

МЕТРОСТРОЙ



7 · 1975

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

№ 7

«МЕТРОСТРОЙ»

1975 г.

Издание
Московского
метростроя
и издательства
«Московская правда»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО (редактор), А. С. БАКУЛИН, Г. А. БРАТЧУН, П. А. ВАСЮКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, Б. П. ВОРОНОВ, 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:
ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11,
тел. 228-16-71.

Фото А. Вагина, А. Праведнова и П. Пузанова

Технический редактор А. Милюевский.

Л—116905

Сдано в набор 22/IX—75 г.

Подписано к печати 29/X-75 г.

Объем 4 п. л.

Тир. 4000

Бумага тифдручная 60×90¹/₈.

Зак. 3529

Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

В НОМЕРЕ:

- Метростроевцы и тоннельщики обсуждают основные направления технического прогресса. 1
- А. Чупин.** На строительстве метро в Ташкенте. 14
- А. Ададуров, П. Васюков, В. Сидорцев, Б. Пржедецкий, Х. Абрамсон, Э. Сандуковский.** Опыт проходки ствола в тиксотропной рубашке 15
- В. Аверкиев.** Курсом технического прогресса. 17
- О. Федоров.** Автоматизированная система управления на Ленметрополитене. 22
- А. Горбенков.** В предсъездовском социалистическом соревновании. 24
- К. Фролов.** Миллионы подземных километров. 24
- В. Червяков.** Формы творческого сотрудничества коллективов эксплуатационников. 25
- Ю. Козлов.** Отодвинуть «порог» утомляемости. 26
- А. Роцупкин.** Полимерная покрывка для контактного рельса. 26
- Об основных итогах работы наших метрополитенов. 27
- В. Самойлов, Н. Корженкова.** Сооружение обделки тоннеля в песчаном грунте способом расплавления. 28
- Горизонты научно-технического сотрудничества. 29
- М. Шур.** Сила отдачи. 30

МЕТРОСТРОЕВЦЫ И ТОННЕЛЬЩИКИ ОБСУЖДАЮТ ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Научно-технический совет Министерства транспортного строительства на расширенном заседании секции строительства тоннелей и метрополитенов рассмотрел основные направления технического прогресса в метро- и тоннелестроении, разработанные Главтоннельметростроем, ЦНИИСом и Метрогипротрансом.

В заседании принял участие первый заместитель министра транспортного строительства председатель научно-технического совета Н. И. Литвин.

В своем выступлении он отметил значительные достижения в развитии техники строительства подземных сооружений в нашей стране, особенно за последние годы. Высокие эксплуатационные качества метрополитенов в Москве, Ленинграде, Киеве, Тбилиси, Баку, Харькове получили мировое признание. Советские специалисты оказывают техническую помощь в строительстве метрополитенов за рубежом.

Однако главное внимание Н. И. Литвин уделил анализу имеющихся недостатков в работе научно-исследовательских, проектных и строительных организаций Минтрансстроя и сформулировал основные задачи, которые должны решить тоннельщики для успешного выполнения возрастающих объемов работ в десятой пятилетке, дальнейшего улучшения качества сооружений и повышения эффективности капиталовложений, особенно в связи со строительством крупнейших железнодорожных тоннелей на БАМе.

Выразив уверенность в том, что расширенное заседание секции является генеральным смотром современного состояния науки и техники в наиболее сложной отрасли транспортного строительства и перспектив дальнейшего развития, Н. И. Литвин пожелал его участникам плодотворной работы.

Итоги развития метро- и тоннелестроения за прошедшее пятилетие подвел главный инженер Главтоннельметростроя С. Н. Власов.

Докладчик наметил основные направления дальнейшего совершенствования технологий проходческих работ.

В предстоящий период предполагается построить более 90 км тоннелей метрополитенов. Это на 20—25% больше, чем в прошлом. Будет развиваться сеть новых линий метро в Москве, Ленинграде, Киеве, Тбилиси, Баку, Харькове. Войдет в строй действующих седьмой метрополитен страны — в Ташкенте, начнется возведение скоростных подземных магистралей в Минске и Горьком.

Значительные объемы работ предстоит выполнить организациям Главтоннельметростроя по сооружению горных транспортных тоннелей, прежде всего на строительстве Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, в Закавказье и других районах страны. Общая протяженность горных тоннелей различного назначения составит 50 км, что почти вдвое превышает соответствующий нынешний показатель.

Претворение в жизнь намеченной программы С. Н. Власов рассматривает в свете достигнутых итогов развития тоннельного строительства в нашей стране, выдвигаемых сегодня первоочередных экономических задач.

Общий объем строительно-монтажных работ, выполняемых своими силами в системе Главтоннельметростроя, в текущем пятилетии (1971—1975 гг.) составит более 1135 млн. рублей и возрастет по сравнению с 1966—1970 гг. на 20%. В строительстве метрополитенов этот объем соответственно возрастает на 44% (с 435 млн. рублей в 1966—1970 гг. до 628 млн. рублей в 1971—1975 гг.).

До начала 1976 г. будет введено в эксплуатацию 68,4 км линий метрополитенов. Общая протяженность их к этому времени составит 294 км со 161 станцией.

Если сравнить ввод в действие линий метрополитена по годам, то в период 1959—1965 гг. в среднем ежегодно строилось 10,1 км, в 1966—1970 гг. — 12,3 км, в 1971—1975 гг. — 13,7 км; в ближайшем будущем запланировано по 18 километров.

Объем ввода в действие горных тоннелей за период 1960—1965 гг. составил 32,6 км, или в среднем 6,5 км в год, тогда как в текущей пятилетке этот показатель был предусмотрен в количестве 23,8 км, или в среднем 2,76 км ежегодно.

В последующем в связи со строительством Байкало-Амурской магистрали объем сооружения горных тоннелей возрастет и составит примерно 50 км.

Вследствие проведения ряда организационно-технических мероприятий коллективы Главтоннельметростроя в течение 1971—1975 гг. систематически выполняли установленные планы строительно-монтажных работ и план по вводу в действие подземных сооружений.

Ожидаемый рост производительности труда за это пятилетие составит 22% (в то время как за предыдущее — около 17%). Среднегодовой темп роста производительности труда в девятом пятилетии выражен в 4,4%, а в восьмом — 3,4%.

Экономия трудозатрат в целом по Главку за 1971—1975 гг. составила 541 тыс. чел.-дней, что выше, чем в 1966—1970 гг., на 15%.

Современное состояние техники метро- и тоннелестроения может оцениваться в свете решения основных вопросов совершенствования тоннельных конструкций, методов строительства и применяемых при этом машин, средств механизации и технологических процессов.

За последние годы в отечественном метростроении и тоннелестроении произошли не только количественные, но и качественные изменения. Создан и внедряется ряд новых технических решений, позволивших снизить трудоемкость и стоимость работ, уменьшить металлоемкость конструкций, повысить эффективность строительства. К таким решениям нужно отнести следующие:

В области конструкций перегонных тоннелей и станций метрополитенов — железобетонные обделки, обжимаемые в породу; цельносекционные обделки; облегченные обделки из чугунных тюбингов; плоский лоток; колонные станции из чугунных тюбингов с клинчатыми перемычками и конструкции из железобетонных тюбингов с металлическими колоннами; одноводчатые станции глубокого и мелкого заложения. В результате уровень сборности в строительстве метрополитенов составил 0,7—0,8.

В области новых машин и механизмов — создание механизированных комплексов для сооружения тоннелей метрополитенов внешним диаметром 5,5—5,6 м; разработка систем для бесщитовой проходки перегонных и станционных тоннелей; применение кранов ККТС-20 для строительства станций открытого способа, позволившее укрупнить элементы монтируемых конструкций.

В области производственных процессов — создание технологии возведения тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой; сооружение тоннелей с обделками, обжимаемыми в породу; широкое применение проходки тоннелей на полное сечение с помощью механизированных опалубок и новых погрузочных средств; безмастичный способ гидроизоляции подземных сооружений с использованием гидростеклоизола и другие.

Значительно увеличился парк тоннельных машин и механизмов, бурового оборудования, подъемно-транспортных и общестроительных машин, автомобильного транспорта.

Механовооруженность строительства по сравнению с 1965 г. повысилась на 28%; механовооруженность труда рабочих на 23%; электровооруженность на 26%.

Затраты труда на 1 млн. рублей строительно-монтажных работ снизились в 1975 г. по сравнению с 1965 г. на 36% и составляют сейчас 23 700 чел.-дней.

Тем не менее на стройках еще недостаточно эффективно используется горнопроходческое оборудование и механизмы.

Продолжают оставаться значительными простои в работе по различным организационно-техническим причинам. Эти простои, по данным Московской НИС Оргтрансстроя и обследования ЦНИИСа, составляют от 8 до 14% рабочего времени. Случаются перебои в материально-техническом снабжении.

Слабо внедряются прогрессивные формы оплаты труда и метод бригадного подряда.

Технический уровень строительства горных железнодорожных, автодорожных и гидротехнических тоннелей пока еще ниже, чем уровень метростроения. Это вызывается недостаточным проведением инженерно-геологических изысканий, длительным сроком и низким организационным уровнем выполнения подготовительных работ (отсутствии инвентарных временных производственных зданий, компрессоров, электростанций, душ-комбинатов и др.); неудовлетворительным обеспечением строительства

тоннелей горнопроходческим оборудованием; отсутствием специальной организации, которая занималась бы разработкой и совершенствованием проектирования производства работ и временных сооружений.

Объем строительно-монтажных работ, выполняемых организациями Главтоннельметростроя, возрастет в ближайшем будущем на 18—20% и превысит 1,5 млрд. рублей.

В результате внедрения новой техники среднегодовая экономия трудозатрат составит 350 тыс. чел.-дн. Механовооруженность труда увеличится на 20% и достигнет 360 тыс. рублей на одного рабочего. Электровооруженность повысится на 15% и составит 1,5 квт-ч на 1 рубль.

Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев назвал грядущую пятилетку пятилеткой качества создаваемых материальных ценностей и пятилеткой эффективности производства.

Решение этих важнейших государственных задач в области метро- и тоннелестроения должно идти по пути повышения уровня индустриализации, надежности и долговечности подземных сооружений, снижения стоимости и трудоемкости их возведения.

— Главнейшей нашей задачей, — сказал С. Н. Власов, — является резкое повышение темпов проходки тоннелей как главного условия сокращения сроков строительства. С этой целью предусматривается дальнейшее оснащение строек производительным проходческим оборудованием.

В скором времени промышленностью будут выпущены следующие механизированные комплексы для проходки тоннелей метрополитенов:

КТ-3-5,6 — для устойчивых пород крепостью от 50 до 120 кг/см² под сборную обделку. Изготовитель — Ясиноватский завод Минтяжмаша — 7 шт.;

ММЦ-1 для крепких устойчивых пород крепостью от 800 кг/см² с монолитно-прессованной обделкой. Изготовитель — Ясиноватский завод Минтяжмаша — 3 шт.;

ЦМР-1 — для устойчивых пород крепостью от 20 до 400 кг/см² под сборную обделку. Изготовитель — ММЗ Главтоннельметростроя — 6 шт.;

ЦМ-17 — для песков естественной влажности под сборную обделку. Изготовитель — ММЗ Главтоннельметростроя — 2 шт.;

ТЦБ-5,9 — для песков естественной влажности под монолитно-прессованную обделку. Изготовитель — Ясиноватский завод Минтяжмаша — 7 штук.

Применение этих механизированных комплексов позволит снизить стоимость строительства на 10—15% и трудозатраты на каждый километр тоннеля на 30—35%.

Предусматривается построить в Ленинграде, Москве, Киеве, Ташкенте более 10 км тоннелей с обделкой, обжимаемой в породу с использованием механизированных комплексов КТ-3-5,6 и ЦМР. Снижение трудозатрат на 1 км при этом составит 1650 чел.-дней.

Значительно расширится применение технологии работ по строительству тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой механизированными комплексами ТЦБ-7 и ММЦ-ТЦБ-3. В Москве, Минске и Горьком будет проложено более 10 км. Снижение трудозатрат на 1 км — 5200 чел.-дней.

Предусматривается построить 8 км тоннелей открытым способом в котлованах с использованием цельносекционной обделки с оклеечной гидроизоляцией заводской готовности — в Москве, Тбилиси, Харькове и Ташкенте. Снижение затрат на каждый километр тоннеля — 5,97 тыс. чел.-дней.

В области строительства горных тоннелей, отметил докладчик, представляется необходимым разработать несколько типовых технологических схем применительно к различным инженерно-геологическим условиям. Для каждой схемы должны быть определены типы временного и постоянного креплений, используемых механизмов, средств транспорта и другого оборудования, с учетом новейшего отечественного и зарубежного опыта.

В зависимости от технологических схем при проходке горных тоннелей буровзрывным способом следует расширить применение лучших образцов отечественного и зарубежного проходческого оборудования (самоходные бурильные установки типа БУ, породопогрузочные машины ПНБ, буровые рамы БГА с высокопроизводительными бурильными машинами, комбайны, самоходные самонагружающиеся вагоны и малогабаритные подземные автосамосвалы с высокой степенью очистки выхлопных газов, высокопроизводительные бетоноукладочные комплексы, приспособления и оборудование для механизации вспомогательных работ).

Запланировано широкое применение прогрессивных методов проведения буровзрывных работ: гладкого контурного взрывания, гидрозабойки шпуров, новых ВВ и СВ. Вначале они будут опробованы на строительстве тоннелей в Армении, а затем на БАМе. Снижение затрат при проведении предлагаемых мер составит 1000 чел.-дн. на километр трассы.

При проходке зон тектонических разломов и геологических нарушений необходимо шире использовать специальные методы работ — цементацию и химическое укрепление неустойчивых пород;

разработать и создать в ближайшее время специальные щиты, позволяющие осуществлять высокими темпами проходку таких участков на полное сечение.

Следует начать широкое применение сборно-разборных временных зданий производственного назначения, разработанных Гипропромтрансстроем, а также инвентарных бетоно-смесительных узлов. Экономия — 1500 чел.-дн. на один объект.

Далее С. Н. Власов переходит к рассмотрению организационных мер, направленных на повышение производительности труда и сокращение трудовых затрат в строительстве.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЕТРО- И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

С целью показа, чего можно добиться при хорошей организации труда, необходимо проводить систематическую работу по созданию в управлениях участков показательного скоростного строительства. Показательные участки должны стать школой передового опыта, пионерами резкого повышения темпов проходки тоннелей.

Самое пристальное внимание должно быть уделено бригадному подряду. Внедрение этого метода в строительных организациях Главка должно стать важнейшим рычагом повышения эффективности производства.

Технологическая карта, подчеркивает докладчик, должна стать основным рабочим документом на участке, в смене, бригаде.

Главтоннельмострою совместно с управлениями строительства и Главстроймеханизацией необходимо обеспечить:

централизованное изготовление и поставку запасных частей и породо-разрушающего инструмента для горнопроходческого оборудования;

специализацию и комплектность изготовления нестандартизированного оборудования и изделий для строительства тоннелей и метрополитенов на заводах Главтоннельмостроя и Главстроймеханизации;

высококвалифицированную эксплуатацию и ремонт горнопроходческого оборудования и строительных машин;

коренное улучшение использования имеющегося парка машин, механизмов и транспортных средств, а также выполнение капитального и среднего ремонта оборудования в сроки, установленные планом.

В результате проведения технических и организационных мероприятий в период 1976—1980 гг. намечается довести скорости проходки тоннелей до 90—120 м в месяц в зависимости от инженерно-геологических условий.

Об основных технических направлениях проектирования метрополитенов рассказал главный инженер Метрогипротранса **В. А. Алишаркин**:

— Широкая программа строительства метрополитенов в Москве, Ленинграде, Киеве, Баку, Харькове, Тбилиси, Ташкенте, Горьком, Минске, Новосибирске, Свердловске и Куйбышеве, намечаемая на десятилетку, требует от проектировщиков разработки прогрессивных технических решений, направленных на улучшение качества обслуживания пассажиров.

Прогресс в проектировании метрополитенов, отметил докладчик, может быть достигнут не только путем создания новых конструкций, машин, механизмов и технологических процессов, но и за счет освоения богатого арсенала разработанных ранее прогрессивных решений.

Необходимо отметить появление нового важного направления в строительстве метрополитенов по обеспечению охраны окружающей среды и главным образом снижению уровней

шума и вибрации в жилых зданиях близ линий мелкого заложения.

В области совершенствования архитектурно-планировочных решений и строительных конструкций предполагается шире внедрять новые типы односводчатых и колонных станций глубокого и мелкого заложения при укрупнении элементов, унификации и повышении степени сборности конструкций.

На линиях Московского, Харьковского и Ташкентского метрополитенов построен ряд односводчатых станций мелкого заложения, в Ленинграде сооружена ст. «Площадь Мужества» и возведена ст. «Политехническая» глубокого заложения. Целесообразно и в дальнейшем совершенствовать конструкции односводчатых станций и расширять диапазон их применения.

Ленметропроектом разработана и внедряется на строительстве конструкции колонной станции глубокого заложения из сборного железобетона со стальными колоннами и ригелями. Это дало возможность сократить расход металла на тысячу тонн и снизить стоимость на 0,5 млн. руб. на станцию.

На Московском мострою успешно освоена новая конструкция колонных станций с клинчатыми перемычками. В таком исполнении построены «Площадь Ногина», «Пушкинская» и «Кузнецкий мост». В целях сокращения расхода дефицитных фасонных тюбингов для перемычек на Калининском радиусе намечено строительство станций, в которых нижние элементы заменяются обычными тюбингами.

Ленметропроектом совместно с Ленмостроем и ЛенЗНИИЭП разработаны конструкции крупноразмерных элементов с офактуренной поверхностью армоцементных зонтов, освоено их изготовление и начато внедрение на станциях Ленинградского метрополитена.

Широкое применение новых конструкций позволит существенно снизить трудозатраты на монтаж и эксплуатацию, поэтому представляется целесообразным с участием ЛенЗНИИЭП освоить и на Московском мострою выпуск армоцементных зонтов и предусмотреть их внедрение на новых станциях.

С целью снижения расхода чугуна необходимо освоить выпуск и внедрить конструкции сборных обделок тоннелей и станций из железобетонных блоков с гидроизолирующими экранами. Плоские лотковые железобетонные блоки с гидроизолирующими чугунными плитами применялись при сооружении станций «Пушкинская» и «Кузнецкий мост» ЖКД и перегонных тоннелей II участка Краснопресненского радиуса. Намечено использование этих блоков при строительстве продолжения Рижского, Калининского радиусов. Важно распространить разработанное конструктивное решение на другие элементы обделки и внедрить его в проектах новых линий метрополитена.

С целью снижения расхода чугуна целесообразно, по мнению докладчика, применять на опытном участке Рижского радиуса Московского метрополитена сборные обделки тонне-

лей из железобетона на натягающем цементе. После проведения опытных работ эти обделки могут быть рекомендованы для широкого использования.

В 1976 г. ЦНИИТМАШ и ЦНИИчермет будет изготовлена опытная партия тюбингов из высокопрочного чугуна для тоннелей Ø5,5 м. После освоения промышленного выпуска таких тюбингов появится возможность сократить расход чугуна на одну станцию на 3—4 тыс. тонн и на километр перегонного тоннеля на 1,2—1,4 тыс. тонн.

В области совершенствования способов сооружения тоннельных конструкций докладчик выделяет хорошо зарекомендовавший себя метод «стена в грунте».

После проведения опытных работ на Рижском радиусе Московского метрополитена по подбору и внедрению комплексов машин для строительства тоннелей и станций способом «стена в грунте» предполагается распространить его на сооружение новых линий. Это позволит снизить расход металла на 1—1,5 тыс. тонн и трудозатраты на 4 тыс. чел.-дней на 1 км тоннеля.

Для внедрения односводчатых станций глубокого заложения в скальных породах средней крепости, например, в условиях Москвы, необходимо разработать механизм разрушения пород в забое, а для условий Ленинграда освоить созданный механизм. Сооружение односводчатой станции с помощью таких механизмов снизит трудозатраты на 7500 чел.-дней.

В области совершенствования постоянных устройств метрополитенов с целью повышения их эксплуатационных показателей намечается применение новых конструкций пути и контактного рельса, облегченного типа эскалаторов, широкое внедрение автоматики и телеуправления в устройствах и установках электроснабжения, вентиляции и сантехники, разработка и внедрение на опытных участках оборудования рекуперации энергии электрической тяги и устройств бесстыковых рельсовых цепей.

На Калининском радиусе Московского метрополитена предусматриваются два опытных участка длиной по 200 м с устройством рельсов Р65 и пружинного скрепления типа «Краб». Внедрение утяжеленного пути с упругими прокладками и пружинным скреплением снизит стоимость, трудозатраты и расход материалов при эксплуатации.

Надежность тяговой сети и безопасность эксплуатации позволят повысить использование нового типа крепления контактного рельса и конструкции защитного короба, предусматриваемых на Рижском и последующих радиусах метрополитена.

Применение новых эскалаторов типа ЭТ с автоматизированной системой управления, начало серийного выпуска которых намечено в 1977—1978 гг., даст возможность уменьшить численность обслуживающего персонала и повысить надежность эксплуатации.

Московским метрополитеном, МИИТом и Метрогипротрансом намечено проведение научно-исследовательских, проектно-конструкторских работ и испытание опытных установок рекуперации энергии электрической тяги на одной из подстанций действующей линии. Внедрение рекуперации может снизить расход электроэнергии на тягу на 15—20%.

Метрогипротранс совместно с ЦНИИ МПС и КБ ЦЦ МПС ведет разработку конструкций бесстыковых рельсовых цепей в устройствах СЦБ с целью повышения надежности эксплуатации, снижения шума и вибрации, уменьшения трудозатрат и расхода материалов, электроэнергии и оборудования. Разрабатываются проекты виброзащитных устройств, утяжеленных конструкций обделок, элементов нижнего строения пути, устанавливаемых на резиновых прокладках и другое.

В направлении снижения уровней шума и вибрации сейчас проводятся опытные работы на Краснопресненском радиусе, предусмотрены экспериментальные участки на Рижском радиусе. На Мытищинском машиностроительном заводе конструкторы работают над улучшением виброакустических характеристик вагона метрополитена.

В области охраны труда и противопожарных мероприятий предусматривается применение типовых конструкций временных зданий и сооружений на площадках строительства метрополитенов. Типовые проекты разрабатывает институт Гипропромтрансстрой.

Служебные помещения станций новых линий оснащаются установками кондиционирования. Во всех конструкциях сооружений метрополитена предусмотрены негорюемые материалы. Намечена разработка, опытная проверка и затем применение системы автоматической пожарной сигнализации в служебных помещениях всех станций, подстанций, коллекторах и машинных помещениях эскалаторов. К выполнению этой работы привлекаются специализированные организации.

На проблемах проектирования тоннелей БАМа остановился в своем выступлении главный инженер проекта Ленметропроекта **Ф. Г. Большанин**. Он дал характеристику выполненным коллективом технических проектов уникаль-

ных тоннелей на Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

Байкальский тоннель протяженностью 6,7 км расположен на участке Усть-Кут — Нижне-Ангарск. Он относится к разряду перевальных и проходит диагонально под Даванским перевалом Байкальского хребта, пересекая границу Иркутской области и Бурятской АССР.

От Нижне-Ангарска — пройдет Северо-Муйский тоннель протяженностью 15,3 км. Он пересечет центральную часть одноименного хребта.

Районы строительства расположены в местности с труднодоступным рельефом, при значительной удаленности от транспортной сети страны, производственных баз, источников электроснабжения. Сейсмичность — 8 баллов.

Тоннели запроектированы в виде двух раздельных однопутных тоннелей. Между сооружениями на всю длину предусмотрены разведочно-дренажные штольни, используемые при производстве работ и на период эксплуатации как служебные и водоотводные тоннели.

До начала разворота основных горнопроходческих работ предстоит разрешить основные проблемы, которые возникнут в процессе проектирования, строительства и эксплуатации. Это:

разработка рациональных технологических схем проходки тоннелей и стволов с применением прогрессивного производственного проходческого оборудования с целью повышения скоростей строительства;

создание эффективных временных и постоянных конструкций тоннелей обделок и способов их возведения с учетом сейсмического воздействия горного давления сил морозного пучения и знакопеременных температур. Составление технологических схем по укладке бетона с учетом суровых климатических условий, больших водопритоков, в том числе из термальных источников;

разработка проектов и технологии укрепления неустойчивых водонасыщенных пород в условиях проходки тоннелей;

создание рациональных схем вентиляции при эксплуатации протяженных тоннелей, эффективных способов осушения тоннелей, конструкций дренажных сооружений, гидроизоляции и отопления лотков. Составление принципиально новых схем пожарной безопасности при эксплуатации тоннелей;

разработка конструкции верхнего строения пути на монолитном бетонном основании с центральным дренажным лотком;

решение вопросов, связанных с режимом содержания водоотводных устройств, борьба с наледями и др.

Опыта проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожных тоннелей большой протяженности в сложных инженерно-геологических, суровых климатических и сейсмических условиях в нашей стране нет. Поэтому можно предположить, что именно тоннели будут лимитировать сроки пуска в эксплуатацию всей магистрали.

С программой научных исследований в области

метро- и тоннелестроения

ознакомил собравшихся руководитель отделения тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа **В. П. Самойлов**:

— Научно-исследовательские работы института проводятся по двум основным направлениям:

создание более совершенных конструкций и методов строительства метрополитенов;

совершенствование и внедрение эффективных методов проходки транспортных тоннелей.

Среди стоящих на повестке дня вопросов — разработка производственно-технологических требований к элементам технологии и оборудованию, обеспечивающим скоростное строительство тоннелей, в первую очередь, на специально организованных участках с однородными грунтами.

На основе системного анализа и исследования вопросов взаимодействия головных частей тоннелепроходческих агрегатов с грунтами намечается разработать и испытать конструкцию усовершенствованного щита, способного вести механизированную скоростную проходку в условиях однородного и смешанного забоя, сложного несвязными и связными грунтами, а также породами с пределом прочности на сжатие 300 кг/см². Подготовительным этапом этой работы является модернизация проходческого щита КТ-5,6, изготавливаемого Ясиноватским машиностроительным заводом.

Коллектив приступил к работам по решению проблемы надежности и долговечности тоннельных сооружений. С этой целью, сообщает докладчик, предусмотрено наладить систематические исследования поведения конструкций в процессе эксплуатации для выявления причин резкого снижения долговечности на одних участках и чрезмерного завышения начальной надежности на других.

Намечается возобновить и значительно расширить работы по созданию автоматизированных систем управления технологическим процессом проходки перегонных тоннелей метрополитенов (с разработкой средств автоматизации управления рабочим органом щита, движением щита, устройствами монтажа обделки, конвейерным транспортом, средствами откатки и устройствами шахтного ствола, а также пункта системы дистанционного управления технологическими операциями).

Значительное внимание будет уделено вопросам исследования технологии специальных растворов и созданию эффективного оборудования. Совместно с НИИОСПом намечается провести исследования, направленные на создание водопонизлительных средств, смонтированных непосредственно на проходческом щите.

Учитывая успешный опыт применения жидкого азота для быстрого замораживания пльвунных грунтов на строительстве Ленинградского метрополитена, в 1976 году будут начаты исследования способа низкотемпера-

турного замораживания для проходки шахтных стволов.

Разработку методов и технологических механизированных комплексов для скоростного сооружения железнодорожных тоннелей большой протяженности намечается выполнить в первую очередь применительно к тоннелям Байкало-Амурской магистрали. В настоящее время на строительстве Меградзорского и Лысогорского железнодорожных тоннелей и автодорожного через мыс «Видный» уже начаты испытания четырех комплексов оборудования:

проходческого бурового агрегата ПБА-2, представляющего собой самоходную раму с шестью бурильными установками БУ-1, погрузочной машины ПНБ-3К и большегрузных вагонеток или автосамосвалов МОАЗ;

серийно выпускаемых проходческих комбайнов ПК-9р и тех же погрузочно-транспортных средств в сочетании с буровзрывным способом;

проходческих комбайнов со стреловыми исполнительными органами и экскаватора с ковшами активного действия.

Значительные исследования будут проведены по созданию щитового агрегата с выдвигными шандорами и комплексом оборудования для разработки и погрузки породы, предназначенного для проходки зон с нарушенными породами по трассе Байкальского и Северо-Муйского тоннелей. Для этих участков предлагаются варианты обделки, железобетонные блоки которой оснащены чугунными торцевыми элементами. Это позволит значительно снизить расход чугуна.

Будут продолжены исследования по созданию щитового агрегата с герметической призабойной камерой для проходки тоннелей в водоносных породах, а также с использованием опускных крупногабаритных секций тоннеля, строящегося на Канонерском острове в Ленинграде.

Для качественного проведения намеченных исследований необходимо реконструировать существующие и создать новые экспериментальные стенды института по разделу тоннелей и метрополитенов, в частности:

стенда для испытания элементов колонных станций; изучения обделок открытого способа работ; скоростного монтажа тоннельной обделки; проведения работ по созданию обделки из набрызг-бетона и испытания анкерного крепления; для физического моделирования статической работы тоннельных обделок; проведения ускоренных испытаний на долговечность; исследования фрагментов гидроизоляции тоннельных конструкций; искусственного замораживания грунтов при строительстве тоннелей; моделирования горного массива оптико-поляризационным методом, в том числе методом голографии.

О предложениях по совершенствованию оборудования и технологии проходки тоннелей в крепких породах сообщил старший научный сотрудник ЦНИИСа В. И. Разменов:

— Существующие скорости проходки — 40—50 м/месяц однопутного железнодорожного тоннеля в устойчивых крепких породах буровзрывным способом — совершенно недостаточны.

Причин этого, к сожалению, множество. Прежде всего несовершенна геологическая разведка: часто незнание достоверных условий работы и, как следствие, трудность выбора и подготовки необходимых машин и оборудования, методов работ.

Другая причина малых скоростей проходки тоннелей — слабая организация строительства: несоответствие одних видов машин другим, работающим в общем комплексе; начало основных процессов ведется без необходимой подготовки, без комплектного наличия оборудования и т. д.

Порядок производства работ должна разрабатывать проектная организация, ведущая основное проектирование, согласуя основные положения с непосредственными строителями.

Докладчик рассматривает далее целесообразные способы проходки и необходимость применения того или иного вида оборудования в зависимости от конкретных условий.

Для обуривания выработок высотой до 5,5 м вполне пригодна самоходная бурильная установка СБУ-2к. Автоподатчик длиной 4 м обеспечивает хорошую глубину шпуров.

Для выработок высотой более 5,5 м (7,5 м — автодорожные тоннели, до 9 м — железнодорожные) отечественная промышленность необходимых буровых установок не выпускает: СБУ-3 снята с производства; СБУ-4, созданная по нашим технологическим требованиям, дальше опытных экземпляров не пошла.

Буровые агрегаты, созданные по нашему заданию, ММЗ ГТМ — решение вынужденное, хотя и довольно удачное. БА-2 — самоходный, порталного типа, с шестью бурильными машинами, обеспечивает комплектное обуривание полного профиля однопутного железнодорожного тоннеля. Этот агрегат следует совершенствовать и дальше.

Правильно выбранный паспорт бурения — залог успеха. Заслуживает широкого применения метод гладкого взрывания.

При буровзрывном способе проходки высокая производительность погрузки и транспорта породы сокращает во времени проходческий цикл. Это во многом определяется выбором оборудования и видом внутритоннельного транспорта.

При безрельсовом транспорте достаточна по производительности (3 м³/мин) ПНБ-3к. Неограничен фронт ее погрузки, возможна доставка породы в автосамосвалы.

ПНБ-3к может быть использована и при рельсовом транспорте в тоннеле, но для этого в призабойной зоне необходимы настилы, защищающие стальные пути от гусениц ПНБ-3к.

Высокопроизводительных машин колесного типа отечественная промышленность еще не выпускает. ППМ-4М малопродуктивны. Из зарубежных колесных машин следует отметить Конвей-100, которая ис-

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЕТРО- И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

пользовалась на проходке тоннеля в Кировске.

В последнее время за рубежом на проходке тоннелей применяются мощные породопогрузочные машины на гусеничном и пневмоходу с ковшами емкостью 4—5 м³ с боковой разгрузкой в вагонетки вместимостью 20—40 м³ (в отдельных случаях — 90 м³). Отечественная промышленность освоила выпуск породопогрузочной машины на пневмоходу с ковшом емкостью 2,5 м³.

Внутритоннельный транспорт пока резко отстает по производительности: применяются маломощные электровозы 7КР-10КР и вагонетки емкостью 1,5—2,1 м³. Вместимость вагонеток, предлагает В. И. Разменов, нужно довести до 3—4 м³, увеличить длину составов, а основными электровозами считать 14КР—20КР. Следует внедрять саморазгружающиеся вагоны с донным конвейером ВПК-7 и ВПК-10. В связи с этим необходимо решить проблемы разгрузки, отвалов и т. д.

Перспективным следует считать рудничный автопоезд МОАЗ.

Область применения безрельсового транспорта в тоннелях ограничена.

Проходка и бетонирование тоннеля могут выполняться параллельно и последовательно. При последовательном производстве работ проще организация, можно применять более мощное и производительное оборудование, но в породах, подверженных вывалам и требующих временного крепления, последовательное проведение работ нецелесообразно. При бетонировании обычно применяются два типа инвентарных опалубок — шарнирно-складывающаяся и сборно-разборная из коробчатых элементов.

Для нагнетания бетона используют пневматические установки. ПН-0,5, ПН-0,7 и бетоноукладчик ПБУ-5. Целесообразно создать такие установки больших объемов.

Доставка бетона к месту укладки при безрельсовом транспорте в тоннеле производится автосамосвалами, укладка — ПБУ-5, при рельсовом — колесными пневмонагнетателями.

Докладчик уделит значительное внимание вопросам проходки тоннелей механизированными щитами и проходческими машинами.

Нашими конструкторами созданы механизированные щиты для разработки забоя в породах крепостью до 350 кг/см². Испытывается механизированный щит диаметром 5,7 м, предназначенный для разработки тоннелей

забоев в породах крепостью до 800 кг/см².

Предполагается приобретение проходческой машины диаметром 9 м для проходки однопутного железнодорожного тоннеля в породах крепостью до 2000 кг/см².

Учитывая значительные скорости проходки тоннелей щитами, предпочтительнее сборная обделка.

Следует отметить, что применение проходческой машины требует высокого уровня подготовки и оснащения участка (достаточно назвать только мощность привода — 1500 л. с.), высокой культуры обслуживающего персонала, четкого технического снабжения, хорошо организованного ремонта. Только при этих условиях могут быть обеспечены значительные скорости проходки и экономически оправдано применение проходческого агрегата.

Стоит обратить внимание на то, что и за рубежом проходческие машины больших диаметров (более 4 м) в крепких породах пока применяются лишь на 10—15% выработок, а остальные тоннели таких сечений производятся буровзрывным способом.

— Можно считать, сказал в заключение В. И. Размеров, — что сооружение тоннелей средних сечений (от 40 до 90 м²) в устойчивых крепких породах буровзрывным способом при обеспечении высокопроизводительной техникой, четкой слаженной работе, технической дисциплине и хорошо налаженном снабжении возможно вести со средними скоростями — от 120 до 140 пог. м в месяц.

Уменьшению материалоемкости конструкций тоннельных обделок метрополитена посвятил свое сообщение руководитель лаборатории ЦНИИСа **Л. С. Афондиков:**

— Если в области изготовления бетонных и железобетонных несущих конструкций метрополитена применяемые в СССР бетоны имеют хорошие технические характеристики, то чугун используется с худшими физико-механическими свойствами. Это, естественно, приводит к утяжелению чугунных обделок, — сказал докладчик.

Советские железобетонные обделки — одни из легчайших в мире и имеют высокие технические показатели.

Материалоемкость таких обделок уменьшилась с 9,4 м³ бетона (для обделок первой очереди Московского метрополитена) до 3,46 м³ и менее (унифицированная блочная, 5НСК-4 и др.). Несущая способность по трещинообразованию унифицированной блочной 40—48 т/м², ребристой 24—32 т/м². Это наиболее высокая величина предельных нагрузок по трещиностойкости.

Сборные чугунные обделки, широко используемые в СССР со второй очереди строительства Московского метрополитена, также меняли материалоемкость и с 9,47 т снизили ее до 4,8 т чугуна на 1 пог. м тоннеля.

Наши обделки более материалоемки по сравнению, например, с английскими. Основные причины этого — использование низкомарочных чугунов и несовершенная технология их отливки.

Новые конструкции чугунных обделок перегонных и глухих частей станционных тоннелей метрополитенов, разработанные ЦНИИСом и Метрогипротрансом, которые будут изготавливаться из модифицированного чугуна, обладают более высокими техническими показателями.

Следует реконструировать заводы «Лентрубит» и Московский механический и приспособить их к выпуску тюбингов, соответственно, из высокопрочного синтетического и модифицированного чугунов.

Нужно отказаться от полной унификации чугунных обделок. Целесообразно иметь два типа конструкций: для мелкого и глубокого заложения. Для условий пльвунов и слабоустойчивых пород — обделку со связями растяжения; для глубоких тоннелей — обделку с шарнирными стыками. При этом, не снижая несущей способности обделок, можно снизить ее материалоемкость до 2,8 т и сэкономить до 20% чугуна на каждый метр тоннеля.

Для станционных тоннелей метрополитена наиболее высокие технические показатели у односводчатой обжатой в породу станции («Площадь Мужества» в Ленинграде). Применение такой конструкции позволило исключить расход чугуна, примерно, на 7 тыс. тонн.

При переходе к строительству односводчатых станций с обделками, обжатыми в породу, экономия чугуна составит: по железобетонной конструкции — до 8 тыс. т; конструкции из высокопрочных чугунов СЧ40-60 и ВЧ50-2 — до 4 тыс. т. Стоймость и трудоемкость снизятся на 15—20%.

Широкое применение колонных станций с прогонами (в сочетании с высокопрочным чугуном) позволит создать облегченную конструкцию, которая сэкономит до 3,5 тыс. т чугуна на каждую станцию длиной 160 метров.

Исследование применения тоннельных обделок, обжимаемых в породу, и предложения по их широкому внедрению — тема сообщения начальника Московского метрополитена **Ю. А. Кошелева:**

— Широкое внедрение в строительство конструкций тоннельных обделок, обжатых в породу, — один из путей снижения стоимости и трудоемкости возведения подземных сооружений. Оно позволяет ускорить и упростить монтажные работы, устранить мокрые процессы по нагнетанию, улучшить статическую работу обделок и сократить осадки поверхности земли.

До настоящего времени в мире построено с обжатыми обделками свыше 20 тоннелей общей протяженностью более 60 км. Первый отечест-

венный опыт проходки тоннелей с обжатой обделкой и анализ зарубежного опыта показали, что уровень разработки вопросов конструирования и технологии сооружения таких тоннелей еще недостаточен для широкого внедрения нового метода в различных геологических и гидрогеологических условиях.

Поэтому в нашей стране проведены широкие комплексные исследования. В ЦНИИСе и ЛИИЖТе были получены данные о характере взаимодействия обжатой обделки с окружающей ее породой в различных геологических условиях, характеристики напряженно-деформативного состояния обделок при различных конструкциях распорных устройств с варьированием мест их расположения и величин усилий обжатия.

В задачи экспериментальных работ, проводившихся на опытных участках — в кембрийских глинах на строительстве Ленинградского метрополитена и в неустойчивых песчаных грунтах в Москве — входили: разработка технологических процессов сооружения тоннелей с обжатой обделкой, уточнение нагрузок на обжатую конструкцию и особенностей ее статической работы.

В Ленинграде опытный участок перегонного тоннеля сооружен между станциями «Елизаровская» и «Ломоносовская» в 1970 году. Тоннель располагался на большой глубине в плотных увлажненных кембрийских глинах, со значительной величиной горного давления. Общая протяженность участка 400 метров. Здесь исследовались две разновидности конструкции обделок: первая — из мелких блоков с обжатием гидромкратами на горизонтальном диаметре и фиксацией обжатия путем забивки стальных клиньев; вторая — из железобетонных тюбингов с разжатием на горизонтальном диаметре домкратами и фиксацией обжатия винтовыми распорными устройствами.

По результатам измерений, проведенных в течение длительного периода работы конструкции, было установлено различие характера нарастания нагрузок на кольца обжатой и необжатой обделок. Нагрузка на обжатые кольца нарастает значительно быстрее и по величине превышает нагрузку на необжатые кольца. Изгибающие моменты в обжатой конструкции значительно меньше.

Следовательно, можно утверждать, что рост нагрузки от горного давления на тоннели как с обжатой, так и с необжатой обделкой происходит в течение длительного времени. Существует различие в темпах нарастания нагрузки на обжатые и необжатые обделки в начальный период их работы. Быстрый рост нагрузки в обжатых обделках свидетельствует о немедленном включении их в совместную работу с породным массивом. Заметна тенденция к выравниванию нагрузки между отдельными кольцами, а также к уравниванию средних нагрузок на участках с обжатой и необжатой обделками.

В Москве опытный участок тоннеля с обделкой, разжатой в породу, сооружен на перегоне между станция-

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЕТРО- И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

ми «Октябрьское поле» и «Шукинская». Тоннель залегает на незначительной глубине от поверхности земли в неустойчивых песчаных грунтах. Для опытного участка была разработана обделка, базирующаяся на существующей конструкции сборной железобетонной унифицированной обделки $\varnothing 5,5$ м. Кольца обделки приняты без замкового элемента. Конструкция колец предусматривала два распорных стыка вблизи горизонтального диаметра, которые были выполнены в виде ряда блоков вкладышей и клиновых фиксаторов.

Сооружение опытного участка тоннелей осуществлено реконструированным проходческим щитом ЦМ-17 с технологическим комплексом КМ-19. Реконструкция включала устройство гибкой хвостовой части оболочки щита, монтаж специальных распорных устройств и центральной выдвижной балки в своде.

При разработке технологии возведения обжатых обделок в песках были приняты следующие принципиальные положения: максимальное приближение обделки к контуру выработки за счет уменьшения толщины хвостовой оболочки; обеспечение при разжатии обделки передачи значительных распорных усилий.

Результаты проведенных экспериментов показали улучшение условий взаимодействия конструкции и окружающего породного массива путем немедленного включения их в совместную работу: возможность возведения обжатых обделок в песчаных неустойчивых породах; возможность исключения первичного нагнетания и увеличения скорости сооружения тоннеля — при этом трудоемкость сооружения тоннелей снижается на 15—20%, а стоимость на 5—8%; возможность сборки кольца под защитой гибкой хвостовой оболочки и перехода на двухстадийное обжатие, причем начальное разжатие в пределах жесткой оболочки щита обеспечивается, когда усилие распорного домкрата составляет 15 т (усилие домкрата при вторичном — окончательном разжатии достигало 50 т); высокую несущую способность обделки в зоне распорного стыка, точность сборки колец, эллиптичность которых находилась в допустимых пределах.

Средние усилия перемещения щита составили 1300—1400 т и практически не отличались от усилий на участках с обычной обделкой. Средние величины осадок поверхности земли при проходке щитом ЦМ-17 с обычной обделкой не превышали 150—160 мм. При обделке, обжатой в породу, осадки поверхности уменьшались до 100 мм за счет устранения строительного зазора и уменьшения толщины оболочки.

Исходя из результатов исследований в стендовых и натурных условиях, докладчик рекомендует в качестве конструктивного решения для перегонных тоннелей метрополитена обделку из 7—10 блоков сплошного сечения, шириной 1 м, без связей в стыках.

При глубоком заложении тоннелей в устойчивых породах для создания наиболее благоприятных условий ста-

тической работы обделки достаточно ее прижатие к контуру выработки. Могут быть рекомендованы следующие величины сил разжатия унифицированной железобетонной обделки в зависимости от мест расположения распорных устройств: в замке 10—15 т, на уровне горизонтального диаметра 20—30 т, в лотке 40—50 тонн.

Величину усилий обжатия обделки для тоннелей мелкого заложения следует назначать из условия достижения равенства наружных диаметров обделки и щита. Это необходимо для предотвращения осадок поверхности.

Места расположения распорных устройств в кольце обделки зависят от требуемых усилий обжатия и технологии возведения. На глубоком заложении в устойчивых не обводненных породах целесообразно расположение распорных устройств в лотке обделки.

В обводненных породах, а также при мелком заложении тоннелей, где необходимы значительные распорные усилия, может быть рекомендовано разжатие на горизонтальном диаметре.

Сборка колец обжатой обделки в условиях ленинградских кембрийских глин должна производиться под защитой хвостовой оболочки щита, равной ширине кольца обделки.

Для сооружения тоннелей в неустойчивых песчаных породах с обжатой обделкой рекомендуется разработанная конструкция гибкой разрезной хвостовой оболочки и технология сборки и разжатия кольца под ее защитой.

Обжатие обделки следует производить гидравлическими домкратными распорными устройствами. Для создания больших усилий обжатия имеется новое конструктивное решение распорного устройства, обеспечивающее передачу усилий по оси обделки.

Наиболее эффективным средством фиксации усилий при обжатии гидродомкратами нужно считать винтовые устройства.

Внедрение обжатых обделок в отечественном метростроении, подвел итоги докладчик, начато в двух основных категориях грунтов: глинистых и песчаных. Общий экономический эффект возведения обжатых обделок на строительных Ленинградского и Московского метрополитенов уже превысил 900 тыс. рублей.

Об особенностях строительства Ташкентского метрополитена

рассказал на совещании главный инженер Ташметропроекта **Г. И. Оганесов**:

— Уже более трех лет ведется строительство первого в Средней Азии и седьмого в Советском Союзе метрополитена в Ташкенте.

Линию первой очереди мелкого заложения протяженностью 16 км с 12 станциями намечается ввести в эксплуатацию в два этапа: первый участок длиной 12 км в 1977 году, второй — в 1979 г.

На первом участке, имеющем 9 станций, протяженностью перегонных тоннелей закрытого способа работ со-

ставляет 6,5 км (в двухпутном исчислении), открытого способа — 2,08 км. Над одним из крупнейших каналов города пройдет эстакада метрополитена.

Заложение линии метрополитена принято в толще неспасочных лессовых грунтов, и в сочетании с градостроительными, планировочными и другими особенностями определило профиль трассы первой очереди.

Сооружение тоннелей осуществлялось разработкой забоя на полный профиль, с монтажом сборной обделки укладчиком, а также механизированным щитом и немеханизированной проходкой под защитой металлической крепи.

Механизированным способом сооружено лишь 15% общей протяженности тоннелей: в сильно увлажненных лессовых породах проходчики впервые в отечественной практике метростроения встретились с явлением тиксотропии. В результате вибрации в процессе работы тяжелого щита грунт, доведенный до текучего состояния, выдавливался в пространство между оболочкой механизма и породой.

Определение угла внутреннего трения водонасыщенных лессовых грунтов сразу после динамических воздействий показало, что значение его прочностных характеристик уменьшается в 1,5—2 раза, а сцепление в 8—10 раз.

В результате нарушения устойчивости слабых водонасыщенных лессовых грунтов щит опускался ниже проектной отметки и лишь принимаемые дорогостоящие мероприятия позволяли продолжать проходку, скорость которой была в 4 раза ниже расчетной.

Учитывая дальнейшее развитие сети Ташкентского метрополитена и ориентацию на максимальное применение механизированных способов проходки, — сказал докладчик, — представляется необходимым приступить к созданию новой конструкции облегченного щита для условий работы в слабых водонасыщенных грунтах.

При выборе расчетных схем в условиях возможного сейсмического воздействия и наличия просадочных грунтов в Ташкенте приняты конструкции метрополитена с жесткими узлами сопряжения элементов в условиях перекрытия и лотка, при максимальном использовании сборных конструкций, связанных непрерывными продольными сейсмоопоясами в пределах участков, разделенных деформа-

ционными швами. При этом внутренние конструкции перекрытий также отделяются от наружных деформационными швами.

Элементами конструкций многоярусного типа (вестибюли, совмещенные тягловонизительные подстанции и др.) в продольном и поперечном направлениях дополнительно связаны сейсмопоясами (в пределах участков между деформационными швами только в уровне верхнего яруса).

Плиты перекрытия под путевой частью крепятся к опорным консолям стеновых блоков с помощью металлических накладок, приваренных к закладным деталям. Антисейсмические пояса в этом уровне не устраиваются, а создается как бы шарнирное примыкание.

Задача создания своеобразного облика Ташкентского метрополитена с учетом особенностей национального архитектурного наследия нашла свое отражение в конструктивном решении станций.

Две станции первого пускового участка приняты односводчатыми, шесть — колонными из сборных элементов заводского изготовления и центральная станция — «Площадь имени В. И. Ленина» — колонная в монолитном железобетонном исполнении.

Особенность станций колонного типа, обусловленная требованиями сейсмостойкости, — наличие монолитной железобетонной плиты основания — лотка. Несущие конструкции связаны на участке между деформационными швами продольными сейсмопоясами.

При строительстве станций подобного типа выявлены недостатки конструкции сейсмоузлов и сеймопоясов, большая трудоемкость при их возведении, что снижает темпы сооружения объекта в целом. А увеличенный расход металла на 12—15% по сравнению с аналогичными станциями Московского метрополитена вызывает необходимость уточнения расчетной схемы и упрощения конструкций отдельных узлов.

Односводчатые станции сооружаются из монолитного железобетона с применением передвижной металлической опалубки. Конструкция этой станции, повторяющая харьковское решение, представляет собой свод переменного сечения с уширенной внутри пятой и затяжкой, роль которой выполняет лотковая плита. Оказалось, что такая конструкция обладает достаточной жесткостью и устойчивостью для условий сейсмического района строительства и просадочных грунтов, а также обеспечивает передачу на грунт только вертикальных нагрузок, эффективно используя прочностные свойства лессовых пород.

При сооружении односводчатой станции достигнута скорость 60 пог. м в месяц; стоимость 1 пог. м сооружения на 18% ниже, чем станции колонного типа и лишь значительная металлоемкость пока сдерживает широкое применение подобных конструкций.

Перегонные тоннели закрытого способа работ представляют собой сборно-монолитную железобетонную обделку, состоящую из отдельных

блоков сплошного сечения со скошенными углами, из которых выведены петли. Последние в процессе монтажа связываются в единый стык и омоноличиваются.

В процессе строительства тоннелей применение такой обделки выявило ряд ее недостатков, в том числе необходимость установки опалубки для заделки каждого сейсмического узла, снижение качества первичного нагнетания из-за некачественной временной заделки таких узлов.

Широкое внедрение в ближайшее время на строительстве Ташкентского метрополитена должна получить прогрессивная обделка перегонных тоннелей, обжатая в породу.

Оптимальной конструкцией обделки перегонных тоннелей открытого способа работ явилась цельносекционная. Такая обделка, представляющая собой прямоугольную раму с жесткими углами, при меньшей удельной металлоемкости по сравнению с обделкой из отдельных элементов, вполне отвечает требованиям сейсмостойкого сооружения.

Следует отметить, что конструктивные решения, исходящие из условий сейсмостойкости и предотвращения просадочности сооружений привели к тому, что сборность конструкций на объектах Ташкентского метрополитена составляет 50—60%, в то время как на соответствующих сооружениях, построенных в средней зоне, она колеблется в пределах 80—90%.

Имеющийся опыт строительства метрополитенов за рубежом в высокосейсмических районах показывает, что решение вопросов сейсмостойкости шло по пути увеличения массивности сооружений, выполняемых в основном в монолитном железобетоне. Эта тенденция не соответствует современному отечественному подходу к строительству, не решает задач индустриальности возводимых конструкций.

На наш взгляд, увеличение процента сборности возможно за счет укрупнения элементов при соответствующих возможностях грузоподъемных механизмов и создания совершенной конструкции узлов сопряжения смежных сборных элементов.

Опыт применения цельносекционных обделок поделился главный инженер Тбилтоннельстроя **Б. П. Пачулия**:

— За последние годы на строительстве метрополитенов в Харькове и Тбилиси внедрен индустриальный способ сооружения тоннелей мелкого заложения из унифицированных железобетонных замкнутых секций (ЦСО). В Харькове применяются секции длиной 1 пог. м, в Тбилиси — 1,5 пог. метра.

Предпосылкой создания нового типа обделки были проработки ЦНИИСа и изготовление вибростолы крутильного колебания большой грузоподъемности.

В 1972 году на заводе ЖБК Тбилтоннельстроя возник специальный полигон для выпуска блоков ЦСО, смонтированы вибростолы и мостовой

кран грузоподъемностью 30 т; построены специальные пропарочные камеры; по рабочим чертежам ПКБ Главстроймеханизации изготовлены металлические формы и оснастки. На заводе приступили к выпуску опытной партии блоков. А в мае 1973 г. началось сооружение перегонных тоннелей мелкого заложения из цельносекционных блоков на второй очереди метрополитена в Тбилиси. Строительство велось при искусственном понижении уровня грунтовых вод, с применением специальных мер по уменьшению шума и вибрации от будущей эксплуатируемой линии.

За 1973 год сооружено 225 пог. м двухпутного тоннеля; в 1974 году — 442 пог. м и в текущем году будут проложены оставшиеся 512 пог. метра.

Максимальная скорость строительства составила 46 пог. м двухпутного тоннеля в месяц. Эта скорость в наших условиях лимитировалась возможностью изготовления блоков ЦСО по 60—70 штук в месяц.

Применение индустриальных методов возведения ЦСО — безмастичная гидроизоляция, козловые краны ККТС-20 и мощная землеройная техника — значительно сократило трудовые затраты. Достаточно сказать, что среднегодовая выработка на одного работника на участке составила около 30 тыс. рублей, т. е. в три раза выше, чем в целом по организации.

Недостатком технологии применения цельносекционных блоков нужно считать их нетранспортабельность (для железнодорожных перевозок и в городских условиях требуется менее интенсивное движение, достаточное пространство и т. д.).

О мерах по дальнейшему расширению применения монолитно-прессованных бетонных обделок сообщил главный специалист отдела Метрогипротранса **В. А. Иванов**:

— С 1964—1965 гг., с того времени, когда велось строительство коллектора р. Неглинной в Москве, в нашей стране успешно осуществляется промышленное внедрение технологии тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой. Путь к признанию нового способа был нелегким: внедрение и отработка технологии и механизмов велись в производственных условиях. Достаточно напомнить, что трасса коллектора р. Неглинной расположена под густо застроенной центральной частью города и залегает в неустойчивых песках естественной влажности с прослойками супесей и суглинков. Коллектор длиной 540 м внутренним диаметром 3,5 м и наружным 4,1 м проходил под старыми, с трещинами зданиями на незначительной глубине от фундаментов.

Большие трудности были преодолены при проходке в аналогичных условиях на Краснопресненском радиусе тоннеля метрополитена внутренним диаметром 5,2 м и наружным 5,9 метра. Построено 1800 м перегонного тоннеля. В устойчивых породах в

Тбилиси сооружено два перегонных тоннеля общей длиной 1650 метров. На строительстве Большого Ставропольского канала пройден тоннель длиной 800 м (внутренний диаметр 5,1 метра).

Обделка тоннеля формируется из бетонной смеси давлением домкратов проходческого щита или домкратов распорного кольца (опирающихся на прессуемое кольцо).

По мере движения щита бетонная смесь немедленно заполняет пустоты, образуя оболочку. Наружный диаметр тоннеля получается равным или большим, чем наружный диаметр щита; обеспечивается плотный контакт бетона с окружающим его грунтовым массивом. Это приводит к почти полной ликвидации осадков поверхности земли и во многих случаях позволяет отказаться от перекладки коммуникаций и от мероприятий по укреплению зданий.

При новой технологии исключаются операции по первичному и контрольному нагнетанию цементного раствора, чеканка швов и др.

Способ дает экономию трудозатрат, материальных средств, металла и не требует организации заводов, изготавливающих элементы сборных железобетонных обделок. При точном соблюдении технологии может достигаться практическая водонепроницаемость монолитно-прессованных бетонных обделок.

На основе полученного производственного опыта создана документация на ряд комплексов, которая передана промышленности для изготовления оборудования: для проходки коллекторов внутренним диаметром 2,2 м в глинистых налипающих грунтах (ТЩБ-6) и диаметром 3,5 м в песчаных грунтах естественной влажности (ТЩБ-1); для проходки тоннелей внутренним диаметром 5,2 м в песчаных грунтах естественной влажности с глинистыми прослойками (ТЩБ-7) и тоннелей внутренним диаметром 5,1 м в крепких грунтах (ТЩБ-3).

Комплекс ТЩБ-7 изготовлен Зуевским энергомеханическим заводом в Донбассе и передан тресту «Грузгидроэнергострой» для использования в строительстве отводящего тоннеля Живвалы ГЭС.

Комплекс ТЩБ-3 изготовлен Ясиноватским машиностроительным заводом в двух экземплярах, один из них (первый) испытывается в районе Тбилиси (гидротехнический тоннель на р. Алгети), второй собран в ЧССР и скоро начнет проходку перегонного тоннеля метрополитена в Праге.

В предстоящей пятилетке, по имеющимся данным, в технические проекты линий метрополитенов заложены участки с монолитно-прессованной бетонной обделкой в песчаных грунтах естественной влажности, в водонасыщенных песках, а также в глинистых грунтах: в Москве на Серпуховском радиусе два участка по 2 км, в Минске две линии по 500 м и две по 700 м, в Горьком два участка по 1,2 км.

В перспективе новая технология может быть применена в иных конструктивно-технологических решениях, к которым относятся радиальное и

пуансонное прессование, а также использование скользящих опалубок. Эти решения могут дополнительно уменьшить трудоемкость строительства тоннелей, повысить качество обделки, позволить применить монолитно-прессованную обделку при бесщитовой проходке железнодорожных и других тоннелей.

Пути снижения стоимости и трудоемкости при строительстве тоннелей метрополитенов — такова тема выступления старшего научного сотрудника ЦНИИСа канд. техн. наук В. В. Якобса:

— В результате анализа стоимости и трудовых затрат по отдельным видам сооружений и работ в зависимости от применяемых способов строительства, типов тоннельных обделок, средств механизации и ряда других факторов, к которым относятся и комплекс вспомогательных сооружений, располагаемых на станциях и перегонных тоннелях, можно определить основные пути снижения стоимости и трудоемкости.

При проходке перегонов применение механизированных щитов снижает трудоемкость на 1 км тоннеля на 8—8,5 тыс. чел.-дней и соответственно стоимость от 50 до 80 тыс. руб. в результате исключения буровзрывных работ и временного крепления. На открытом способе, в котлованах с креплением, устранение металлических свай и замена их подвижной механизированной крепью позволит уменьшить стоимость на 1 км трассы на 90—95 тыс. руб. и трудоемкость на 15—16 тыс. чел.-дней.

При транспортировке грунта переход на автомобили большой грузоподъемности (до 12—15 т) при закрытом способе работ снижает стоимость до 20 тыс. руб., а на открытом — в котлованах с креплением — на 35—40 тыс. руб., в котлованах без крепления — на 55—60 тыс. рублей.

Возведение тоннельных обделок, — подчеркнул докладчик, — наиболее высокая по стоимости часть затрат. Чугунные обделки на 1 м тоннеля стоят от 850 до 880 руб., сборная железобетонная — 310—320 руб., а монолитно-прессованная — 200—220 руб.

Применение облегченных чугунных обделок из модифицированного чугуна позволяет снизить стоимость (против стоимости обычной обделки) на 250—260 руб., а при исключении обработки поверхностей еще на 90—95 руб.

Замена чугунных обделок на водонепроницаемые железобетонные и сегодня актуальная проблема тоннелестроения. Целесообразно вести работу по созданию железобетонных обделок с водонепроницаемым экраном в теле бетона.

Использование сборных железобетонных обделок, обжатых в породе, в неустойчивых грунтах позволяет уменьшить осадки поверхности на мелком заложении и соответственно снизить затраты по переустройству городских коммуникаций.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЕТРО- И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

Применение цельносекционных обделок взамен полносборных на открытом способе работ дает возможность сократить стоимость за счет совершенствования технологии изготовления и трудоемкость на монтаже в тоннеле на 1,5 тыс. чел.-дней на каждый километр трассы. При этом монтаж обделки «с колес» позволяет дополнительно снизить стоимость ее возведения на 20—25 тыс. руб. и соответственно трудоемкость на 0,5 тыс. чел.-дней.

Затраты по нагнетанию за обделку могут быть снижены за счет уменьшения переборов при проходке механизированными щитами, а также путем обжатия сборной обделки в породе или монолитно-прессованной обделки.

На гидроизоляционных работах применение механизированных щитов, за счет уменьшения объема очистки тоннелей может снизить стоимость на 7—7,5 тыс. руб. и трудоемкость на 0,5—0,6 тыс. чел.-дней на каждый километр трассы.

Внедрение плоских лотков снижает стоимость работ на 18—20 тыс. руб. и трудоемкость на 1,5—1,6 тыс. чел.-дней.

Замена оклеечной гидроизоляции на безмасляную (гидростеклоизол) на открытом способе работ позволяет сократить трудовые затраты на 2—2,5 тыс. чел.-дней, а при применении эпоксидно-фурановой мастики на 3—3,5 тыс. чел.-дней на километр линии.

Значительное снижение трудоемкости достигается при замене кирпичной кладки на торкретирование поверхности.

Затраты на эксплуатацию механизмов и обслуживающие процессы, считает докладчик, могут быть уменьшены за счет повышения скоростей проходки, а также увеличения длины плеч проходки механизированными щитами через станции без демонтажа и повторного монтажа агрегатов.

При подземной транспортировке грунта из тоннелей, сооружаемых на мелком заложении, целесообразно использование автотранспорта грунта из забоя, минуя шахтный ствол. Снижение стоимости при этом может составить до 120—130 тыс. руб., а трудоемкости соответственно на 12 тыс. чел.-дней.

Сооружая станции метрополитенов закрытым способом, следует уменьшать затраты на работы по перекидке и разработке породы в забое путем применения встроенных в тьюбингоук-

ладчики проходческих комбайнов, примерно, на 40—50%, а также максимально уменьшить объемы проходки с пилот-тоннелем, стоимость которой на 1 пог. м возрастает вдвое.

Необходим переход на облегченные чугунные обделки из модифицированного чугуна, что позволит снизить их стоимость на 25—30%.

Для станций колонного типа применение сборных железобетонных колонн и прогонов взамен металлических позволяет снизить стоимость на 0,5—0,6 тыс. руб. на каждую станцию.

Возведение односводчатых станций со сборной конструкцией сводов из железобетона открывает возможность сократить стоимость сооружения такой обделки на 30—35%. При устройстве внутренних станционных конструкций (путевые стены, платформы, лотки и т. п.), снижение трудовых затрат возможно путем применения крупногабаритных офактуренных облицовкой на заводе деталей. А при монтаже водозащитных зонтов целесообразно применять крупнопанельные детали из армоцемента.

В эскалаторных туннелях целесообразно использовать дюралюминиевые зонты, трудоемкость возведения которых и темпы работ по их установке в 2—2,5 раза эффективней обычных.

При возведении станций открытого способа работ основной путь снижения трудоемкости и стоимости — дальнейшее укрупнение и унификация деталей сборных конструкций и переход на однопролетные сооружения типа односводчатых.

Трудовые затраты на возведение притоннельных сооружений, примерно, в 2—2,5 раза выше, чем на основных туннелях. Поэтому следует применять максимально сборные унифицированные элементы; при сооружении камер съездов целесообразно перейти на уменьшенное число типоразмеров камер, внедрить плоские бетонные лотки с чугунными плитами. Имея в виду высокую трудоемкость устройства металлоизоляции для различного рода ходков, целесообразно заменить ее на сборные элементы.

Важно пересмотреть планировочные решения по устройству пристанционных камер, располагая, например, тоннели понизительных подстанций на продолжении станционных тоннелей, а не в отдельных изолированных выработках.

Следует максимально совмещать в одном блоке все пристанционные камеры, а также пересмотреть планировку притоннельных камер на перегонах.

Об основных направлениях совершенствования управления в метростроительных трестах рассказал руководитель лаборатории систем планирования и управления отделения АСУ Д. И. Штейн:

— Важный резерв совершенствования технологии строительства метрополитенов — специализация внутри комплекса горнопроходческих работ. Поэтому при создании АСУ необходи-

мо учитывать, что в будущем управляющее звено системы должно будет обладать эффективным средством координации узкоспециализированных подразделений.

Особенности производственной деятельности метростроителей, осуществляющих весь цикл работ, в основном, собственными силами, позволяют считать, что наиболее эффективным направлением совершенствования организации строительства будет дальнейшая централизация управления производственными ресурсами. Поэтому создание АСУ обязательно должно способствовать обеспечению максимальной согласованности действий в иерархических системах управления строительством метрополитенов.

Ведущим средством совершенствования действующей системы управления может служить оперативное маневрирование ресурсами. При создании АСУ необходимо учитывать, что именно этот путь централизованного распределения и перераспределения ресурсов обеспечит системе устойчивое функционирование в условиях их дефицита.

Специфика сложившихся функциональных связей в системе и сдержанные задачи преобразования организации строительства диктуют необходимость существенной модификации межуровневых и внутриуровневых взаимоотношений в системе. В этих условиях ключевой задачей создания АСУ является синтез координирующего звена, обеспечивающего необходимую согласованность в иерархической системе управления строительством метрополитенов. Только таким путем можно добиться устранения противоречий между централизованной установкой системы и децентрализующим фактором специализации.

Перспективы развития индустриальной базы тоннелестроителей осветил заместитель начальника Главтоннельметростроя Л. А. Тонких:

— Из года в год увеличивается объем капитальных вложений Главка на развитие собственной базы строительной индустрии. За последний период создана вновь индустриальная база сооружения Харьковского метрополитена. Это обеспечило досрочное окончание строительства его первой очереди.

В Москве построены корпуса механического завода № 1, КЭПРО, СМУ-4, гранитный цех анодирования на Черкизовском ЖБК и др. На механическом заводе реконструирован чугунолитейный цех и заканчивается реконструкция тюбингово-механического. Возводится корпус цеха сборки щитов. В Ленинграде расширены производственные площади литейно-механического, лесопильного и деревообрабатывающего предприятий и завода ЖБК.

На Киевском метрострое вводится арматурный цех, намечается сооружение нового бетоносмесительного узла. Начало строительство цеха по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей на промбазе Харьковского

метростроя. Выдано задание на проектирование нового завода ЖБК мощностью 20 тыс. м³ сборного железобетона в год на Тбилтоннельстрое.

Однако освоение капитальных вложений, отмечает докладчик, идет неудовлетворительно. В 1974 году при плане 10,6 млн. руб. фактически выполнено 5,8 млн. руб., а за семь месяцев текущего года из 13 млн. руб. фактически освоено лишь 3 млн. рублей.

После подробной характеристики состояния индустриальной базы метро- и тоннелестроения Л. А. Тонких остановился на основных задачах развития его промышленности на ближайший период.

Для обеспечения намечаемой программы (с учетом строительства тоннелей на БАМе) мощности существующих предприятий Главка недостаточны. Необходимо частичное распределение заказов на заводы Главстроймеханизации и Главстройпрома. Целесообразно, в частности, освободить механический завод № 1 Московского метростроя от производства капитального ремонта двигателей в объеме 962 тыс. руб. и направить освободившиеся мощности на изготовление нестандартизированного горнопроходческого оборудования и ремонт горной техники. Следует принять меры к получению от союзной промышленности стандартного оборудования — шахтных вагонеток, клетей, редукторов, лебедок и т. д. В кратчайшие сроки нужно произвести замену морально устаревших и физических изношенных металлообрабатывающих станков.

В связи с намечаемым строительством новых метрополитенов важно предусмотреть сооружение механического завода в Горьком или Свердловске.

Для улучшения руководства промышленностью докладчик предлагает создать в Главтоннельметрострое специальный трест промышленных предприятий, а в аппарате министерства — соответствующий отдел.

После докладов и сообщений состоялся широкий обмен мнениями, в процессе которого выступили специалисты проектных, строительных и научно-исследовательских организаций.

Главный технолог Ленинградского метростроя Н. Н. Теленков: — В Ленинграде при проходке перегонных тоннелей 4-го участка Кировско-Выборгской линии метрополитена в зоне размыва для замораживания грунтов впервые в отечественной практике применен жидкий азот. Проектирование и методическое руководство осуществлялось институтом ВНИИХиммаш, теоретические расчеты Ленинградским институтом холодильной промышленности. Без какой-либо лабораторной подготовки был проведен непосредственно в производственных условиях смелый эксперимент, который дал хорошие результаты. За 29 дней заморожен массив грунта размерами в 16×7×30 м.

Новый способ замораживания грунтов по сравнению с рассольным отли-

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЕТРО- И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

чается рядом существенных преимуществ. Он должен найти широкое применение при строительстве метрополитенов в сложных условиях. Для этого целесообразно в системе Главтоннельмостростроя иметь небольшой завод по производству жидкого азота. Его высокая стоимость вполне окупится выгодами от быстрого и низкотемпературного замораживания грунтов. Необходимо также организовать проведение научных исследований по разработке рациональных конструкций замораживающих скважин, технологии и режимов процесса замораживания.

Начальник отдела Метрогипротранса В. Я. Цодиков: — Наш институт провел большую работу по совершенствованию санитарно-технических устройств метрополитенов. В настоящее время разрабатывается узловой метод монтажа устройств, внедрение которого даст значительную экономию трудовых затрат. Решаются другие задачи дальнейшей индустриализации строительно-монтажных работ.

Особенно сложными являются вопросы постоянной вентиляции автодорожных тоннелей большой протяженности. Имеющиеся в СНИПе требования не соответствуют фактическим условиям. Их надо пересмотреть. Для замораживания грунтов не следует увлекаться применением жидкого азота. Есть более дешевый и эффективный способ безрассольного замораживания — воздушное охлаждение грунтов с использованием серийно выпускаемого нашей промышленностью оборудования.

Начальник Бактоннельстроя А. И. Абдулрагимов: — В прослушанных докладах и сообщениях, к сожалению, не содержалось ничего применительно к особым условиям строительства Бакинского метрополитена. Мы продолжаем применять способ проходки под сжатым воздухом при давлении более 2 атм. Общее гидростатическое давление при этом достигает 5 атм, которое мы снимаем глубинным водопонижением. Такой комбинированный способ проходки отличается высокой стоимостью и длительностью строительных работ.

Необходимо серьезно заняться разработкой способа химического закрепления бакинских грунтов. Его можно опробовать немедленно на одном из очень сложных участков длиной 120 м. Нам нужен специальный механизированный щит для смешанных пород. Между тем растет стоимость оборудования и механизмов, выпускаемых Московским механическим заводом. Их применение становится убыточным. Плохо снабжаются стройки отбойными молотками, перфораторами и другими средствами малой механизации.

Заведующий кафедрой ЛИИЖТа Ю. А. Лиманов: — В последние годы мы проводим большие исследования по применению набрызг-бетона в качестве временной крепи и постоянных обделок для условий строительства тоннелей БАМа и, в первую очередь, Северо-Муйского тоннеля. Особое внимание уделяется исследованиям возможности применения набрызг-бетона в плотных глинах и других

слабых породах. Для этой цели в лаборатории моделирования широко используется метод эквивалентных материалов.

С целью получения действительной картины напряженно-деформированного состояния системы обделка-порода ЛИИЖТом проводятся натурные исследования на опытных участках Ленинградского мостростроя и Батайского полигона ВНИИПромгаза. Оценка экономической эффективности применения набрызг-бетона взамен монолитного бетона на одной из вентиляционных сбоек показала, что трудовые затраты на 1 м тоннеля снижаются с 45 до 18,8 чел.-дней, а стоимость сокращается на 73%.

Главный инженер Тоннельного отряда № 1 В. И. Цивулин: — Во многих докладах основной акцент сделан на метростроение. Строительству горных тоннелей уделено мало внимания. Положительный опыт строительства нашего ТО на Чиркейской ГЭС, где пройдено около 10 км тоннелей, вообще не нашел отражения. Приводимые показатели ввода горных тоннелей явно занижены. Занижены также скорости проходки. У нас, например, средняя скорость 80 м в месяц.

Мы широко применяем гладкое взрывание. Усовершенствовали СБУ-1 для высоты забоя 7,5 м. Внедрили метод набрызг-бетона для обделки и временной крепи в сочетании с анкерной крепью. Создали агрегат автоматического нанесения набрызг-бетона. Большой эффект дала система комплексной механизации с использованием проходческих щитов и автотранспорта. Для разворота самосвалов применяем специальный поворотный круг, смонтированный на щите. Успешно работают комплексные бригады широкого профиля.

Следует отметить, что диспетчеризацию надо вводить не только в метростроении. Для строительства горных тоннелей она также необходима.

Особенно важно поднять уровень инженерно-геологических изысканий для проектирования тоннелей. Их недостаточность объясняется многие неудачи строителей. Приходится на ходу менять способы производства работ, затягивать сроки окончания строительства.

Старший научный сотрудник ЦНИИС В. Е. Меркин: — Мы провели обобщение отечественного и зарубежного опыта строительства горных тоннелей. В настоящее время вполне реально доведение темпов проходки ж.-д. тоннелей до 100—200 м в месяц с применением существующего оборудования. Необходимо обеспечивать полную укомплектованность и совместимость оборудования, применять облегченные виды крепи (набрызг-бетон и анкерную, а также сборную железобетонную обделку и др.).

Перспективен выход на скорости до 200 м. Для этого надо повысить давление воздуха на буровом инструменте до 6—8 атм, перейти на гидравлический привод буровых установок, создать механизм для установки анкерной крепи и автоматизированного нанесения набрызг-бетона.

Начальник отдела Ленметропроекта И. Н. Шубин: — В новом СНИПе следует предусмотреть требование об участии тоннельщиков при выборе вариантов трассы. Опыт показывает, что многие тоннели могли бы быть построены быстрее и дешевле, если бы длина их была вдвое больше, но трасса пролегла ниже. А проектировщики, как правило, стремятся сократить длину тоннеля. Необходимо увеличить допускаемую глубину бурения скважин с 300 до 600 м и вести небольшие горные работы на стадии изысканий. Ряд институтов изучают сейсмичность в районе БАМа. Важно исследование неотектоники (образование разрывов, трещин, смещений), которая приносит не меньше неприятностей.

Заведующий кафедрой МИИТа В. П. Волков: — Мы длительно изучали осадки поверхности при мелком заложении тоннелей в песках, а также явление выпора при обкатки обделки. Для условий БАМа отработаем конструктивные формы обделок в местах разломов (обычные обделки не годятся). Пора отказаться от устройства ниш в тоннелях, сделав одностороннее уширение обделки с огражденным тротуаром. Такое предложение достаточно обоснованно. Следует поддержать создание конструкторского бюро при Главке и использовать предложение Ю. А. Кошелева о предоставлении отдельных участков Мостростроя в качестве базы научных исследований.

Начальник отдела Метрогипротранса К. Н. Кравчинский: — Наш институт создал ряд новых электротехнических устройств. Это электромагнитные выключатели вместо масляных, новые кремниевые выпрямители, сухие тяговые трансформаторы, позволившие отказаться от специальных пожарных устройств, новая система электронного телеуправления. Разработаны технические условия на сухие трансформаторы для СЦБ. Усовершенствованы схемы питания контактной сети, дистанционного управления. В перспективе переходим на электронную аппаратуру. Запроектирована установка по рекуперации электроэнергии.

Трудную задачу представляет электроснабжение строительства. Мы имеем и здесь ряд достижений. Созданы кремниевые выпрямители для электровозной откатки. Разработаны схемы электрооборудования 6 кв для проходческих щитов. На строительстве Калининского радиуса применена децентрализованная система питания.

Начальник Главного технического управления, заместитель председателя Научно-технического совета Д. М. Екимчев: — Здесь уже отмечалось, что достижения в области метро- и тоннелестроения весьма ощутимы. Характерно, что единственной Государственной премия за последние 10 лет присуждена коллективу тоннелестроителей. Это премия за разработку и внедрение монолитно-прессованной обделки.

Однако в канун десятой пятилетки нужно говорить не столько о достижениях, сколько о недостатках. Так, намелилось отставание по скоростям проходки тоннелей. Мало применяются высокопрочные и легкие бетоны. Не решена задача создания водонепроницаемых обделок тоннелей. Систематически не выполняются задания по росту производительности труда.

В этом году в Минтрансстрое впервые разрабатывается пятилетний план научно-исследовательских и опытных работ. Его задания должны базироваться на основных направлениях технического прогресса в каждой из ведущих отраслей транспортного строительства. Содержательность выступлений на настоящем заседании свидетельствует о большой заинтересованности наших специалистов в выработке правильного генерального направления на перспективу. Высказанные ценные предложения безусловно будут учтены при окончательной отработке основных направлений технического прогресса.

Старший научный сотрудник Оргэнергостроя А. М. Мазур: — При сооружении горных тоннелей в крепких малонарушенных скальных породах рекомендуется применение конструкций и методов работ, основанных на максимально возможном использовании их несущих и противодиффузионных свойств в естественном состоянии. Тоннели в монолитных, малотрециноватых, преимущественно, изверженных скальных породах целесообразно оставлять без обделки, с укреплением отдельных участков слабых пород набрызг-бетоном и анкерами.

При строительстве гидротехнических (напорных или безнапорных) тоннелей без обделки необходимо исследовать возможность и размеры фильтрации воды из тоннеля и, в случаях надобности, применять мероприятия по уменьшению фильтрации до допустимых размеров. При проектировании подземных сооружений большого сечения в скальных породах следует рассматривать возможность и целесообразность создания в окружающей подземную выработку породе напряженного состояния путем крепления ее предварительно напряженными анкерами с образованием несущего породного свода. В условиях вечной мерзлоты на БАМе следует использовать опыт Ленинградского филиала института Гидропроект и организаций Минэнерго СССР по строительству подземных гидроэлектростанций.

Руководитель лаборатории ЦНИИС В. Л. Маковский: — В области метростроения СССР занимает передо-

вые позиции. Особенно следует отметить хорошие результаты применения обжаты обделки в песках на строительстве Краснопресненского радиуса Московского метрополитена. Такая проходка осуществлена впервые в мировой практике.

Необходимо форсировать изготовление щитовой крепи для открытого способа работ, ускорить работы по созданию щита для бескессонной проходки тоннелей в пльвунах закрытым способом. Для скоростной проходки тоннелей механизированными щитами целесообразно пропускать их по станциям без демонтажа (насквозь). Для Северо-Муйского тоннеля надо учесть возможное явление «стрельяния» крепких горных пород (гранитов), организовав специальные исследования.

Главный инженер ГМУ Главтоннельметростроя Д. Г. Кислицын: — Недостаточная маневренность (управляемость) щитов приводит к тому, что крайне нерационально с большими перегрузками работают щитовые дократы: так как около половины их постоянно приходится отключать для создания разворачивающих щиты моментов сил, т. е. для управления движением щитов.

Для агрегатов, на которых сначала разрабатывается грунт, а затем в образовавшееся пространство вдвигается корпус щита, улучшение маневренности может быть достигнуто лишь за счет создания возможности сместить в нужном направлении и на нужную величину всей контурной линии забоя. Техническое решение этой задачи не представляется слишком сложным. Для щитов, у которых при проходке ножевая часть вдавливается в забой (т. е. где невозможно осуществить опережающую разработку забоя), решение задачи повышения маневренности представляется возможным на пути создания корпуса агрегата с изменяемой геометрией. В решении вопроса улучшения маневренности проходческих щитов заложены большие резервы повышения скорости проходки и улучшения качества строительства транспортных тоннелей.

Главный специалист Метрогипротранса С. И. Жуков: — Большое значение для улучшения эксплуатационных качеств метрополитенов имеет разработка и применение бесстыковых рельсовых цепей в устройствах СЦБ. Будет ликвидирован один из источников шума и вибраций, уменьшен износ вагонов и снижены эксплуатационные расходы.

Разработка новой конструкции верхнего строения пути с упругими резиновыми прокладками и креплением рельса пружинами позволит значительно снизить уровни шума и вибрации, увеличить межремонтный пробег вагонов. В связи с увеличением в 1,5 раза энергоемкости вагонов нового типа и оборудованием их устройством рекуперативного торможения необходимо срочно заняться разработкой системы рекуперации энергии электротяги на метрополитенах. Не менее важной работой является создание системы визуальной информации пассажиров. Эти темы необхо-

димо предусмотреть в планах научно-исследовательских и опытных работ.

Главный инженер Московского механического завода Л. К. Хайдунов: — Наш завод и его конструкторское бюро накопили значительный опыт по проектированию, изготовлению и внедрению механизированных комплексов горнопроходческого оборудования, применяемого при строительстве метрополитенов и тоннелей.

Для дальнейшего улучшения работы в области создания новой техники и серийного изготовления высококачественных и надежных в работе машин необходимо провести ряд мероприятий. Прежде всего надо увеличить производственные мощности завода, укрепить его квалифицированными кадрами, организовать опытно-доводочный участок или экспериментальный цех, обеспечить бесперебойное снабжение комплектной гидроаппаратурой высокого давления, упорядочить вопросы планирования и оплаты опытных образцов новых машин, увеличить штаты для проведения шефмонтажных и пуско-наладочных работ. В кратчайший срок следует решить организационные вопросы о проведении второго этапа заводских испытаний машин в производственных условиях, создав специальные полигоны или опытные участки на строительстве. По-видимому, целесообразно иметь на метростроях монтажно-эксплуатационные организации по горнопроходческому оборудованию.

Старший научный сотрудник ЦНИИС Б. Н. Виноградов: — Важным вопросом является изучение горного давления. Прогнозы в его прогнозировании часто приводят к задержке строительства тоннелей в связи с необходимостью менять на ходу схему организации работ. Так было на Лысогорском тоннеле. Целесообразно предусматривать проведение экспериментальных исследований горного давления в натуре при сооружении тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях.

Начальник Главтоннельметростроя Ю. Е. Власов: — Наша встреча должна содействовать распространению передовых методов организации и комплексной механизации работ, дальнейшему совершенствованию, созданию и внедрению новых строительных конструкций и материалов, широкому внедрению прогрессивной технологии и научной организации труда в метро- и тоннелестроении.

Объемы строительно-монтажных работ, выполняемые Главтоннельметростроем, ежегодно возрастают. В 1975 г. по сравнению с 1965 г. объем работ увеличился более чем на 41%. Прирост строительно-монтажных работ за текущее пятилетие составил 44,5%, а объем работ по метростроению в сравнении с 1965 г. удвоился. В результате создания новых машин, прогрессивных конструкций и технологических процессов в отечественном тоннелестроении произошли не только количественные, но и качественные изменения.

Тематика докладов, сообщений и выступлений, заслушанных на заседании, охватывает широкий круг вопро-

сов в области перспектив технического прогресса. Особое внимание надо обратить на планирование и выполнение работ, связанных со строительством железнодорожных тоннелей БАМа.

В первую очередь необходимо принять меры к устранению имеющихся недостатков. Это — слишком медленные темпы проведения научных исследований и экспериментальных работ, что задерживает выход научной продукции в производство. В результате планируемые мероприятия по снижению трудовых затрат или внедрению новых технических решений не выполняются. У нас есть темы, не закрытые по 6—7 и более лет. Недостаточно тщательно подготавливаются объекты к внедрению новых машин, конструкций и технологических процессов, в результате чего установленные сроки проведения испытаний задерживаются, снижается предполагаемый экономический эффект. Бывают случаи, когда создаваемые образцы машин и механизмов вследствие недостаточной отработки в цехах заводов на производстве выходят из строя, простаивают.

Необходимо больше внимания уделять контролю за выполнением намеченных мероприятий, подготовке объектов внедрения и составлению и увязке планов по новой технике. Результаты нашего обсуждения, выдвинутые предложения и рекомендации должны стать программой действия всех организаций Главтоннельмостростроя по дальнейшему повышению уровня производительности труда, индустриализации и автоматизации работ, улучшению качества строительства в области метро- и тоннелестроения.

* * *

В РЕШЕНИИ секции научно-технического совета отмечены успехи в развитии техники метро- и тоннелестроения, достигнутые за последние годы в результате систематической работы строительных, проектных и научно-исследовательских организаций Министерства транспортного строительства по созданию и внедрению новых эффективных конструкций, машин и технологических процессов, вскрыты причины имеющихся недостатков, намечены меры по их устранению и определены конкретные задачи на ближайшую перспективу.

В области научных исследований и проектирования:

провести тщательный технико-экономический анализ применяемых конструкций станций и перегонных тоннелей метрополитенов и разработать в кратчайший срок рекомендации по широкому внедрению наиболее эффективных конструкций;

продолжить изыскания новых типов сборных и монолитных железобетонных конструкций однополчатых и колонных станций метрополитенов с уменьшенной материалоемкостью, а также технологии и механизмов для сооружения этих станций при закрытом и открытом способах работ;

расширить исследования по совершенствованию технологии и оборудо-

вания для специальных способов работ (химическое закрепление грунтов с поверхности и из забоя, водопонижение, замораживание грунтов, в том числе с использованием жидкого азота), ускорить работы по созданию щитового агрегата с герметической призабойной камерой для проходки тоннелей в водонасыщенных породах и начать исследования по автоматизированным системам управления технологическим процессом проходки перегонных тоннелей метрополитенов;

разработать технологию и средства механизированного устройства пути в тоннелях метрополитена с целью резкого снижения затрат ручного труда, уделять больше внимания совершенствованию постоянных устройств метрополитенов, предусмотрев разработку, испытание и применение новых конструкций пути и контактного рельса, новых облегченного типа автоматизированных эскалаторов, электронных устройств в установках автоматики и телеуправления электроснабжения, вентиляции и сантехники и др., усилить работы по снижению уровней шума и вибрации от поездов метрополитена;

создать наиболее эффективные технологические схемы и оборудование для скоростного сооружения железнодорожных и автодорожных тоннелей большой протяженности в различных инженерно-геологических условиях, а также технологию устройства обделки из набрызг-бетона в сочетании с анкерной крепью;

ускорить разработку конструкции щитового агрегата с комплексом оборудования для проходки участков с нарушенными породами на трассе тоннелей БАМа, создать новые методы осушения и гидроизоляции тоннельных сооружений применительно к суровым климатическим условиям, усилить исследования по изучению упругих свойств пород и горного давления, продолжить изыскание новых перспективных способов разрушения горных пород при проходке тоннелей;

подготовить предложения по изменению действующих нормативных документов в направлении повышения требований к объему и качеству инженерно-геологических изысканий при проектировании горных транспортных тоннелей, улучшить разработку проектов организации строительства с отражением в них всех требований, обусловленных СНиПом и инструкциями, особенно при проектировании горных тоннелей, обеспечить для каждого строительства своевременную разработку проектов производства работ в полном объеме с применением прогрессивных технологических карт, а также проектов временных сооружений.

В области механизации и технологии тоннельных работ:

более широко применять механизированные комплексы для проходки тоннелей метрополитенов, уделив особое внимание повышению маневренности проходческих щитов, обеспечить при сооружении перегонных тоннелей метрополитенов широкое внедрение обделок, обжимаемых в породе, и монолитно-прессованной бетонной обделки, широко применять целью-

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЕТРО- И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

секционную обделку с гидроизоляцией заводской готовности при строительстве тоннелей открытым способом, внедрить на стройках Главка плоский лоток в перегонных и станционных тоннелях из чугуна, начать применение обделок из высокопрочного чугуна с плоским лотком;

существенно ограничить возведение пилонных станций закрытого способа работ, широко осуществлять строительство колонных и однополчатых станций, при мелком заложении повсеместно перейти на новый типовой проект колонной станции с использованием крана ККТС-20, применять в Москве, Киеве и других городах технологию работ методом «стена в грунте» с анкерным креплением взамен расстрелов;

изготовить и применять установки для горизонтального и наклонного бурения скважин под замораживающие колонки, а также гидравлический грейфер на жесткой штанге для нарезки траншей при сооружении «стен в грунте». При гидроизоляционных работах, как правило, применять технологию безмастичной наклейки изоляционного ковра из новых утяжеленных битумизированных материалов (гидростеклоизол, стеклорубероид, наплавляемый гидроизол);

расширить при сооружении горных тоннелей использование лучших образцов отечественного и зарубежного проходческого оборудования: самоходных бурильных установок, буровых агрегатов с увеличением глубины бурения шпуров до 3,5—4 м, саморазгружающихся вагонов, тяжелых электровозов, малогабаритных подземных автосамосвалов с высокой степенью очистки выхлопных газов, тоннельных экскаваторов с укороченной стрелой и рукоятью;

широко внедрить на буровзрывных работах параллельный вруб, гладкое контурное взрывание, гидрозабойку шпуров, новые ВВ и СВ, расширить применение набрызг-бетона в сочетании с анкерным креплением для временной, а в отдельных случаях и постоянной крепи, возводить бетонные обделки, как правило, с применением металлических сборно-разборных опалубок с механическими перестановщиками, отработать технологию приготовления и подачи бетонной смеси для монолитных обделок, обеспечивающую наибольшие темпы работ при строительстве тоннелей БАМа;

широко использовать сборно-разборные временные здания производственного назначения для строительства тоннелей, разработанные Гипропромтрансстроем, а также инвентарные бетоносмесительные узлы.

В области организации и управления строительством:

улучшить общую организацию тоннельных работ за счет внедрения научной организации труда, своевременного выполнения всего комплекса подготовительных работ, обеспечения строительства материалами, оборудованием и запчастями, создания и сохранения квалифицированных тоннельных кадров;

возобновить практику проведения показательного скоростного строительства метрополитенов и тоннелей, уделять больше внимания бригадному подряду как одному из важнейших мероприятий, направленных на повышение производительности труда и скоростей проходки, снижение себестоимости работ, улучшение качества и сокращение сроков строительства; принять действенные меры по широкому внедрению технологических карт;

обеспечить бесперебойную поставку запасных частей и породоразрушающего инструмента для горнопроходческого оборудования, специализацию и комплектность изготовления нестандартизированного оборудования и изделий на заводах Главтоннельметростроя и Главстроймеханизации, разработать мероприятия по коренному улучшению использования парка машин, механизмов и транспортных средств, выполнения капитального и среднего ремонтов в установленные сроки.

Главтоннельметрострою и Главному техническому управлению рекомендовано:

руководствоваться основными направлениями технического прогресса при корректировке проекта пятилетнего и составлении годовых планов научно-исследовательских и опытных работ по проблемам метро- и тоннелестроения;

разработать и представить министру на утверждение мероприятия по обеспечению выполнения наиболее важных заданий с указанием сроков и исполнителей, имея в виду отразить в них и организационные вопросы, включая создание конструкторского бюро при Главтоннельметрострое и опытно-производственного участка по специальным работам;

подготовить предложения о постановке перед Госпланом СССР и Госнабмом СССР вопроса об улучшении обеспечения тоннелестроительных организаций горнопроходческим оборудованием серийного производства;

направить творческую инициативу изобретателей и рационализаторов на решение новых задач технического прогресса с целью создания эффективных конструкций, машин и технологических процессов, не уступающих лучшим мировым образцам.

НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРО В ТАШКЕНТЕ

А. ЧУПИН, начальник участка

ЗАВЕРШЕНА проходка второго перегонного тоннеля протяженностью 805 м между станциями «Комсомольская» и «Дружба народов». Тоннели залегают в лессовых суглинках. Трасса проходит под крупными автодорогами, жилым массивом «Зарафшан», под густой сетью арыков и городских коммуникаций.

Тоннели сооружались коллективом СМУ-2 Ташкентметростроя на полный профиль. Комплекс оборудования в каждом тоннеле состоял из блокоукладчика ТУ-3, технологической платформы со стрелочным переводом, породопогрузочной машины ППМ-4Э, аппарата РН-1 для контрольного нагнетания, парка вагонеток и электровозов. Грунт разрабатывали отбойными молотками одновременно четыре проходчика (каждый пог. м за 1,5—2 часа). Лоб забоя крепили в три яруса при помощи трубчатых лонгарин, устанавливаемых обоими концами в лунки, а затяжки из 50-мм досок по кровле и лбу забоя.

Грунт из забоя отгружали породопогрузочной машиной ППМ-4Э в вагонетки емкостью 1,5 м³ и электровозом 10 КР-600 транспортировали их к стволу составами по 12—14 вагонеток.

Разгрузка породы осуществлялась на бункерной эстакаде круговым опрокидывателем. Далее с помощью пластинчатых питателей грунт отгружали в автосамосвалы, которые отвозили его в отвал.

При проходке тоннелей применялась сборная железобетонная обделка сплошного сечения с цилиндрическими продольными стыками без связей растяжения. Обделка состоит из плоского лоткового блока 55-ЛС-А (шесть штук на каждое кольцо 55-НС-А) и двух замковых — 55-ВС-А2. Вес одного железобетонного кольца 9,02 т, а объем — 3,61 м³. В

торце каждого блока по два отверстия, в которые вставляли шпильки $\varnothing 25$ мм и $l = 170$ мм для фиксирования совмещения блоков. Они устанавливались без перевязки. На всех четырех углах каждого блока имелись срезы, на которых были забетонированы крепежные петли. При установке блоков получался ромбический узел, где все четыре петли соединяли скобами и планками. На монтаж каждого кольца обделки тремя проходчиками затрачивалось по 50—60 мин. Первичное нагнетание производили в первое кольцо забоя песчано-цементным раствором 1:2 аппаратом РН-1.

Проходку тоннеля производили с подъемом от 3‰ и уклоном 15‰.

Особые трудности проходки были на участке залегания тоннеля ниже уровня грунтовых вод. Насосы не успевали откачивать воду из забоя, часто выходили из строя. Любая малейшая остановка насоса приводила к тому, что водоотвод сразу же заштыбовывался илом.

Проходку тоннелей вели комплексные бригады: левого — О. Лукина, правого — В. Кожемякина. В комплексной бригаде в каждом тоннеле работало по 28 человек. Максимальная скорость проходки в месяц составила 110 пог. м вместо 75 по плану, а за одну смену — 3 м 38 см. При сооружении двух тоннелей по 805 м каждый было разработано около 38 тыс м³ грунта, установлено 13 917 т сборного железобетона и 4820 кг чугунных тубингов.

Наращивание тоннельных коммуникаций — трубопроводов, вентиляционных труб, высоковольтных кабелей, освещение и ремонт проходческого оборудования производила бригада слесарей-монтажников в количестве 8 человек, руководимая Т. Овчинниковым.

ОПЫТ ПРОХОДКИ СТВОЛА В ТИКСОТРОПНОЙ РУБАШКЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО метрополитена глубокого заложения начинается, как правило, с проходки стволов. Для сооружения каждого ствола с учетом подготовительных работ требуется около года, а если условия проходки осложняются наличием неустойчивых водонасыщенных пород, то и больше.

В последнее время в практике шахтостроения находит применение новый метод проходки стволов в неустойчивых породах методом опускания (задавливания) крепи в растворе бентонитовых глин — в тиксотропной рубашке (рис. 1).

крепь достигло 300 атм, дальнейшее опускание ее прекратилось. Началась подготовка к дальнейшей проходке ствола в устойчивых породах обычным способом, с подводкой обделки снизу. Вели армировку ствола, сооружение и обустройство копра, монтаж подъемной машины. Кроме того, тампониروали пространство за обделкой нагнетанием цементного раствора в зону тиксотропной рубашки. Нагнетание производили от ножевого кольца снизу вверх. Затем начали разработку бермы и очистку ножевого кольца для подводки снизу первого тубингового кольца. Порода ниже острия ножа (рис. 2) была разработана на 30 сантиметров.

**А. АДАДУРОВ, П. ВАСЮКОВ,
Б. ПРЖЕДЕЦКИЙ, В. СИДОРЦЕВ,**
инженеры;
Х. АБРАМСОН, Э. САНДУКОВСКИЙ,
кандидаты техн. наук

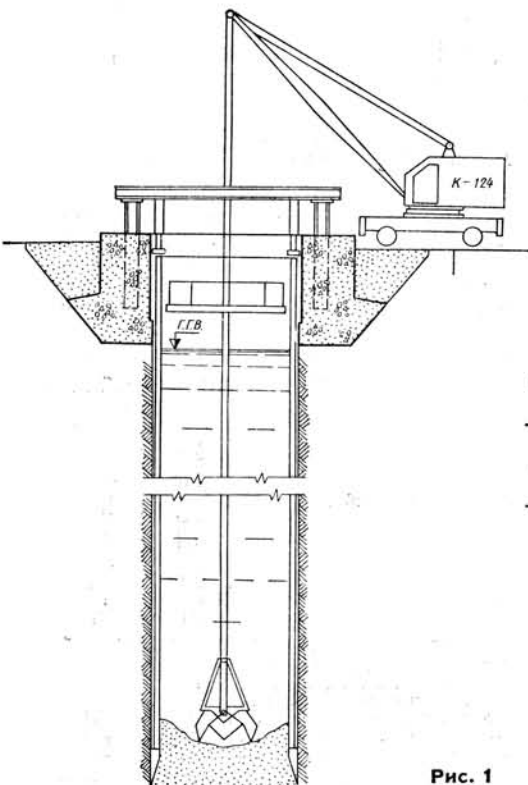


Рис. 1

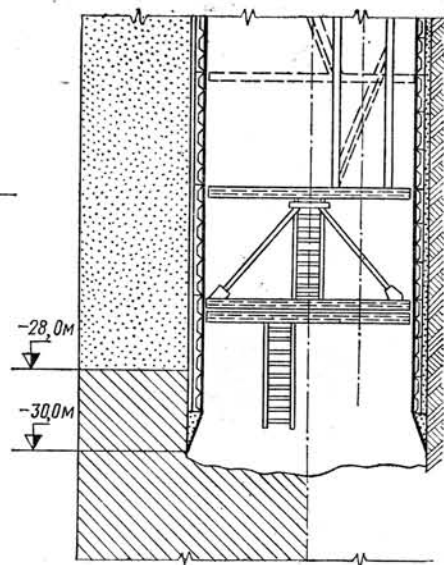


Рис. 2

Этот метод дает возможность сократить срок проходки ствола и обеспечить более безопасные условия труда (так как исключается нахождение людей в забое).

Этот способ был применен на строительстве Рижского радиуса Московского метрополитена для проходки шахтного ствола. Его соорудил Тоннельный отряд № 6 Московского метростроя.

Гидрогеология ствола характеризуется наличием мощной толщи пород пльвунного типа с включением значительного количества валунов размером до 500 мм в ребре.

Крепь погружали в условиях затопленного забоя. Уровень воды в стволе находился в 4 м от поверхности. Приток воды не превышал 50 м³/час.

В ходе погружения крепи ножевая часть вдавливалась в породу за одну заходку на 0,5—2 м. Когда ножевое кольцо вошло в юрскую глину и давление на

С момента остановки крепи прошло 45 дней и в этот период произошел прорыв пльвуна из-под ножевого кольца в секторе трех тубингов, т. е. на длине дуги около 5 метров (рис. 3).

Для ограничения распространения прорыва в забое соорудили из досок шпунтовую стенку по хорде. В связи с тем, что наблюдался вынос песка (общий объем выноса составил около 3 м³), забой засыпали на высоту 3 м. Этого оказалось достаточным, чтобы уравновесить давление из-за обделки. Дальнейшее поступление пльвуна в забой прекратилось.

Как было установлено впоследствии, контакт между пльвунными породами и глиной располагался под углом 20° к горизонту, и глубина погружения ножа в зоне прорыва была недостаточной. Незначительный слой глины за время армировки ствола и сооружения копра размяк, и пльвун из-за обделочного пространства начал поступать в забой.

После всестороннего рассмотрения создавшегося положения было принято решение закреплять грунты методом замораживания. К работам по замораживанию привлекли СУ-29 треста горнопро-

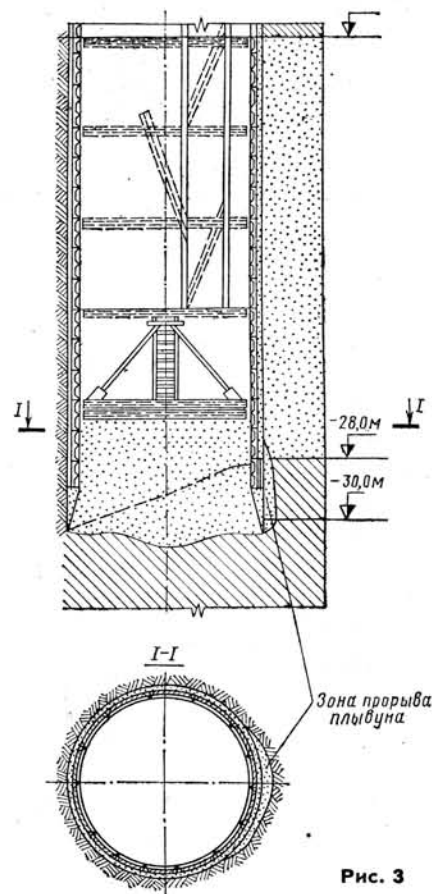


Рис. 3

ходческих работ Главмосинжстроя, располагающее передвижными станциями ПСХС-100 холодопроизводительностью 100 000 ккал/час, хладагент фреон-22.

Поскольку передвижные холодильные установки применялись на Метрострое впервые, инженерно-технический состав Тоннельного отряда № 6 совместно с СУ-29 разработал подробную организацию производства работ и мероприятия по безопасности их ведения.

Принятое решение предусматривало погружение замораживающих колонок из насосно-компрессорных труб Д-114×7 длиной по 7 м каждая по контуру внутри ствола с шагом 75—80 см по осям труб (рис. 4). Семиметровая длина колонки позволила заглубиться в водоупор на 2 метра, что гарантировало образование замкнутого ледогрунтового контура.

Технология вертикального погружения колонок позволяла приблизить их к тубинговой обделке не более чем на 35 см.

Для создания более мощного ледогрунтового слоя за обделкой ствола и, особенно в зоне прорыва пльвуна, необходимо было уменьшить это расстояние. Поэтому колонки забивались через одну с наклоном до 75° (рис. 5). Перед



Рис. 4.

1 — термометрическая колонка; 2 — замораживающие колонки

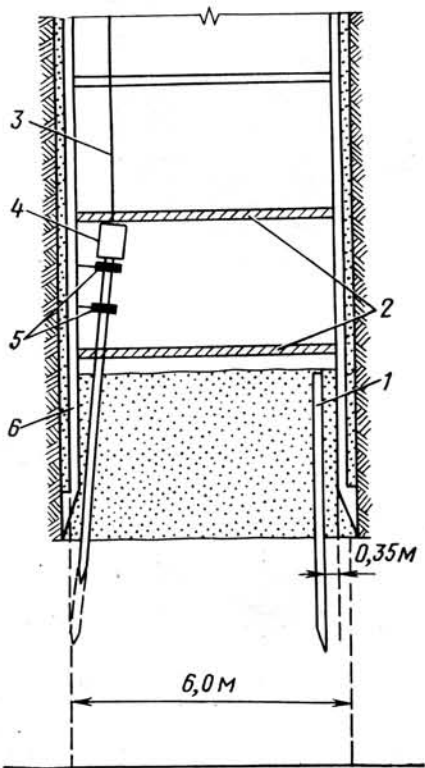


Рис. 5.

1 — вертикальная колонка; 2 — рабочие полки; 3 — трос; 4 — вибратор; 5 — направляющие кронштейны; 6 — наклонная колонка

началом погружения положение их фиксировалось двумя кронштейнами различной длины, которые жестко крепились к обделке ствола и располагались по вертикали на расстоянии 3 м (в зависимости от угла наклона).

Колонки погружали вибратором ВТ-9, подвешенным на тросе лебедки. Бригада монтажников, состоящая из трех человек, производила забивку с двух рабочих полков.

Скорость погружения составила 0,3 м/мин. Всего было опущено 24 рабочих и 2 термонаблюдательных колонки.

Маркшейдерская служба провела съемку и составила исполнительную документацию на расположение колонок в зоне ножевого кольца. После этого испытали

колонки на герметичность и начали монтаж замораживающей системы.

От колонок до кольцевого рассоловода 5,4 м «проложили питательные трубы $\varnothing 1$ », общая длина которых составила 1000 метров.

Были приняты меры к тому, чтобы полностью использовать максимальную производительность станции ПХС-100. С этой целью станцию приблизили к стволу на 4 м (рис. 6), кольцевой рассоловод

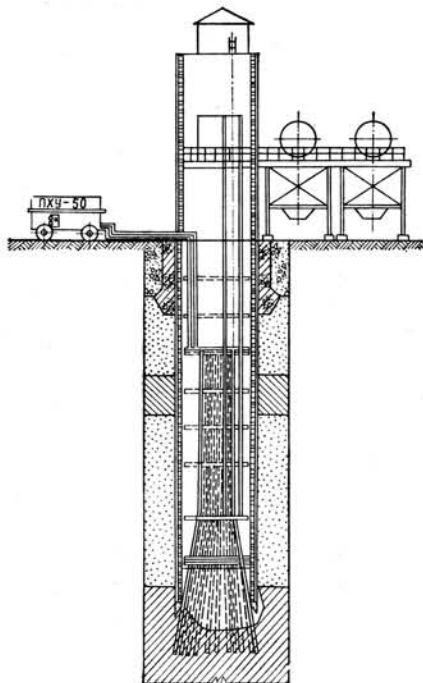


Рис. 6

расположили в стволе, трубы рассоловодов покрыли битумноперлитной изоляцией. Вода для охлаждения агрегатов станции поступала от водопонижающей скважины и имела $t^{\circ} = -7^{\circ}\text{C}$; пассивную зону циркуляции рассола в колонках уменьшили до 0,5 м.

Для предотвращения движения грунтовых вод затопили ствол и станцию включили в работу.

Через сутки температура рассола на выходе составила -25° .

На 12-е сутки ледогрунтовый контур был замкнут. Поступление воды из забоя прекратилось.

Учитывая, что контроль за процессом замораживания был затруднен отсутствием водонаблюдательных скважин, решили продлить срок активного замораживания еще на 10 суток. По истечении этого срока проведена контрольная откачка воды из ствола на 3 м, после чего в течение двух суток велись наблюдения за уровнем воды в стволе. Подъема воды не произошло, о чем свидетельствовало наличие замкнутого ледогрунтового контура. Поэтому воду откачали в полном объеме. Обделку очистили ото льда и начали разработку грунта ниже ножевого кольца.

Колонки, мешавшие монтажу кольца, были отключены и демонтированы; остальные работали до полного их оттаивания.

Глубина промерзания по контуру ствола составила 3,5 м, по центру 2 м, считая от острия ножа (рис. 7). Промер-

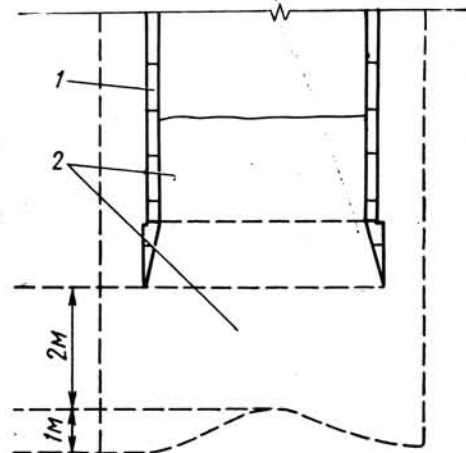


Рис. 7.

1 — опускная крепь; 2 — ледогрунтовый массив

зание за обделкой составило 1,4 м, что полностью гарантировало безопасность дальнейшей проходки ствола. Экономическая оценка применения передвижной замораживающей станции при проходке ствола приведена в таблице:

Вид работ	Стоимость, тыс. рублей	
	при стационарной замораживающей установке	при передвижной установке
Бурение замораживающих скважин	23	6
Монтаж замораживающих колонок и рассолопровода	21,3	3,1
Активное замораживание	13,6	7,1
Пассивное замораживание	2,2	1,3
Всего:	60,1	17,5

Выводы:

Во избежание возможности прорыва пльвунных пород в забой необходимо точнее определять положение контакта пльвуна с водоупором по периметру ствола. При уклоне в 20° разница отметок контакта по диаметру ствола достигает 2,2 м;

в проекте производства работ следует указывать минимальную глубину погружения ствола в водоупор;

учитывая, что давление в гидросистеме задавливания достигало 300 атм, при котором упорные балки отрывались от закладных балок форшахты, а последняя — от грунта, необходимо усиливать упорные балки и конструкцию форшахты;

опыт применения передвижных холодильных станций для проходки шахтных стволов в неустойчивых породах на строительстве метрополитена полностью себя оправдал.

Даты и факты

1955—1975

8 ОКТЯБРЯ 1955 г. прошел первый пробный поезд от ст. «Площадь Восстания» до ст. «Автово». На первом участке трассы протяженностью 10,2 км сооружено 8 станций и депо. Линия метро связала центр города с юго-западным промышленным районом.

ПРЕЗИДИУМ Верховного Совета СССР Указом от 14 ноября 1955 г. присвоил Ленинградскому метрополитену имя Владимира Ильича Ленина.

15 НОЯБРЯ 1955 г. в 6 часов началось регулярное движение поездов по трассе, связывающей четыре из пяти городских вокзалов.

1 ИЮНЯ 1958 г. введен в действие второй участок Кировско-Выборгской линии от ст. «Площадь Восстания» до ст. «Площадь Ленина» (Финляндский вокзал). Протяженность линии 3,4 километра.

29 АПРЕЛЯ 1961 г. вошел в эксплуатацию первый участок Московско-Петроградской линии длиной 5,4 км между станциями «Фрунзенская» и «Парк Победы».

В ОКТЯБРЕ 1961 г. решением Исполкома Ленинградского городского Совета депутатов трудящихся, Ленинградского областного Совета профсоюзов и Городского Комитета ВЛКСМ коллективу Ленинградского метрополитена им. В. И. Ленина присвоено звание «Предприятие высокой культуры».

1 ИЮЛЯ 1963 г. вступил в строй второй участок Московско-Петроградской линии от ст. «Технологический институт» до ст. «Петроградская». Общая длина трассы увеличилась до 11,3 километра.

1 ИЮЛЯ 1966 г. введен в эксплуатацию первый наземный участок метро протяженностью 1,5 км от ст. «Автово» до ст. «Дачное». Новый участок соединил линию метрополитена с крупным жилым районом Дачное.

3 НОЯБРЯ 1967 г. начал действовать первый участок третьей на метрополитене Невско-Василеостровской линии от ст. «Василеостровская» до ст. «Площадь Александра Невского». Длина линии 6,7 километра.



КУРСОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

**В. АВЕРКИЕВ, начальник
Ленинградского метрополитена**

С вводом первого участка I очереди Ленинградского метрополитена эксплуатационники получили от строителей добротное, мощное, технически оснащенное предприятие с уникальными сооружениями и устройствами.

За 20 лет эксплуатации осуществлен большой комплекс работ по совершенствованию этих устройств, внедрению новой техники и передовой технологии, позволивших значительно увеличить пропускную и провозную способность линий, повысить безопасность движения поездов и эскалаторов, улучшить культуру обслуживания пассажиров.

Особенно ценным новшеством явилось внедрение на метрополитене системы автоматического управления движением поездов.

В содружестве с институтом Гипротрансигнализация, Ленметропроектом, Ленметростроем и рядом организаций и предприятий, Ленинградский метрополитен впервые в Советском Союзе осуществил разработку и внедрение на Невско-Василеостровской и Московско-Петроградской линиях централизованной программно-моделирующей системы автоматического управления движением поездов. Государственная приемочная комиссия, образованная Госкомитетом Совета Министров СССР по науке и технике, отметила, что система выполнена на высоком научно-техническом уровне, отвечает современным требованиям к устройствам железнодорожной автоматики, перспективна, решает комплексно поставленные перед ней задачи и может быть рекомендована для внедрения на всех метрополитенах СССР. Опыт эксплуатации системы показал ее высокую надежность.

Внедрение системы дает большой эффект народнохозяйственного и социального значения.

Производительность труда локомотивных бригад повышается в два раза за счет высвобождения помощников машинистов. На 2,5% сокращается время передвижения пассажиров, что позволяет получить экономию общественно полезного времени 0,53 условных рабочих дня на 1000 пассажиров.

За счет стабильного выполнения оптимальных по тяге режимов движения поездов уменьшается расход электроэнергии на 2,5%. Снижается себестоимость перевозок на 2–3%.

Стоимость строительства каждого километра линии метрополитена уменьшается на 0,14% благодаря сокращению длины станций.

Повышается степень использования подвижного состава в эксплуатации, с высвобождением из обращения 2–3% поездов.

Система обеспечивает: точность выполнения графика в пределах ± 5 секунд на всем пути следования поездов;

сокращение времени хода и увеличение пропускной способности, по сравнению с ручным управлением, на станциях на 2,5% и на оборотных тупиках на 7,5%;

высвобождение на двух линиях 200 человек штата помощников машинистов в результате комплексной автоматизации всех процессов управления поездами.

В процессе внедрения системы для обеспечения управления поездом одним лицом решены такие проблемы, как модернизация поездного оборудования для возможности работы в режиме автоведения; разработка схемы резервного управления поездом, позволяющая осуществлять управление из головной кабины при различных не-

Даты и факты 1955—1975

25 ДЕКАБРЯ 1969 г. вступил в эксплуатацию третий участок Московско-Петроградской линии — «Парк Победы» — «Московская» протяженностью 1,8 километра.

21 ДЕКАБРЯ 1970 г. начал действовать второй участок Невско-Василеостровской линии «Площадь Александра Невского» — «Ломоносовская» с промежуточной станцией «Елизаровская». Новая трасса протяженностью 5,8 км соединила центр города с обширными районами, расположенными вдоль Невы.

В ФЕВРАЛЕ 1971 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР за успешное выполнение заданий восьмой пятилетки и обеспечение высокой культуры обслуживания пассажиров Ленинградский метрополитен награжден орденом Ленина.

25 ДЕКАБРЯ 1972 г. вступил в строй новый участок Московско-Петроградской линии от ст. «Московская» до ст. «Купчино». Его протяженность 4,4 километра.

25 АПРЕЛЯ 1975 г. Кировско-Выборгская трасса была продлена от «Площади Ленина» до «Лесной». Ввод нового участка длиной 3,4 км значительно улучшил транспортные связи между центром и Выборгской стороной города.

К КОНЦУ предстоящей пятилетки протяженность линий Ленинградского метрополитена возрастет на 22 километра.

П АССАЖИРОПОТОК возрастет (с 552 млн. человек в 1975 г.) до 710 млн. человек. Среднесуточные перевозки увеличатся с 1512 тысяч до 2 млн. пассажиров.

В ПЕРСПЕКТИВЕ протяженность линий Ленинградского метрополитена в соответствии с комплексной генеральной схемой развития городского транспорта планируется довести до 130 километров, а число станций до 80. Среднесуточные перевозки возрастут до 3 млн. человек.

исправностях; создание педали бдительности машиниста, обеспечивающей безопасность движения в случае потери машинистом способности к управлению; внедрение конструкции зеркал для обзора и контроля за посадкой и высадкой пассажиров на станцию; разработка схемы синхронизации хода остаточных контроллеров для повышения точности остановки поездов; организация радиосвязи диспетчера с машинистами поездов на основе применения провода волновода; изменение схемы сигнализации дверной блокировки с применением активного сигнала и ряд других технических проблем, улучшающих надежность работы автоведения.

Учитывая положительный опыт внедрения автоведения на двух линиях, сейчас ведутся работы по автоматизации движения поездов на третьей, Кировско-Выборгской линии. Здесь предусмотрена комплексная система автоматического управления движением поездов (КСАУП), включающая средства автоведения и устройства АЛС—АРС.

Большим достоинством системы является применение на центральном пункте управления электронно-вычислительного комплекса АСВТ, М-6000. При этой системе будет осуществляться непрерывное взаимодействие между устройствами пути и подвижного состава, значительно повысится степень безопасности движения, улучшатся условия вождения, появится возможность повысить пропускную способность линии до 48 пар поездов в час восьмивагонного формирования и увеличить скорость следования составов из вагонов «ЕМ» по перегонам до 90 км/час.

В творческом содружестве с институтом Гипротрансигнализация разработана аппаратура системы автоматической регистрации номера маршрута (САРМ). Этой системой оборудованы два головных вагона. Монетный образец ее установлен на одной из станций Невско-Василеостровской линии и центральном диспетчерском посту. В дальнейшем системой САРМ намечается оборудовать все три линии.

В ближайшей перспективе намечается разработка системы оперативного сбора и регистрации информации о пассажиропотоках с применением прикладного телевидения.

Для накопления опыта внедрения безреостатного пуска и торможения тяговых двигателей вагонов, в содружестве с ЛИИЖТом ведутся работы по созданию контактно-аккумуляторного электровоза на базе вагона типа «Д» с импульсным регулятором режимов тяги и электрического рекуперативного торможения с отдачей энергии в тягово-аккумуляторных батареях.

Предполагается проведение научно-технических работ по оборудованию регулятором режимов тяги и электрического рекуперативного торможения с отдачей энергии рекуперации в контактную сеть. Планируется разработать и испытать на участке линии с двумя тяговыми подстанциями, оборудованными инвентарными преобразователями, систему рекуперации электроэнергии с опытным составом, оснащенный импульсным регулированием процессов пуска и торможения.

Асинхронный тяговый двигатель прост, надежен, позволяет значительно повышать тяговое и тормозное усилия, не имеет коммутационной аппаратуры. Экономические преимущества асинхронного привода связаны с уменьшением в 3—5 раз затрат на его ремонт, с возможностью экономии до 20—30% расходуемой на тягу электроэнергии за счет рекуперативного торможения.

Перед работниками подвижного состава впереди еще много задач по дальнейшему совершенствованию действующего парка вагонов. Важнейшие из них — перепланировка промежуточных вагонов с ликвидацией в них кабин управления и устройством схемы и пульта маневрового управления. Это даст возможность увеличить вместимость вагона на 8—9%;

оснащение вагонов новыми тяговыми двигателями ДК-117 с мощностью 110 квт, что будет способствовать повышению скорости сообщения;

реконструкция кузовов вагонов типа «Д» с расширением дверных проемов (до размеров проемов вагона типа «Е»).

Предстоит также разработать диагностическое устройство для автоматизированной проверки оборудования подвижного состава метрополитена.

Парк эскалаторов на Ленинградском метрополитене вырос в настоящее время до 107 машин. Конструкция отдельных узлов постоянно совершенствуется.

Скорость движения лестничного полотна эскалаторов ЭМ-4,5 и ЛТ-1 в результате модернизации электропривода повышена с 0,75 м/сек до 0,94 с/сек.

Улучшая качество выполнения ревизионных работ, передовые коллективы эскалаторных станций добились увеличения межремонтных пробегов эскалаторов (в среднем на 10—15%) до 120÷125 тыс. км и отдельных из них — 140—145 тыс. км.

В целях сокращения времени простоев эскалаторов в ремонте намечена организация поточно-агрегатного ремонта ступеней, бегунков и направляющих.

К настоящему времени на 23 станциях из 28 успешно эксплуатируется система управления эскалаторами.

Учитывая достигнутые положительные результаты, планируется перевести эскалаторы одной из линий на телеуправление из диспетчерского пункта с применением прикладного телевидения. В качестве первого этапа намечается перевести на централизованную систему управления 19 эскалаторов узла «Невский проспект» — «Гостинный двор».*

Актуальными вопросами на пути дальнейшего улучшения конструкции эскалаторов и их эксплуатации и ремонта сейчас являются:

разработка и внедрение унифицированной схемы управления электроприводом эскалаторов всех типов с использованием более совершенной аппаратуры; схемы АВР внешнего электроснабжения; системы телеуправления электроприводом эскалаторов; основного бегунка с эластичным ободом; новых конструкций поручней для увеличения срока их службы; приспособлений для механизации очистки узлов; усиления жесткости фартуков балюстрады; создание новых видов густой смазки подшипниковых узлов и зубчатых зацеплений. Представляется целесообразной организация централизованной базы для изготовления запчастей для эскалаторов метрополитена страны.

В деле улучшения содержания тоннельных и подземных сооружений в числе важнейших проблем — разработка новых средств механизации для ремонта сводов станций и вестибюлей, полировки мраморных облицовок; создание агрегата для промывки жесткого основания пути и открытого лотка под шпалами; внедрение комплекса механизмов по уборке пассажирских помещений (стен и верхних зон станций, тоннелей, ходового полотна и балюстрад эскалаторов; применение стойких и долговечных синтетических материалов.

В целях улучшения состояния рельсового хозяйства в настоящее время ведется разработка способов машинной расшивки результатов контроля с использованием вычислительного комплекса АСВТ, М-6000. Это резко повысит производительность и эффективность расшивки, избавит от необходимости сплошного контроля рельсов ручными средствами, позволит значительно ускорить выдачу данных состояния обследованных рельсовых ниток.

В соответствии с планом новой техники средствами телеуправления оборудуются сантехустройства Невско-Василеостровской линии.

Начата разработка приборов для системы автоматического контроля и регулирования микроклимата.

Система контроля за микроклиматом позволит автоматически передавать на ЦДПС данные о температуре, относительной влажности, содержании CO_2 , а также скорости движения воздуха в местах установки датчиков.

Устройства автоматического контроля и регулирования микроклимата в сочетании с системой телемеханики ВРТФ составят основу автоматизированной системы управления санитарно-техническими устройствами для обеспечения нормального состояния воздушной среды метрополитена.

В целях дальнейшего совершенствования процессов механизации контроля и пропуска пассажиров на станциях объединенным мастерским и службе сигнализации и связи предстоит в ближайшее время заняться модернизацией существующих АКП и монеторазменных автоматов, сделав их более эстетичными, высокопроизводительными и надежными в эксплуатации. Предстоит также решить задачу создания АКП с применением магнитных карточек.

От реализации основных мероприятий по новой технике и организационно-технических мер по метрополитену в целом высвобождено 1848 человек с экономией фонда зарплаты в 2653 тыс. руб.

В настоящее время, учитывая общий достигнутый высокий уровень автоматизации производственных процессов, ведутся работы по созданию автоматизированной системы управления метрополитеном (АСУ-М).

В ознаменование предстоящего XXV съезда КПСС коллектив метрополитена принял дополнительные повышенные социалистические обязательства:

обеспечить до конца 1975 года получение сверхплановой прибыли не менее 500 тыс. руб.;

повысить в 1975 году производительность труда на 3% против плана;

ко дню открытия съезда завершить наладочные работы и перевод сантехоборудования Невско-Василеостровской линии на телеуправление;

с целью повышения эффективности использования подвижного состава сократить сроки простоя вагонов в подъемном ремонте на 0,5 суток против установленной нормы;

реконструировать устройства маршрутно-релейной централизации станции «Площадь Восстания» к 30 декабря 1975 года;

выполнить монтажные работы по реконструкции диспетчерской централизации Кировско-Выборгской линии;

оказать помощь строителям в обеспечении досрочного ввода в эксплуатацию производственно-бытового комплекса электродепо «Автово».

Даты и факты 1955—1975

Н А 101% выполнен план перевозки пассажиров в 1974 г. Сверх плана перевезено более 5 млн. человек. График движения поездов выполнен на 99,999%.

С РЕДНЕСУТОЧНЫЕ перевозки в настоящее время составляют 1460 тыс. человек, а в воскресные дни — 1600 тысяч. Только за прошлый год перевезено 524 млн. пассажиров, что более чем вдвое превышает население нашей страны. За 20 лет эксплуатации Ленинградского метрополитена перевезено 5 миллиардов 615 миллионов человек.

У ДЕЛЬНЫЙ вес метрополитена в городских перевозках составляет более 21%.

И З ДВУХ депо — «Автово» и «Московское» на трассы метрополитена ежедневно выходит 460 вагонов. В последние годы вагоны для подземной магистрали типа «ЕМА» стали строиться на Ленинградском вагоностроительном заводе имени Егорова.

П О ВСЕМ линиям ежедневно курсирует 2650 поездов. Только за 1974 год на метрополитене проследовало 959 тыс. поездов. График движения поездов ежемесячно выполняется на 99,99%.

О БЩАЯ протяженность трасс ленинградского метро в двухпутном исчислении составляет в настоящее время 48,1 км. Число станций возросло до 31, а вестибюлей до 34.

Н АПРЯЖЕННОСТЬ работы метрополитена достигла 12 млн. пассажиров на километр пути. Дальность поездки возросла до 7,62 километра.

С КОРОСТЬ движения поездов — максимальная техническая — доведена сейчас до 75 км/час, средняя эксплуатационная — до 39,6 км/час. Скорость движения эскалаторов типа М-4 и М-5 возросла с 0,75 м/сек до 0,96 м/сек.

П РИБЫЛЬ от эксплуатационной деятельности метрополитена достигла 2.489 тыс. рублей.

З А I полугодие 1975 года сэкономлено 3554,9 тыс. квт.-час электроэнергии.

* С высвобождением дежурного персонала машинистов и помощников машинистов.



Вестибюль станции «Лесная»



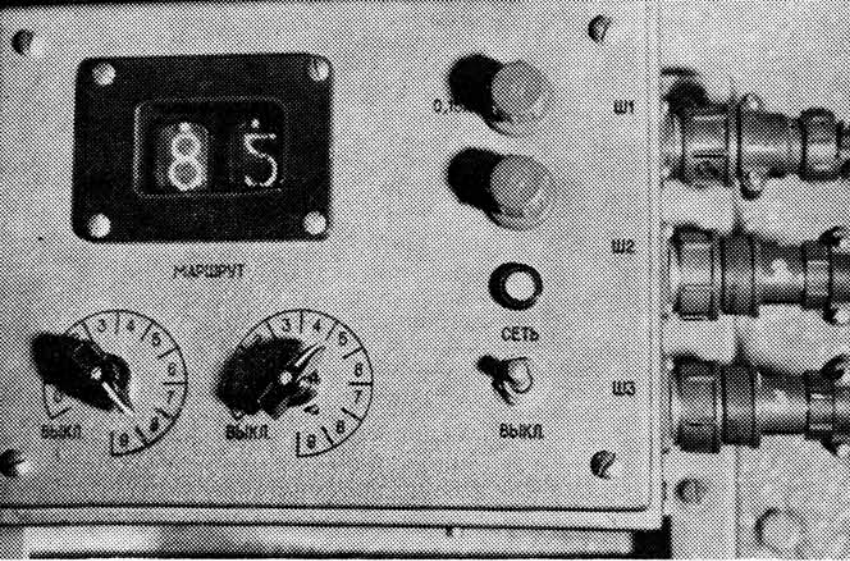
Станция «Лесная»



Вестибюль станции «Выборгская»

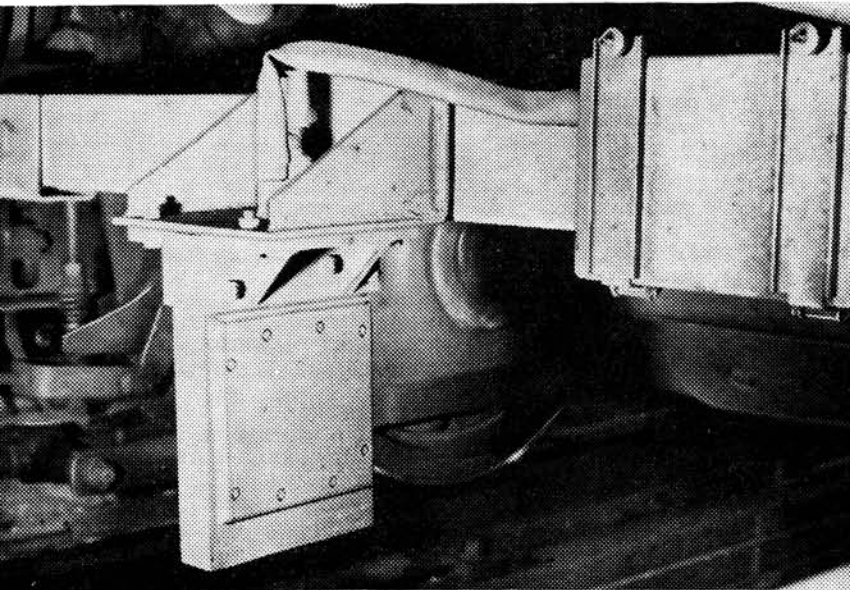


Эскалаторный зал ст. «Выборгская»

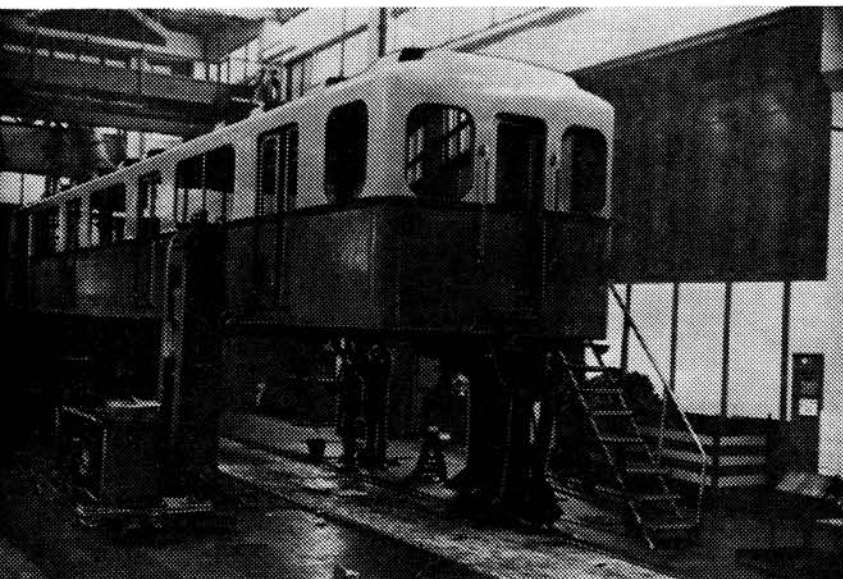


Система автоматической регистрации номера маршрута поезда. Пульт индикации и задания номера маршрута в кабине машиниста

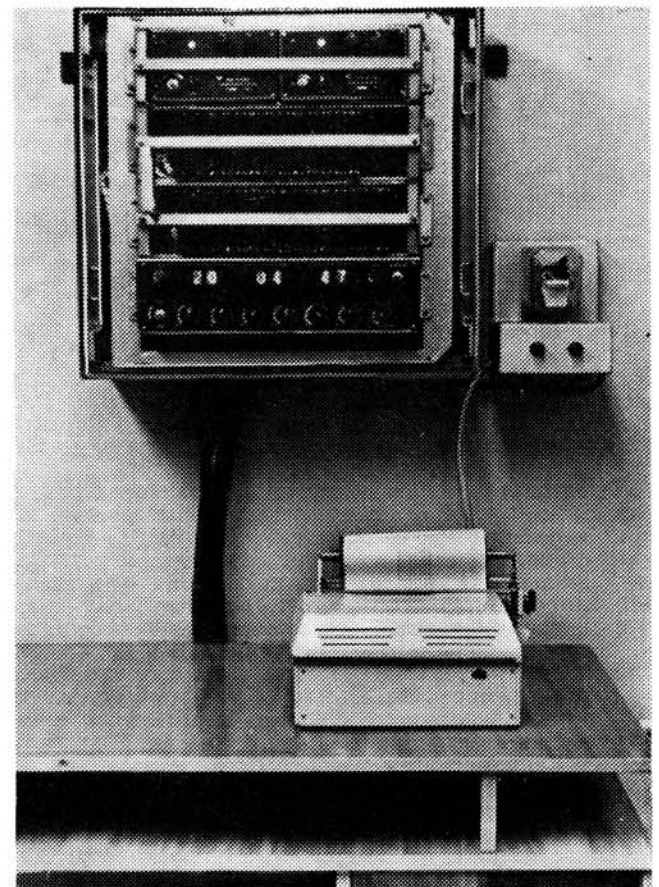
НОВАЯ ТЕХНИКА НА ЛЕНМЕТРОПОЛИТЕНЕ



Поездной индуктор системы автоматической регистрации номера маршрута



Поточная линия ремонта вагонов метрополитена. Первая позиция



Устройство текущего времени и электроуправляемая пишущая машина системы автоматической регистрации номера маршрута поезда метрополитена

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА ЛЕНМЕТРОПОЛИТЕНЕ

О. ФЕДОРОВ, начальник отдела АСУ

МЕТРОПОЛИТЕН по своей структуре и организационному построению — крупное, многоотраслевое производственное предприятие сферы обслуживания. Перевозка пассажиров внутри города — сложный и трудоемкий процесс, успешное выполнение которого зависит от многих факторов. Главнейший из них — рациональное использование транспортных средств в масштабе города — влечет за собой безусловное требование — координацию управления в системе всего общественного транспорта Ленинграда.

В условиях постоянного роста трасс и интенсивности движения становится сложной и громоздкой задача управления непосредственно метрополитеном. Это настойчиво требует создания принципиально новых средств и методов управления.

Для разработки и внедрения локальных задач автоматизации в структуре управления Ленинградского метрополитена создан отдел АСУ. Структурная схема АСУ «Метрополитен» показана на рисунке, где представлена ориентация на тип электронно-вычислительной техники.

В настоящее время отдел АСУ ведет разработку первой очереди четырех подсистем управления: перевозочным процессом; техническим осмотром и ремонтом подвижного состава; осмотром и ремонтом агрегатов и сооружений; бухгалтерским учетом и отчетностью.

Рассмотрим пути внедрения каждой из этих четырех подсистем.

Управление перевозочным процессом. С 1972 года на Московско-Петроградской и Невско-Василеостровской линиях эксплуатируется система автоведения с использованием специальной вычислительной машины. На Кировско-Выборгской линии внедряется комплексная автоматическая система управления поездом (КАСУП) с использованием универсальных электронно-вычислительных машин серии АСВТ, М-6000. Эта система, имея обратную связь о реальном нахождении поезда в точках отправления, позволяет рационально управлять поездами, оптимально используя поездные ресурсы, и восстанавливать отклонения от графиков движения с минимальными затратами времени.

НТПО «Ленсистемотехника» по заданию Ленинградского метрополитена научно обосновало экономические критерии, определяющие выбор оптимальных размеров движения поездов и технических скоростей на трассах.

Таким образом, на Ленинградском метрополитене созданы все предпосылки для разработки и внедрения автоматизированной подсистемы управления перевозочным процессом, предусматривающей рациональное использование подвижного состава, эскалаторов, путей и путевого развития, станций и переходов, совершенных форм организации труда на базе централизованной информационно-советующей диспетчерской системы с использованием ЭВМ АСВТ, М-6000.

Планируется использование ЭВМ и экономико-математических методов для решения таких задач, как автоматическое ведение поездов; сменно-суточное планирование графика их движения; то же работы машинистов и поездных бригад; моделирование состояния путей и путевого хозяйства, поездной ситуации и выдачи директив диспетчеру для восстановления сбоев в графике движения составов; автоматизация учета эксплуатационных измерителей; оперативный сбор и обработка данных о пассажиропотоках; диспетчерская централизация с индикацией режимов отклонения от графика и другое.

Управление техническим осмотром и ремонтом подвижного состава. Решая задачи управления техническим осмотром и ремонтом подвижного состава, отдел АСУ использует богатый опыт разработок Главленавтотранса с учетом специфики метрополитена с его более четкой регламентированностью. Проводится нормализация зон ТО и ремонта по всем видам работ, их последовательности, трудовым, производственным и материальным затратам. Такое нормирование и регламентация определяются «Нормативными картами организации труда». Этот документ планируется использовать как основной источник нормативно-справочной информации для решения задач подсистемы управления ТО и ремонтом.

При постановке задач учета, анализа, прогноза и планирования как основных функций управления ТО и ремонта, необходимо дифференцированно рассматривать техническое состояние каждого вагона в отдельности (в отличие от подсистемы управления перевозочным процессом, где подвижная единица для этих функций управления рассматривается посоставно).

При этом решаются следующие задачи:

оперативный учет технического состояния подвижного состава повагонно и посоставно; наличия запасных частей, узлов и дефицитных материалов в зонах ТО и ремонта; трудовых, производственных и материальных затрат на ТО и ремонт; прогноз работы ремонтного персонала; анализ работоспособности узлов и агрегатов на подвижном составе; планирование работ в зонах ТО и ремонта по различным видам.

Управление техническим осмотром агрегатов и сооружений. Существующая в настоящее время календарная система проведения планово-предупредительных работ по этим объектам базируется на данных, полученных в результате статистического анализа эксплуатации таких же или подобных технических сооружений. Однако на практике часто оказывается, что календарные сроки, установленные для ТО и ремонта какого-либо объекта, не соответствуют действительному его состоянию. Поэтому целесообразнее производить ТО и ремонт агрегатов и сооружений в соответствии с показателями, характеризующими их работоспособность.

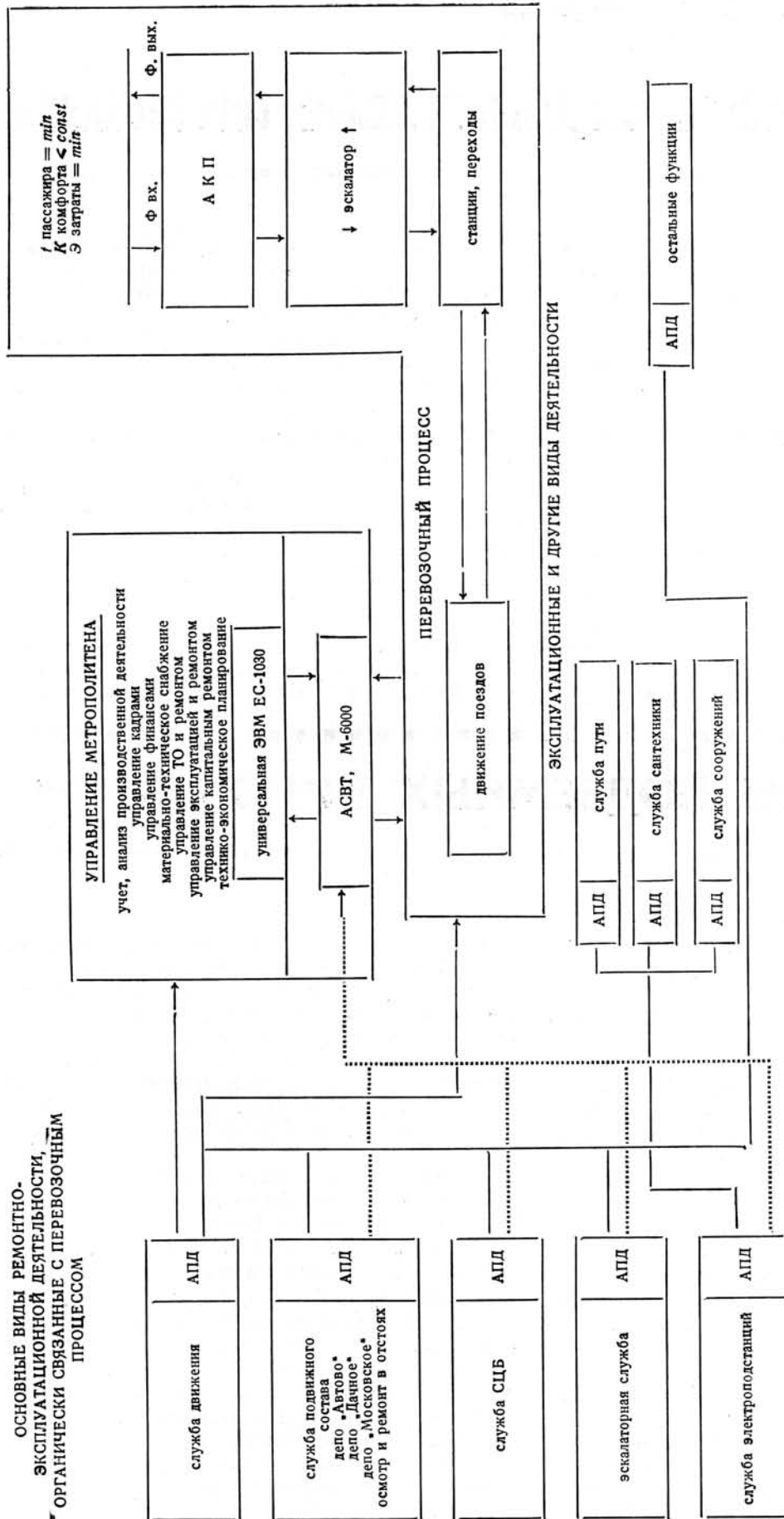
Так как агрегаты и сооружения метрополитена имеют большое количество взаимосвязанных параметров, определение перечня работ представляет собой сложный вычислительный процесс. Поэтому для решения этой задачи важно использовать ЭВМ.

При этом в процессе технического осмотра, регламентированного во времени, заполняется документ с фиксацией данных параметров агрегата и сооружения. Этот документ переносится на машинный носитель и вводится в ЭВМ для контроля тенденциозности изменения параметров от их начального состояния или предшествующего замера (внутренний диаметр может только увеличиваться, а наружный — уменьшаться).

Контроль изменения параметров является обратной связью для регулирования правильности исполнения технических осмотров. Результатом обработки параметров технического состояния агрегатов и сооружений является выходящая табуляграмма перечня ремонтных работ.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АСУ МЕТРОПОЛИТЕНА

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОРГАНИЧЕСКИ СВЯЗАННЫЕ С ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ



После исполнения ремонта данные параметров агрегатов и сооружений принимаются за начальные.

Управление бухгалтерским учетом и отчетностью (БУО). Предпроектный опрос свидетельствует, что в бухгалтериях служб и подразделений только частично механизированы отдельные виды операций по расчету заработной платы и учету материалов, а основная доля работ выполняется на бухгалтерских счетах и арифмометрах.

При разработке подсистемы управления бухгалтерским учетом и отчетностью предполагается возможность автоматизации комплекса основных работ: учета труда и заработной платы; затрат на производство; материальных ценностей; основных средств (фондов); готовой продукции; финансово-расчетных операций; формирование и проверка бухгалтерской отчетности; показателей бухгалтерской отчетности и так далее.

При разработке подсистемы управления БУО на Ленинградском метрополитене одним из принципов организации и централизации учетной информации является использование минимума исходных данных для получения максимума производной результативной информации.

Для решения задач подсистемы БУО планируется использование периферийного вычислительного комплекса М-5000, в комплект поставки которого входят программы (математическое обеспечение), рассчитанные на соответствующий класс задач учета, статистических расчетов и экономики. Применение типовых алгоритмических процедур, реализованных в виде готовых программных модулей, значительно сократит время написания и отладки программ.

В отделе АСУ разрабатывается техническое задание по подсистеме управления бухгалтерским учетом и отчетностью на метрополитене. План развития по разделу «Внедрение вычислительной техники в народное хозяйство» на 1976—1980 г. предусматривает основные затраты по всем видам работ и ориентировочный годовой экономический эффект от внедрения «АСУ — Метрополитен» в размере 231,8 тыс. руб. со сроком окупаемости 2,48 года.

В ПРЕДСЪЕЗДОВСКОМ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОМ СОРЕВНОВАНИИ

В АВАНГАРДЕ соревнования работников ленинградской подземной магистрали за достойную встречу XXV съезда КПСС идут коммунисты. С важной инициативой выступил коллектив машиниста-инструктора члена парткома В. Первушина. Решено отработать один день съезда на экономленной электроэнергии.

Коллективы машинистов, возглавляемые коммунистами Р. Бокшицким и М. Никандровым, приняли обязательство повысить время пробега колесных пар между ремонтами. Слесарь-электрик эскалаторной службы коммунист Н. Агарков внес ряд ценных предложений, направленных на сокращение сроков перевода эскалаторов на дистанционное управление.

Во всех службах хозединиц приняты повышенные обязательства в честь предстоящего съезда КПСС. На партийно-хозяйственном активе метрополитеновцы приняли дополнительные обязательства, с честью выполняемые. Этому способствует дальнейшее совершенствование всех форм соревнования. В нем участвует 6000 человек, в авангарде которых более 1000 коммунистов. 916 инженерно-

А. ГОРБЕНКОВ, секретарь парткома Ленметрополитена

технических работников метрополитена включились в соревнование по личным творческим планам. 269 рабочих трудятся под лозунгом «пятидневное задание — за четыре дня».

У коллектива хорошие эксплуатационные показатели. За 9 месяцев завершающего года пятилетки план перевозки пассажиров выполнен на 100,6%, пробег вагонов на 101%. Сэкономлено электроэнергии 4,9 млн. квт-час. Достигнута прибыль 416 тыс. руб.

В I и II кварталах Ленинградский метрополитен вышел победителем в Республиканском социалистическом соревновании с Московским метрополитеном.

До конца 1975 г. метрополитеновцы обязались экономить не менее 500 тыс. квт-час электроэнергии и 4 т условного топлива, получить дополнительно сверхплановую прибыль в размере не менее 500 тыс. руб. От внедрения предложений дополнительно экономить не менее 20 тыс. руб.

МИЛЛИОНЫ ПОДЗЕМНЫХ КИЛОМЕТРОВ

В ЕТЕРАН Ленинградского метрополитена машинист-инструктор Владимир Меркурьевич Азетов хорошо помнит день 15 ноября 1955 года, когда после торжественного митинга от платформы станции «Площадь Восстания» отошел первый поезд с пассажирами. За контроллером стоял опытный машинист, бывший начальник электродепо «Автово» С. Вуглинский, за помощника машиниста был В. Азетов.

Они были первыми — группа машинистов и их помощников, пришедшая с Октябрьской магистрали и ставшая ядром коллектива электродепо. Прибыли и машинисты с Московского метрополитена. Они стали ленинградцами. Это были отличные кадры. Позади у каждого трудная, у многих — боевая биография.

Машинист первого класса Геннадий Георгиевич Занько уже в 22 года был командиром батальона, прошел с боями по дорогам войны путь до Берлина. Сейчас Занько — председатель совета ветеранов электродепо «Автово», опытный машинист-наставник.

Бывший танкист офицер Владимир Сергеевич Первушин отлично овладел техникой вождения подземных поездов. Это его группа поездных бригад сейчас первой на метрополитене выступила с призывом встать на трудовую вахту в честь XXV съезда КПСС и приняла повышенное обязательство.

К. ФРОЛОВ, начальник депо «Автово»

Машинисты первого класса Анатолий Елкин, Вениамин Рудометов, Яков Красин и многие другие водили первые поезда метрополитена. Теперь машинисты Невско-Василеостровской линии ведут поезда, оснащенные автомашинистом, в одно лицо.

Еще два года назад ветераны отметили важный юбилей — на трассах Ленинградского метрополитена они наездили миллион километров. Теперь эта цифра приближается к миллиону двумстам тысячам.

«Миллионерами» стали также опытные машинисты первого класса Александр Зотов, Леонид Осипов, Иван Дмитряков, Николай Андрианов.

Подсчитано, что за 20 лет работы каждый из них перевез более десяти миллионов пассажиров.

На счету каждого «миллионера» не один десяток подготовленных помощников и машинистов. Добрым примером молодым питомцам служит их наставник Иван Николаевич Дмитряков. Он руководит сейчас составом, который носит звание «Лучший поезд метрополитена». Один из его учеников, Николай Гаранин, старший машинист депо «Автово» в числе первых освоил управление поездом в одно лицо. Его составу также присвоено звание «Лучший поезд метрополитена».

ФОРМЫ ТВОРЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА КОЛЛЕКТИВОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННИКОВ

В. ЧЕРВЯКОВ, инженер

МЕТРОПОЛИТЕНЫ нашей страны от самого старшего — Московского, которому недавно исполнилось 40 лет, до самого юного — Харьковского, только что введенного в эксплуатацию, постоянно поддерживают между собой творческие контакты.

В практику вошло регулярное проведение научно-технических конференций метрополитенов. Польза от таких конференций несомненна: результатом их, как правило, является взаимный обмен опытом работы, сокращение затрат на собственные разработки и дублирование.

Так, опыт москвичей помог ленинградцам при проектировании и изготовлении автоматических контрольных пунктов, устройств автоматического регулирования скорости, внедрении новой системы освещения тоннелей. У московских коллег заимствована документация на ложные тележки для вывоза неисправных хозяйственных единиц из тоннелей, на реконструкцию колонн кранов мотодрезин АГМу для вписывания в габарит приближения строений и многое другое.

В свою очередь, специалисты Ленметрополитена делятся удачными техническими решениями с эксплуатационниками других метрополитенов. Почти на всех из них используется двухпрограммный радионформатор, разработанный машинистом электродепо «Автово» В. Рукавишниковым. Созданная у нас система проводной радиосвязи диспетчера с машинистами на линиях успешно

применяется на Московском, Киевском и других метрополитенах.

Пылеуборочные и грязеуборочные машины, изготовленные ленинградскими объединенными мастерскими, можно увидеть во многих других подземных хозяйствах эксплуатационников.

Опыт внедрения систем автоматического управления поездами, монеторазменных аппаратов, технологических процессов ремонта подвижного состава, эскалаторов и т. д. сделался всеобщим достоянием.

Широкое распространение получила такая форма сотрудничества метрополитенов, как социалистическое соревнование между коллективами, отдельными службами, подразделениями и электродепо. Заключенные договоры о соревновании между работниками служб пути, тоннельных сооружений, электродепо «Автово» и «Сокол» Ленинградского и Московского метрополитенов, дистанциями электрозащиты и автотелеуправления служб электроподстанций и сетей Ленинграда и Киева способствуют постоянному творческому сотрудничеству.

В процессе соревнования служб движения москвичи, например, заимствовали пылеуборочные машины, а ленинградцы переняли у них новый технологический процесс уборки станций.

Московский и некоторые другие метрополитены заимствовали у нас технологический процесс производства работ по перебетонировке пути с применением двух

вибраторов; киевляне применяют прибор для замера временных параметров системы телемеханики.

В ходе социалистического соревнования между дистанциями служб электроподстанций и сетей Киевского и Ленинградского метрополитенов ведутся совместные разработки схем автоматики объектов энергоснабжения.

Наши специалисты поддерживают творческие связи и с зарубежными метрополитенами. Обмены визитами с представителями Пражского, Будапештского, Токийского и строящегося Варшавского метрополитенов — несомненно служат общему техническому прогрессу.

Весьма актуальным является Постановление Совета Министров СССР о переводе метрополитенов страны в ведение Министерства путей сообщения и организация в составе центрального аппарата Министерства Главного управления метрополитенов.

Принятое Постановление облегчает осуществление единой технической политики, исключает возможность распыления мощностей, экспериментальных баз, создает более благоприятные условия для разработки и внедрения образцов новой техники и их быстрого доведения до мировых стандартов.

Думается, что Главное управление метрополитенов будет постоянно обобщать передовой отечественный и зарубежный опыт, шире пропагандировать его, координировать, направлять и укреплять творческие связи между метрополитенами.

ОТОДВИНУТЬ «ПОРОГ» УТОМЛЯЕМОСТИ

ТРУД более совершенный и производительный возможен при такой организации производственного процесса, которая позволяет, с одной стороны, добиться повышения его экономической эффективности, с другой — создать для человека на рабочем месте условия, дающие возможность отодвинуть «порог» утомляемости, снизить нагрузку и сделать труд творческим, доставляющим радость.

Ни у кого не вызывает сомнения, что эстетическая организация производственной среды — гармония света и цвета самого интерьера, оборудования и мебели в нем, акустические условия, инсоляция, искусственное освещение и т. д. — ведет к значительному облегчению и оздоровлению труда.

По данным Ленинградской лаборатории социологии, исследовавшей вопросы текучести рабочей силы, установлено, что 36% уволившихся с предприятий города при объяснении причины ухода ссылались на низкую культуру производства.

Работы по внедрению технической эстетики на Ленинградском метрополитене ведутся уже давно. Мы стараемся рекомендовать всем организациям, занимающимся проектированием хозяйств

метрополитена, учитывать современные требования технической эстетики, предъявляемые к строительству промышленных зданий и сооружений.

Так, в комплексе с отделкой помещений, перепланировкой и установкой нового оборудования и вспомогательных средств была улучшена освещенность всех участков с применением люминесцентных светильников.

В электродепо «Автово» применена сигнально-предупредительная окраска элементов строительных конструкций и движущихся частей оборудования. Достигнута приятная цветовая гамма на рабочих местах и во всех производственных помещениях: мягкие тона стен сочетаются с насыщенным цветом станков. В таком же стиле выполнены интерьеры ремонтного пролета, колесного и механического отделений.

В электродепо «Дачное» в целях создания оптимальных санитарно-гигиенических условий и уменьшения шумов, в 1972 году сделаны цветные наливные полы из синтетических полимерных материалов. Такие полы устроены также в службах тоннельных сооружений и электроподстанций и сетей.

Когда в Ленинграде проходил месячник Международной организации труда

Ю. КОЗЛОВ, инженер-архитектор

(МОТ), на метрополитене объявили конкурс на лучшее оформление служебных и производственных помещений с учетом требований современной эстетики. Первое место и денежная премия присуждены службе электроподстанций и сетей за интересное оформление помещений тяговых подстанций на ст. «Невский проспект» и «Площадь Мира». При отделке оборудования подстанций покраска щитов, распределительных устройств, кремниевых агрегатов выполнены в наиболее выразительных и спокойных тонах (салатовый, бирюзовый, бледно-лимонный).

Второе место и денежная премия присуждены эскалаторной службе за оформление ст. «Невский проспект». Отлично подготовлены и эскалаторные станции «Кировский завод» и «Елизаровская». На этих станциях невольно забываешь о том, что находишься под землей. Изящно выполненные аквариумные бассейны, оборудованные живописные «островки зелени» при удачной подсветке имитируют уголки парка.

Свежо и красочно здесь оформлены стенды наглядной агитации.

ПОЛИМЕРНАЯ ПОКРЫШКА ДЛЯ КОНТАКТНОГО РЕЛЬСА

А. РОЩУПКИН, старший мастер службы пути Ленметрополитена

РАБОТНИКИ Ленинградского метрополитена и Метростроя разработали защитную полимерную покрытие вместо многоэлементного покрытия контактного рельса. У защитной полимерной покрытие ряд существенных конструктивных, технико-экономических и эксплуатационных преимуществ. Как видно на рисунке, она состоит из одного элемента. Без особых усилий покрытие надевается на контактный рельс и, облекая его по профилю, не требует специального крепления.

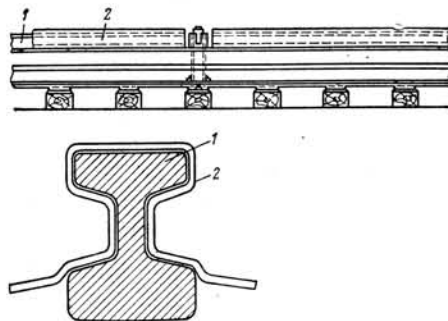
Новая конструкция из синтетического материала исключает деревянные коробки, сколачиваемые гвоздями. Она покрывает верх и обе боковые поверхности контактного рельса, полностью заменяя упругие кожанитовые или резиновые прокладки, устанавливаемые под изоляторы.

Стоимость изделия защитной полимерной покрытие значительно дешевле защитного покрытия. Так, по данным объединения «Победа», производящего строительные материалы, конструкции и детали, стоимость 1 пог. м полимерной покрытие при среднем весе 1,75 кг составляет 1 руб. 93 коп., тогда как стоимость 1 пог. м защитного покрытия 2 руб. 98 коп.

Новая полимерная покрытие изготавливается полужесткой. Рецепт исходных материалов такова: смола поливинил-

хлоридная марок С-70 или М-64-76 — 2%, добавка — 6% (смола ПВХ — 9,5%, стеарат кальция — 19%, двухосновный стеарат свинца — 28,6%, двуокись титана — 28,6%, стеариновая кислота — 14,3%, диоктилфталат — 10,6%, хлорпарафин XII-418 — 7,2%).

При эксплуатации защитной полимерной покрытие предполагается значительно сократить трудовые затраты на содержание контактного рельса. Плотное прилегание рельса по профилю предохранит его от загрязнения, а предварительная смазка перед установкой защитной полимерной покрытие — от коррозии. Снятие и установка по-



1 — контактный рельс; 2 — полимерная покрытие

крышки не требуют специального инструмента и не представляют трудностей. Не потребуются окраска и протирка коробов. Поверхностная пыль будет смываться действующими промывочными агрегатами. Облегчение обслуживания контактного рельса позволит организовать совместное содержание в исправности пути и контактного рельса одной бригадой.

Кроме того, внедрение защитной полимерной покрытие даст возможность применять новую конструкцию подвески контактного рельса. Совместно с кафедрой химической технологии резины Ленинградского технологического института имени Ленсовета разрабатывается прогрессивная технология перекрытия стыков контактного рельса с применением диэлектрической резины и клеев.

Несмотря на явное преимущество новой конструкции и большую заинтересованность в ней метростроя и метрополитена внедрение ее сильно затянулось. Основная причина задержки — сложность изготовления фильеры и калибрующего устройства: выполнение этих работ ведется сторонними организациями, без наличия планового задания.

В настоящее время спроектирована и изготавливается новая конструкция калибровки.

ОБ ОСНОВНЫХ ИТОГАХ РАБОТЫ НАШИХ МЕТРОПОЛИТЕНОВ*

В РАЗВИТИИ городов существенную роль играет рост численности населения и расширение границ застройки. Это, в свою очередь, вызывает ежегодное увеличение подвижности населения и среднюю дальность поездки пассажиров на всех видах городского транспорта. Последнее относится и к основному его виду в крупных городах — метрополитенам. Результаты их работы наиболее наглядно можно проследить в сопоставлении эксплуатационных показателей за 1974 и 1973 гг. По основным приведенным в таблице показателям прослеживаются характерные особенности работы метрополитенов, их все возрастающая роль в городских пассажирских перевозках. За рассматриваемый период последние увеличились по всем метрополитенам: наибольший рост на Бакинском — 10,1%; на остальных этот показатель колеблется от 3,6% до 4,5%. На таком же уровне находится и рост среднесуточных перевозок.

Снижена средняя населенность вагона на Киевском, Тбилиском, и Бакинском метрополитенах, причем на Тбилиском на 3,2 чел./вагон. Это свидетельствует об улучшении условий перевозки пассажиров в поездах. В то же время на Ленинградском и Московском метрополитенах на полную емкость вагонов увеличилась — особенно на Ленинградском, на 3,6 чел./вагон. В этих городах, таким образом, развитие метрополитенов отстает от роста пассажиропотоков.

На всех метрополитенах, кроме Бакинского, увеличилось количество пропущенных поездов. Сокращение же этого числа на Ба-

* За 1974 год в сопоставлении с 1973.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ СССР ЗА 1974 ГОД В СОПОСТАВЛЕНИИ С 1973 ГОДОМ

Наименование показателей	Московский			Ленинградский			Киевский			Тбилисский			Бакинский		
	Факт		% роста	Факт		% роста	Факт		% роста	Факт		% роста	Факт		% роста
	1973 г.	1974 г.	к 1973 г.	1973 г.	1974 г.	к 1973 г.	1973 г.	1974 г.	к 1973 г.	1973 г.	1974 г.	к 1973 г.	1973 г.	1974 г.	к 1973 г.
Перевозка пассажиров	1841	1903,8	103,6	524	503,1	101,1	189,0	197,4	104,4	102,3	104,5	91,6	100,9	110,1	110,1
То же, в среднем за сутки	5044	5224	103,6	1433,2	1373,4	101,1	517,8	540,9	104,5	280,3	292,9	251,1	276,6	110,1	110,1
Населенность вагона	43,5	45,9	105,3	43,9	43,1	100,5	39,9	38,4	96,2	39,3	38,2	41	41	100,0	100,0
Пропущено поездов (всего)	2787,5	2812,8	100,9	933,7	933,7	100,0	300,4	300,4	100,0	250,3	256	280,9	277,8	99,2	99,2
То же, в среднем за сутки	7737	7705	100,9	2623	2623	100,0	823	823	100,0	689,9	701,8	769,6	761	100,0	100,0
Эксплуатируемый парк вагонов	1797	1853	103,1	448	455	101,5	176	180	102,3	59	61	65	68	104,6	104,6
Инцидентный парк вагонов	2230	2336	104,7	702	535	76,2	220	242	110	87	87	54	55	101,1	101,1
Выпуск составов на линию	283,5	287,9	101,5	79,8	79	100,0	35	35	100,0	19,7	18,7	15	15	100,0	100,0
Коэффициент использования подвижного состава	0,81	0,81	100,0	0,77	0,65	84,5	0,8	0,78	97,5	0,85	0,78	—	0,86	—	—
Коэффициент использования подвижного состава парка в распряжении для	0,85	0,85	100,0	0,82	0,85	103,6	0,86	0,86	100,0	0,85	0,85	100,0	0,88	—	—
Пробег вагонов (общий)	317,3	358,6	113,0	81,2	81,2	100,0	23,4	23,4	100,0	9,68	10,3	106,4	9,2	11,9	129,5
Средняя техническая скорость	47,46	47,5	100,1	46,1	46,1	100,0	44,8	44,8	100,0	46,8	46,8	101,7	45,9	47,2	102,8
Эксплуатационная скорость	40,74	40,8	100,1	39,4	39,4	100,0	33,4	33,4	100,0	38,1	38,1	100,0	39,6	40,6	102,5
Расход электроэнергии по метрополитену (5ц/т)	877,9	890,2	101,4	213,1	213,1	100,0	72,69	75,2	103,4	33,05	39	115,9	35,9	43	119,8
Удельный расход электроэнергии на тягу поездов	40,03	49,1	122,7	32,4	32,4	100,0	55,3	55,1	99,5	69,4	63,2	91,2	74,9	76,7	102,9
Доходы от перевозок	88,9	91,6	103,0	23,2	23,2	100,0	9,45	9,9	104,8	5,1	5,33	104,5	4,6	4,6	100,0
Расходы по эксплуатации	77,6	79,1	101,9	25,3	25,3	100,0	8,74	8,9	101,8	5,46	5,5	100,7	6,2	6,5	104,8
Прибыль от перевозок	11,3	12,5	110,6	1,9	1,9	100,0	0,71	1,0	140,8	—0,36	—0,17	—	—1,6	—1,5	—
Собственность перевозок одного пассажира	4,21	4,15	98,8	4,62	4,63	100,2	4,63	4,49	96,8	5,34	5,15	95,9	6,4	6,4	100,0
Выполнение графика движения поездов	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0
Эксплуатационная длина линий метрополитена в эксплуатации	148,6	150,8	101,5	44,7	44,7	100,0	13,2	13,2	100,0	12,6	12,6	100,0	16,4	16,4	100,0
Среднегодовая дальность поездки пассажира	8,8	8,8	100,0	7,2	7,5	104,2	7,6	7,6	100,0	5,5	5,5	100,0	4,7	4,7	100,0
Количество линий метрополитена	95	97	102,1	29	29	100,0	14	14	100,0	11	11	100,0	10	10	100,0
Количество станций	1,65	1,68	101,8	1,72	1,72	100,0	1,4	1,4	100,0	1,15	1,15	100,0	1,8	1,8	100,0
Среднее расстояние между станциями	16,9	16,98	100,5	5,3	5,4	101,9	2,23	2,29	102,7	1,45	1,45	100,0	1,96	1,96	100,0
Численность работников по эксплуатации	35,9	36,5	101,7	20,2	21,3	105,4	15,3	16,7	109,1	25,6	26,2	102,3	24,5	24,4	99,6
Удельный вес перевозок метрополитена в общегородских перевозках															
Год открытия первой линии															

кинском метрополитене в условиях самого большого удельного роста пассажиропотока — факт, требующий срочного рассмотрения.

В различной степени на разных метрополитенах вырос инвентарный и эксплуатируемый парк вагонов. Это естественно в условиях роста пассажиропотоков. Однако сокращение выпуска составов на линию на Ленинградском, Тбилиском и Бакинском метрополитенах наряду с коэффициентом использования здесь инвентарного парка требует специального анализа.

Повсеместно, кроме Киевского метрополитена, удлинился пробег вагонов. В Киеве не увеличилась и среднетехническая скорость. Этот показатель наивысший в Москве — 47,5 км/час и

низший в Ленинграде — 46,4 км/час, что нельзя объяснить раз- мерами метрополитенов (остальные метрополитены имеют большие, чем Ленинградский, среднетехнические скорости).

Одно из основных условий повышения культуры обслуживания пассажиров — рост эксплуатационной скорости. Однако в Ленинграде, Киеве и Тбилиси этот рост не наблюдается. Заслуживает положительной оценки работа коллективов Ленинградского, Киевского и Тбилисского метрополитенов, снизивших удельный расход электроэнергии на тягу поездов. В то же время в Москве и Баку этот показатель ухудшился, что частично можно объяснить ростом скоростей.

Доходы от перевозок и расходы на эксплуатацию возросли на

всех метрополитенах: на Московском и Киевском возросла прибыль, в Ленинграде она осталась без изменений, в Тбилиси и Баку сократилась дотационность. Себестоимость перевозки каждого пассажира в Москве, Киеве, Тбилиси и Баку снижена и возросла в Ленинграде.

График движения выполняется везде практически на 100%.

Особого внимания заслуживает постоянный рост удельного веса метрополитенов в общегородских перевозках. За рассматриваемый период он увеличился по всем метрополитенам, кроме Бакинского, а в Киеве этот рост составил более 9%. Такое положение подтверждает острую необходимость как строительства новых линий, так и повышения интенсивности работы действующих.

СООРУЖЕНИЕ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЯ В ПЕСЧАНОМ ГРУНТЕ СПОСОБОМ РАСПЛАВЛЕНИЯ

В. САМОЙЛОВ, Н. КОРЖЕНКОВА

В № 2 журнала «Метрострой» за 1975 год сообщалось о разработке в Лос-Аламосской научной лаборатории Калифорнийского университета способа расплавления грунтов и пород для проходки скважин и тоннелей с созданием вокруг выработки стеклообразной оболочки. Последняя либо поддерживает выработку до устройства постоянной обделки, либо в ряде случаев сама может служить такой обделкой.

Использование указанного способа в неустойчивых породах может значительно повысить безопасность и эффективность проходки и расширить область применения закрытого способа.

Практическая реальность метода недавно была доказана при сооружении экспериментального тоннеля подковообразного сечения высотой 2 и шириной 1 м. Тоннель пройден в специально возведенной насыпи, ограниченной спереди вертикальной деревянной перемычкой, позволившей создать портал.

Свод и боковые стенки были образованы в результате проходки по периметру тоннеля серии горизонтальных скважин диаметром 50 мм и глубиной 2 м в сыпучем массиве с по-

мощью пенетраторов «Subterene» с электронагревом, применявшихся для лабораторных работ. Скважины расположены вплотную друг к другу. Это позволяет при расплаве образовывать двухстенную стеклянную обделку, армированную перемычками между отдельными отверстиями.

У торца тоннеля с поверхности были выплавлены четыре вертикальные скважины, чтобы иметь возможность удалить вручную грунт из образованной выработки.

Технология работ состояла в следующем.

В деревянной перемычке со специальных подмостей по предварительно сделанной разметке сверлились отверстия для ввода пенетраторов. Подача их осуществлялась с помощью гидростанка при постоянном контроле за правильностью положения. Так как при этом способе остаются небольшие промежутки между внутренними поверхностями деревянных перемычек и сооруженной стеклянной обделкой, щит, выполненный из листов металла, подавался к перемычкам, чтобы предотвратить попадание пыли и частиц грунта (породы) впереди агрегата.

Применены два типа пенетраторов,

оборудованных графитовыми сменными устройствами для образования обделки. После выборки грунта из образованной выработки было выявлено, что обделка имеет довольно гладкое очертание (без разрывов сплошности). Износ графитовых стержней составил всего 0,01 мм по диаметру при сооружении 1 пог. м обделки.

Скорость продвижения ограничена 0,2 мм/сек, чтобы обеспечить достаточно толстые стенки отверстий при минимальном износе графитовых стержней. Для охлаждения расплавленного и твердеющего стекла использован газообразный азот при скорости 0,013 кг/сек. Максимальная потребляемая мощность пенетратора — 4,5 квт с общим расходом электроэнергии не свыше 200 мдж. Объем разработанной породы в тоннеле составил 4,5 м³, а объем материала для сооружения обделки — 0,2 м³.

Проведенные испытания подтверждают полную реальность создания машины, которая позволила бы создавать обделку из расплавленного невязкого грунта с поточным ведением работ по сооружению тоннеля*.

* Из журнала «Tunnels and Tunneling» № 1, 1975.

ГОРИЗОНТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

РАССКАЗЫВАЯ о научно-технической помощи в проектировании новых линий метрополитенов в странах социалистического содружества, главный инженер Метрогипротранса Владимир Алексеевич Алихашкин развернул свежий номер пражской газеты «Руде право» с броским заголовком на третьей полосе: «Уникальное проходческое оборудование из Советского Союза — первый механизированный». В объемистом репортаже речь шла об успешном монтаже механизированного щита с комплексом оборудования для возведения монолитно-прессованной бетонной обделки, отмеченного Государственной премией СССР. Изготовленный специально для геологических условий Праги щит собран в монтажной камере близ Влтавы. Продвигаясь непосредственно под рекой и старым городом и «оставляя за собой готовый тоннель», проходческий агрегат выйдет к станции «Мустек» строящейся линии «А». Прототип этого щита ТЩБ-3 опробован в Тбилиси. «Для нас приготовили еще лучше, — заключили наши инженеры, осматривавшие ранее образец нового щита в Советском Союзе», — пишет «Руде право».

Это один из примеров все расширяющихся деловых товарищеских контактов между советскими и чехословацкими метростроителями. — Другой пример, — продолжает В. А. Алихашкин, — проектирование станции глубокого заложения «Вацлавская площадь» по типу перспективной беспрогонной конструкции «Площадь Ногина» в Москве.

Наши специалисты принимали участие в экспертизах проектов строящейся линии «А» и будущей трассы «В», один из участков которой соединит действующую станцию «Соколовская» со Смиховским вокзалом в западной части Праги.

Советские специалисты оказывают техническое содействие в проектировании метрополитенов в Софии и Варшаве. Метро в столице Болгарии проектирует организация «Софпроект» в тесном контакте с Московским Метрогипротрансом и его Киевским филиалом. Болгарские специалисты уже неоднократно приезжали в Советский Союз, чтобы обсудить принципиальные вопросы проектирования генеральной схемы развития подземного скоростного транспорта и трассировки первой ее линии. В июле группа советских проектировщиков посетила Софию с целью ознакомления с инженерно-геологическими особенностями строительства метрополите-

на и подготовки рекомендаций, касающихся сооружения первого его участка. В соответствии с договоренностью, советские специалисты периодически будут выезжать в Болгарию для проведения консультаций по определенным разделам проектирования и строительства, в частности, по вопросам сохранения существующей застройки, защиты от шума и вибрации (в Софии предусматривается метрополитен мелкого заложения) и др.

Взаимоотношения в области проектирования метро в столице Польши имеют давнюю историю. Практически метро здесь начали сооружать в начале 50-х годов. Однако на трассе глубокого заложения проходчики встретились с исключительными трудностями, и строительство пришлось отложить, как видим, на целых два десятилетия.

Дальнейшие изыскания показали целесообразность прокладки тоннелей мелкого заложения. Правда, инженерно-геологические условия двадцатитрехкилометровой линии первой очереди также отличаются значительной сложностью. Техническая документация, выдачу которой уже начал варшавский «Метропроект», предполагает сооружение большей части трассы, где «чем глубже, тем хуже», с применением искусственного водопонижения, химического закрепления грунтов, метода «стена в грунте» и др.

Выезжавшие в апреле нынешнего года в Варшаву представители Харьковметропроекта провели ряд консультаций по вопросам возведения обделки перегонных тоннелей, постоянных устройств и др. Группа польских специалистов, которую мы незадолго до этого принимали в Харькове и Москве, знакомилась с архитектурно-планировочными решениями станций и вестибюлей, методами строительства тоннелей мелкого заложения, механизированной щитовой проходкой и др.

Будущее Варшавского метро — это три линии протяженностью около 60 км с 60 станциями. Первая линия пересечет город с юга на север и свяжет жилой массив Натоллина с центром города, Гданьским вокзалом, затем выйдет в район металлургического завода.

Систематические технические консультации и необходимое проходческое оборудование получают и наши венгерские коллеги, сооружающие метрополитен в Будапеште.

СИЛА ОТДАЧИ

М. ШУР

КАК РОСЛИ инженеры поколения Михаила Михайловича Савельева, это многотрудная повесть.

Савельев пришел на метро из военного детства. Ленинград начал копать свои шахты, когда земля, казалось, еще гудела эхом канонад. Шли в забой молодые, крепкие, охочие до горячей работы недоучки, для которых в то время четыре класса образования были свидетельством раннего рабочего мужания.

Но уже в 1950 году восемнадцатилетнему парню со скудным багажом начальной школы надо было задуматься, как жить в ладу со временем. Проходчик пошел в пятый класс вечерней школы рабочей молодежи. Ученическое перышко подрагивало в огрубелой руке, и сам ученик трепетал перед громадой незнаемого. Шестой класс, седьмой... Втянувшись, освоился, вошел в нелегкий ритм ученья. Восьмой, девятый — уже нельзя отступать... И так до конца, до аттестата зрелости, год за годом отдавал молодые вечера этому тяжкому восхождению. Отдыхался, как после долгожданной сбойки и, увидев новую даль, собрался с силами и еще год за годом по два дня в день трудился как рабочий шахты и как студент института.

Метрострой получил инженера собственной выучки.

Это я говорю о нынешнем главном механике СМУ-11 Ленинградского Метростроя.

В инженерном корпусе метростроителей не бывает, насколько я знаю, сюрпризов выдвижения и головокружительной карьеры. Здесь работник, специалист шаг



М. Савельев (в центре) среди слесарей-монтажников СМУ-11

за шагом берет в своем забое крутизну и глубину профессии. Когда из проходчика вырастает инженер, его техническая эрудиция и инженерная культура опираются на бесценный рабочий опыт, исподволь добытый своими руками. Для такого специалиста ничего нет нового в сложившейся практике, ему самому надо открывать, испытывать и внедрять новое.

Так и начал инженерную биографию Михаил Михайлович Савельев.

В мае этого года сдана «Выборгская» со значительным выигрышем времени. Способ опережения известен — хозяйское обращение с механизмами. Щиты Савельева не блистали рекордами проходки,

но несомненно блистали постоянной исправностью и надежной производительностью всей техники.

Показатель эффективности складывается из двух моментов: нормальная ремонтно-профилактическая служба и нормальная эксплуатация. Савельев — из тех механиков, которые работают не только со своим штатом, но и со всеми, кто прикасается к технике, у него тут нет своих и чужих, потому что с механизмами имеют дело все, и грамотность в технике нужна всеобщая. Так кто же будет ее пропагандистом и главным болельщиком, если не главный механик? Савельев организует всеобщую механизаторскую учебу проходчиков. А уж со своим

штатом занимается по усиленной программе.

Не надо думать, что главный механик сажает своих учеников за парту и повелительно изрекает наставления и поучения с высоты своего высшего образования. Нет, когда собираются слесари, ремонтники-монтажники, механик поощряет их к самостоятельным решениям. Он выдвигает только тему и идею. Это у него называется «выпустить птичку». А дисциплина исполнения держится потом на том, что люди делают не только заданное, но и коллективно задуманное и продуманное. Когда готов объект, почета достоин каждый, кто вложил свой труд, но еще выше заслуга тех, считает Савельев, кто внес кроме того свою мысль. Главный механик, не смея даже предположить такое, участвует в формировании новых черт и свойств современного рабочего.

Теперь припомним конкретные рабочие творения последних лет.

Эректоры и тьюбингоукладчики, которые достались ленинградским метростроевцам, оправдывали себя на проходке и вполне обеспечивали механикам спокойную жизнь. Но Савельеву не давала спать идея снабдить эректоры и тьюбингоукладчики Б-17 механизмом шагания. Теперь это уже осуществлено во всех забоях СМУ-11.

Широко пошел в дело ригелеустановщик на базе электровоза, сделанный Савельевым. Он же раздобыл роторный экскаватор (20 ковшей по 0,2 куба) и приспособил его на выемке грунта в котловане будущей станции «Улица Третьего Интернационала», которая строится открытым способом. Для односводчатых станций механическая служба СМУ-11 создала механизм установки опорных зонтовых уголков. Механики Савельева смастерили приспособление для погрузки и разгрузки тьюбингов. Переделали телескопические толкатели на горном комплексе. А на тьюбингоукладчиках, надо еще добавить, подвешены дмитровские растворонагнатели.

У Ленметростроя есть заполярный подряд в Кировске, на тоннельных работах в горе Кукисвумчорр. В свое время руководил там работами нынешний началь-

ник Метростроя В. М. Капустин. Был там главным инженером нынешний начальник СМУ-11 А. Н. Лапин. С ними работал и М. М. Савельев, где, собственно говоря, и развернулся, раскрылся его дар организатора и рационализатора. Там на уникальном наклонном тоннеле механики по-новому «задействовали» погрузочные машины и на свой лад соорудили скиповой подъем. До сих пор живы в памяти ленинградцев трудные и радостные обстоятельства кировского опыта.

Теперь, когда и в СМУ-11, сравнительно молодом, накопился изрядный рационализаторский капитал механизаторских усовершенствований, я поинтересовался у М. М. Савельева, сколько это все принесло прямой выгоды, в часах, в метрах, в кубах, в рублях. По правде сказать, говорит Савельев, вряд ли есть такие экономические данные, да и некогда, откровенно говоря, было отвлекаться от прямого своего дела, от сути механизации, тем более, что каждый день насыщен до предела...

— А сейчас какая главная забота?

— Сейчас — приноровиться и найти новые выгодные решения для открытого способа... Еще забота — как можно быстрее пустить комплекс шахты на закрытом перегоне, идущем к станции «Улица Третьего Интернационала».

Когда задали СМУ-11 открытые работы, пришлось задуматься, как бить свайное ограждение котлована, если поступил двугавр метровой ширины. А длина — 16. Савельев нашелся: резать шпунтины вдоль и тогда уж забивать обычным вибропогружателем, с гидроподмывом.

Для механизации одинаково святы обе функции: наращивание производительности и облегчение труда рабочего. Собственно, одно от другого неотделимо. По этому поводу секретарь партбюро СМУ-11 М. А. Сергеев следующим образом отозвался о Савельеве: «Михаил Михайлович не терпит работы с напряжением, с натугой, он ищет и непременно находит приспособления, устройства, вспомогательные средства, чтобы операция была легче, проще, приятнее...».

Я увидел этого человека в жаркую июльскую пору, когда в Ленинграде пик строительной страды, когда можно создавать напряжение с утра до глубокой белой ночи. У механики, конечно, командное положение на стройке, но, как ни говори, а милостями погоды пренебрегать тоже не приходится. Не скрою, Савельев показался мне слишком озабоченным, возбужденным и нетерпеливым, словно каждое лишнее слово нашей беседы чревато невосполнимыми перебоями в налаженном механизме. В этом смысле он мало чем отличался от других механиков, живущих в постоянной «готовности № 1», в состоянии аварийной мобилизованности и с постоянным ощущением, что они где-то кому-то срочно нужны.

Дело механика — приладиться к новизне наличными средствами и не только не отступать перед новой задачей, но и в чем-то продвинуться дальше. Промышленность дает тоннельщикам многообразное оснащение, вооруженность проходчика последовательно растет, но ведь поставщики не могут предусмотреть каждую аномалию в геологии и каждую особенность в принятой технологии на каждом данном объекте, поэтому все остальное должны творить люди механической службы, и производство, как бы высоко оно не было организовано, никогда не перестанет нуждаться в их инициативе.

Недавно партийное бюро СМУ-11 обсуждало доклад главного механика. Партийность докладчика выразилась в том, что он целиком сосредоточился на недостатках механической службы, на проблемах рационализации, на резервах. Простой механизмов и оборудования, в сравнении с другими хозяйствами, здесь совсем невелики, однако говорили прежде всего о простоях и выясняли источники. Оборудование, как принято, поступает из КЭПРО, берется напрокат на хозрасчетных началах, и ремонт и профилактика тоже строго планируются по инструкции: тьюбингоукладчики — через субботу, механизированный щит — ежесубботне, подъемные механизмы — раз в месяц. Ремонтируют сами эксплу-

атационники, на каждом участке есть ремонтно-монтажные бригады. Мастерские СМУ способны сделать все то, в чем отказывает завод. «Мы и самолет можем соорудить, — лукавит Савельев, — только, правда, он летать не будет...».

— Собственные поделки, ясное дело, исполняем без чертежей, да и чертить-то некому, делаем по маленькому эскизу, а там уж дальше искусство мастера, опыт и интуиция. Но такие товарищи, как Василий Федорович Цытков, как Николай Константинович Марков, как Борис Сергеевич Виноградов, универсалы-метроостроевцы, в совершенстве владеющие и вождем щита, и сваркой, и монтажным мастерством, работают вполне самостоятельно и ответственно, то есть им только дай заказ, а потом принимай, и всегда будет сделано на высшем уровне.

На «Выборгской» слесари-монтажники СМУ-11 впервые попытались выполнить кое-какие сантехнические работы для самого метрополитена. И сделали с немалым успехом санузел, дренажную перекачку, сдали на отлично и без замечаний значительно раньше пускового срока.

Но если мы вернемся на заседание партбюро, мы услышим прежде всего критику недостатков и обсуждение хозяйственных проблем. Скажем, такая проблема — сдавать в КЭПРО отслужившие механизмы сразу же, как только миновала в них надобность. (Мы-то ведь знаем, что кое-где механизмы месяцами стоят без дела).

К сожалению, как потом выяснилось в беседе с начальником СМУ А. Н. Лапиным, механики, усиленно работая на экономику, еще не проявляют интереса к тому экрану, где их деятельность отражается экономически, да и экран этот пока что не очень четкий. Будет время, когда и на метроостроении войдет в обиход такое экономическое понятие, как фондоемкость, элементарное для любого теперешнего завода. Но пока что тоннельщики мало считают, мало анализируют, а механики и вовсе отвлекаются от материальных выкладок. Не исключено, что по выходе этого номера журнала соберется снова пар-

тийное бюро СМУ и обсудит такой примерно вопрос: «Эффективность механизации и экономическая механоотдача».

О людях одержимых, увлеченных, подобно Савельеву, своим любимым делом, мы привыкли слышать: «Работает, не считаясь со временем». Савельев несколько уточняет эту формулу: не считаясь со временем, *но считая время*, потому что невелика была бы заслуга механика тратить на выполнение своих обязанностей рабочий день плюс еще несколько часов. Нет, считая время, Михаил Михайлович стремится внедрить такую культуру механической службы, чтобы всем хватало рабочего дня, чтобы работник приходил домой без признаков творческого изнурения.

— Когда надо сдавать объект, люди, естественно, подтягиваются, — говорит Савельев, — но мы стремимся работать ровно.

В инженерном облике Савельева есть черта, которая может показаться неожиданной, но на самом деле она очень характерна для передовых специалистов нашего времени. Казалось бы, такая специализация, такая беззаветная увлеченность узким своим машинным делом — и при этом широкий интерес ко всему комплексу проблем воспитания рабочего, пропагандистская идейно-политическая работа по долгу и обязанности коммуниста, что, разумеется, требует и времени, и энергии, и инициативы. Несколько лет Савельев ведет кружок по истории партии, упорно готовится к занятиям, следит за идейным ростом каждого слушателя. Кроме того, он весьма интересуется рабочим бытом, общежитиями, досугом молодежи. Если вдуматься, если поставить себя на место Савельева, это все представится отнюдь не раздвоенным, а, наоборот, цельностью, единством творческих забот инженера.

Начальник Метростроя В. М. Капустин, характеризуя таких, как Савельев, говорит, что широтой интересов и забот в данном случае определяется их идейность. Савельев, как и другие, несет ответственность за определенную часть молодежи, населяющей общежития Ленинградского метростроя.

— Между нами говоря, — замечает В. М. Капустин, — некоторые детали этой работы лучше всего доходят до тех руководителей, которые в свое время сами были проходчиками и жили в общежитиях. — Он говорит, в частности, о себе самом. Жил в том самом общежитии, в котором приходится сейчас бывать в качестве начальника. Бывать и отвечать на вопросы и принимать решения.

Начальник Метростроя тут же выкладывает конкретные свои соображения. Скажите, говорит, вы вот дали ребятам в общежитии по полотенцу, так? Это вытереть лицо и руки. А что, разве мы так бедны, что не можем дать гарню второе полотенце — вытереть ноги? Почему, скажем, не заменить чернобелый телевизор цветным? Почему не обновить мебель? Напрасно думать, будто это какая-то особая сфера, особая область, далекая от насущных производственных дел. Нет, все едино, и правы специалисты, правы такие инженеры, как Савельев, которые соединяют техническое совершенствование механизации, производство механизации, дисциплины с пристальным вниманием к чувствительным деталям и мелочам быта.

— Сейчас мы задумали организовать бесплатное подземное горячее питание, мы считаем, что и это неотделимо от всего процесса идейного, технического, культурного воспитания метростроевцев. И в свете этих дел роль инженера любой специальности и любой должности расширяется по профилю и объему...

Беседа моя с М. М. Савельевым окончилась на трудной теме инженерной учебы и роста. Что после института? Одна практика? Нет, запасом старых знаний долго не проживешь, надо читать, надо учиться дальше, надо черпать и осваивать новое. Но тут перед человеком деятельным и работоспособным — временной порог. «У меня вот тут все ящики книгами забиты, да дома книг полно, не знаешь, как управиться с этим набегающим потоком книг...» Времени мало, но читать надо! Потому что инженерная твоя жизнь измеряется не стажем, не выслугой, а объемом знаний и опыта, и силой отдачи.

П О Д П И С К А

**на информационный
научно-технический сборник**

«МЕТРОСТРОЙ»

на 1976 год

принимается без ограничений

общественными

распространителями печати,

агентствами «Союзпечати»

и в почтовых отделениях.

Индекс сборника «Метрострой»

во всесоюзном каталоге «Союзпечати»

70572.

Стоимость подписки:

на один год—2 руб. 40 коп.

на полгода—1 руб. 20 коп.