер», «Сантехзавод», «Южкабель «ХТЗ» и «Завод Электротяжмаш») и начало строительства второй очереди метрополитена;

**Бакинский метрострой** — окончание в 1976 г. второго участка первой очереди метрополитена длиной 2,3 км со станцией «Низами» и продолжение строительства второй очереди протяженностью 6,7 км с пятью станциями («Элмляр», «Академиасы», «Иншаатчылар», «Азерфильм» и «Микрорайон»);

**Тбилисский метрострой** — продолжение первого участка второй очереди метрополитена длиной 5,8 км с четырьмя станциями («Проспект Церетели», «Политехнический институт», «Комсомольская» и «Делиси») и подготовка к строительству второго участка второй очереди;

**Ташкентский метрострой** — продолжение строительства первой очереди метрополитена длиной 12,2 км с девятью станциями («Сабира Рахимова», «Чиланзар», «50 лет СССР», «Хамзы», «Комсомольская», «Дружба народов», «Пахтакор», «Имени Ленина» и «Октябрьской революции»).

Рассматривается вопрос о строительстве метрополитенов в городах Минске и Горьком, технические проекты строительства первых очередей которых разработаны Метрогипротрансом. Также составлены технико-экономические обоснования сооружения метрополитенов в городах Новосибирске, Свердловске и Куйбышеве.

Намечено строительство 11,5 км тоннелей с девятью станциями для скоростного трамвая, в том числе в городах:

Волгограде харьковские метростроевцы пройдут на трассе 3,26 км тоннелей и соорудят три станции («Дворец труда», «Комсомольская» и «Площадь им. Ленина»);

Ереване Армтоннельстрой продолжит строительство тоннелей длиной 4,4 км с четырьмя станциями («Площадь Ленина», «Студенческая», «Барикамунтян» и «Киевляны»);

Кривом Роге Тоннельный отряд № 1 построит тоннели протяжением 2,9 км с тремя станциями («Дзержинская», «Дом Советов» и «Металлургов»).

В строительстве будет находиться 12 железнодорожных тоннелей общей длиной 45,5 км, из них:

Бамтоннельстроем — четыре тоннеля на Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (Байкальского длиной 6,7 км, Северо-Муйского — 15,3 км, Кадарского — 1,8 км и Нагорного — 1,25 км). Причем Нагорный тоннель, строящийся на направлении Тынды — Чульман, должен пропустить рабочие поезда уже в 1977 г.;

Армтоннельстроем — четыре тоннеля в Армении на железнодорожной линии Иджеван — Раздан (Меградзорские тоннели № 1, 2 и 3 протяжением соответственно 8,3, 1,9 и 0,9 км и Иджеванский тоннель № 4 — 3 км);

Бактоннельстроем — завершение строительства тоннеля длиной 1,5 км на железнодорожной линии Алят — Норашен в Азербайджане;

Харьковметростроем — окончание в 1976 г. сооружения тоннеля длиной 0,42 км на 149-км железнодорожной линии Белорецк — Карламан в Башкирской АССР;

Тбилтоннельстроем — Мцхетский тоннель длиной 1 км на участке железнодорожной линии Загес — Мцхета;

Тоннельным отрядом № 1 — завершение в 1977 г. строительства Лысогорского тоннеля длиной 3 км на железнодорожной линии Краснодар — Туапсе.

Из намеченных планом автодорожных тоннелей общей длиной 8,9 км будут сооружены:

Тбилтоннельстроем — два тоннеля общим протяжением 5,5 км (Рокский — 3,7 км на автодороге Джамаг — Зарамаг, Рикотский — 1,8 км на автодороге Кутаиси — Хашури);

Армтоннельстроем — продолжение строительства Севанского тоннеля длиной 2,2 км в Армении;

Управлением № 157 — два тоннеля по 0,6 км на автодороге Хоста — Кудепста.

Предусмотрено строительство десяти гидротехнических тоннелей общей длиной 28,4 км, из них:

Киевметростроем — четыре тоннеля длиной 16,3 км (№ 1, 2, 3 длиной по 3,3 км на канале Днепр — Донбасс и № 3 — 6,4 км на Донском магистральном канале);

Тбилтоннельстроем — два тоннеля длиной 3,3 км (Ташискарский — 2,8 км и Алгетский — 0,5 км);

Тоннельным отрядом № 11 — продолжение строительства тоннеля № 4 длиной 7 км на Б. Ставропольском канале;

Харьковметростроем — четыре тоннеля в Крыму общей длиной 1,6 км.

Кроме того, Тоннельный отряд № 1 в 1976 г. завершит весь комплекс гидротехнических подземных сооружений на ударной комсомольской стройке — Чиркейской ГЭС. Уже построено более 12 км тоннелей сечением от 48 до 168 м<sup>2</sup> и наклонный водосброс, сооружаемый в СССР впервые.

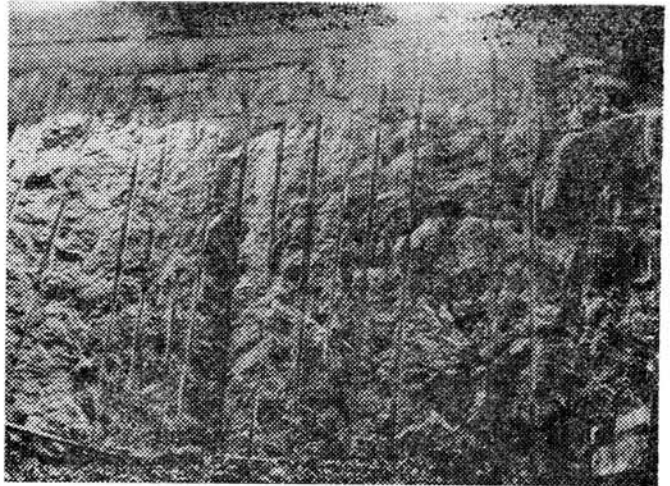
В ответ на решение XXIV съезда нашей партии о совершенствовании строительного дела, Тоннельный отряд № 1 сооружение тоннелей на Чиркейской ГЭС превратил в экспериментальную базу, где внедряются новые технологические процессы и машины. На этом строительстве впервые применены гладкое контурное взрывание, самоходные бурильные машины СБУ-2 и БМК, породопогрузочные машины ПНБ-ЗК, агрегаты МШТС для оборки породы и установки анкеров и сетки, безрельсовый транспорт, передвижные и переставные металлические опалубки для укладки бетона в конструкцию, пространственные арматурные каркасы заводского изготовления, а также набрызг-бетон для крепления выработок. Все это позволило добиться устойчивой средней скорости проходки тоннелей — 80 пог. м в месяц и увеличить вдвое производительность труда.

Кроме того, Бактоннельстрой, Тбилтоннельстрой, Харьковметрострой и Тоннельный отряд № 1 в десятой пятилетке соорудят более 10 км тоннелей в Азербайджане, Грузии, Крыму и Краснодарском крае для винодельческой промышленности. Управление № 157 на всех объектах, выполняемых в сложных инженерно-геологических условиях, должно выполнить значительный объем специальных работ по искусственному замораживанию пород, водопонижению, химизации грунтов и др.

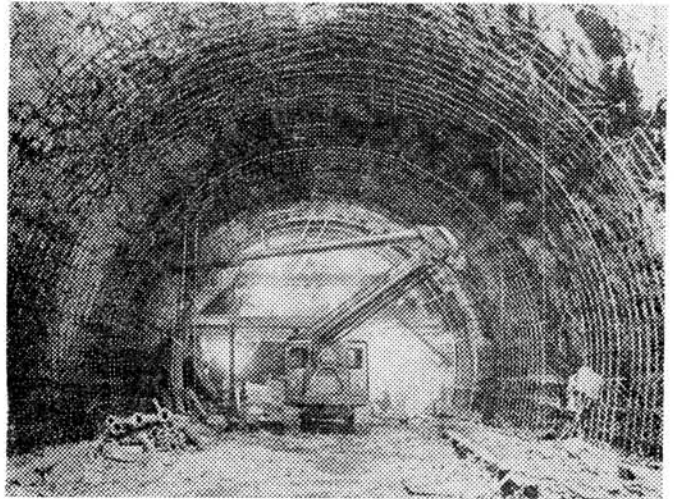
Для успешного выполнения большого объема работ, намеченных в десятой пятилетке, и улучшения качества сооружений и эффективности использования капиталовложений, особенно в связи с проходкой крупнейших железнодорожных тоннелей на БАМе и в Армянской ССР, научные работники, проектировщики и строители должны направить усилия на совершенствование конструкций, машин и технологических процессов с тем, чтобы увеличить темпы строительства, обеспечить устойчивые средние скорости продвижения забоев 60—120 пог. м в зависимости от сечения горных выработок, и резко повысить производительность труда.

Основными направлениями в области совершенствования строительных конструкций при глубоком заложении тоннелей являются: широкое применение обделок, обжимаемых в породу, что обеспечивает немедленный ввод их в работу, создает контакт между поверхностью обделки и контуром выработки и исключает сопутствующие трудоемкие процессы; дальнейшее внедрение монолитно-прессованных бетонных обделок при строительстве гидротехнических и перегонных тоннелей метрополитенов; совершенствование станции колонного типа из высокопрочного чугуна, стали и железобетона.

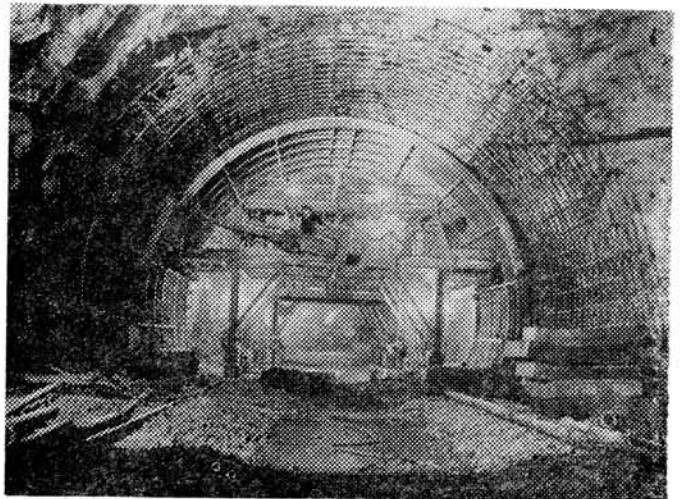
Для строительства сооружений в открытых котлованах целесообразно проводить укрупнение железобетонных сборных конструкций и применение их с максимальной заводской готовностью и гидроизоляцией (включая цельносекционную обделку).



Применение гладкого взрывания при проходке тоннелей Чиркейской ГЭС



Разворот стыков армоферм и установка торцевой опалубки с МОТС-ГТП. На заднем плане — монтаж эрентором тубинговой опалубки



В работе второй комплект эрентора при сооружении тоннеля Чиркейской ГЭС

Особого внимания заслуживает использование для конструкций высокопрочной стали и бетонов марки 500 и выше, а также расширение области односводчатых железобетонных станций из монолитного бетона с применением высокопрочных материалов и пространственных армокаркасов заводского изготовления.

Оптимальным решением конструкций железно-дорожных тоннелей, раскрываемых на полный профиль, следует считать обделки, возводимые из монолитного бетона и набрызг-бетона в зависимости от инженерно-геологических условий без крепления, с анкерным креплением в сочетании с сеткой.

При пересечении зон разломов, когда выработка раскрывается не на полный профиль, свод тоннеля целесообразно предусматривать с развитыми пятнами для передачи вертикального горного давления на породу или применять круговую обделку и щитовой метод проходки.

Намечается расширение области применения щитовых комплексов с механизированной разработкой забоя при сооружении гидротехнических и перегонных тоннелей.

Предусматривается выпуск промышленностью семи комплексов (КТ-3—5,6) для проходки тоннелей внутренним диаметром 5,1 м со сборной обделкой в устойчивых породах крепостью 50—120 кгс/см<sup>2</sup>; трех комплексов (ММЩ-1) для крепких устойчивых пород крепостью 800 кгс/см<sup>2</sup>, с монолитно-прессованной обделкой; шести комплексов (ЩМР-1) для возведения сборной обделки в устойчивых породах крепостью до 400 кгс/см<sup>2</sup>; два комплекса (ЩМ-17) для сооружения сборной обделки в песках естественной влажности и семь комплексов (ТЩБ-5,9) с устройством монолитно-прессованной обделки в тех же породах.

Разрабатывается проект щита для сооружения тоннелей в открытых котлованах, что исключит необходимость их ограждения. С этой же целью будет внедряться способ «стена в грунте». Все специальные монтажные работы вентиляционных, сантехнических и энергетических устройств предполагается вести крупными узлами и блоками.

При сооружении горных тоннелей намечается широкое применение буровых рам, а также самоходных буровых агрегатов типа СБУ и БМК, породопогрузочных машин ПНБ-ЗК, самоходных саморазгружающихся вагонов, большегрузных вагонеток и подземных самосвалов.

Для сооружения свода с развитыми пятнами, при проходке горных тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях, необходимо создать полунит с выдвигными шандорами. Разработка остальной части выработки под защитой свода резко упростится.

Учитывая, что при строительстве горных тоннелей в скальных породах основным является буровзрывной способ, необходимо дальнейшее его совершенствование, особенно гладкого контурного взрывания, разработки и применения новых ВВ и СВ.

Для успешного сооружения тоннелей и шахт в обводненных песчано-глинистых в сильной степени

дислоцированных породах требуется применение специальных методов их искусственного укрепления (замораживание, водопонижение, химическое укрепление), а при проходке стволов шахт — тиксотропной рубашки. С целью сокращения сроков замораживания целесообразно применение низкотемпературного безрассольного способа — с использованием жидкого азота.

Необходимо также усовершенствовать способ гидроизоляции тоннельных обделок, перенести основную объем работ в заводские условия, а также внедрять новые материалы — гидростеклоизол, стеклорубероид и гидрофабизаторы в сочетании с полимерами.

Следует обратить внимание на расширение применения при укладке рельсов клееболтового стыка, увеличивающего срок службы и надежность пути и обеспечивающего снижение трудовых затрат при выполнении путевых работ.

Актуальным вопросом является сокращение простоев, которые еще составляют 8—12% рабочего времени.

Требуется значительно повысить уровень организационно-производственной работы, направленной на более эффективное использование оборудования и механизмов, улучшение материально-технического снабжения, внедрение прогрессивных форм оплаты труда и особенно бригадного подряда.

Нужно подумать о создании и включении в Главтоннельметрострой специализированных организаций, занимающихся выполнением работ по монтажу эскалаторов, устройств вентиляции, сантехники, электрических и различных металлоконструкций. Это позволит повысить мастерство, качество работ, обеспечить более равномерную загрузку и оперативное перемещение специалистов-монтажников.

В дальнейшем следовало бы также развивать специализацию и по строительству тоннельных сооружений: шахты и наклонные ходы, станции открытого способа работ, станции глубокого заложения, перегонные тоннели и т. д. Повышение уровня специализации в строительстве дает возможность более эффективно использовать материально-технические и людские ресурсы и капиталовложения, что в свою очередь требует улучшения планирования строительства.

К сожалению, и в десятой пятилетке ввод линий метрополитенов во всех городах приходится на последние 2—3 года (это обычно создает большие трудности в обеспечении строек оборудованием, каменной продукцией, а также кадрами отделочников и монтажников). Главку следует внимательно рассмотреть с заказчиком и со строительными управлениями вопрос о рассредоточении ввода линий в эксплуатацию.

Десятая пятилетка — новый важный этап в совершенствовании тоннельного строительства в результате ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда, всемерного улучшения качества, повышения эффективности капитальных вложений и снижения стоимости.

Коллективы строителей метрополитенов и тоннелей полны решимости выполнить задачи, стоящие перед ними в новой пятилетке.

## ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Г. ФЕДОРОВ, главный инженер Ленметростроя,  
А. ТУМАНОВ, секретарь парткома

**НА ФИНИШЕ** предыдущей пятилетки коллектив Ленметростроя рапортовал: план строительно-монтажных работ перевыполнен более чем на 30 млн. руб., среднегодовой объем работ по метростроению увеличился более чем вдвое. В общей сложности введено 13,8 км линий метрополитена с семью станциями, две очереди депо «Московское» с одновременным расширением депо «Автово», три жилых четырнадцатизэтажных дома, 1 очередь базы подъемного ремонта, предусмотренные планом выработки рудников комбината «Апатит». В 1975 году вступили в эксплуатацию два участка Кировско-Выборгской линии метрополитена общей протяженностью 8,75 км, вместо 6,1 км по плану: «Площадь Ленина» — «Лесная» и «Лесная» — «Академическая». Эксплуатационная длина сети Ленинградского метрополитена составляет теперь 52,4 км с 34 станциями (протяженность Кировско-Выборгской линии метро сейчас почти равна длине первой русской железной дороги общего пользования между Петербургом и Царским Селом). Ввод новых станций позво-

лил увеличить его пассажирооборот на 30 тыс. человек в сутки. Пассажиры, совершающие поездки по открытому маршруту, экономят до 40 мин ежедневно или около 15 час в месяц.

Строительство последнего участка представляло собой исключительно сложную инженерную задачу. Трудные геологические условия, сжатые сроки работ, необходимость освоения новых конструкций станций и перегонных тоннелей потребовали от коллектива метростроителей максимального напряжения творческих сил, энергии, а в ряде случаев и настоящего гражданского мужества. Навсегда войдут в летопись строительства Ленинградского метро имена людей, покоривших Размыв. Это бригады проходчиков В. Костриков, А. Малышев, К. Татаринич, А. Матвеев, В. Псюк, В. Кашин, бригады монтажников А. Панов, бригады бурильщиков О. Веселов и А. Романцев, начальники участков В. Зотов, Ю. Метелица, П. Василенко и многие, многие другие.

Уникальными были объем и характер искусственного закрепления



Последняя сбойка на Размыве. Бригада Н. Колесова

Внедрено  
при строительстве  
IV участка  
Кировско-Выборгской  
линии:

● Односводчатые станции глубокого заложения. Экономия металла на каждой станции превышает 8000 т. Конструкция позволяет механизировать процесс разработки и погрузки грунта.

● Станции колонного типа глубокого заложения в сборных железобетонных обделках. Используются эффективные высокопрочные материалы — бетон М-600 и низколегированная сталь 09Г2С.

● Ковш активного действия. В сочетании с электрическим экскаватором он позволяет механизировать разработку и погрузку относительно прочных кембрийских глин. Применен при строительстве станций «Площадь Мужества» и «Политехническая». Экономия — 51 тыс. руб.

● Комплекс механизмов для установки станционных металлоконструкций — колонн, ригелей, упрощающий процесс их монтажа. Экономия — 43,4 тыс. руб.

● Армцементные крупноэлементные зонты односводчатых станций и механизированная линия для их изготовления. Площадь картины увеличена в 4 раза по сравнению с ранее применявшимися и позволяет перекрывать аркой из двух элементов свод пролетом 15,4 м.

**Внедрено  
при строительстве  
IV участка  
Кировско-Выборгской  
линии:**

● Обделки, обжимаемые в породу, из ребристых блоков с узлами разжатия на горизонтальном диаметре. Исключаются мокрые процессы по нагнетанию, упрощается монтаж колец, увеличиваются скорости проходки тоннелей с одновременным улучшением статической работы обделки. Экономия — 699 тыс. руб.

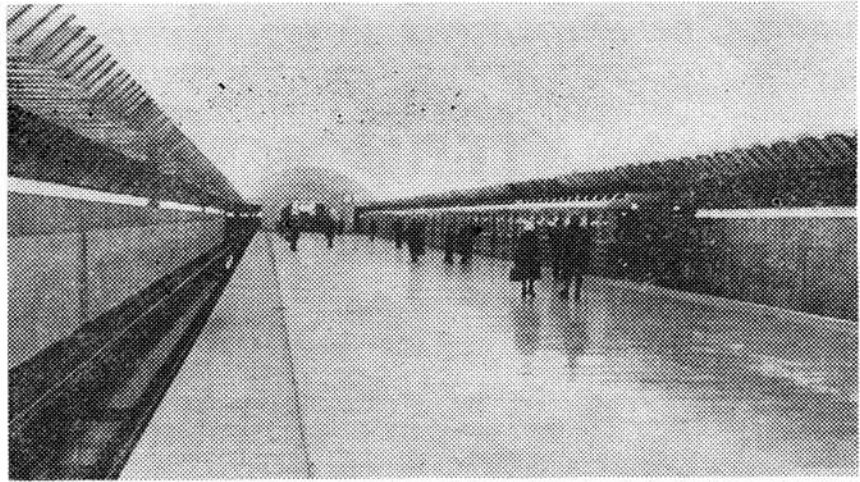
● Обделки, обжимаемые в породу, из гладких блоков с плоским лотком и узлом разжатия в лотке. Упрощается технология, увеличивается сборность конструкций, снижается марка бетона с 600 до 400.

● Перекрестно-стерженьевая металлическая конструкция перекрытий вестибюлей с унифицированным модулем. В короткие сроки монтируется легкое, но большой несущей способности перекрытие.

● Механизированный тоннельный комплекс КТ-1-5-6, разработанный Ясиноватским машиностроительным заводом. Увеличение скорости проходки с 200 до 300÷350 м/месяц.

● Механизированный горный комплекс с увеличением его производительности на 10÷15%.

● Автоматизированный шахтный подъем с цепями управления на постоянном токе (передает управление подъемными машинами операторам рудничного двора, исключает машинистов подъема).



Станция «Политехническая»

грунтов зоны проходки тоннелей, с которыми до сих пор не встречалась мировая практика тоннелестроения. Достаточно сказать, что объем созданного искусственным замораживанием ледопородного массива составил свыше 500 тыс. м<sup>3</sup>. Для этого пришлось пробурить свыше 2000 замораживающих скважин. Работа в зоне прорыва пльвуна требовала абсолютной непрерывности, а вахта в Размыве приравнивалась к выполнению боевой задачи. Здесь решалась судьба стройки.

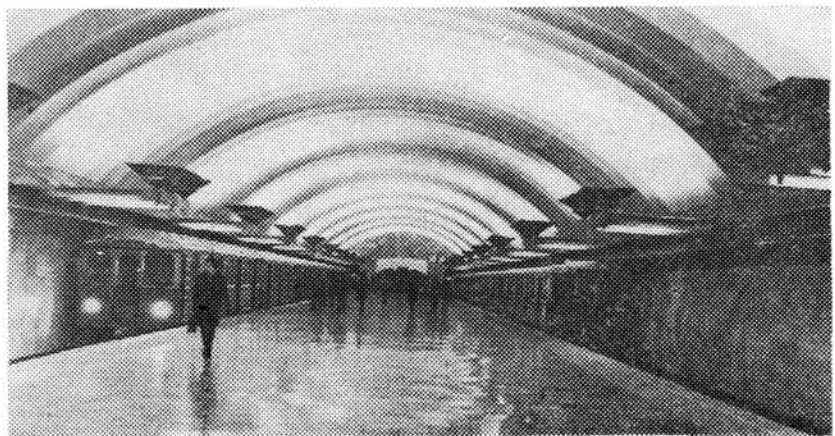
В ходе работ по ликвидации последствий прорыва была доказана практическая возможность ускоренного низкотемпературного замораживания грунтов с использованием в качестве хладоносителя жидкого азота. Контроль монолитности замороженного массива проводился новым надежным методом межскважинного акустического просвечивания, разработанным ленинградскими учеными.

7900 м<sup>3</sup> специального полимербетона легло в обойму в кратчайшие сроки на Размыве, причем послед-

ние 5000 м<sup>3</sup> — за 37 дней. Особое значение в организации механизированного «бетонного конвейера» имел контроль качества бетона, приготовляемого, транспортируемого и укладываемого в конструкции.

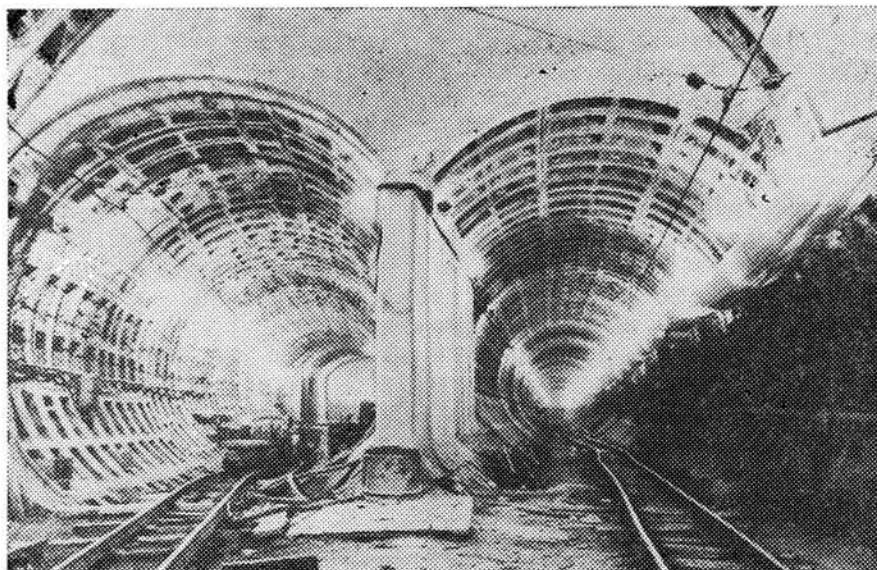
При прокладке тоннелей через Размыв достигнута наиболее высокая производительность: если начальные проходческие скорости составили здесь 75—80 см/сутки, то в последние месяцы они возросли до 2 м/сутки на забой в крепких промороженных грунтах.

На досрочное выполнение напряженных плановых заданий существенное влияние оказала деятельность объединенных временных партийных групп, созданных на важнейших пусковых объектах. В эти группы вошли коммунисты всех организаций-смежников. При возведении вестибюлей объединенные партгруппы организовали между участниками строительства соревнование за достижение высокой производительности труда и отличное качество работ. Оперативно велся экран соревнования.



Станция «Площадь Мужества»





Камера съездов на новом участке Кировско-Выборгской линии

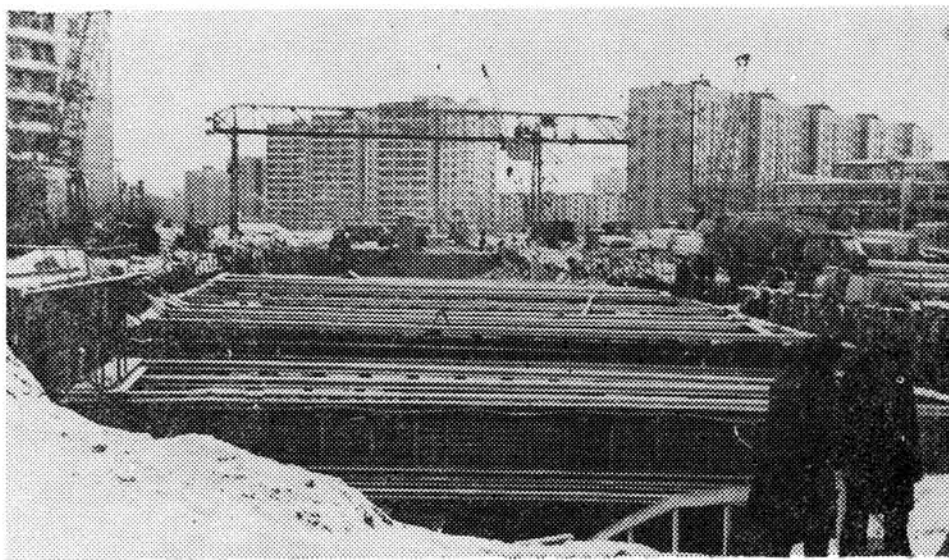
Строительство трех востребованных было завершено на три с половиной месяца раньше срока.

Сейчас 17 партийных организаций, объединяющие 66 партгрупп, ведут большую массово-воспитательную работу на всех участках производства, мобилизуя строителей на досрочное выполнение дополнительных социалистических обязательств, принятых в честь XXV съезда КПСС.

Вступив в десятую пятилетку, наш коллектив развернул работы на строительстве южного и северного участков продлеваемой Кировско-Выборгской линии. На трассе длиной 3,6 км «Автово» — «Улица III Интернационала» пройдены стволы, подходные выработки, начата про-

ходка перегонных тоннелей, монтируются станционные конструкции. На линии «Академическая» — «Калининская» протяженностью 4,5 км начаты горизонтальные выработки. Осваиваются строительные площадки будущего участка Невско-Василеостровской линии между станциями «Василеостровская» — «Приморская» длиной 2,3 км. Планами пятилетки предусмотрено продление этой линии и в противоположном направлении от «Ломоносовской» до станции «Обухово», а также продолжение Московско-Петроградской линии от станции «Петроградская» до «Удельной». В общей сложности предстоит ввести около 22 км магистралей метро.

На новых участках все станции



Строится станция «Улица III Интернационала»

### Внедрено при строительстве IV участка Кировско-Выборгской линии:

● Устройство для замораживания грунтов с использованием жидкого азота. Сроки замораживания сокращаются в 9 раз, увеличивается зона промораживания.

● Прибор МАП — межскважинного акустического просвечивания. Обеспечивает надежность и контроль состояния замороженного грунтового массива.

● Воздуховоды из полиэтиленовой пленки. Экономия — 57 тыс. руб.

● Установка ТУНБ-150 для бурения наклонных скважин, изготовленная Барнаульским заводом геологоразведочного оборудования — сокращает число бросовых скважин.

● Расположение тоннелей в одной вертикальной плоскости — один над другим — на участке Размыва. Сокращается объем замораживания и бурения грунтов, уменьшаются сроки строительства.

● В разработке технических новшеств, обеспечивших четкий производственный ритм и высокую производительность, — вклад проектировщиков и исследователей Ленметропроекта и ЦНИИСа, Всесоюзного института техники разведки (ВИТР) Министерства геологии, Института прикладной химии (ГИПХ), Научно-исследовательского института химического машиностроения (НИИХИМ-МАШ), Ленинградского института холодильной промышленности, Политехнического и Горного институтов и многих других.

глубокого заложения проектируются колонными и односводчатыми. Станции мелкого заложения — по типу московских. Конечная наземная станция «Калининская» выполняется совмещенной с железнодорожными платформами пригородного сообщения. Для перекрытия последней предусмотрены укрупненные армоцементные модульные конструкции — четырехгранные пирамидальные кессоны, разработанные ЛенЗНИИЭПом и освоенные экспериментальным заводом ГлавЛенинградстроя. Совершенствуются и конструкции глубокого заложения.

В новых конструкциях и методах производства работ заложены возможности повышения производительности труда, которая в нынешнем пятилетии должна возрасти на 25—30%. Первые итоги успешны: при проходке левого перегонного тоннеля с обжатой блочной обделкой с плоским лотком между станциями «Академическая» и «Гражданская» щитом Яснинватского завода коллектив Ленметростроя достиг высоких устойчивых скоростей. Так максимальная сменная скорость составила 10,38 м, суточная — 27 и месячная — 675 м.

Существенное влияние на рост производительности оказывают «Комплексные планы высокопроизводительных методов труда», принимаемые на рабочих собраниях. Введена также оценка бригадного качества выполненных работ (когда в конце каждой смены подводятся итоги качества). Немалые резервы заключены в дальнейшем широком внедрении бригадного хозрасчета в строительство подземных трасс.

Объем строительно-монтажных работ по метростроению в Ленинграде должен вырасти в этом пятилетии в полтора раза. Дальнейшее освоение увеличивающихся капиталовложений невозможно без развития производственной базы. В настоящее время строится I очередь объединенных промышленных механических мастерских, которые будут выпускать нестандартные металлоконструкции и вентиляционные устройства, изготавливать закладные детали для сборных железобетонных изделий, обрабатывать архитектурно-

отделочные элементы из алюминия, осуществлять заводской ремонт оборудования. Проектируется и II очередь строительства объединенных механических мастерских; увеличение мощности завода ЖБК по выпуску сборных железобетонных обделок; предусмотрена реконструкция тюбингового цеха завода с тем, чтобы увеличить его мощность на 5 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год; намечено переоборудование литейно-механического завода, автотранспортной конторы и базы Метроснаба. Последняя будет иметь механи-

зированные склады, централизованный учет поступления и движения материалов и т. д.

Планом экономического и социального развития коллектива предусмотрено выстроить за годы пятилетки новые жилые дома и молодежный комплекс. В его состав должны войти общежитие на 2000 мест, учебный центр, поликлиника и спортивные сооружения с плавательным бассейном и др. Все это будет способствовать обеспечению стабильного роста коллектива на 300—350 человек в год.

## ИЗ КНИГИ ОТЗЫВОВ ПАССАЖИРОВ О НОВЫХ СТАНЦИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОГО МЕТРО

*«Можно считать, что этот объект был одним из сложных объектов девятой пятилетки для города Ленина. И нельзя не радоваться, что он сдан на год раньше срока.»*

*Сотрудник института «Механобр»*

*«Многомиллионное спасибо метростроителям ежедневно, дважды в день.»*

*В. Руденко, врач»*

*«Станции «Площадь Мужества», «Политехническая», «Академическая» оформлены с большим художественным вкусом.»*

*Семья Ожеговых»*

*«Мужество и героизм советского народа продолжается в труде.»*

*Военнослужащий Семенов»*

*«Такой простор и... под землей.»*

*Васильевы Н. и Д.»*

*«Замечательно, что есть у нас в Ленинграде прекрасные люди богатырской стати.»*

*Михайлова»*

*«Станция «Площадь Мужества» не просто очередная станция Ленинградского метрополитена, а памятник мужеству каждому строителю этого сооружения.»*

*Вы знаете, что только в преодолении рождается настоящий человеческий характер.»*

*Вы достойно несете эстафету Великой истории Ленинградского рабочего класса.»*

*И. Дудин»*

*«Станция «Площадь Мужества» — памятник погибшим и выжившим. Г. Фивейская, медсестра хирургического госпиталя во время блокады»*

*«Спасибо друзья! Жители Гражданки следили за вашим подвигом в мирные дни.»*

*Чурикова»*

# НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ВЕСТИБЮЛЕЙ МЕТРО В ЛЕНИНГРАДЕ

А. ГЕЦКИН, архитектор

**ОБЪЕМНО - ПРОСТРАНСТВЕННОЕ** решение наземного вестибюля определяется прежде всего градостроительными условиями — местоположением и увязкой с окружающей застройкой, а также специфическими функциональными задачами: необходимостью создания удобных подходов, связи с наземными видами транспорта, коротких путей движения пассажиров, удобства их обслуживания, целесообразностью размещения служебно-технических помещений и устройств.

Центральным ядром объемно-пространственной композиции, как правило, является эскалаторный зал — функциональный центр вестибюля. Практика показала, что там, где это возможно, целесообразно объединение в одном зале и кассового обслуживания. При этом желательно иметь площади, свободные от опор несущих конструкций, что создает свободу планировки и не стесняет движение пассажиров. Такому условию наиболее полно удовлетворяет большепролетное перекрытие, представляющее собой единое целое с архитектурным замыслом, позволяющее выявить образную характеристику сооружения и не вызывающее излишних затрат труда на стройплощадке.

Разрабатывая комплекс проектов станций и вестибюлей IV участка Кировско-Выборгской линии метрополитена, авторский коллектив Ленметропроекта — архитекторы: А. Гецкин, Н. Згодько, В. Хильченко, В. Шувалова, С. Костенко, инженер И. Целюлихина, главный инженер проекта С. Щукин — предложил архитектурное решение четырех наземных вестибюлей с перекры-

тием их пассажирских залов металлическими перекрестно-стержневыми пространственными конструкциями с унифицированным модулем, равным 2 м и шагом колонн  $18 \times 18$  и  $24 \times 24$  м, с вынесенными консолями до 6 м\*.

Положительной особенностью конструкций является их пространственная работа, что уменьшает расход материалов и, следовательно, стоимость по сравнению с традиционными решениями.

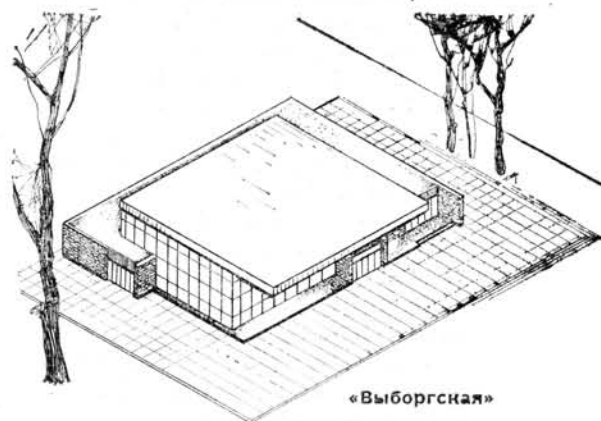
Каждый вестибюль имеет индивидуальное объемно-пространственное решение. Однако конструкции перекрытий, несмотря на различие конфигураций, размер шага колонн и другие особенности состоят из однотипных несущих элементов и узлов их крепления. Это обеспечило полную заводскую готовность и сборность не только самих перекрытий, элементов кровли, ограждающих конструкций, но и деталей архитектурной отделки. Несущие конструкции перекрытий изготовлены опытным ремонтно-механическим заводом УПП при Мосгорисполкоме.

Сборку конструкций производили, как правило, в стороне от места установки. В собранном виде их поднимали и устанавливали в проектное положение на несущие колонны двумя кранами. При этом консольные выносы монтировали после подъема основного ядра перекрытия. Одновременно устанавливали кровельные и ограждающие панели, витражи и другие элементы. Эта технология была успешно освоена монтажниками комплексной бригады А. Панова из СМУ-19 Ленметростроя, выполнившей сборку перекрытий в комплексе с другими строительными работами на трех вестибюлях по методу бригадного подряда.

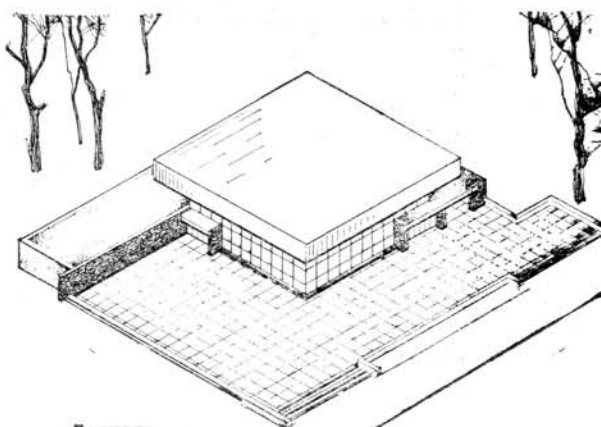
Максимальная сборность и возможность совмещения процессов способствовали уменьшению трудоемкости работ на стройплощадке, сокращению сроков строительства и досрочному вводу в эксплуатацию пусковых комплексов. Стоимость сооружения вестибюлей снизилась по сравнению со

\* Статический расчет и конструирование системы перекрытий выполнены кафедрой конструкций промышленных зданий Московского архитектурного института под руководством канд. техн. наук В. Файбишенко.

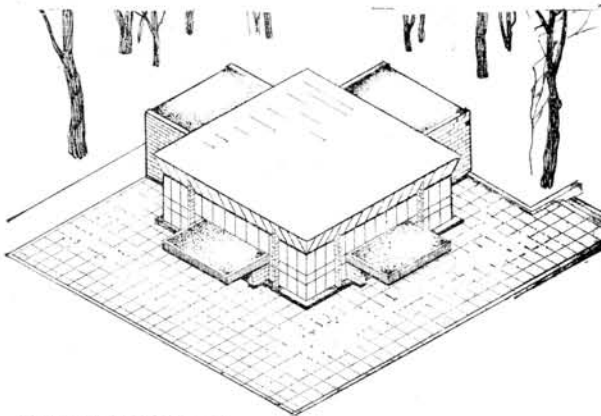
ВЕСТИБЮЛИ СТАНЦИЯ



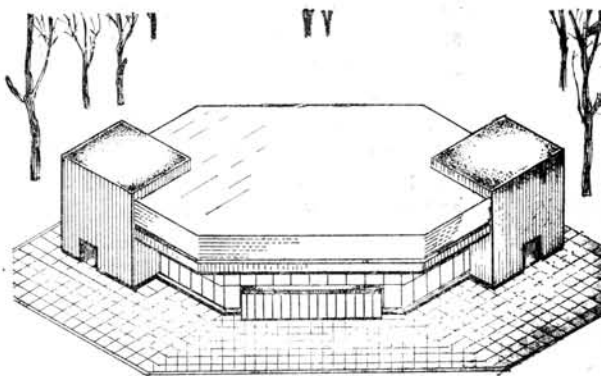
«Выборгская»



«Лесная»



«Политехническая»



«Академическая»

сметной. Экономический эффект от внедрения этих перекрытий на каждом из вестибюлей составляет около 20 тыс. руб.

Следует отметить, что в условиях Ленинграда часто приходится выбирать местоположение вестибюлей в уже сложившейся застройке и реже в условиях формирующихся жилых районов.

Вестибюль станции «Выборгская», расположенный на углу Лесного пр. и ул. Смолячкова, на открытом, свободном после сноса зданий участке, примыкающем к парку, решен более парадно. Витражи как бы условно отделяют пространство эскалаторного зала от улицы. Потолок, выполненный из алюминиевых профилей, решен как кессонированная плита, в каждом из кессонов которой размещен светильник.

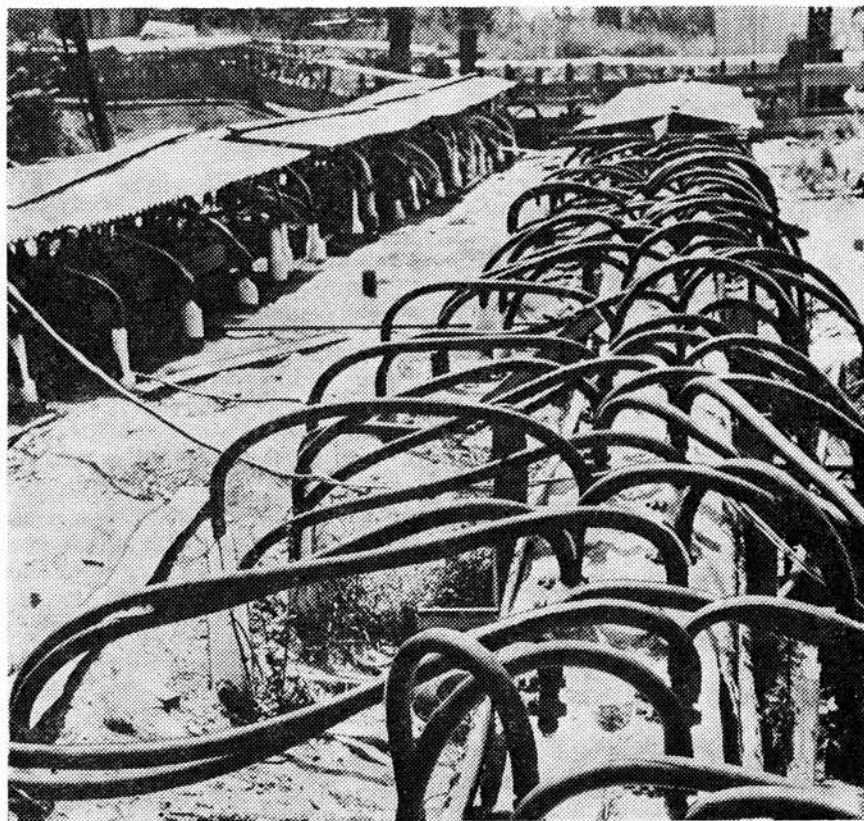
На станции «Лесная» вестибюль, расположенный в давно существовавшем жилом квартале, своим объемным построением, организацией предвестибюльного пространства и площадки, изолирует жилой двор от потоков людей. По контрасту с объемом эскалаторного зала служебные помещения здесь скомпонованы таким образом, что со стороны улицы воспринимаются как декоративная каменная ограждающая стенка. Конструкция перекрытия внутри зала открыта, сетка ее стержней является одновременно архитектурной формой. Подвешенные к перекрытию светильники продолжают его модульное построение.

Своеобразно решены и два других вестибюля. Они входят в комплексы станций «Политехническая» и «Академическая». Последний имеет наклонный ход, оборудованный четырьмя лентами эскалаторов. Здесь особенно важно было получить перекрываемый большим пролетом свободный зал.

Опыт поисков новых предложений, дающих возможность комплексного решения специфических архитектурно-строительных задач, оказался положительным. Принимая во внимание неоспоримые преимущества пространственных конструкций, разрабатываются планы дальнейшего их внедрения, разумеется — в ином конструктивном и архитектурном воплощении.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ

С. ЗУКАКЯНЦ, начальник Управления  
№ 157



**НА ТРАССЕ** Ждановско-Краснопресненского диаметра Управлением № 157 успешно осуществлено искусственное замораживание грунтов при строительстве эскалаторных тоннелей на станциях: «Кузнецкий мост» и «Пушкинская». Такие же работы выполнены на строящейся станции «Горьковская» Горьковско-Замоскворецкого диаметра. Для крепления котлована вестибюля станции «Пушкинская» пробурено и сооружено более ста буронабивных скважин. Кроме этого, пробурены две артезианские скважины большой глубины и 12 сантехнических скважин.

В комплексе с замораживанием коллектив Управления осу-

ществил проходку эскалаторного тоннеля станции «Кузнецкий мост» и сдал его под монтаж.

Эскалаторные тоннели пересекали толщи переслаивающих водонасыщенных мелкозернистых песков, супесей и суглинков, для проходки которых потребовалось применение специальных методов. Принятый способ искусственного замораживания грунтов обеспечил безопасную и надежную проходку тоннелей в результате образования ледогрунтового ограждения (рис. 1), заглубленного в водоупорные глины на 3—4 м.

Под замораживающие колонки бурили наклонные скважины

с поверхности, в трудных условиях городской застройки. Эллипс замораживающих скважин на площадке станции «Кузнецкий мост» располагался в непосредственной близости от жилых и административных зданий, действующих подземных коммуникаций, силовых кабелей и кабелей связи. Кроме того, в процессе бурения скважин приходилось проводить специальные мероприятия, предотвращающие заполнение глинистым раствором примыкающих подвальных помещений.

Площадка строительства наклонных тоннелей станций «Пушкинская» и «Горьковская» нахо-

дились около строящегося здания «Известий». Необходимо было обеспечить сохранность зеленых насаждений, архитектурно-планировочных сооружений и памятников, а также поддерживать чистоту на оживленной площади столицы.

Длина наклонных скважин в зависимости от залегания водопора, положение которого уточнялось в процессе бурения замораживающих скважин, составила в среднем 60—65 м. Общий объем буровых работ приведен в таблице.

Наименование объекта	Пробурено скважин шт/пог. м			
	замораживающих	термометрических наблюдательных	гидрогеологических	итого
Эскалаторный тоннель станции «Кузнецкий мост» . . . . .	41/2386	3/146	2/66	46/2598
«Пушкинская» . . . . .	47/2767	3/184	2/98	52/2949
«Горьковская» . . . . .	37/2121	4/248	2/92	43/2461
<b>Всего . . . . .</b>	<b>125/7274</b>	<b>10/580</b>	<b>6/256</b>	<b>141/8008</b>

При выполнении комплекса работ по замораживанию грунтов одну из сложных инженерных задач представляло бурение наклонных скважин, на которое ранее затрачивалось более 60% времени и средств.

В последние годы на строительстве эскалаторных тоннелей внедрены буровые установки наклонного бурения ТУНБ-150, сконструированные и изготовленные Барнаульским заводом геологоразведочного оборудования в содружестве и по техническому заданию Управления 157. В результате значительно снизились затраты времени на бурение наклонных скважин и их стоимость.

Установка ТУНБ-150 (рис. 2) разработана на основе изобретения (авторское свидетельство № 431 280) новой технологии бурения непосредственно замораживающими колоннами. В отличие от ранее применяемого при бурении станков типа КАМ-500 и «ЗИФ», установка ТУНБ-150 позволяет производить принудительную подачу в скважину обсадных труб диаметром до 273 мм, с одновременным их вращением, механизировать свинчивание и развинчивание бурильных и обсадных труб, а также их подъем (вес до 250 кг) на стеллаж и мачту. Оптический наклонмер позволяет точно центрировать установку над точкой забуривания и ориентировать в

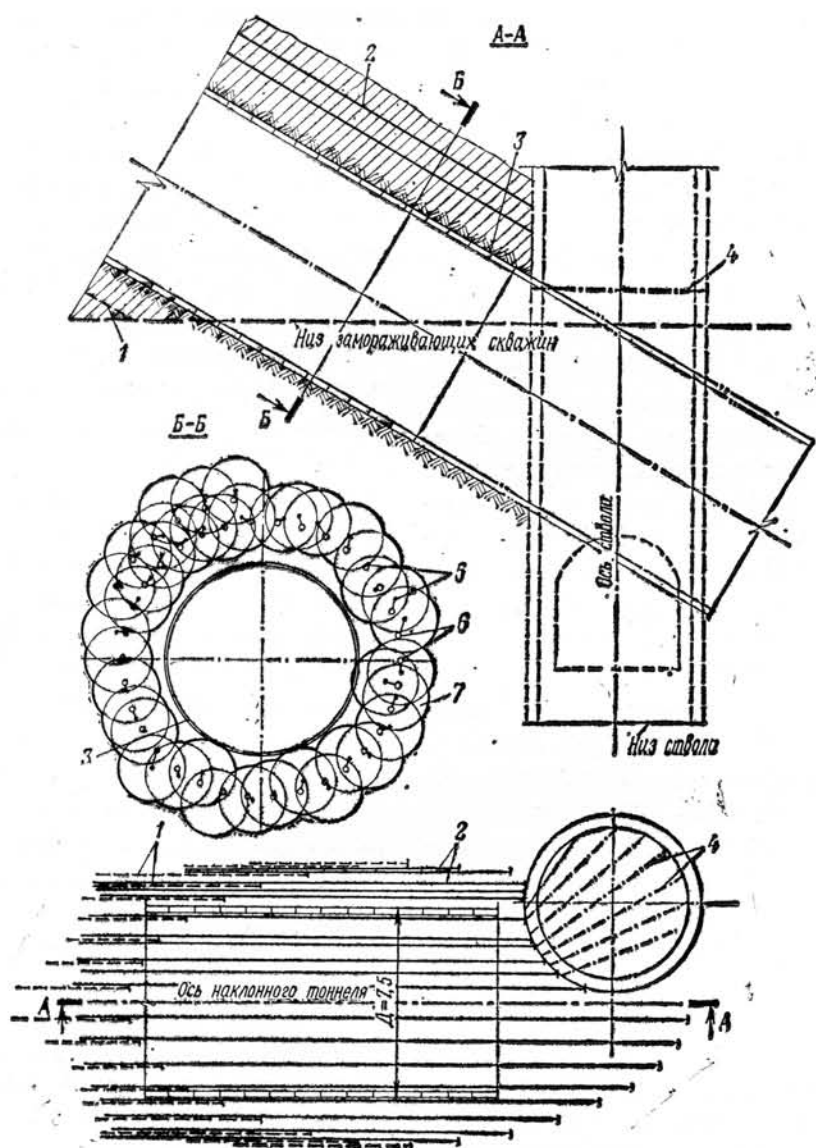


Рис. 1. Замораживание грунтов при строительстве наклонного тоннеля станции «Пушкинская» (узел пересечения наклонного тоннеля и существующего ствола)

1 — наклонные замораживающие скважины лотковой части тоннеля; 2 — наклонные замораживающие скважины сводовой части тоннеля; 3 — конструкции наклонного тоннеля; 4 — скважины, забуренные из забоя, для замораживания перекрытия ствола; 5 — фактическое положение скважин; 6 — проектное положение скважин; 7 — ледогрунтовое ограждение

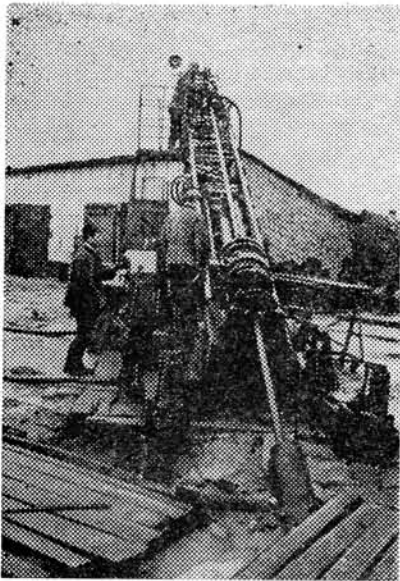


Рис. 2. Бурение наклонных скважин установкой ТУНБ-150

заданном направлении в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Внедрение новой установки и технологии бурения позволило исключить: трудоемкие подготовительные работы — разработку траншей, установку направляющих труб (кондукторов) и их бетонирование; операции по монтажу и спуску замораживающих колонн; возможные аварии, связанные с обвалом стенок скважин в процессе спуска замораживающих колонок в скважину. Использование этих установок дало возможность совместить процессы бурения и обсадки скважин трубами, в результате чего отпала необходимость проработки скважин под обсадные колонны труб и спуска их в скважину; значительно сократить расход обсадных труб и обогащенной глины; улучшить точность бурения в заданном направлении и, соответственно, уменьшить число дополнительных скважин.

Применение новых технических средств и более совершенной технологии позволило решить слож-

ные задачи по бурению глубоких скважин (длина от 60 до 110 м) при сооружении трех наклонных эскалаторных тоннелей на трассе Ждановско - Краснопресненского диаметра, пяти эскалаторных тоннелей на строительстве Ленинградского и двух эскалаторных тоннелей Киевского метрополитенов.

В результате увеличения скоростей и повышения качества бурения значительно снижены сроки замораживания. Время бурения в среднем по каждому наклонному тоннелю сокращено на 2—2,5 месяца. Экономия средств на 1 пог. м бурения, в зависимости от длины и конструкции скважин, составила от 3 до 9 руб. Производительность труда возросла в 3—3,5 раза.

К сожалению, несмотря на высокую эффективность буровой установки ТУНБ-150, до сих пор не решен вопрос об изготовлении новой малой серии этой машины.

Наряду с совершенствованием технологического процесса бурения для замораживания грунтов на наклонных эскалаторных тоннелях Ждановско-Краснопресненского диаметра применили более совершенные компрессора АУ-200, выпущенные Московским заводом «Компрессор». По трем наклонным эскалаторным тоннелям заморозили около 20 тыс. м<sup>3</sup> грунта, для чего выработали холода, с учетом потерь в замораживающих станциях и рассольной сети, около 700 млн. ккал. Время активного замораживания по каждому наклонному тоннелю было выдержано в пределах расчетного — 50—60 суток.

При проходке наклонного тоннеля станции «Пушкинская» выявилась опасность прорыва неустойчивых грунтов через бывшую рабочую шахту, забученную в период строительства Горьков-

ского радиуса и попавшую в сечение выработки. Для предотвращения прорыва произвели дополнительное замораживание перемычки шахты с помощью веера скважин, забуренных СМУ-7 непосредственно из забоя (см. рис. 1).

В процессе строительства наблюдался значительный перерасход времени замораживания в поддерживающем режиме работы замораживающих станций, вызванный перерывами в проходке из-за отсутствия тубингов и по другим причинам. Увеличение времени поддерживающего режима, относительно проектного, составило в среднем по каждому из трех наклонных ходов от 200 до 240%.

Такое явление характерно и для других объектов, поэтому можно сделать вывод, что во всех случаях несоблюдения графика производства горнопроходческих работ по отношению к проектным срокам замораживания, является одним из главных факторов, влияющих на удорожание работ по замораживанию.

Успешное строительство наклонных эскалаторов способом замораживания еще раз подтверждает его универсальность и надежность особенно в условиях, где другие способы технически не применимы, или не эффективны.

Коллектив Управления в настоящее время развернул широкий фронт специальных работ на Калининском и Рижском радиусах и готовится к началу работ на новом Серпуховском радиусе Московского метрополитена.

Применение искусственного метода замораживания грунтов достигло в метростроении высокого уровня развития. Необходима разработка комплексной программы его дальнейшего совершенствования.

# ТОННЕЛИ БАМА

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТА

Ф. БОЛЬШАНИН, И. САХИНИДИ, инженеры

**Т**РАССА Байкало-Амурской магистрали, протянувшаяся на тысячи километров от Усть-Кута (ст. Лена) до Комсомольска-на-Амуре, проходит в очень сложных природных условиях, во многих местах пересекая водные преграды и горные хребты.

Наряду со множеством других искусственных сооружений на магистрали предстоит построить три тоннеля (Байкальский, Северо-Муйский, Кодарский) и один (Дуссе-Алинский) реконструировать.

Проектирование двух наиболее протяженных тоннелей — Байкальского и Северо-Муйского было поручено коллективу Ленметропроекта. Совместно с Метрогипротрансом было составлено технико-экономическое обоснование (ТЭО) вариантов строительства Байкальского, Северо-Муйского и Кодарского тоннелей в двухпутном и раздельном однопутном исполнении.

Анализ технико-экономических данных показал, что с учетом всего комплекса условий сооружения и эксплуатации тоннелей — инженерной геологии, гидрогеологии, климата, транспортной и энергетической обеспеченности, сроков строительства, протяженности и др. — целесообразней построить тоннели в раздельном однопутном исполнении. Этот вариант и был утвержден.

В соответствии с принятым решением Ленметропроект разработал технические проекты на строительство тоннелей в раздельном однопутном исполнении под электротягу.

Байкальский тоннель протяженностью 6,7 км расположен на участке Усть-Кут — Нижнеангарск. Тоннель односкатный с подъемом на восток при максимальном уклоне  $13,5^{\circ}/_{00}$  проходит под самым низким, Даванским перевалом Байкальского хребта и пересекает границу Иркутской области и Бурятской АССР.

Северо-Муйский тоннель длиной 15,3 км, расположенный на участке Нижнеангарск — Чара, пересекает центральную часть одноименного хребта. Тоннель двухскатный.

Оба тоннеля относятся к разряду перевальных. Районы строительства расположены в горной труднодоступной местности со сложным рельефом, суровым континентальным климатом, холодной продолжительной зимой и коротким относительно жарким летом. Расчетная температура минус  $40^{\circ}$ . Сейсмичность 8—9 баллов. Отсутствие устойчивых круглогодичных транспортных связей и источников электроэнергии вызывает серьезные трудности, особенно в подготовительный период.

Полнота инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий различна. Для Байкальского тоннеля эти условия охарактеризованы по материалам инженерно-геологической съемки в масштабе 1:5000, геофизических измерений и данных 13 буровых скважин; для Северо-Муйского тоннеля — по материалам съемки в масштабе 1:10000, геофизических измерений и образцов 27 буровых скважин. На Байкальском тоннеле буровые скважины распределены относительно равномерно по всей длине, на Северо-Муйском — из-за очень тяжелых условий местности скважины сосредоточены, в основном, на припортальных участках на длине менее 6 км. Средняя часть тоннеля на протяжении около 6 км не исследована даже геофизическими методами.

По результатам изысканий, инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительства обоих тоннелей относятся к сложным.

Байкальский хребет по трассе тоннеля осложнен многочисленными тектоническими зонами разломов и надвигов (мощ-

ностью от нескольких до 100 м и более) из раздробленных и перетертых пород. Граниты изменяются от слаботрешиноватых до сильнотрешиноватых и раздробленных до дресвы и щебня. Коэффициент крепости по Протодьяконову от 2 до 10. Обводненность массива, особенно на участках тектонических зон, значительная (до  $200 \text{ м}^3/\text{ч}$  на забой); имеются зоны напорных (от 5 до 20 ат) вод. Температура подземных вод и пород в тоннеле ожидается в пределах  $8-10^{\circ}$  выше нуля.

Гранитный массив по трассе Северо-Муйского тоннеля сильно дислоцирован тектоническими процессами с образованием многочисленных разноориентированных зон разломов, породы в которых раздроблены до состояния песка и щебня. Припортальные участки тоннеля сложены неустойчивыми рыхлыми четвертичными отложениями с большим притоком воды. Недалеко от западного портала тоннель встречает древнюю долину, заполненную неустойчивыми рыхлыми аллювиальными отложениями. Коэффициент крепости пород по Протодьяконову от  $1,5-2$  до 10. Обводненность массива — значительная, при наличии напорных (до  $25-30$  ат) вод. Ожидаемые водопритоки на забой: до  $150 \text{ м}^3/\text{ч}$  на припортальных участках и до  $500-700 \text{ м}^3/\text{ч}$  в тектонических зонах. На восточном участке тоннеля обнаружены термальные воды с температурой  $60-70^{\circ}$ . Температура в горном массиве будет изменяться в широких пределах от  $7-10^{\circ}$  до  $25-50^{\circ}$  выше нуля.

Расстояние между осями раздельных однопутных тоннелей принято, исходя из более рационального устройства подходов и из условий сейсмички.

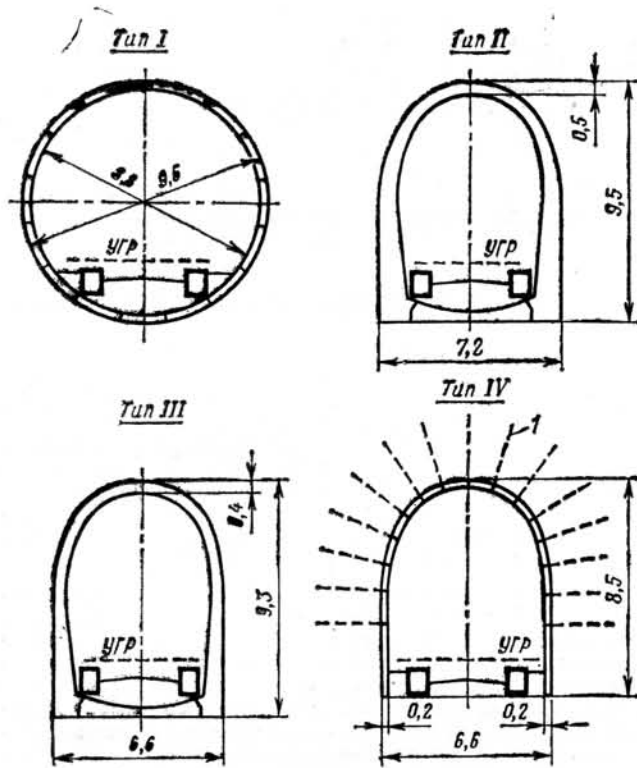
Между тоннелями на всю их длину предусмотрена штольня для опережающей разведки с целью уточнения инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства, в соответствии с которыми назначаются типы обделок сооружений и способы производства работ. Штольня позволяет открыть дополнительные забои в тоннелях и служит для транспортирования породы, материалов, механизмов и пропуска различных коммуникаций. Кроме того, она является дренажной — принимает и отводит грунтовые воды, поступающие в забои. С помощью скважин, пробуриваемых по ее контуру, снижается гидростатическое давление в массиве, окружающем тоннели. На участках слабых пород из штольни производится их укрепление с помощью цементации. В период эксплуатации штольня будет использоваться в качестве служебного тоннеля.

Проходка штольни (в связи с возможностью встречи слабых грунтов с высоконапорными водами) предусмотрена с опережающим разведочным бурением горизонтальных скважин глубиной 70 м через превенторные устройства.

Конструктивные решения обделок основных тоннелей и технологических выработок, а также способы производства работ приняты аналогичными для Байкальского и Северо-Муйского тоннелей.

Типы обделок основных тоннелей запроектированы в зависимости от инженерно-геологических и гидрогеологических условий. Внутреннее их очертание назначено в соответствии с габаритом приближения строений «С» по ГОСТ 9238—73 с учетом расположения двух боковых утепленных дренажных лотков.

По несущей способности проектом предусмотрено четыре типа обделок (см. рисунок). Обделка типа I — чугунная, наружным диаметром 9,5 м запроектирована на участках тоннелей, находящихся в наиболее неблагоприятных геологических, гидрогеологических и сейсмических условиях. Такая обделка будет возведена на обоих порталных участках Северо-



Типы обделок:

I — чугунная; II — монолитная бетонная с арматурными каркасами; III — монолитная бетонная; IV — обделка из набрызг-бетона; 1 — анкеры

Муйского тоннеля и на восточном припортальном участке Байкальского, а также в тектонических зонах обоих тоннелей.

Монолитные бетонные обделки типа II и III подковообразного очертания имеют одинаковые внутренние размеры. Обделка типа II предусмотрена на участках, пересекающих породы в зонах разломов и значительной трещиноватости с коэффициентом крепости по Протодьяконову от 2 до 4. В связи с тем, что на этих участках возможно наиболее активное проявление сейсмических воздействий, в обделке типа II предусмотрена установка арматурных каркасов. В трещиноватых породах с коэффициентом крепости от 4 до 6 запроектирована обделка типа III.

Обделка типа IV — из набрызг-бетона с установкой анкеров и металлической сетки принята для участков тоннелей, находящихся в наиболее благоприятных условиях — в крепких слаботрециноватых скальных породах с коэффициентом крепости по Протодьяконову более 7.

Для гидроизоляции монолитных бетонных конструкций на участках с малым водопритоком предусмотрено нагнетание за обделку раствора бентонитовой глины, а на участках, где возможен интенсивный водоприток — устройство металлической гидроизоляции, заанкеренной в обделку.

В тоннелях запроектирована постоянная продольная шахтная вентиляция с искусственным побуждением. Для этой цели на Байкальском тоннеле сооружается одна шахта, на Северо-Муйском — три; диаметр шахт — 7,5 м. Вентиляционные установки размещаются в камерах, устраиваемых в подходов выработках от стволов к тоннелям.

Проектами предусмотрено против образования наледей в стволах шахт создание в них положительной температуры путем реверсирования вентиляторов, которые будут подавать теплый воздух из тоннелей, а также установка в стволах инфракрасных излучателей.

Общие схемы организации строительства Байкальского и Северо-Муйского тоннелей приняты по принципу параллельно-последовательного сооружения однопутных конструкций. Этот принцип является наиболее целесообразным, исходя из местных условий и объемов предстоящих работ. При сооружении Байкальского и Северо-Муйского тоннелей предстоит разработать около 3 млн. м<sup>3</sup> грунта, уложить свыше 1 млн. м<sup>3</sup> бетона и железобетона. Максимальная потребность электроэнергии составит более 23 тыс. квт, теплоснабжения — свыше

50 Гкал/ч. Отсутствие устойчивых круглогодичных транспортных связей с районами строительства тоннелей и местных источников энергии диктует необходимость принятия таких технических решений, реализация которых требует минимальных затрат. Поэтому в проектах и принята параллельно-последовательная схема — временная производственная база создается для строительства первого однопутного тоннеля, а сооружение второго начинается несколько позже и разворачивается по мере освобождения оборудования и рабочей силы из забоев первого тоннеля.

В проектах предусмотрено наиболее высокопроизводительное отечественное оборудование. Для расширения фронта работ открываются дополнительные забои через разведочно-дренажные штольни и через стволы шахт. На участках с совершенно неустойчивыми грунтами, проявляющими сильное горное давление, с большим водопритоком намечена щитовая проходка, на остальном протяжении тоннелей — горный способ разработки на полное сечение. При щитовом способе предусматривается применение обычного щита диаметром 9,5 м, тубингоукладчика Б-17 и технологического комплекса; разработка породы отбойными молотками или буровзрывным методом.

Проходка тоннеля горным способом производится с использованием для буровзрывных работ агрегата ПБА-1. В зависимости от инженерно-геологических условий на участках, проходимых горным способом, запроектировано временное крепление различных типов и предварительное укрепление пород цементацией.

При проходке с порталов погрузка породы производится машинами ПНБ-3к в большегрузные самосвалы типа МОАЗ; в забоях, разрабатываемых от стволов и через штольни — теми же машинами ПНБ-3к в вагонетки УВГ-2,5 через прицепной ленточный перегружатель УПЛ-2.

Бетонирование монолитной обделки ведется одновременно с проходкой (отставание от забоя на 80—100 м), при этом применяется шарнирно-складывающаяся крупно-секционная или мелко-секционная опалубка, перестановщики опалубки и пневмобетонукладчики. Набрызг-бетон наносится машиной БМ-68.

При проходке стволов шахт намечено использовать подъемные машины Ц-3,5х2А и копры «Север-1», для бурения шпуров — установку БУКС-1М, для погрузки породы в бады емкостью по 5 м<sup>3</sup> — породопогрузочные машины ЗКС-2у. Бетон будет поступать в ствол по бетоноводу с поверхности от приствольного заглубленного бетонного узла. При переоборудовании подъема для проходки горизонтальных выработок одна из двух бадей в стволе заменяется кельею.

Учитывая сложные инженерно-геологические условия, при проходке стволов предусмотрены специальные способы — замораживание и цементация пород.

При разработке технических проектов встречено ряд проблем, для успешного решения которых должны быть привлечены научно-исследовательские организации.

Дальнейшей разработки требуют следующие вопросы: технология укладки бетона с учетом суровых климатических условий, больших водопритоков, вечномерзлых грунтов, термальных высокотемпературных вод; технология укрепления неустойчивых водонасыщенных пород; поиски новых эффективных материалов для гидроизоляции обделок и способов ее нанесения; вентиляция, водоотвод, техника безопасности и охрана труда при производстве работ с учетом большой протяженности тоннелей, сурового климата, сложной геологии и гидрогеологии; возможность использования термальных вод как в период строительства, так и при эксплуатации тоннелей; проверка моделированием схем постоянной вентиляции тоннелей; разработка и уточнение ряда нормативных положений применительно к тоннелям большой протяженности в условиях сурового климата (противопожарные мероприятия, вентиляция, электроснабжение, объем инженерно-геологических изысканий и др.); технология горизонтального разведочного бурения из штольни при наличии большого гидростатического давления; прогнозирование фактического горного давления на тоннели путем натурных замеров при проходке опережающей штольни; исследование статической работы временной крепи в процессе строительства с учетом местных условий; борьба с наледями на припортальных участках тоннелей и в стволах шахт; изучение статической работы обделки из набрызг-бетона с учетом сейсмических воздействий.

От успешного решения этих вопросов зависит своевременное окончание строительства тоннелей БАМа и обеспечение их высоких эксплуатационных качеств.



## ПЛАНЫ НАУЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

По каким направлениям ведутся исследования ЦНИИСа в наступившем году? Об этом рассказывают руководители лабораторий института доктора технических наук профессора В. Л. Маковский и Я. А. Дорман, кандидаты технических наук Л. С. Афендикова, К. Б. Шляпин и К. Д. Троицкий.

Лаборатория сооружения тоннелей и метрополитенов в текущем году продолжит научно-исследовательские и опытно-экспериментальные работы в области сооружения станционных и перегонных тоннелей, горных и подводных транспортных тоннелей в разнообразных инженерно-геологических условиях. Особое внимание будет уделено вопросам, связанным с проходкой в исключительно сложных природных условиях, впервые в нашей стране, уникального Северо-Муйского горного тоннеля большой протяженности (15,3 км) на трассе Байкало-Амурской магистрали.

На опытном участке перегонного тоннеля Киевского метрополитена намечено провести экспериментальные исследования по обжатию сборной железобетонной обделки в песчаный массив, где происходят сдвиговые деформации при потере устойчивости грунтов вокруг тоннельной выработки и проявляется интенсивная их подвижность при щитовой проходке в процессе отбора в забое.

Предусматривается проведение натурных исследований при сооружении щитовой монтажной камеры усовершенствованным методом «стена в грунте» на Киевметрострое. Будут испытаны индустриальные конструкции предварительно-напряженных железобетонных стен, опускаемых в траншеи с бентонитовой суспензией.

Совместно с лабораторией тоннельных машин создается специальный механизированный щитовой агрегат с призабойной герметической камерой для проходки тоннелей в слабоустойчивых водонасыщенных грунтах, который позволит исключить работу под сжатым воздухом. По результатам совместных исследований начнется работа над созданием механизированного комплекса со щитом для сооружения тоннелей метрополитенов открытым способом, рассчитанного на полное устранение металлического свайного ограждения котлованов (до 1,5—1,8 тыс. т на 1 км трассы).

В производственных условиях на станции «Ростокинская» Рижского радиуса лабораторией проводятся натурные исследования анкерного крепления котлована взамен металлических расстрелов, что даст возможность освободить пространство для производства работ с применением крупногабаритных высокопроизводительных машин и оборудования.

Продолжаются исследования и опытно-экспериментальные работы по технологии сооружения Канонерского подводного тоннеля под морским каналом в Ленинграде методом погружения крупногабаритных железобетонных секций.

Отрабатывается технология скоростной проходки на опытных участках горных железнодорожных и автодорожных тоннелей (Меградзорский, через мыс Видный и Нагорный) с целью внедрения этого опыта на строительстве Байкальского и Северо-Муйского тоннелей Байкало-Амурской магистрали.

Лаборатория специальных способов работ совместно с Управлением № 157 и Метрогипротрансом в 1976—1977 годах будет работать над составлением Технических условий на производство работ по искусственному замораживанию грунтов при строительст-

ве метрополитенов и тоннелей (взамен ТУ—ТП—56 Минтрансстроя). В ТУ будут включены разделы: новые способы бурения наклонных скважин; оттаивание и извлечение замораживающих колонок; зональное, горизонтальное, безрассольное замораживание; замораживание фильтрующих грунтов в размывах, водоемах и каналах; передвижные холодильные установки и низкотемпературное замораживание.

Совместно с Управлением № 157 ведется исследование горизонтального замораживания и разработка способа бурения горизонтальных скважин из подземных выработок максимальной протяженности и с минимальными отклонениями.

Лаборатория совместно с Мосметростроем и Очаковским заводом железобетонных конструкций будет проводить работы по заводской гидроизоляции цельносекционных обделок гидростеклозолом и эпоксиодно-фурановой мастикой для внедрения их на Рижском радиусе Московского метрополитена.

Совершенствуется способ проходки стволов шахт в тиксотропной рубашке.

Намечено проведение исследований возможности применения химического закрепления при сооружении тоннелей в водонасыщенных трещиноватых породах с рекомендациями по разработке соответствующих схем и проектированию комплекса оборудования для условий БАМа.

Лаборатория тоннельных конструкций в 1976 году направляет свои работы по пути:

индустриализации строительства с использованием крупноразмерных сборных элементов полной заводской готовности;

снижения материалоемкости тоннельных конструкций за счет применения новых эффективных материалов и проектных решений более полного учета эксплуатационных и технологических воздействий и др.;

повышения уровня технологичности изготовления и монтажа сборных конструкций.

Продолжается работа над совершенствованием цельносекционной обделки для тоннелей мелкого заложения (разработка руководства по проектированию, изготовлению и сооружению тоннелей в ЦСО и дальнейшее внедрение последней в практику строительства, в частности, на Киевметрострое). Разрабатывается конструкция по проектированию и сооружению тоннелей с обжатой обделкой; предусмотрены исследования статической работы этой конструкции на опытных участках в Киеве и Ташкенте, готовится техническое задание на проектирование полносборных железобетонных станций для условий Москвы — односводчатых коробового очертания и колонных. Применительно к условиям Ташкента ведутся исследования сейсмостойкой колонной станции.

Завершаются испытания облегченных чугунных обделок из модифицированного чугуна.

Параллельно с основными работами лаборатория ведет и ряд задельных, которые являются основой плана 1977 года (новые разработки конструкции обделок, обжатых в породу, ЦСО основных, односводчатых станций и др.).

Лаборатория разработки горных пород проведет комплекс работ совместно с производственными организациями непосредственно на строительных объектах. В Ташкенте, где намечено сооружение опытного участка перегонного тоннеля с обжатием сборной железобетонной обделки в породе при эректорной проходке, создание правильного контура выработки будет выполняться навешиваемым на обычный блокоукладчик оборудованном, разработанным лабораторией совместно с ПКБ ЦНИИС.

Совместно со СМУ-7 Мосметростроя запланированы испытания разрабатываемых забоев с применением гидроклина при проходке выработок вблизи действующих тоннелей.

Одной из задач ученых на текущий год является разработка соответствующей инструкции схем расчета по применению разработанных лабораторией приборов для ведения проходческих щитов по заданной трассе. Это облегчит и ускорит маркшейдерские определения.

Большое внимание будет уделено вопросам проходки горных тоннелей в крепких породах. Начинается поисковая работа в направлении использования для разрушения скальных горных пород малотоксичных взрывчатых газовых смесей без воздействия на забой механическим инструментом.

Лаборатория надежности и долговечности тоннельных сооружений метрополитенов в нынешнем году продолжит обследование перегонных тоннелей метрополитенов, сооружаемых закрытым способом из сборных железобетонных блоков. Влияние различных нарушений на напряженное состояние сборной железобетонной обделки будет изучаться непосредственно в конструкциях, а также методами физического и математического моделирования в лабораторных условиях.

Лаборатория приступает к исследованию эксплуатационного режима стволов шахт и вентиляционных коллекторов. Протяженность стволов и коллекторов составляет менее 2% от общей длины выработок глубокого заложения, а суммы, затрачиваемые на их ремонт, составляют около 55% (от общей стоимости капитального ремонта объектов глубокого заложения).

По результатам исследований будут разработаны рекомендации проектным, строительным и эксплуатационным организациям, направленные на повышение качества сборных железобетонных обделок, а также стволов шахт и вентиляционных коллекторов.

## О СОЗДАНИИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ ЩИТОВ И АГРЕГАТОВ

### ПОВЫШАТЬ УДЕЛЬНЫЙ ВЕС МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПРОХОДКИ

В. САМОЙЛОВ, Ю. КОШЕЛЕВ,  
кандидаты техн. наук

**Р**ОСТ больших городов и дальнейшее развитие железнодорожного и автомобильного транспорта все более увеличивают потребность в строительстве метрополитенов, а также транспортных и коммунальных тоннелей.

В новой пятилетке только закрытым способом должно быть построено свыше 140 км перегонных тоннелей метро (в однопутном исчислении), 40 км железнодорожных и автомобильных, включая 30 км на трассе Байкало-Амурской магистрали, а также более 500 км коллекторных тоннелей.

Для реализации этой задачи при существующих средних темпах строительства 40—60 м/месяц — необходимо иметь свыше 250 щитов и десятки комплексов для проходки тоннелей буровзрывным способом.

Повышение темпов, снижение стоимости и трудоемкости сооружения тоннелей и сокращение потребного количества оборудования может быть достигнуто в первую очередь за счет широкого применения механизированных

щитов и проходческих машин. По сравнению с использованием немеханизированных щитов трудоемкость работ при механизированной проходке тоннелей метрополитенов снижается на 30%.

Удельный вес механизированной проходки повышается, однако темпы роста остаются низкими. Достаточно сказать, что в 1974 г. только 15% тоннелей метрополитенов и 7% коллекторных тоннелей сооружено с помощью механизированных щитов.

Одной из главных причин малого удельного веса механизированной проходки (если не рассматривать причины, обусловленные общими недостатками организации работ и материально-технического обеспечения, а также малой конструктивно-технологической надежностью), по-видимому, следует считать степень и частоту возникновения в процессе проходки несоответствия между свойствами и характеристиками грунтов и пород, слагающих забой, и техническими возможностями головной части щита или агрегата. Эти возмож-

ности определяются конструктивной схемой головной части, способом воздействия на забой, характеристикой и размещением режущего инструмента на рабочем органе, мощностью его привода и т. д.

При наличии отмеченного несоответствия возникает необходимость принимать специальные меры, направленные на повышение эффективности процесса разработки забоя, на обеспечение его устойчивости, устранение или снижение интенсивности процесса залипания и заштыбовки элементов головной части и прежде всего рабочего органа. Принятие всех этих мер в процессе проходки сопряжено с более или менее длительными остановками. И чем чаще происходит изменение грунтовых условий, тем менее эффективным становится использование проходческого оборудования. Именно поэтому оказались «живучи» немеханизированные щиты, так как они позволяют более гибко реагировать на изменение обстановки в забое и достаточно быстро принимать необходимые меры по обеспечению его устойчивости и изменению

способа разработки. Ввиду достаточно свободного доступа к забою облегчается выполнение операций по удалению или разрушению валунов.

Головная же часть механизированного щита «настроена» на работу в определенных условиях, при изменении которых возникает необходимость в производстве переналадочных работ. Положение осложняется при смешанном забое. Возможность обнаружения и изъятия валунов при некоторых видах рабочего органа становится крайне затруднительной. Степень надежности механизированного щита часто оказывается значительно ниже, чем немеханизированного, тем более при изменении условий его работы.

В связи с увеличением объемов применения щитового способа проходки все чаще приходится вести в условиях, когда вид и состояние грунтов по трассе достаточно часто меняются. Поскольку стоимость механизированных щитов и затраты на эксплуатацию постоянно растут, применение их по сравнению с использованием немеханизированных щитов становится рентабельным в случае достижения достаточно высоких темпов проходки. Стоимость сооружения 1 пог. м перегонного тоннеля при скорости 250 м/месяц составляет 645 руб. (против 750 руб. при скорости 100 м/месяц).

В последние годы все больше специалистов начинают высказывать мнение о необходимости создания так называемого универсального щита и даже универсального агрегата, имея в виду, что первый предназначен для преимущественного применения в несвязных и связных грунтах, обеспечивая одновременно возможность проходки в слабых породах (с крепостью по меньшей мере в 300 кгс/см<sup>2</sup>), а второй — в основном в крепких породах (900—1500 кгс/см<sup>2</sup>) с обеспечением проходки сравнительно небольших участков зон тектонических нарушений, сложных как трещиноватыми породами, так и песчаными и глинистыми грунтами.

Представляется целесообразным рассмотреть эффективность применения специализированных щитов, а также наметившиеся в последние годы направления по расширению диапазона действия механизированных щитов. В этой связи следует отметить щиты английских фирм «Киннеар Моуди» и «Мак-Алпайн», оснащенные роторно-лучевым органом, смонтированным на барабане или центральном валу, с помощью которых при строительстве в кембрийской глине тоннелей диаметром около 4 м линии Виктория Лондонского метрополитена была достигнута скорость проходки 600 м/месяц при средней 450 м/месяц. Другим щитом с роторно-лучевым органом, созданным фирмами «Р. Пристли», «Нуттал» и «Киннеар Моуди», при строительстве в тяжелых мергелистых глинах тоннеля диаметром 2,82 м для акведука Елч-Ойс (Англия), с обделкой из бетонных клиновых блоков, укладываемых вручную, развита скорость проходки, равная 435 м в неделю.

При прокладке в спондиловых глинах канализационного коллектора диаметром 3,6 м в Киеве щитом с роторно-дисковым органом достигнута скорость 518 м/месяц при наибольшей суточной 28 м. При проходке в кембрийских глинах в Ленинграде тоннеля диаметром 5,6 м с помощью щита с планетарным рабочим органом наибольшая месячная скорость составила 320 м, суточная 18 м. Аналогичным щитом за 6 дней было сооружено 127,5 м канализационного тоннеля диаметром 5,5 м на острове Белый (Ленинград) со сборной железобетонной обделкой, обжатой в кембрийскую глину. Наибольшая суточная скорость достигла 24,4 м, сменная — 9,5 м. На участке длиной 1,22 км средняя скорость проходки равнялась 204,5 м/месяц. С помощью щитов КТ-5,6 средние скорости сооружения перегонных тоннелей метрополитена в Ленинграде составили 130—150 м/месяц.

Значительные скорости получены при проходке в песках с помощью щитов, оснащаемых в головной части горизонтальными полками. Так, при сооружении перегонных тоннелей на одном из участков Ждановского радиуса Московского метрополитена наибольшая месячная скорость достигла 400, а средняя — 218,9 м/месяц. На Замоскворецком радиусе скорость проходки тоннеля в аптских песках достигла 430,6 м/месяц.

Накопленный опыт применения специализированных механизированных щитов, в том числе оборудованных штанговым стреловым рабочим органом или экскаваторным механизмом, явился базой для разветвления работ по созданию щитов с расширенным диапазоном действия. Конструкция и параметры головной части универсального щита должны обеспечивать:

эффективную разработку грунтов и пород в забое, в том числе в условиях смешанных пород при любой комбинации взаимного положения слоев;

устойчивость забоя, особенно сложного несвязными грунтами;

высокопроизводительную погрузку на щитовой конвейер песчаных и глинистых грунтов, в том числе налипающих, а также отдельностей горных пород;

свободный доступ к забою для ведения работ по разрушению и удалению твердых включений, а также ремонту и замене элементов головной части, режущего инструмента и т. д.

Универсальный щит, как и специализированный, должен обладать достаточной грузоподъемностью домкратной установки и необходимой степенью маневренности. К щитам все настойчивее начинает предъявляться требование совмещения операций по продвижению забоя и сборке тоннельной обделки.

Создание щитов расширенного диапазона действия осуществлялось по двум направлениям (табл. 1).

Согласно первому (подкласс I) схе-

ма головной части щита практически постоянна. Рабочий орган щита почти всегда находится в контакте с грунтом забоя, особенно неустойчивым. Это исключает возможность внезапного его обрушения, но создает в щитах 1—3 определенные трудности по наблюдению за забоем и доступу к нему. Щит 1 может быть отнесен к щитам расширенного диапазона действия лишь при небольшом диаметре тоннеля.

Согласно второму направлению (подкласс II) схема головной части может быть изменена по мере перехода на другой способ воздействия на забой. В некоторых щитах этого подкласса изменение схемы может осуществляться механически непосредственно во время продвижения — группа ПА, тогда как в щитах группы ПБ — только при остановке процесса проходки и в основном с использованием ручного труда. Усложнение конструктивной схемы щитов подкласса II в определенной степени может сказаться на снижении надежности. Большинство щитов группы ПА включает один (щиты 3 и 4) или несколько (щиты 2 и 5) челюстных и стреловых органов. Устойчивость забоя, особенно сложного несвязным грунтом, в этих щитах обеспечивается с помощью выдвижных полок или шандор. Особого внимания заслуживает схема головной части щита 1, включающей выдвижную полку, а также качающиеся наклонные и вертикальные лучевые секторы. Ни один щит группы ПА не содержит в своем составе роторного рабочего органа.

Значительным недостатком щитов группы ПБ является необходимость выполнения трудоемких и продолжительных операций по транспортировке в призабойную зону и монтажу элементов головной части, в том числе узлов горизонтальных полок, имеющих согласно применяемым до настоящего времени конструктивным решениям значительные габаритные размеры и вес. Так как с изменением грунтовой обстановки возникает необходимость демонтажа и удаления этих элементов из забоя, целесообразность применения на каждой конкретной трассе щитов группы ПБ, должна оцениваться с учетом характера местных условий. В щитах группы ПБ применяются практически все известные типы рабочих органов, кроме качающихся, а именно: роторные всех видов, стреловые с фрезерной и экскаваторной головкой и экскаваторные.

Эффективность практического использования щитов расширенного диапазона действия отражена в табл. 2. Приведенные здесь сведения свидетельствуют о высокой эффективности применения щитов группы ПА, с помощью которых достигнуты скорости проходки тоннелей диаметром 5,5—7,8 м до 30—65 м/сутки и 360—940 м/месяц.

При работе на этих щитах обеспечивается достаточно свободный доступ к забою. Представляется целесообразным в ближайшее время провести тщательный анализ работы щита

## Данные по эффективности применения механизированных щитов расширенного диапазона действия

Индекс	Объект и время применения	Диаметр тоннеля, м	Длина тоннеля, км	Геологические условия проходки	Разработчик	Достигнутые темпы					
						м/месяц	м/сутки	м/смена	м/месяц	м/сутки	средние
I, 1	Коллектор в Киеве, 1967 г.	3,6	8	Слонидловая глина	ММЗ ГТМ Мосинжпроект ПКБ ГСМ, ЦНИИС	518	28				
	Напорный канализационный коллектор в Ясенево (Москва), 1974 г.	2,1		Пески с прослойками песчаника	ЦНИИПОДЗЕММАШ	473,5	23,1	9,1			
2	Коллектор по Пехотной улице (Москва), 1975 г.	2,1	4,2	Пески	ЦНИИПОДЗЕММАШ	565	24,1				12,0
3	Гамбургский метрополитен (ФРГ), 1965—1967 гг.	5,6		Слоистый мергель и песок	Ф. Баде—Хольман Ф. Комуцу (Япония)	17,9					5
4	Транспортный тоннель в Мюнхене (ФРГ), 1970 г.	4,5	0,6	Мелкие пески с прослойками мергеля	Ф. Калвель (США)	16					
II, А, 1	Тоннель скоростной транспортной системы в Сан-Франциско (США)	5,5	2,1	Пески, глины	Ф. Калвель	362	31,9				14,9
2	Тоннель Краснопресненского района Московского метрополитена, 1972—1973 гг.	5,5	1,8	Пески разнородные	Метроинжпротранс. ЦНИИС, ММЗ ГТМ	128 (14 р. дн.)	12,5	5,6	100		7,5
3	Коллектор в Детройте (США), 1970—1972 гг.	4,4	7,8	Супесь, сланцевые пески, глины твердые и мягкие с гравием	Ф. Роббинс			21			2,5
	Тоннель водоснабжения в Сан-Фернандо (США), 1969—1971 гг.	6,7	8,8	Сцементированные осадочные породы и аллювиальные грунты	Ф. Роббинс		64,5				
4	Гидротехнический тоннель Кастайс у Лос-Анжелоса (США), 1969 г.	7,8	4,8	Песчаники, сланцы и известняки с валунами	Ф. Мемко	923	60,6				33,6
II, Б, а, 1	Коллекторные тоннели в Минске и Волгограде, 1970 г.	2	0,3	Пески и супеси	НИИОСП ПКБ ГСМ	135	10	4			
2	Коллекторный тоннель в Москве, 1975 г.	2	0,1	Пески с гравием и глинистыми прослойками	БВ НИИОСП			6,9			
3	Коллекторные тоннели в Киеве и Москве, в том числе Чергановский коллектор	3,6—3,6	1,6	Пески, супеси	НИИОСП ПКБ ГСМ	445	22	8	135		6,2
4	Коллекторный тоннель по проспекту Вернадского в Москве, 1975—1976 гг.	3,7		Пластичные и твердые глины	П. БВЭНИИОСП ЭКБ ЦНИИОСП ЦНИИС						2,2
4	Вентиляционный шпур шахты «Подмосковная», 1974 г.	4	0,45	Слой угля, глины, песка	ЦНИИПОДЗЕММАШ	120					86
5	Тоннель под р. Эльбой (ФРГ), 1968 г.	11	1	Пески, глины, мергель	Ф. Вестфалия Люнен						
6	Коллекторный тоннель в Мангейме (ФРГ), 1969 г.	3,7		Пески							
II, Б, а, 7		2,6		Пески и глины	ГПР-1 Главмосинжстроя						
II, Б, б, 1		3,6		Пески	ГПР-1 Главмосинжстроя						
		5,6			ЦНИИС ПКБ ГСМ						
II, Б, б, 2		2			НИИОСП ПКБ ГСМ						

с качающимися наклонными и вертикальными лучевыми секторами (щит 1) и щитов с выдвигаемыми шандорами и экскавационной машиной (щиты 4 и 5). В отношении щита с поворотной-подвесными шандорами и стреловым рабочим органом (щит 3) важно решить задачу обеспечения устойчивости забоя, сложенного несвязными грунтами. На щите 2 следует повысить эффективность разрабатывающей способности челюстных органов.

Достаточно высокую эффективность показали щиты подкласса I. Особо следует отметить щиты 2 фирмы «Баде-Хольцман», с помощью которых в трудных гидрогеологических условиях осуществлена в Гамбурге и Вене безсадочная проходка тоннеля диаметром 5,6 м. Рабочий орган этих щитов может совершать как колебательные, так и вращательные движения. Необходимо, однако, провести

работу, направленную на упрощение системы управления подвижными плитами крепления забоя.

По щитам 3 и 4 этого подкласса с характерным сниженным давлением грунта на рабочий орган целесообразно исследование вопросов ведения агрегата и погрузки налипающих грунтов в условиях наклонного положения роторного диска или качающихся секторов.

Особенностью дальнейшего совершенствования щитов группы ПБ с ручным изменением схемы головной части должно явиться облегчение веса и максимальная механизация процесса установки и демонтажа в ножевом кольце горизонтальных полок.

Значительное внимание следует уделить унификации режущего инструмента и погрузочных ковшей, устанавливаемых на роторных органах, а также решению вопросов замены одного вида инструмента другим.

При разработке конструкции универсальных щитов и особенно агрегатов следует учитывать возможность использования эффектов разрушения пород с помощью струй высокого давления, оплавления, гидроклина и т. п.

Накопленный опыт создания и применения щитов расширенного диапазона действия и проходческих машин позволяет считать, что создание универсальных щитов и агрегатов является реально разрешимой задачей. Успех этих работ в большой степени будет зависеть от глубины конструкторской проработки исходных схем в стенах научно-исследовательского института, которая может быть обеспечена путем создания непосредственно в отделении тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа конструкторского отдела.

## У метростроителей Тбилиси

# СООРУЖЕНА ОДНОСВОДЧАТАЯ СТАНЦИЯ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Р. ЧЕЛИДЗЕ, И. МАЧАВАРИАНИ, А. ЛЮБЧЕНКО, инженеры

НА ВТОРОЙ очереди строящейся линии Тбилисского метрополитена сооружена односводчатая станция «Политехнический институт» по проекту Кавгипротранса (при участии Грузинского Политехнического института им. В. И. Ленина).

Принятая конструкция односводчатой станции имеет существенные преимущества перед трехсводчатой колонного типа\*.

Односводчатую станцию глубокого заложения из монолитного железобетона возводил в скальных породах коллектив Тоннельного отряда № 5 Тбилтоннельстрой.

Инженерно-геологические условия были весьма благоприятны. Однородность массива туфогенных песчаников с коэффициентом крепости по Протодьяконову  $f=5-6$ , при незначительной трещиноватости в отдельных местах и небольшом притоке грунтовых вод, послужила основанием для отступления от отдельных условий, регламентированных проектом организации работ.

В соответствии со схемой последовательности производства работ (рис. 1) после проходки боковых штолен возводили бетонные стены на всем протяжении станции.

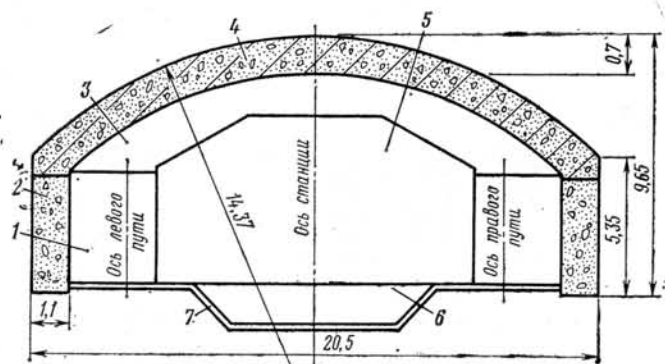


Рис. 1. Схема последовательности выполнения работ: 1 — боковые штольни; 2 — бетонные стены; 3 — поперечные штольни для раскрытия калотты; 4 — железобетонный свод; 5 — ядро; 6 — лотковая часть сечения; 7 — железобетонная конструкция лотка

\* См. «Метрострой» № 8, 1974.

Проектом организации работ предусматривалось раскрытие калотты заходками — поперечными штольнями, проходимыми встречными забоями от пят к замку свода. Ширина заходки была строго ограничена — не более 4,5 м. Временное крепление калотты деревянное из десяти пар лонгарин с соответствующим числом стоек и рошпанов, сплошной затяжкой кровли.

С обеих сторон станции были пройдены поперечные штольни с возведением свода и торцовых стен. Опыт сооружения прорезных колец наглядно показал целесообразность замены деревянной крепи на анкерную. Согласно расчету, было достаточно применить клиновые металлические анкеры диаметром 22 мм, длиной 1,8 м с шагом 1,5 м. Однако благодаря достаточно устойчивой кровле, представляющей сплошной массив без выраженного напластования, не потребовалось и анкерного крепления. В связи с этим при разработке калотты длина заходов была увеличена до 7,5—8 м.

Чтобы обеспечить безопасность работ в выработке шириной 20,5 м без временного крепления, тщательно проверяли устойчивость кровли перед началом и в течение каждой смены.

Для производства буровзрывных работ поперечное сечение калотты разбили на пять участков (рис. 2). Общее число шпуров длиной по 2 м составило 140 шт. Уход забоя за цикл 1,7 м, расход взрывчатых материалов — 125 кг (на 1 пог. м калотты — 79 кг).

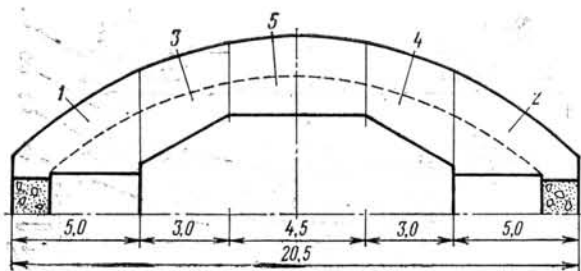


Рис. 2. Последовательность буровзрывных работ при раскрытии калотты:  
1—5 — участки разработки

В качестве забойки применили полиэтиленовые ампулы, заполненные водой. Разработанную породу спускали в боковые штольни и убрали породопогрузочными машинами ППМ-4-м.

Отказ от временного деревянного крепления значительно уменьшил объем вынутой породы. Так, объем грунта по проекту 7224 м<sup>3</sup>, с учетом нормативного перебора (1,2) — 8669 м<sup>3</sup>, фактический же объем составил 7329 м<sup>3</sup>, т. е. по сравнению с нормативным сократился на 1340 м<sup>3</sup>.

После разработки калотты устанавливали металлические кружала с поддерживающей деревянной инвентарной крепью.

Арматуру, изготовленную в виде плоских каркасов на заводе ЖБК Тбилтоннельстроя, собирали и крепили электросваркой к продольным монтажным стержням. Расход арматуры на 1 пог. м свода составил 2391,4 кг.

Готовую бетонную смесь, доставляемую с завода, укладывали пневмобетонукладчиками и уплотняли глубинными вибраторами. Расход бетона на 1 пог. м свода составил 28,3 м<sup>3</sup> при нормативном 29,4 м<sup>3</sup>. Таким образом, общий расход бетона уменьшился на 102,8 м<sup>3</sup>.

Механизированная укладка смеси пневмобетонукладчиками полностью исключила работы по нагнетанию цементного раствора за обделку. При этом сэкономлено 240,1 м<sup>3</sup> цементного раствора.

Принятая схема организации работ по сооружению свода обеспечила среднемесячную скорость с одного забоя — 7,45 пог. м при максимально достигнутой — 8 пог. м. Трудовые затраты на 1 пог. м железобетонного свода станции — 64,3 чел.-дня.

Высоких показателей достигла комплексная бригада проходчиков М. Бобохидзе, особенно после перехода на способ бригадного подряда по методу Злобина. По договору бригада обязалась соорудить 30 пог. м свода (этап производства работ) плано-расчетной стоимостью 65,15 тыс. руб. Сроки выполнения работ были сокращены на 55 дней, затраты труда на 1118 чел.-дней. Фактическая стоимость выполненной работы составила 58,3 тыс. руб. при отличном качестве.

Первый опыт сооружения односводчатой станции глубокого заложения в условиях Тбилиси наглядно показал достоинства этой конструкции.

# ФОРМЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКОВ ОБДЕЛКИ КРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ

М. ПРУДОВСКИЙ, инженер, В. ЦЫНКОВ, канд. техн. наук

**НА ЗАВОДАХ**, производящих железобетонные конструкции для тоннельного строительства, большую долю продукции составляют элементы сборных железобетонных обделок перегонных тоннелей кругового очертания.

Последние годы для массового и опытного изготовления блоков обделки диаметром 5,5 м на Метрострое применялись: одноместные разъемные формы с неподвижными радиальными и откидными на шарнирах кольцевыми бортами, двухместные глухие формы, одноместные глухие формы-матрицы с немедленной расформовкой, многоместные (шестиблочные) формы с крышкой-бункером, в которых блоки располагаются выпуклой стороной (спинкой) вверх, а также многоместные (четыреблочные) формы с вертикальным расположением блоков на ребро.

Одноместные формы имеют жесткий поддон, изготовленный совместно с бортами, образующими радиальные торцы блоков. Кольцевые борта выполнены откидными, на шарнирах. Предусматривается использование этих форм по поточно-агрегатной технологии.

Форму, заполненную бетонной смесью, из бункера-питателя, краном подают на виброплощадку (как правило, без крепления), затем устанавливают гравитационный пригруз. После доуплотнения и ручной затирки поверхности, формы краном переносят в пропарочную камеру. Для расформовки откидывают (вручную) кольцевые борта и с помощью вакуум-захвата или фрикционных клещей краном извлекают блоки. На складе в кантователе блоки переворачивают спинкой вниз.

К достоинствам формы относятся простота эксплуатации, долговечность, возможность обеспечения необходимой точности изготовления блоков в плане, к недостаткам — большое число крановых операций и значительные затраты ручного труда.

На заводах ЖБК и Д Ленинградского Метростроя при изготовлении блоков с немедленной расформовкой успешно применяют неразъемные стальные одноблочные формы, которые сразу после формования переворачивают и снимают с изделия, остающегося на поддоне. Немедленная расформовка оказалась возможной благодаря применению жестких смесей и замены пропаривания длительным выдерживанием изделий в камерах вызревания при температуре 30—40°C и влажности до 100%. При такой схеме изготовления удается добиться прочности бетона 600 кгс/см<sup>2</sup>. Но при этом не достигается высокой точности геометрических размеров.

Двухместные неразъемные стальные формы-вагонетки с расположением блоков спинкой вверх были заложены в конвейерную технологическую линию Очаковского завода ЖБК Метростроя. Предполагалось, что применение конвейерного перемещения таких форм от поста к посту позволит обеспечить выпуск большого объема дешевых высококачественных изделий.

Изготовление блоков предусматривалось по следующей технологической схеме: чистка формы, смазка, установка арматурных каркасов, заполнение бетонной смесью по весу из неподвижного бетоноукладчика, формование в разрезном пространстве, извлечение закладных штырей, тепловлажностная обработка в вертикальной камере, расформовка, продолжение тепловлажностной обработки в подогретой воде на конвейере специальной тоннельной камеры. Для каждого поста созданы узкоспециализированные механизмы с минимальным использованием

ручного труда (за исключением чистки и смазки форм, которые не механизированы).

На форму устанавливали специальный вакуум-колокол, под которым создавалось разрежение. При этом должна быть обеспечена герметичность формы, чтобы избежать направленных каналов в бетонной смеси. Однако в производственных условиях добиться надежной герметичности не удалось, поэтому от вакуумирования при формовании пришлось отказаться.

Для извлечения изделий из неразъемных форм обычно предусматривается технологический уклон бортов — 1/10—1/15. Придание же уклона кольцевым торцам блоков и тубингов тоннельной обделки вообще нежелательно, но в формах принятой конструкции пришлось допустить уклон кольцевых бортов 1/150.

Расформовку блоков производили созданным для этого агрегатом по схеме, приведенной на рис. 1. Несмотря на применение специальной смазки, усилие, необходимое для выдавливания одного блока, нередко превышало 20 т, в результате появлялись трещины и сколы торцов. Брак, возникавший при этом, достигал 25%. Производить расформовку при прочности бетона ниже 300—350 кгс/см<sup>2</sup> оказалось невозможным, так что потребовались повышенный расход цемента и удлинение времени пропаривания. Устранить или существенно уменьшить процент изделий, повреждаемых при расформовке, не удалось даже при дополнительном армировании бетона блока в зоне выталкивателей, устройстве специальных прокладок, изменении конфигурации и размеров выталкивателей, реконструкции расформовочной машины.

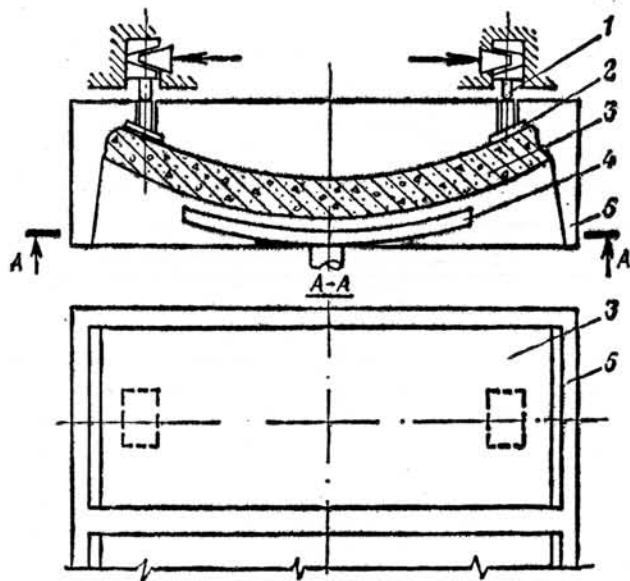
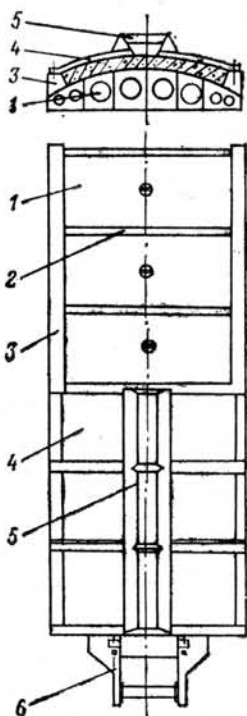


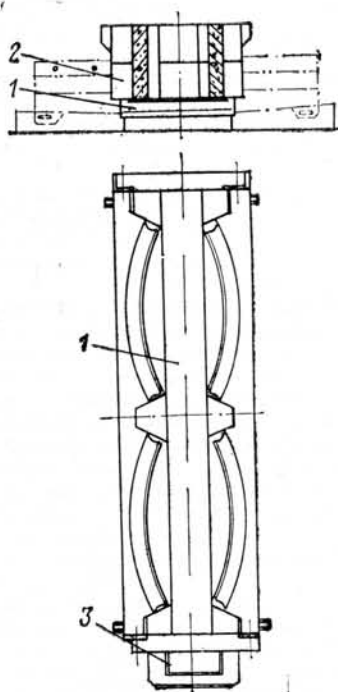
Рис. 1. Схема расформовки блоков из неразъемных форм:  
1 — толкатель расформовочной машины; 2 — выталкиватель; 3 — блок; 4 — поддерживающее устройство; 5 — форма

Опыт работы показал, что причиной брака, в основном, является применение неразъемных форм с недостаточным уклоном бортов, увеличить который невозможно из-за условий монтажа обделки. Это, а также недостаточная эксплуатационная надежность механизмов линии, обусловили убыточность технологии. Из-за ошибочного выбора типа и конструкции форм, фактически пришлось отказаться от принятой технологии изготовления блоков.

Использование многоместных форм расширяет возможности поточно-агрегатной технологии. Для повышения производительности труда и снижения удельного расхода кранового времени при поточно-агрегатной технологии, были разработаны и изготовлены шестиблочная форма с расположением блоков спинкой вверх (рис. 2) и четырехблочная — с формованием блоков в положении на ребро (рис. 3). Обе кассетные формы прошли опытную проверку на Очаковском заводе ЖБК Метрострой. Бетонную смесь уплотняли с помощью установки СМЖ 196, создающей горизонтальные нелинейные колебания частотой 25 гц.



**Рис. 2. Шестиблочная форма с горизонтальным расположением блоков:**  
1 — поддон; 2 — перегородка; 3 — торцовый борт (откидной); 4 — съемная крышка; 5 — загрузочная воронка; 6 — скоба сопряжения с вибровозбудителем



**Рис. 3. Четырехблочная форма с вертикальным расположением блоков:**  
1 — поддон; 2 — откидной борт (пунктиром показаны борта в откинутом положении); 3 — скоба сопряжения с вибровозбудителем

Шестиблочная форма рассчитана на изготовление одновременно шести нормальных блоков унифицированной круговой обделки. При формировании ось цилиндрической поверхности блоков располагается параллельно направлению вибрации. Борты формы, образующие радиальные торцы, откидные на шарнирах. Кольцевые разделительные борты двух типов установлены через один — цельносварной несъемный и составной из двух половин (на винтовых стяжках). Форма снабжена общей крышкой, образующей выпуклую поверхность блоков. Крышка, прикрепляемая к корпусу на болтах, имеет по оси прорезь-воронку для заполнения формы бетонной смесью. Проведенные испытания показали возможность изготовления в таких формах блоков, соответствующих требованиям ТУ. К сожалению, не удалось найти удовлетворительного реше-

ния конструкции узла сопряжения вибровозбудителя СМЖ-196 с формой.

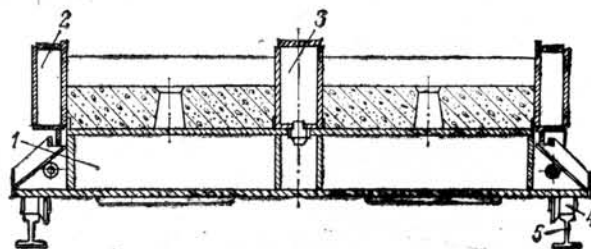
К недостаткам формы относятся: необходимость применения крана большой грузоподъемности (20 т), сложность изготовления блоков ребристого сечения (приемы устройства отверстий в кольцевых торцах не разработаны), затруднительность удаления остатков бетона с вогнутой поверхности крышки.

Четырехместная разъемная форма предназначена для одновременного изготовления четырех нормальных блоков сплошного сечения 55 Н круговой обделки диаметром 5,5 м. Блоки в форме располагаются вертикально, парно, вогнутыми поверхностями одного к другому. Кольцевые торцы блоков находятся в уровне верхнего края формы.

Форма состоит из корпуса и откидных бортов на шарнирах. При расформовке блоки отделяют от корпуса вместе с бортами. Заполнение бетонной смесью предусматривается через специальную воронку-насадку, устанавливаемую сверху.

Испытания формы в полном объеме не проведены, однако проделанная работа показывает, что приемы образования чеканочных канавок и заглаживания кольцевых торцов блоков не отработаны, высокие откидывающиеся борты создают повышенную опасность при работе. Для сборки и разборки формы требуется много места. Механизмы устройства отверстий для шпилек в радиальных торцах блоков малонадежны. В четырехместной форме могут изготавливаться блоки угловых колец и блоки с внутренним экраном из водонепроницаемого материала, а для ребристых блоков использовать ее невозможно. Из-за ряда нерешенных в настоящее время вопросов технологии, ни шестиместная, ни четырехместная формы не могут быть рекомендованы для массового изготовления блоков.

Для промышленного производства изделий наиболее приемлема конвейерная технология. Накопленный опыт позволил разработать конструкцию формы (рис. 4), соответствующую этой технологии.



**Рис. 4. Двухблочная разъемная форма-вагонетка с горизонтальным расположением блоков (поперечное сечение):**

1 — поддон; 2 — откидной борт на шарнирах; 3 — съемный борт; 4 — колеса для перемещения по рельсовому пути; 5 — рельс

Форма предназначена для изготовления одновременно двух блоков, расположенных спинкой вверх. Внешние кольцевые борты выполнены откидными, на шарнирах, разделительный кольцевой борт — съемный, радиальные борты — жестко соединены с поддоном.

При расформовке с помощью специальной траверсы захвата извлекают одновременно два блока и устанавливают в штабель, после чего разделительный борт той же траверсы возвращают в форму.

Конструкция формы рассчитана на блоки ребристого и сплошного сечения. Она снабжена колесами для передвижения по рельсам конвейерной линии. Разборность формы позволяет производить расформовку при невысокой прочности бетона, и, таким образом, сократить продолжительность тепловой обработки.

Технико-экономические расчеты показывают эффективность конвейерной технологической схемы с использованием двухместных разъемных форм-вагонеток. Эффективность применения форм этого типа подтверждена производственными испытаниями на Очаковском заводе ЖБК Метрострой.



# ДЛЯ ЧЕТКОГО И ОПЕРАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

В. ГОФМАН, Ф. ГУСЕВ, А. КНЯЗЕВ, инженеры

**КОМПЛЕКСЫ** устройств автоматики и телемеханики регулирования и управления движением поездов, связи, радио и телевидения на линиях предназначены для оперативного и четкого руководства метрополитеном.

На перегонах и промежуточных станциях применяются системы автоматической блокировки и автоматического регулирования скорости (АРС).

В качестве автоматической блокировки эксплуатируется типовая система с тоннельными светофорами, защитными участками и точечными электромеханическими автостопами. Безопасность движения пассажирских поездов при этом обеспечивается только четким выполнением поездной бригаадой, состоящей из двух человек, скоростных режимов вождения на перегонах и особенно на подходах к станциям.

С целью повышения безопасности движения в последние годы широко используется быстродействующая частотная система АРС, разработанная ЦНИИ МПС, Метрогипротрансом и Московским метрополитеном, которая состоит из путевых и поездных устройств.

Путевые устройства вырабатывают и передают сигнальные команды о допустимой скорости движения по каждому участку, а поездные — принимают и расшифровывают их, определяют фактическую скорость и постоянно сравнивают ее с допустимой. Если фактическая скорость превышает допустимую, автоматически отключается тяга и производится снижение скорости.

Системой АРС предусматривается пять скоростных режимов — 80, 70, 60, 40, 0 км/ч, которым соответствуют сигнальные частоты 75, 125, 175, 225 и 275 гц. При движении по наземным и приравненным к ним участкам для автоматического снижения ускоряющих и тормозных усилий предусмотрена сигнальная частота 325 гц.

На Ждановско-Краснопресненском диаметре и Краснопресненской линии системы автоматической блокировки и АРС рассчитаны на одинаковую пропускную способность — 40 пар восьмивагонных поездов в час (из вагонов типа ЕЖЗ). Допускается как параллельная работа систем, так и вариант эксплуатации только одной АРС, при котором тоннельные светофоры выключаются. При введении системы АРС реализуется возможность управления поездом одним лицом.

На станциях с путевым развитием обе системы работают совместно с устройствами маршрутно-релейной централизации (МРЦ). Типовая для метрополитенов МРЦ предусматривает автоматизацию задания наиболее часто повторяющихся чередований маршрутов.

Системы автоматической блокировки АРС и МРЦ, дополненные устройствами телеуправления и телеконтроля, составляют единый комплекс управления — диспетчерскую централизацию (ДЦ).

Использование ДЦ позволяет четко и оперативно руководить движением поездов. При этом диспетчер управляет всеми стрелками и сигналами на станциях с путевым развитием, контролирует состояние устройств СЦБ на них и поездное положение на всей линии.

Централизованное диспетчерское управление накладывается на устройства МРЦ в виде быстродействующей бесконтактной системы телемеханики типа СКЦ-67, разработанной ЦНИИ МПС.

Система имеет 100%-ный резерв бесконтактной аппаратуры и высокую эксплуатационную надежность, обладает достаточным быстродействием — время передачи команды телеуправления составляет 600 мсек, телесигнализации 350 мсек. Емкость системы как по телеуправлению, так и по телесигнализации 840 команд. Все это позволяет использовать ее каналы и для передачи команд автоматического управления движением поездов.

Предусмотрена также система автоматического управления движением поездов (АУП) типа САММ, разработанная МИИТом, Московским метрополитеном и Метрогипротрансом. АУП состоит из центральных, станционных и поездных устройств, обеспечивающих автоматизацию всех процессов управления каждым поездом, четкое выполнение графика движения и рациональное по скоростям и расходу электроэнергии на тягу ведение поездов по линии.

Системы АРС и АУП прошли испытания на участке «Баррикадная» — «Октябрьское поле». Эксплуатация систем доказала их работоспособность, позволила повысить степень безопасности движения пассажирских поездов, обеспечить более четкое выполнение графика и одновременно снизить эксплуатационные расходы.

Для организации слаженной и оперативной работы многочисленных служб и подразделений метрополитена предусмотрена разветвленная система устройств связи, электрочасов, громкоговорящего оповещения, поездной радиосвязи и промышленного телевидения.

Руководство движением поездов обеспечивает поездная диспетчерская избирательная связь с тональным вызовом. Имеются также избирательные связи, электротягового, эскалаторного и санитарно-технического диспетчеров.

Переговоры работников метрополитена, находящихся в тоннелях, с диспетчером движения ведутся по тоннельной связи. Линия тоннельной связи каждого перегона включена в специальную стойку по кордельному кабелю. Учитывая ответственность этого вида связи, рабочее состояние стойки непрерывно контролируется в линейно-аппаратном зале Дома связи.

Для сообщения движущихся с оператором поездного диспетчера используется оперативная связь. При повреждении поездной диспетчерской связи ее дублирует оперативная.

Служебную административно-хозяйственную связь обеспечивает система АТС.

Прямые переговоры диспетчера с поездными бригадами осуществляются по каналам поездной радиосвязи, выполненной на основе типовой железнодорожной приемопередающей аппаратуры ЖР-ЗМ. Каналом связи между стационарной распределительной радиостанцией и поездом служит волновод, проложенный вдоль тоннеля.

Выполнение работ по технологическому процессу в устройствах ДЦ, автоуправления, автотелеуправления СТП и сантехники производится при помощи служебной избирательной связи с диспетчерской аппаратурой.

С целью создания единой системы отсчета точного времени на Московском метрополитене в Доме связи установлена центральная электрочасовая станция (ЦЭЧС), обеспечивающая формирование и передачу временных импульсов минутного, пятисекундного и секундного отсчета. По кабелям импульсы ЦЭЧС передаются на все пассажирские станции линии, депо и через ретрансляторы в сети вторичных электрочасов.

Для информации пассажиров и передачи оперативных распоряжений работникам метрополитена предусмотрено громкоговорящее оповещение на станциях, вестибюлях и тупиках. В этой системе использована специально приспособленная для условий метрополитена аппаратура типа «Березка-М».

На пересадочных станциях имеются установки промышленного телевидения. Телевизионные камеры с дистанционным управлением устанавливаются на платформах, у эскалаторов и в вестибюлях. Дежурный по станции из аппаратной телевидения с помощью системы громкоговорящего оповещения может оперативно контролировать и организовывать пассажиропотоки.

Кроме основных устройств на станциях и в депо имеются местные виды связи, оперативная и пожарная сигнализация.

Дальнейшее увеличение пропускной способности и протяженности линий метрополитена выдвигает новые задачи по совершенствованию действующих устройств автоматики, телемеханики, автоуправления, связи, радио, телевидения и созданию принципиально новых систем.

Метрогипротранс заканчивает разработку проекта удаленного управления устройствами автоматики и телемеханики при централизованном размещении перегонной аппаратуры в релейных помещениях станций на одном из участков самой загруженной линии Московского метрополитена — Горьковской. Это значительно улучшит условия эксплуатации и контроль состояния отдельных узлов систем и всей аппаратуры, установленной в релейных.

Для новых линий метрополитена разработана комплексная

**О КНИГЕ  
«ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ  
МЕТРОПОЛИТЕНОВ»\***

**РЕЦЕНЗИРУЕМАЯ** книга является многолетним, оригинальным трудом автора и потому относится к числу монографий. В ней впервые не только в СССР, но и за рубежом подробно рассмотрены вопросы вентиляции и теплоснабжения современных метрополитенов. Второе издание книги вызвано большим успехом первого.

В. Цодиковым дана исчерпывающая систематизация разработанных в СССР схем вентиляции метрополитенов (глава III) в зависимости от климатических и гидрогеологических условий района строительства с критической оценкой положительных и отрицательных сторон каждой схемы и области ее применения.

Обработаны многочисленные статистические материалы по эксплуатации метрополитенов и выведена упрощенная эмпирическая формула для определения величины основного источника тепловыделений — от движения поездов (формула 4.IV). Расчеты по этой формуле дают расхождение с опытными данными в пределах  $\pm 5\%$ .

Впервые обращено внимание на то, что на ассимиляцию тепловыделений в тоннелях существенное влияние оказывает грунтовая влага, поступающая в тоннель через неплотности гидроизолирующей обделки, и предложена методика расчета для количественного определения этой влаги.

Разработана методика расчетов и выведены формулы для определения тепловыделений элементами любого типа эскалаторных механизмов при подъеме и спуске. Расчетные данные показали хорошую сходимость с результатами испытаний.

Все рекомендуемые и выведенные автором формулы теплопередачи в грунт при нестационарном потоке тепла сопоставлены с данными натурных испытаний и дали хорошую сходимость. Кроме того рассмотрены восемь формул нестационарного теплового потока, разработанных различными авторами.

Проанализировано взаимное влияние на теплоотдачу в грунт двух ря-

дом параллельно расположенных тоннелей, учитывая выведенные формулы советскими (Б. Ф. Шкурко) и зарубежными (О. Свобода) специалистами и приведены расчетные примеры для решения практических задач, встречающихся в реальном проектировании подземных сооружений.

В главе VI доказано, что на воздухообмен в тоннелях метрополитенов существенно влияет циркуляционный поток воздуха от поршневого действия движущихся поездов, разница теплосодержаний приточного и вытяжного воздуха и количество испаряющейся в тоннелях влаги.

Автором впервые показано и подтверждено проведенными испытаниями, что вентиляционный поток воздуха в путевых тоннелях, возникающий от работы приточных и вытяжных вентиляторов, и пульсирующий поток от поршневого действия поездов складываются.

На основании изложенных материалов выведены новые формулы воздухообмена для летнего и зимнего режимов работы систем вентиляции, разработана методика и номограммы для аналитического и графического определения воздухообменов в тоннелях метрополитенов при любых климатических и гидрогеологических условиях.

В. Цодиковым также предложены методика определения расчетных температур воздуха в тоннелях в холодное время года и методика установления расчетной температуры воздуха на станциях метрополитена в зависимости от климатических и гидрогеологических условий района строительства метрополитена.

Совместно с доктором техн. наук И. Идельчиком разработана методика определения коэффициента трения в перегонных тоннелях при любой их армировке и совместно с канд. техн. наук И. Керстеном на натурных испытаниях определен коэффициент трения тоннелей с тубинговой обделкой и различной армировкой, а также коэффициент местных сопротивлений устройств, наиболее часто встречающихся в путевых тоннелях.

Предложена методика и выведена формула определения объема вентиляционного воздуха, проходящего через шахты при вентиляции тоннелей метрополитена только за счет поршневого действия поездов. Выведена также формула для подсчета количества воздуха, вентилирующего порталный участок тоннеля.

В главе VIII дана объективная оценка применимости воздушно-тепловых завес на порталных участках тоннелей.

Рассмотрены причины, влияющие на переохлаждение зимой приточных вентиляционных шахт и порталных участков тоннелей. Приведены реко-

мендации и схемы для предотвращения переохлаждения.

Вопросы по борьбе с шумом при работе вентиляторных агрегатов изложены на основе разработок крупнейшего специалиста в этой области — доктора техн. наук, проф. Е. Юдина.

Методика расчетов, принципиальные схемы и конструкции устройств кондиционирования воздуха для систем тоннельной вентиляции метрополитенов, при адиабатическом, политроническом и испарительном охлаждении впервые разработаны В. Цодиковым и приведены в монографии.

Последняя глава книги содержит комплекс вопросов теплоснабжения сооружений метрополитенов. С исчерпывающей полнотой дана оценка теплоносителей и отопительных систем с учетом надежности их работы и экономических факторов. При этом не забыты мероприятия для создания максимальных удобств пассажирам и обслуживающему персоналу. В качестве примера следует указать на обогрев ступеней лестничных сходов с поверхности земли в метрополитен в городах с холодным климатом, как средство, устраняющее ледообразование на ступенях и опасность падения пассажиров. Этот положительный опыт начал распространяться на подземные пешеходные переходы в Москве и на асфальтовые покрытия крутых въездов грузового транспорта, на мосты и эстакады.

Рецензируемая монография В. Цодикова служит настольной книгой при проектировании, строительстве и эксплуатации систем вентиляции и теплоснабжения метрополитенов, а также подземных сооружений различного назначения.

По актуальности и оригинальности материала, изложенного в книге, научным методам в решении вопросов важных для проектирования, строительства и эксплуатации метрополитенов и тоннелей большой протяженности, а также достигнутым успехам в практическом приложении, монография является крупным научным достижением.

Практическая ценность книги позволяет рекомендовать ее к использованию в учебном процессе строительных институтов.

**П. СМУХНИН, заслуженный  
деятель науки и техники РСФСР,**

**д-р техн. наук, проф.,**

**М. КАЛИНУШКИН, д-р техн. наук, проф.,**

**С. КОРОТКОВ, д-р техн. наук, проф.,**

**Ю. КУЛЖИНСКИЙ,**

**канд. техн. наук, проф.**

система автоматического регулирования скорости и автоуправления движением пассажирских поездов, а также четырехзначная система автоматической блокировки без электромеханических автостопов и защитных участков для движения хозяйственных поездов в ночное время. Такая система может служить резервной при необходимости вывода с линий пассажирского состава неисправными поездными устройствами АРС;

проводится большая научно-исследовательская работа по созданию устройств бесстыковых рельсовых цепей для увеличения надежности и улучшения условий эксплуатации пути и подвижного состава, а также уменьшения уровня шума. В 1977 г. предполагается начать линейные испытания опытных образцов аппаратуры на одном из участков Московского метрополитена.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ НЕКОТОРЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СИСТЕМ МЕТРО**

**М. ЛЕБЕДЕВ, Л. ДАНИЛОВА, инженеры**

**Проблемы совершенствования систем автоматизации управления движением поездов и повышения безопасности движения, а также вопросы экономии электрической энергии приобретают все большую актуальность. Краткий обзор журнала «Рейлвэй Гэзет Интернэшнл» (январь, 1975) представляет в этом смысле определенный интерес.**

**ПРОБЛЕМЫ безопасности движения.** Администрация Сан-Франциско возбудила судебное дело против проектных организаций системы БАРТ и фирм-поставщиков оборудования.

Через 22 дня после пуска метрополитена в эксплуатацию на конечной станции «Фремонт» произошло крушение поезда из-за неправильной работы схемы автоматического управления движением поездов (АТС): состав, продолжая движение, разрушил тупиковые упоры и выехал на автостоянку.

Из всех проблем, связанных с системой АТС на 114-км трассе, наибольший интерес представляет наличие дублирующих систем. Для обеспечения безопасности движения поездов должны быть исключены такие положения, как неисправность путевых и поездных устройств автоматики, схем опознавания составов, проезд станций и др.

Причиной крушения поезда на станции «Фремонт» явилась выдача генератором с кварцевой стабилизацией частоты неправильной команды выбора скорости на поезд.

Специальная комиссия, созданная для выявления причин неисправностей в АТС, установила, что система БАРТ была введена в эксплуатацию с существенными недоработками и дефектами. Комиссия рекомендовала: довести системы АТС до высшей степени надежности; пересмотреть проект в части изменения цепей, задающих скорость движения с учетом аварийных режимов; обеспечить операторов поездов информацией, которая поможет им правильно ориентироваться в аварийных ситуациях, а операторов центрального контрольного пункта и центрального компьютера точной информацией о работе системы АТС; применить центральный компьютер в качестве основы для повышения безопасности движения поездов, включая случаи перехода на ручное управление.

Напряжение, предусмотренное фирмой Вестингауз для системы БАРТ, — менее 2 в, что ниже напряжения, обычно используемого в рельсовых цепях. Это осложняется еще тем, что БАРТ эксплуатирует облегченные вагоны, и применение дисковых тормозов не дает необходимого эффекта.

На первых трех линиях БАРТ безопасность обеспечивалась с помощью телефонной связи, что приводило к увеличению числа обслуживающего персонала и не давало возможности повысить частоту движения в часы «пик».

Инженеры БАРТ разработали систему автоматической блокировки с использованием центрального компьютера — СABS II (компьютер автоматических блок-систем — два блокучастка). Центральный компьютер независимо от АТС выполняет ряд логических операций с целью отделения одного поезда от другого двумя блокучастками (станциями). В результате оборудования этой системой всех линий интервал между поездами сократился до 10 мин.

В дальнейшем был создан компьютер СABS-I, позволивший сократить блокучасток до одной станции и уменьшить интервал между поездами до 5 мин. Этой системой оборудованы три линии. На трассе имеется участок тоннеля протяженностью 5,8 км, в котором для повышения безопасности движения созданы дополнительно два блокучастка.

В системе используются также миникомпьютеры. Они устанавливаются вдоль трассы и служат для автоматической регистрации проходящих поездов. Расположение компьютеров зависит от профиля пути, им задаются разные программы, соответствующие входу и выходу поезда с блокучастка. Такая система называется SOR.

В связи с тем, что поезда оборудованы системой АТС, роль машиниста сводится к контролю за работой устройств автоведения, управлению дверями и переходу в необходимых случаях на ручное управление. При этом скорость ограничивается 40 км/ч.

На пульте оператора имеется кнопка аварийной остановки поезда, при задействовании которой замедление составляет 2 м/сек<sup>2</sup>. Для устранения недостатков в схемах, резко снизивших коэффициент использования подвижного состава, была создана специальная группа. Для испытаний подвижного состава, оборудования и устройств построен полигон протяженностью 5 км. Выполнение намеченных мероприятий, как полагают специалисты, позволит сократить интервалы между поездами до 2 мин при обеспечении полной безопасности движения.

Намечается продлить время работы метрополитена с

14 до 20 ч в сутки и перейти на ежедневный режим работы вместо 5 дней в неделю. В результате среднесуточные перевозки пассажиров составят 200 тыс. человек.

**Механический аккумулятор энергии.** На Нью-Йоркском метрополитене (НИКТА) в связи с вводом в эксплуатацию вагонов, оборудованных кондиционированием воздуха, возникла проблема перегрузки в системе энергоснабжения. При изучении этой проблемы пришли к выводу, что рекуперация электроэнергии инверторами не является лучшим техническим решением.

Применение тиристорov экономически целесообразно, когда рекуперативное торможение используется в полном объеме. Вместе с тем, расчеты показали, что при напряжении в контактный рельс 600 в применение на метрополитене системы энергоснабжения с рекуперацией и инвертированием не имеет достаточных оснований.

В течение нескольких лет проводились испытания по аккумулярованию энергии на подвижном составе с помощью маховиков.

Принцип, использованный фирмой Гаррет Корпорейшн, заключается в том, что мощность, вырабатываемая двигателем при торможении, используется для разгона маховика, сцепленного с мотор-генератором.

Для накопления электроэнергии на вагоне могли бы применяться аккумуляторные батареи, но короткий период зарядки — около 20 сек требует, чтобы система имела мощность порядка 1—2 мвт на вагон, что в настоящее время при существующих батареях невозможно.

Кинетическая энергия, получаемая при торможении вагона весом 112 тыс. фунтов со скорости 55 миль/ч, обеспечивает накопление энергии 3,2 квт.ч и максимальную зарядную мощность 1,3 квт.

Маховиками были оборудованы и испытаны два вагона типа R32 (по два маховика на вагон). Каждый маховик состоит из четырех дисков. Вся система соединена через планетарную передачу (с передаточным числом 3,3:1) с машинной постоянной тока и дополнительным преобразователем.

В нормальном режиме маховики вращаются со скоростью от 10000 до 14000 об/мин в камере с вакуумом. Машина постоянного тока имеет максимальную мощность 650 квт при 4250 об/мин, что соответствует работе мотора при 3000 об/мин. Система весит 5000 фунтов.

Торможение порожнего вагона типа R32 (вес 112 тыс. фунтов) с максимальной скоростью 55 миль/ч производится с помощью четырех двигателей мощностью по 320 квт. Эта мощность сохраняется постоянной, пока скорость не снизится до 45 миль/ч; при скорости с 45 до 8 миль/ч тормозное усилие составляет 16500 фунтов, что соответствует постоянной величине замедления 3 мили/ч.

В начале цикла торможения оба маховика имеют минимальную скорость вращения — 10000 об/мин; в конце — 14000 об/мин, при этом каждый маховик накапливает 1,6 квт.ч энергии.

Торможение при более низких скоростях или при более легких вагонах дает соответственно меньшую величину накапливаемой энергии. В процессе ускорения движения поезда скорость маховиков уменьшается, передавая накопленную энергию двигателям. Это позволяет сократить общее количество электроэнергии, потребляемой из сети, на  $\frac{1}{3}$ .

С помощью компьютера была смоделирована работа вагонов, оборудованных маховиками, применительно к профилю линии А. Расчеты показали, что удельный расход электроэнергии, потребляемый вагоном R32, снизился с 5 до 3,5 квт.ч/ваг. мили. Это составляет 30% общего количества потребляемой энергии.

Одно из важных преимуществ системы — снижение тепловыделений в тоннелях.

Система маховиков позволяет сохранять количество энергии, примерно равное потребляемому на перегоне поездом.

При неисправности в устройствах энергоснабжения накопленная на подвижном составе энергия может быть использована для ведения его до ближайшей станции.

Возможность управления поездом при отсутствии контактного рельса продемонстрирована на опытном полигоне департамента транспорта в Пуэбло (Колорадо). Два вагона R32, на которых маховики были заряжены энергией на 50% полной мощности, прошли расстояние в 3 мили, развивая скорость до 34 миль/ч.

# МЕТРОПОЛИТЕН ПАРИЖА

**ДВИЖЕНИЕ** на первой линии Парижского метрополитена было открыто в июне 1900 года.

В настоящее время протяженность сети составляет 248 км с 321 станцией.

Перевозки пассажиров составляют 1.110.272.000 человек в год.

Среднее расстояние между станциями в центре города — 0,54 км, а на экспрессной линии — 1,9—2,2 км.

Количество составов, эксплуатируемых в часы «пик» на каждой линии, от 4 до 66. Количество вагонов в составе — 4—6, а на экспрессной линии от 3 до 9. Вместимость — 150 человек на вагон. Ширина колеи — 1,44 м. Вес и тип рельсов — 52 кг/м, плоскородовенный, на экспрессной линии — от 46 до 60 кг/м. Минимальный радиус кривых — 75 м, на экспрессной линии — от 146 до 400 м. Максимальный уклон —  $4\text{‰}$ , на экспрессной линии —  $3\text{‰}$  и  $3,6\text{‰}$ .

Тип тоннеля — двухпутный, эллипсоидной формы, шириной 7,1 м, высотой 5,2 м, на экспрессной линии — прямоугольного сечения 8,7×6,3 м.

Энергоснабжение — 750 в постоянного тока, на экспрессной линии — 1500 в.

Парк подвижного состава — 1930 моторных и 1259 — прицепных вагонов.

Сигнализация — трехцветная, без автостопов; на экспрессной линии четырехцветная с мгновенным повторением пройденного сигнала на панели в кабине машиниста.

Платформы в основном боковые, длиной от 75 до 105 и шириной 4,1 м. На экспрессной линии длина станционных платформ — 225 м.

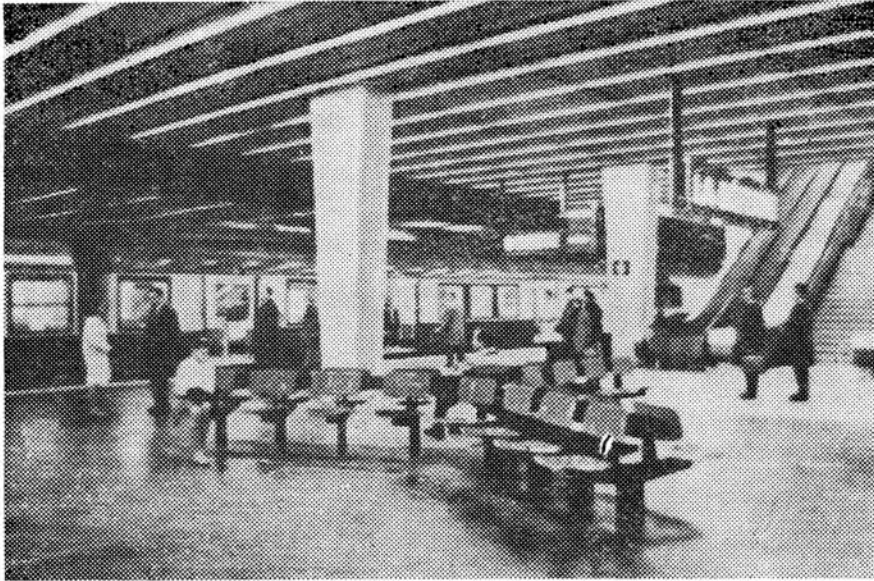
**Экспрессная линия.** Ожидается, что к 2000 году население Большого Парижа достигнет 16 млн. человек. Существующие в настоящее время транспортные средства будут не в состоянии справляться со значительно возросшими пассажироперевозками.

Для разрешения этой проблемы принято правительственное решение о сооружении скоростной железной дороги — экспресс-метрополитена, которая будет состоять из 3 линий. Строительство линии восточно-западного направления уже завершено. Ее общая протяженность 46,5 км с 23 станциями, из которых 20 км проходят в тоннеле.

Энергоснабжение подвижного состава осуществляется при помощи пантографа постоянным током напряжением 1500 в.

На всей линии расположено 17 преобразовательных подстанций, рассчитанных на 3 тыс. квт.

Крупные подземные станции имеют местные пульты управления с мнемосхемами, отражающими техническое состояние эскалаторов, телекамерами для наблюдения за платформами и радиосвязью. На контрольном пульте расположены щиты управления эскалаторами, освещением, радио.



Интерьер станции «Ла Дефанс».

В зависимости от пассажиронапряженности на линии осуществляется рациональное использование подвижного состава — расцепка.

Особый интерес представляют конструктивные особенности сооружений — узловые и многоярусные станции метрополитена. Например, подземная объединенная станция «Дефанс» пятиярусная. Первый ярус — для движения поездов; второй — под вестибюли; третий и четвертый — для автобусных станций; пятый — для служебных помещений.

Конструкция объединенной станции прямоугольного сечения шириной 65 м и высотой 27 м; станция сооружена из предварительно-напряженного бетона.

Станция «Обер» — трехъярусная, имеет длину 225, ширину — 40 м и расположена на 36 м ниже поверхности земли. Станция узловая, через нее проходит 6 линий метрополитена и железная дорога.

В среднем ярусе станции, предназначенном для обслуживания пассажиров, размещаются выставочно-информационные павильоны, придающие сооружению вид современной выставки.

Для сообщения между отдельными ярусами с поверхностью и платформами на станции установлено 73 эскалатора. Движущийся горизонтальный тротуар, проложенный в специальном тоннеле, соединяет «Обер» со станцией «Опера».

Кроме того, транспортный узел станции оборудован 15 лифтами для пассажиров. На станции размещается центральный диспетчерский пункт, откуда с помощью телевизионных установок можно наблюдать за посадкой и высадкой пассажиров.

Экспрессная линия пересекает ряд находящихся в эксплуатации подземных линий метрополитена.

**Подвижной состав.** На некоторых линиях метрополитена применяются сочлененные секции (каждая секция включает три вагона на четырех тележках). В настоящее время такие секции эксплуатируются на линии № 13, а с конца 1975 года будут эксплуатироваться на линии № 10.

Широкому применению способствовали высокие эксплуатационные показатели вагонов на пневмошинах. Сейчас подвижной состав на пневмошинах эксплуатируется на линиях №№ 1, 4, 6 и 11.

Тележка вагонов на пневмошинах состоит из рамы в виде буквы «Н», на которой размещены дифференциальные мосты, тяговые двигатели, ведущие колеса, тормозная система, устройства, для токосъема и система подвески кузова.

Вагон оборудован четырьмя тяговыми двигателями последовательного возбуждения, по два двигателя на каждой тележке, мощность тягового двигателя 117 квт. Пуск вагона реостатный. Схемой управления предусмотрены четыре безреостатных позиции: последовательное и последовательно-параллельное соединение при полном ослаблении поля.

Управляется вагон групповым контроллером с электрическим сервоприводом. Переход с одной реостатной ступени на другую происходит под контролем специальной «время — токовой» системы, позволяющей регулировать величину ускорения и скорость его изменения независимо от нагрузки вагона.

Пусковые сопротивления выполнены в виде спирали, намотанной на

изоляционный каркас, что обеспечивает хорошее охлаждение.

На вагонах применены экспериментальные пневматические рессоры с маятниковым подвешиванием.

Пневматическая система подвешивания представляет собой резиновый блок в сочетании с пневматической рессорой. Основная нагрузка от массы кузова воспринимается резиновым блоком системы подвешивания, в то время как нагрузка от пассажиров воспринимается пневматической частью системы. В случае недостаточного давления сжатого воздуха нагрузка от массы кузова и пассажиров передается на резиновый блок подвешивания.

Рессоры связаны с рамой тележки маятниковыми подвесками. Во время прохождения кривых наклон кузова, вызываемый действием центробежных сил, корректируется маятниковой системой.

Экспериментальные пневматические рессоры имеют низкую собственную частоту при значительной стреле прогиба. Подвижные концы поперечной балки тележки имеют дополнительную систему гашения колебаний.

У вагонов на пневмошинах низкий уровень вибраций. Средний уровень шума значительно ниже уровня шума подвижного состава на стальных колесах, эксплуатируемого в аналогичных условиях. Наблюдается высокое сцепление пневмошин с путевым полотном в тоннеле.

За последние годы в Париже разработаны новые варианты подвижного состава «классического» типа.

Среди новых вагонов эксплуатируются вагоны с одномоторными и двухмоторными тележками и с различными видами кузовов.

Применение одномоторных тележек весьма эффективно, поскольку сокращает ремонтные работы, обеспечивает более высокую степень шунтировки двигателей и равномерное распределение веса по вагону.

Поезд экспресс-метрополитена состоит из трех трехвагонных секций. Каждая мотор-вагонная секция включает два моторных и средний прицепной вагон.

Моторный вагон оборудован четырьмя двигателями (по 2 на одной тележке) мощностью 200 квт каждый. Торможение осуществляется при помощи электрических реостатных и пневматических тормозов.

Обеспечена телефонная связь головного вагона поезда с центральным диспетчерским пунктом и всеми остальными вагонами.

Управление движением поездов осуществляется при помощи ЭВМ с центрального диспетчерского пункта, расположенного на станции «Винсен».

Длина поезда 218,7 метра при вместимости 2500 пассажиров, причем 23% составляют места для сидения. Количество последних увеличивается почти на 50% за счет использования откидных мест. Естественно, что в часы «пик» эти сидения не используются.

При интервале движения в 2,5 мин провозная способность линии составляет 50 000 пассажиров в час в каждом направлении.

Максимальная скорость поезда 100 км/час, эксплуатационная — 55 км/час.

Управление поездом осуществляется в одно лицо.

Представляет интерес конструкция пола. Толщина его 43 мм. Пол обладает высокими тепло-звукоизоляционными свойствами (нижний листовый настил, слой стекловолна, щиты из многослойной фанеры, ковер из самогасящейся рифленой резины на пористой подкладке).

Тепло- и звукоизоляцию кузова осуществляют с помощью щитов из стекловолна, которым заполняются все пустоты. С внутренней стороны листы покрыты слоем звукопроницаемой краски на битумной основе.

Каждый оконный проем имеет штору (из стекловолна с особой огнестойкой пропиткой), которую можно зафиксировать в любом положении.

Конструкция тележки создает минимум вибраций и шума, исключает соприкосновение металла с металлом, обеспечивает минимальный износ и невысокие затраты на техническое обслуживание. На тележке имеется 4 песочницы пневматического действия.

**Система автоведения.** В настоящее время на Парижском метрополитене системами автоматического управления движением поездов оборудованы три линии.

При работе поезда машинист управляет открыванием и закрыванием дверей на каждой станции и включает специальную пусковую кнопку. Остальные операции по управлению движением поезда на перегоне, включая его остановку на станции, осуществляются автоматически.

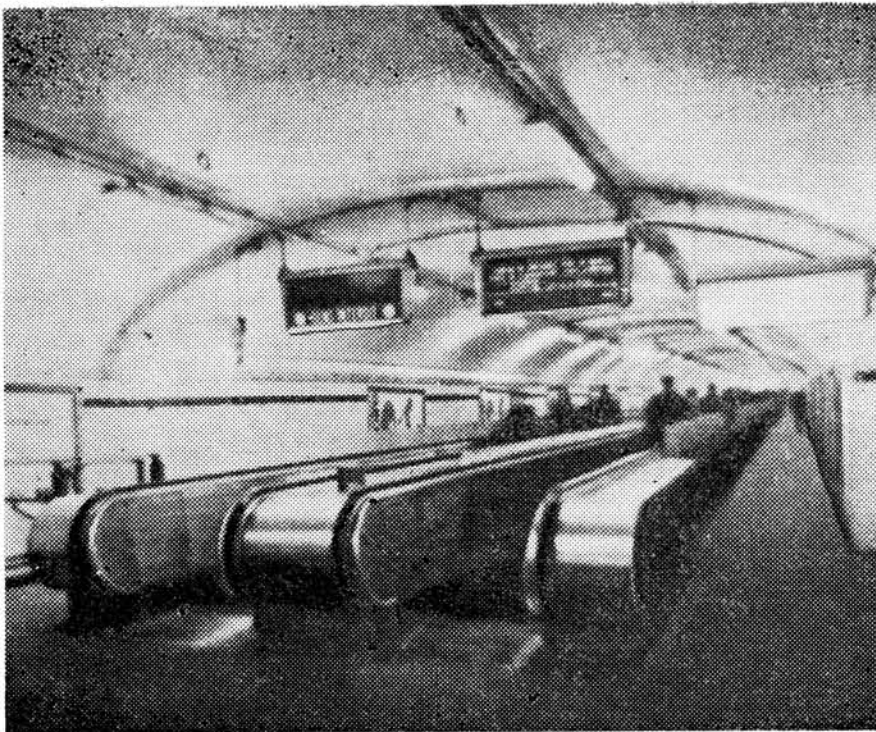
Движение поездов на линии происходит под контролем показаний светофоров автоблокировки.

Программное устройство, определяющее режим движения поезда по перегону, представляет собой электрический кабель, уложенный между рельсами и питаемый переменным напряжением частотой 150 гц.

В системе автоуправления типа «А» (на линии № 11) этот кабель уложен зигзагообразно в виде прямоугольников. Их стороны, т. е. секторы программы, расположенные параллельно оси пути, имеют различную длину. Последняя пропорциональна скорости движения, установленной для данного участка пути.

Считывание программы осуществляется приемными поездными катушками, расположенными на передней тележке вагона.

В поездном устройстве имеется специальное реле времени, отрегулированное на 0,5 сек. Если время движения поезда вдоль сектора программы более 0,5 сек, т. е. фактическая скорость движения меньше программы, поезду сообщается дополнительное ускорение и наоборот.



Движущиеся тротуары на станции «Монпарнас».

В системе автоматического управления движением предусмотрено три режима движения поезда по перегону. Выбор режима производится машинистом с помощью переключателя поездной аппаратуры. Каждому режиму соответствует определенное время движения вдоль сектора путевого программы.

Кроме кабеля программы движения, на перегоне перед светофором расположен кабель программы торможения.

Если сигналы автоблокировки не требуют ограничения скорости или остановки поезда, то кабель программы движения получает питание, а кабель программы торможения обесточивается.

В цепь питания путевого кабеля включены контакты реле светофора. Поэтому при запрещающем его показании программа движения обесточена, программа же торможения находится под током. Это вызывает автоматическое торможение поезда.

В соответствии с требованиями техники безопасности система автоматики выполнена таким образом, что перерыв в питании или разрыв программного кабеля вызовет остановку поезда.

По данным эксплуатации, время между двумя последовательными откатами устройств автоматики составляет 20 дней. При эксплуатации семнадцати составов на линии, в среднем, возникали по два серьезных сбоя в месяц — проезд станции, отказы, требующие перехода на ручное уп-

равление и др. Происходили и другие сбои — остановка на линии, необходимость дважды включать пусковую кнопку для включения режима тяги и др.

На Парижском метрополитене действует модернизированная система типа «В». В этой системе изменены расположение и форма путевого программного кабеля.

Для защиты от внешних воздействий кабель укладывается в так называемую «ковровую дорожку», изготовленную из поливинилхлорида. Дорожка шириной 20 см имеет готовые пазы для укладки кабеля и располагается между рельсами на специальных настилах.

На межстанционном участке кабель питается от специальных путевого генераторов, которые вырабатывают переменное напряжение шестнадцати фиксированных значений частот от 4 до 8 кГц. Выбор той или иной частоты осуществляется дистанционно. Это позволяет с центрального поста управления устанавливать то или иное значение скорости движения поезда.

На каждом перегоне располагаются две программы: движения и торможения. На станционном участке пути имеется программа, обеспечивающая остановку поезда в заданном месте, независимо от показания выходного светофора. Для питания этой программы предусмотрен отдельный генератор с постоянной частотой 6 кГц. Таким образом, режим движения поездов на участке пути между стан-

ниями регулируется дистанционно. На станционном участке режим торможения поезда остается неизменным.

Устройство измерения времени производит считывание количества наведенных импульсов от путевого кабеля за время прохождения поездам каждого сектора пути.

Программное время движения над сектором составляет 0,3 сек. Количество принятых импульсов от кабеля зависит, при прочих равных условиях, от частоты питающего напряжения путевых генераторов. Именно это обстоятельство обеспечивает получение нескольких режимов движения. Выбор каждого производится с помощью вычислительной машины, расположенной на центральном посту управления.

Контроль за посадкой и высадкой пассажиров машинист осуществляет с помощью телевизионного экрана, расположенного на станции. Необходимость применения телевидения особенно оправдывается на станциях, расположенных на кривых участках пути.

После отправления поезда со станции он проходит специальную «контрольную точку», с помощью которой фиксируется и передается на центральный пост управления момент его фактического отправления.

На основании этой информации выбирается режим движения поезда на перегоне. Аналогичная «контрольная точка» имеется в конце перегона, где фиксируется момент прибытия поезда на станцию, на основании чего устанавливается время его отправления.

Кроме расширения диапазона регулирования времени движения поезда на перегоне в системе автоуправления типа «В» достигнута точ-

ность остановки поезда на станции в пределах  $\pm 5$  м. Остановка состава на перегоне осуществляется за 15 м до запрещающего светофора. За движущимся на линии поездом всегда имеется, как минимум, один незанятый блокучасток, являющийся запретной зоной для последующего поезда. На этом участке пути кабель программы движения и кабель программы торможения обесточивается, что вызывает автоматическую остановку поезда независимо от скорости.

Эксплуатационная надежность системы типа «В» на линии № 4 характеризуется следующими данными: число различных сбоев 0,6—0,7 на пробег 1000 перегонов; 6—7 случаев в день на линии; 30% сбоев представляет невыполнение команды «пуск»; 25% — несвоевременную остановку поезда при входе на станцию и 35% — прочие.

Сбои, возникающие в поездном оборудовании, составляют 20—50%; в оборудовании, расположенном на рельсовом полотне, — 25%; сбои в результате неправильных действий обслуживающего персонала 5%. В 20—30% случаев причина сбоев не установлена.

Кроме системы непосредственного управления движением поездов, вводятся в действие различные информационные системы, предназначенные для организации централизованного управления поездами и подачи машинистам световой информации о моменте точного отправления состава с каждой станции.

На линии № 7 применяется система с независимыми устройствами на каждой станции без использования ЭВМ.

Если поезд отправляется с конечной станции, например, в 13 час. 43 мин 20 сек при следовании по

расписанию, он с каждой промежуточной станции должен отправляться при показании часов 43 м 20 сек.

Управление поездами на экспрессной линии ведется с помощью ЭВМ. Система осуществляет слежение за поездом, контроль за маршрутами, перевод на запасные пути и т. д.

**Моделирование.** Правление Парижского транспорта проводит исследования проблемы оптимальной эксплуатации линий метрополитена. Цель исследований — увеличение пропускной способности линий и улучшение условий движения.

Широкое применение нашли методы моделирования. Проведено аналоговое и цифровое моделирование движения одного поезда на линии, а также нескольких составов; моделирование пассажиропотоков; составление полной модели процесса движения на линии (включая и движение на конечных станциях).

**Использование ЭВМ.** Один из крупнейших концернов Франции поставляет для метрополитена две системы ЭВМ типа «6050» и одну типа «355». Они нашли применение в службе материально-технического снабжения и в системе объединенного дистанционного управления для установления интервалов движения и управления сообщением автобусов и поездов метрополитена.

Данные, собираемые «малыми» ЭВМ, контролирующими вход на станции метрополитена, передаются на вычислительный центр, где установлена ЭВМ «6050». Эта электронно-вычислительная машина будет регулировать движение поездов в зависимости от пассажиропотоков.

**«Движущиеся тротуары».** Преимуществом их является то, что они могут непрерывно перевозить большие потоки людей с минимальной затратой времени, требуемой на посадку и высадку с тротуара. Движущийся тротуар представляет собой конвейерную ленту, у которой сверху каркаса, состоящего из термообработанной закаленной и пружинной стали, нанесен слой резины.

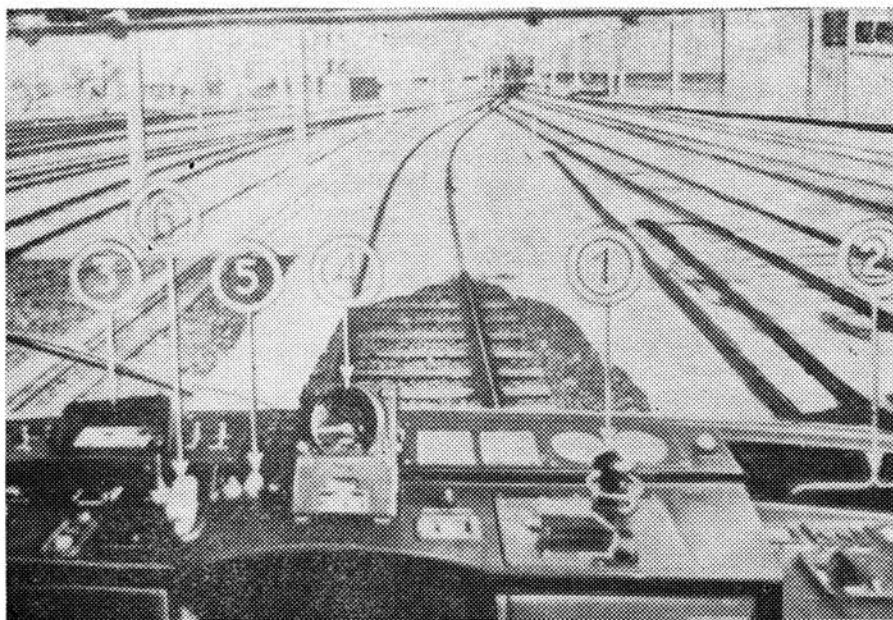
Две станции Парижского метрополитена — «Монпарнас» и «Шателе» — оборудованы движущимися тротуарами (по три параллельных тротуара протяженностью около 200 м).

Каждая лента имеет ширину 112 см, перемещается со скоростью 0,7 м/сек; провозная способность — 12 тыс. пассажиров в час.

**Автоматы для продажи билетов.** Сложность внедрения автоматического контроля и продажи билетов на Парижском метрополитене заключалась в разности тарифов, зависящих от дальности поездки.

Система должна была обеспечивать, кроме того автоматический контроль билетов при выходе пассажиров со станции.

Система автоматической оплаты проезда включает в себя комплекс оборудования, позволяющего нанять на проездной билет его характеристику, контролировать информа-



Кабина управления вагона с автоведением.

цию, записанную на билете, вести учет проездных билетов и пассажиропотоков. Исследования показали, что в данном случае целесообразно применение магнитной записи. Одним из ее преимуществ является ее высокая устойчивость при повреждениях проездных билетов. При этом практически исключается их подделка.

Информация, необходимая для пассажира, печатается на лицевой стороне билета.

Продажа билетов осуществляется при помощи автоматов, которые принимают плату за проезд (монетами или банковскими билетами) и выдают сдачу. Автоматы соединены с информационной системой, ведущей учет.

При проходе через турникет справа (по ходу движения) от пассажира расположено считывающее устройство и сигнальное табло: белый счет — «возьмите билет»; зеленый — «проходите»; красный — «билет не действителен».

Следует отметить, что на каждой станции устанавливаются две ЭВМ: вторая — резервная, во избежание скапливания пассажиров при выходе из строя основной вычислительной машины.

Контроль билетов на выходе или при пересадке осуществляется так же, как и при входе, причем автомат билета не возвращает, если истек срок годности.

Интересной особенностью обладают недельные билеты. Если билет не используется один из шести дней, то срок его годности автоматически продлевается на седьмой день.

Для Московского метрополитена полностью автоматизированный контроль и продажа билетов представляют практический интерес. Это значительно сократило бы эксплуатационные расходы, так как капитальные вложения на создание системы (по утверждению Правления пассажирского транспорта Парижа) окупаются довольно быстро.

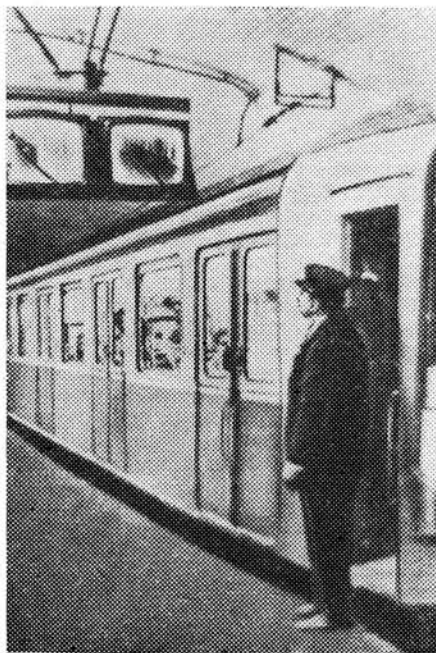
Кроме экономической целесообразности, система обладает другими немаловажными преимуществами: возможностью точного и непрерывного контроля пассажиропотока как на отдельных участках, так и на всей системе метрополитена.

**Путь.** На одном из перегонов экспрессной линии «Этуаль» — «Ла Дефанс» протяженностью 4,5 км для укладки пути использовали длинные сварные плети (рельс типа 60 кг/м) с клевыми изолирующими стыками. Плетни прикрепляли к деревянным шпалам, уложенным на балласт толщиной 0,45 м.

На двух опытных участках были использованы следующие конструкции безбалластного пути:

для фиксации рельса на бетонном лотке применены стальные прокладки, закрепленные подпружиненными болтами, заделанными в бетон. Концами рельс опирается на каучковую прокладку толщиной 20,5 мм и крепится к ней клеммами, установленными с шагом 0,75 м;

опирание рельса двухступенчатое: на верхней ступени подошва рельса упруго фиксируется на подкладке с промежуточной каучковой прокладкой толщиной 4,5 мм подпружиненными болтами и клеммными креплениями, снабженными изолирующей каучковой прокладкой. На нижней — стальная прокладка опирается на бетонный лоток через каучковую толщину 2 мм. Крепления рессорного типа прикреплены к бетону болтами и эпоксидным клеем. Для фиксации положения пути подкладки с обеих сторон зажаты уголковыми опорами;



Телевизионные экраны для наблюдения за посадкой и высадкой пассажиров

также двухступенчатое упругое опирание рельса, подошва которого крепится к бетонному блоку клеммами с изолирующей каучковой прокладкой между ними и через каучковую прокладку толщиной 4,5 мм опирается на бетон. Бетонный блок шпалы весом около 90 кг уложен на прокладку из ячеистого каучука толщиной 5 мм. Шпала помещается в нишу на бетонном лотке и замоноличивается раствором.

Большое внимание на метрополитене уделяется мероприятиям по снижению уровня шума и вибрации, возникающих при движении поездов.

На нескольких станциях метрополитена в качестве изоляционного материала применен изолиф, представляющий собой резиновый ковер из двух элементов — изолиф 1 и 2. Это позволяет получить двух- и трех-

слойную виброизоляция. Состав изолифа: этилен, пропилен, терполимер.

Резиновый ковер укладывают на ширине 2,9 м (по 1,45 м в каждую сторону от оси пути). По краям и в местах, где балласт приподнят, предусмотрена резиновая прокладка толщиной 4 мм.

Применение изолифа целесообразно, когда шум и вибрация от пути, уложенного на балласте, воздействуют на находящиеся поблизости сооружения (в основном, когда путь проходит через районы жилой застройки и вблизи от зданий или установок, чувствительных к шуму или сотрясениям), а также и для защиты фундаментов тоннелей, в которых уложен такой путь. Изолиф придает пути гибкость, эквивалентную дополнительному слою балласта толщиной 90 см.

Механические качества ковра из изолифа достаточно высокие и почти не изменяются в процессе эксплуатации.

Применение изолифа позволяет: снизить уровень шума на 14 дБ по путям на плитном основании; уменьшить в 10 раз вибрации плит; снизить уровень шума на 3—4 дБ в воздушном пространстве вблизи пути.

На новых станциях экспрессной линии для снижения уровня шума и вибраций между путями применены также щиты специальной ячеистой конструкции.

**Модернизация метрополитена.** В настоящее время на Парижском метрополитене внедряется система тиристорно-импульсного регулирования скорости; на большинстве станций проведены значительные усовершенствования по использованию более современного оборудования для управления движением поездов, реконструкции служебных помещений, замене кабелей и т. д.

Все станции объединены в единую систему, контролирующую центральную электронно-вычислительную машину, которая обрабатывает информацию, связанную с продажей билетов, выручкой и транспортной статистикой.

На трех линиях установлено новое оборудование системы автоведения с управлением поездом в одно лицо, что позволило сократить обслуживающий персонал и увеличить пропускную способность на 24%.

Строятся дополнительные тяговые подстанции, старые — реконструируются. Переоборудуется осветительная сеть метрополитена для питания переменным током, модернизируется сигнализация и вентиляция.

Начал эксплуатироваться новый моторвагонный подвижной состав, позволяющий формировать поезда из необходимого числа секций. Новые вагоны имеют пневматическое подвешивание, повышенную на 10—15% мощность электромоторов, скорость до 100 км/час, которая в дальнейшем при некотором усовершенствовании электрооборудования будет доведена до 130 км/час.



# НЬЮ-ЙОРКСКОЕ МЕТРО — ОБИТАЛИЩЕ СТРАХА

Ниже мы помещаем выдержку из «письма к советским друзьям из «свободного» мира» американского журналиста Майка Дэвида, опубликованного в журнале «Иностранная литература» № 10, 1975 г.

**ЕЩЕ ПЕРЕД** моим отбытием из Нью-Йорка поездка в здешнем метро считалась рискованным предприятием, шагом в полное опасностей неизвестное. Но теперь это — ежедневное путешествие в царство страха: ньюйоркцы, особенно женщины и пожилые люди, с опаской входят на станции подземки. Они торопливо спускаются вниз, тревожно оглядываются. Подойдя к безлюдному извилистому переходу, некоторые останавливаются в нерешительности, другие спешат поскорее миновать опасную зону. Мне невольно вспоминаются далекие дни моей службы в пехоте во время второй мировой войны: точь-в-точь так же делали мы стремительный бросок через простреливаемое открытое место. Страх усиливается, когда вагон метро пустеет: пассажиры нервно вглядываются в лица немногих оставшихся спутников. Мы подъезжаем к концу линии, и в вагоне нас остается только пятеро. Шесть лет назад в метро было страшно ездить поздно вечером и ночью. Нынче стало страшно ездить в метро и днем. И немудрено: вот что произошло, например, только вчера, в среду 19 декабря, в три часа дня. Девятнадцатилетняя девушка из Бруклина, сделав покупки к рождеству, возвращалась домой в пустом последнем вагоне поезда метро. Ее изнасиловали, пригрозили ножом.

В 1974 году было уже восемь подобных же случаев изнасилования среди бела дня. Газета «Нью-Йорк таймс» отмечала 20 декабря, что «число преступлений, совершаемых в метро днем, продолжает расти, причем самое опасное время теперь — от полудня до восьми вечера». Как сообщило управление городского транспорта Нью-Йорка, преступность возросла за первые шесть месяцев 1974 года на 18 процентов по сравнению с тем же периодом предшествующего года. Основной упор делается на меры по обеспечению безопасности пассажиров метро в период, когда совершается большинство преступлений: с восьми вечера до четырех утра. (Но увеличение числа дневных преступлений показывает, что дело тут вовсе не в суточных пиках преступлений). С восьми вечера до четырех утра хвостовые секции поездов

метро ради безопасности пассажиров наглухо закрывают, а остальные вагоны патрулируются в это время вооруженными полицейскими с портативными рациями. Даже кассиры отгорожены от пассажиров стеклянными щитами. Вы просовываете деньги и получаете взамен жетон через прорезь в стекле — слишком уж часты стали случаи нападения на кассиров. В такой вот обстановке миллионам ньюйоркцев приходится ездить на работу и с работы, в гости, в театр или в магазины за покупками. Вот что значит сегодня пользоваться метро в самом большом городе Соединенных Штатов, одним из крупнейших городов мира. Можете легко представить себе, каким сильным потрясением явилось для меня, что одно метро как небо от земли отличается от другого, дело в резком контрасте между двумя мирами. Поездка в московском метро — сущее удовольствие; мы ощущали и ценили это благо гораздо больше, чем сами москвичи, для которых прекрасное, комфортабельное, безопасное и сверкающее чистотой метро — это обычное средство транспорта. Да и я тоже привык считать все это чем-то само собой разумеющимся и не задумывался над тем, что плачу за вход всего-навсего пять копеек. А здесь за право совершить небезопасную поездку в грязном поезде подземки, где нагло орудуют преступники, ньюйоркцам приходится платить 35 центов. Нам же ежедневная поездка в центр Нью-Йорка обходится дороже, потому что до метро нужно добираться автобусом (еще 35 центов). Так, наша приятельница вынуждена тратить каждый день на дорогу до места работы и обратно доллар и 40 центов (то есть около 28 долларов в месяц). И при всем том жителям Нью-Йорка приходится вести сейчас энергичную борьбу, чтобы не допустить повышения платы за проезд в метро до 50 центов!

На станциях и в поездах грязно, как никогда. Но больше всего меня поразил «новый облик» подземки. Поезда, окна вагонов, стены станций — буквально все размазано кошмарными кривыми надписями и рисунками самых невыносимых цветов. Такое впечатление, что здесь поработали кистями и красками вырвавшиеся на волю обитатели сумасшедшего дома, которые пытались изобразить на вагонах и стенах метро (как, впрочем, и на стенах домов по всему городу) свои бредовые видения. Сия пачкотня получила название «графитти». Это последний штрих



той кошмарной картины, которую являет собой ньюйоркская подземка. И странное дело: «графитти» уже воспринимается ньюйоркцами как привычная черта их быта; похоже, со временем люди привыкают и к обстановке сумасшедшего дома. Находятся даже защитники этого вандализма, которые превозносят его как «свободное выражение» в сфере искусства. Дико представить себе московское метро, «украшенное» подобными шедеврами «свободного творчества»! Вдобавок ко всему вагоны подземки пестрят красноречивыми объявлениями. Одно объявление призывает пассажиров звонить по прямому проводу антинаркотической службы, если они нуждаются в помощи, чтобы избавиться от наркомании. Другое хвастливо обещает открыть читателю секрет двадцати пяти способов получить жалованье выпускника колледжа, не тратясь на четырехлетнее обучение (которое стоит от 12 до 16 тысяч долларов). Выйдя из вагона, обращаю внимание на листовку, приклеенную к столбу. Это призыв организовать гражданское движение по борьбе с изнасилованиями. Полиция не пользуется доверием людей, каждому известно, что там царят коррупция и расизм.

...Сан-Франциско принадлежит к числу немногих американских городов, где имеется метро. Метро в Сан-Франциско новое, и здесь нет той гнетущей атмосферы упадка, которая превращает в ад подземку Нью-Йорка. Впрочем, не так уж давно новым было и ньюйоркское метро. Однако каким бы современным и привлекательным ни было метро Сан-Франциско, его работа могла бы послужить идеальным материалом для создания комедии ошибок, если бы не угрожа-

ла ежедневно обернуться трагедией. Несчастные случаи, приводящие людей к тяжелым увечьям, иной раз к гибели, не говоря уж о частых задержках, происходят здесь с таким постоянством, что метро стало мишенью для горьких шуток и предметом ведущегося сейчас специального расследования. Москвичам будет трудно поверить, что современное метро, оборудованное новейшими автоматическими приборами и приспособлениями и управляемое с помощью системы электронно-вычислительных машин (и притом где — в Соединенных Штатах, которые славятся умением четко наладить работу и усовершенствованными компьютерами), может оказаться таким ненадежным и небезопасным средством транспорта. Автоматические двери вагонов метро, неожиданно открывающиеся в момент, когда они должны быть закрыты, представляют такую опасность, что инженеры рекомендуют соорудить проволочные предохранительные ограждения для спасения жизни пассажиров, которые могут выпасть из открывшейся по ошибке двери вагона на высоких надземных станциях (иногда высота достигает 930 футов, так что падение грозит увечьем или смертью). Прерыватели электрического тока — автоматические выключатели — вдруг сами по себе воспламеняются. А ведь их устанавливали специально для того, чтобы предохранить от воспламенения электросистему. Из 386 вагонов метро 186 в настоящее время не используются — из-за поломок или же находятся в ремонте. Зато, как и во всех видах общественного транспорта повсеместно в США, плата за поездку на короткое расстояние в ближайшие окрестности Сан-Франциско (стоимость аналогичных поездок в московском метро — 5 копеек) поднялась с 1 марта сего года с 60 центов до 1 доллара. Минимальная стоимость проезда, возрастающая по зонам, составляет 25 центов.

И вот какая идея пришла мне в голову. Почему бы не избрать в качестве одного из практических проектов, которые будут осуществляться США и СССР в сотрудничестве друг с другом, разработку методов наиболее эффективной и, разумеется, наиболее экономной эксплуатации метро? Не только санфранцискцы, но и нью-йоркцы приветствовали бы такое сотрудничество. Ни одна страна в мире не накопила такого опыта, умения и знаний в этой области, как Советский Союз.

## В НОМЕРЕ:

<b>Г. Лебедев.</b> Рубежи десятой пятилетки . . . . .	1
<b>Г. Федоров, А. Туманов.</b> Показатели роста эффективности . . . . .	5
<b>А. Гецкин.</b> Новые конструктивные решения наземных вестибюлей метро в Ленинграде . . . . .	9
<b>С. Зукакянц.</b> Совершенствование способа замораживания грунтов . . . . .	10
<b>Ф. Большанин, И. Сахиниди.</b> Тоннели БАМа . . . . .	13
Планы научных лабораторий . . . . .	15
<b>В. Самойлов, Ю. Кошелев.</b> О создании универсальных проходческих щитов и агрегатов . . . . .	16
<b>Р. Челидзе, И. Мачавариани, А. Любченко.</b> Сооружена односводчатая станция глубокого заложения . . . . .	20
<b>М. Прудовский, В. Цынков.</b> Формы для изготовления блоков обделки кругового очертания . . . . .	22
<b>В. Гофман, Ф. Гусев, А. Князев.</b> Для четкого и оперативного регулирования движением . . . . .	24
О книге «Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов» . . . . .	25
<b>М. Лебедев, Л. Данилова.</b> Преимущества и недостатки некоторых эксплуатационных систем метро . . . . .	26
<b>А. Бакулин, Н. Ляскина.</b> Метрополитен Парижа . . . . .	27
Нью-Йоркское метро — обиталище страха . . . . .	32

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО** (редактор), **А. С. БАКУЛИН**, **П. А. ВАСЮКОВ**, **С. Н. ВЛАСОВ**, **А. Ф. ДЕНИЩЕНКО**, **В. М. КАПУСТИН**, **Ю. А. КОШЕЛЕВ**, **А. С. ЛУГОВЦОВ**, **В. Л. МАКОВСКИЙ**, **Б. П. ПАЧУЛИЯ**, **С. А. ПОНОМАРЕНКО**, **В. И. РАЗМЕРОВ**, **П. А. РУСАКОВ**, **А. И. СЕМЕНОВ**, **В. В. ЯКОБС**, **И. М. ЯКОБСОН**

Издательство «Московская правда»

Адрес редакции: Москва 103012, ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11, тел. 228-16-71.

Технический редактор **А. Милюевский**.

Л 64790 Сдано в набор 20 I—76 г. Подписано к печати 20 II—76 г.  
Объем 4 п. л. Тир. 4800 Бумага тифдручная 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Зак. 240 Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»