

ISSN 0130-4321

6 1980



МЕТРОСТРОЙ



Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

МЕТРОСТРОИ

6 1980

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

В НОМЕРЕ:

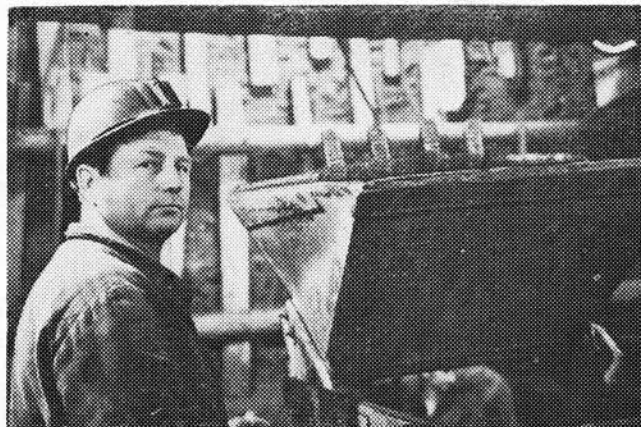
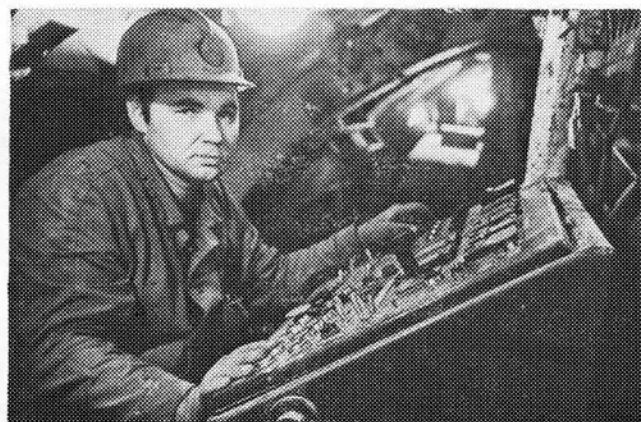
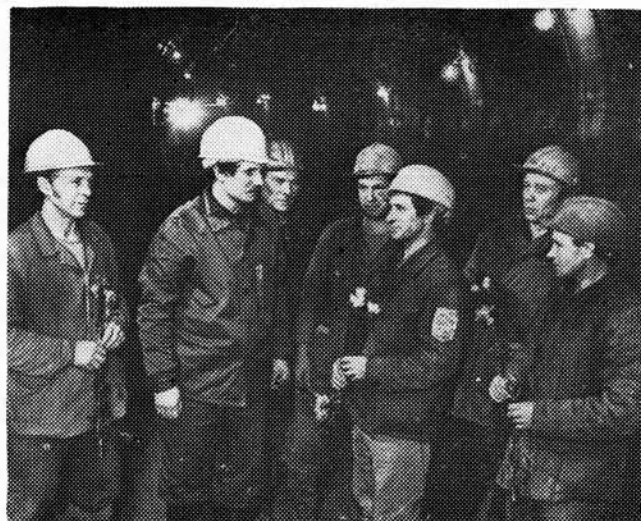
А. Денисов. Ленинградскому метрополитену имени В. И. Ленина — 25 лет	1
В. Елсуков. Технический прогресс на метрополитене и экономическая эффективность	5
М. Лебедев. В научно-производственном содружестве	9
Ю. Преображенский. Поезда ведет автоматика	12
В. Николаев. Внедряется АСУ-Метро	14
Г. Мамошкин. О сохранности сооружений	15
В. Червяков. Пропаганда передовых методов труда	17
С. Райкин. Под Размывом	19
С. Блассов, В. Ауэрбах, Д. Голубов, Б. Максимов, А. Семенов, Д. Иванов. Механизированный комплекс КМО 2×5	20
Б. Хихлуха, Г. Молодцов. Щит с вертикальным коробом для отбора грунта	23
А. Семенов. Из высокопрочного бетона марки «800»	25
Ю. Борозна. Монтаж санитарно-технического оборудования крупными блоками	28
П. Чижов. Разбивка первой трассы	29
Б. Виттенберг. Строительство метрополитена в Риме	31

На 1-й и 4-й стр. обложки: станции Ленинградского метрополитена «Пушкинская» и «Триморская».

Редакционная коллегия:

В. А. АЛИХАШКИН, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, В. Д. ГОЦИРИДЗЕ, Д. Н. ИВАНОВ, П. С. ИСАЕВ, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОЕСКИЙ, С. А. ПОНОМАРЕНКО, Б. П. ПАЧУЛИЯ, В. Г. ПРОТЧЕНКО, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО, А. И. СЕМЕНОВ, Г. А. ФЕДОРОВ, И. М. ЯКОБСОН.

СТРОИТЕЛИ ЛЕНИНГРАДСКОГО МЕТРО



На снимках (сверху вниз): Бригада К. Татариневича после установления мирового рекорда. Машинист механизированного щита Л. Киселев. Машинист породопогрузочной машины В. Алехин.

Ленинградскому метрополитену имени В. И. Ленина — 25 лет

А. ДЕНИСОВ,
 начальник Ленинградского метрополитена

В НОЯБРЕ 1955 г. 8 первых станций Ленинградского метрополитена раскрыли двери для пассажиров: началось регулярное движение поездов от Автово до Московского вокзала.

Подземная линия протяженностью 10,2 километра связала крупнейший промышленный Кировский район с центром, а также четыре из пяти железнодорожных вокзалов города.

Метрополитен сразу завоевал популярность у ленинградцев за скорость, надежность, безопасность, высокую культуру обслуживания. В первый год эксплуатации его услугами воспользовались 66 миллионов пассажиров.

Идя навстречу пожеланиям трудящихся, Президиум Верховного Совета СССР присвоил Ленинградскому метрополитену имя основателя Коммунистической партии и Советского государства В. И. Ленина. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 7 января 1971 года Ленинградский метрополитен награжден орденом Ленина.

Формирование сети подземных дорог Ленинграда идет под неослабным вниманием и руководством областного и городского комитетов КПСС, исполкома Ленгорсовета. Реализация грандиозной программы жилищного строительства, предусмотренной пятилетними комплексными планами экономического и социального развития города, потребовала оптимального решения проблемы внутригородских пассажирских перевозок. Метрополитен рассматривается как основной вид транспорта, способный освоить расту-

Линии Ленинградского метрополитена имеют суммарную протяженность 62 километра. Действуют 38 станций, в том числе три пересадочных узла. В минувшем году поездами подземной дороги перевезено 678,6 миллиона пассажиров — 23 процента общего объема перевозок, осуществляемых основными видами городского транспорта. К началу 1980 года парк подвижного состава насчитывал 937 единиц. Максимально, в часы пик, ленинградцев ежедневно обслуживают 126 составов.

За последние 20 лет протяженность сети метрополитена возросла без малого в пять раз, а объемы пассажирских перевозок — более чем в восемь. В среднем ежегодно длина подземных трасс увеличивается на два километра.

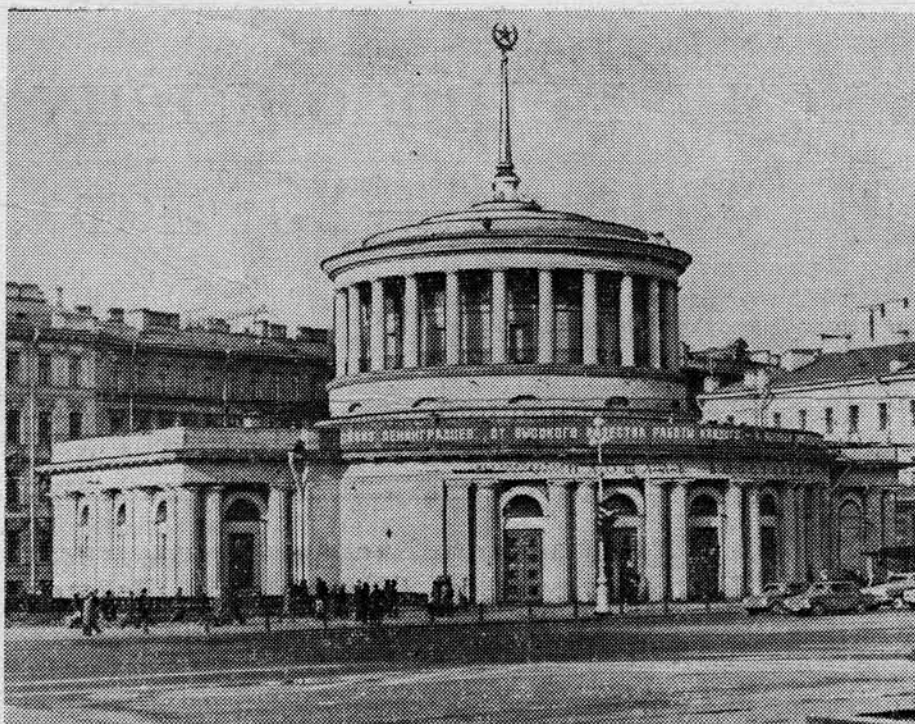
щие пассажиропотоки, связать районы новостроек с местами приложения труда, культурными и торговыми центрами, зонами массового отдыха.

Важную роль в ускорении строительства, увеличении пропускной и провозной способности действующих линий, создании ремонтных баз сыграли постановления Ленинградского областного комитета партии. Поставив конкретные задачи перед коллективами Ленметростроя и метрополитена, Ленметрогипротранса и Ленгипротранса, по проектам которых сооружается подземная магистраль, обком партии привлек к выполнению намеченной программы Главле-

нинградстрой, Севзаптрансстрой и другие организации города. Заказы строителей и эксплуатационников выполняют, в частности, объединения «Кировский завод», «Ижорский завод», «Завод имени XXII партсъезда», «Севкабель», «Арсенал имени М. В. Фрунзе», «Эскалатор», заводы «Комсомольская правда», «Гидромехоборудования», «Экспериментальный механический», «Металлоконструкций», «Электропульт» и др.

Областной комитет КПСС координирует действия исполнителей.

Ведущее место в реализации планов развития метро принадлежит Ленметрострою. Его под-



Вестибюль станции «Площадь Восстания».

разделения оснащаются новейшей техникой, непрерывно совершенствуется организация труда при проходке тоннелей. Новый мощный механизированный щит и комплекс работающих с ним механизмов, менее трудоемкая и более технологичная конструкция железобетонной обделки, эффективный шахтный подъем создали условия для ускорения строительства метрополитена. Из года в год растет скорость прокладки подземных трасс.

Коллектив дважды орденоносного Ленметростроя обязался все строящиеся участки метро сдавать досрочно. Инициатива одобрена городским комитетом КПСС.

Между смежниками ведется действенное соревнование, заключаются договоры о творческом содружестве, коллективы обязуются выполнять задания высококачественно и с наименьшими издержками.

Ударный труд соревнующихся, эффективная организаторская работа штабов предприятий позволили за годы девятой и десятой пятилеток досрочно ввести в эксплуатацию шесть участков. Всего за 25 лет сооружено

14 участков на трех линиях метрополитена. Сегодня протяженность Ленинградского метро достигла 61,8 км.

Кировско-Выборгская линия длиной 29,6 км пересекает город с северо-востока на юго-запад, соединяя Выборгский, Калининский, Дзержинский, Куйбышевский, Смольненский, Фрунзенский, Ленинский, Кировский районы и все 5 железнодорожных вокзалов.

Московско-Петроградская линия — 17,5 км — проходит с севера на юг по Петроградскому, Куйбышевскому, Октябрьскому, Ленинскому, Московскому и Фрунзенскому районам.

Невско-Василеостровская линия — 14,7 км — проложена с северо-запада на юго-восток через Василеостровский, Куйбышевский, Смольненский и Невский районы.

В Ленинграде 16 районов и 14 из них связаны между собой подземной дорогой. В центре города на пересечении линий сооружены три пересадочных узла.

Наше метро выгодно отличается от зарубежных метрополитенов. Его вестибюли и залы имеют выразительную архитектуру, украшены скульптурой,

мозаикой, художественным литьем и чеканкой. Темы оформления станций связаны с наиболее яркими страницами истории и культуры города.

В метро в любое время года поддерживается постоянная температура и микроклимат. Поезда курсируют с минимальными интервалами, четко выдерживая график движения. Даже в часы спада пассажиропотоков максимальный интервал между поездами не превышает 5 мин.

Ленинградский метрополитен стал мощным транспортным предприятием. Его обслуживают свыше 8 тыс. человек. Это специалисты более 160 профессий — машинисты, диспетчеры, электромеханики, дежурные по станциям, связисты, путейцы, тоннельные рабочие, слесари, станочники, инженеры и техники различных специальностей.

Ежедневно в течение 19 часов — с шести утра и до часа ночи — 46 вестибюлей принимают до двух миллионов ленинградцев и гостей города, 127 эскалаторов доставляют их в станционные залы на пассажирские платформы.

За прошедшие годы более чем в 10 раз выросли объемы перевозок, которые составили в 1979 г. почти 700 миллионов человек. Удельный вес метро в системе городского общественного транспорта возрос с 4,5 до 23%. По пассажиронапряженности Ленинградское метро занимает пятое место в мире.

Свою задачу метрополитеновцы видят в том, чтобы не просто обеспечивать растущие перевозки, а делать это высокоэффективно и высококачественно, обеспечивая высокую культуру обслуживания граждан. Этого можно добиться путем непрерывной модернизации производства, внедрения новейших достижений науки и техники, интенсификации работы всех звеньев метрополитеновского конвейера.

Основные направления технического прогресса на метрополитене:

автоматизация движения поездов и производственных процессов;

комплексная механизация про- пуска и обслуживания пассажи- ров на станциях;

разработка и внедрение пере- довой технологии ремонта и те- кущего содержания подвижного состава, оборудования и соору- жений;

совершенствование организа- ции труда и управления.

Усилиями коллектива метро- политена в тесном содружестве с проектно-изыскательными ин- ститутами Гипротрансигнальсвязь и Ленметрогипротранс создан ряд автоматизированных систем управления технологическими процессами. Автоматическое ведение поездов на всех линиях коренным образом изменило ха- рактер труда поездных бригад.

Внедрены также диспетчер- ская централизация стрелок и сигналов, автоматическая реги- страция маршрутов, дистанци- онное автоматическое управле- ние эскалаторами, телеуправле- ние агрегатами совмещенных тягово-понижительных подстан- ций, учет расхода электроэнер- гии на тягу поездов и собствен- ные нужды с использованием ЭВМ, телеуправление и контроль за состоянием санитарно-техни- ческих установок.

Разрабатываются устройства телеуправления эскалаторами с использованием промышленно- го телевидения, система автома- тического управления микрокли- матом на станциях и в тоннелях.

Осуществление этих мероприя- тий, а также организация лабо- ратории вычислительной техни- ки, оснащаемой ЭВМ третьего поколения, позволяют перейти от решения локальных задач к формированию единой автома- тизированной системы управле- ния — АСУ-Метро.

Широкое внедрение новой техники способствует как обеспечению четкой, бесперебойной и безопасной работы метропо- литена, так и улучшению всех его технико-экономических пока- зателей. Только в результате автоматизации движения поездов высвобождено более 400 чело- век, расходы на эксплуатацию снижены почти на миллион руб- лей. Число работающих на один километр трассы сократилось вдвое. Метрополитен работает устойчиво, ежегодно перевы-



«Площадь Мужества» — первая в СССР одноводчатая станция глубокого заложения.

полняет планы перевозок пасса- жиров, задания по росту произ- водительности труда, снижению себестоимости перевозок.

Важное значение в обеспече- нии ритмичной работы метро, качественном обновлении под- вижного состава и разнообразно- го оборудования имеют создан- ные во всех эксплуатационных службах собственные производ- ственные базы и мастерские. Так, новое мощное депо «Дач- ное» ежегодно производит по прогрессивной технологии подъ- емочный, средний и капитальный ремонт 400 вагонов. Ремонтные операции выполняются на поточ- ных линиях с применением агре- гатно-узлового метода замены узлов.

Метрополитеновцы ежегодно принимают повышенные социа- листические обязательства и успе- шно их выполняют. Вожаками соревнования за дальнейшее со- вершенствование эксплуатацион- ной деятельности выступают коммунисты. Они инициаторы всех передовых начинаний. При- ведем два типичных примера.

Много лет возглавляет колон- ну машинистов на Невско-Васи- леостровской линии машинист-инструктор, ветеран Великой Отечественной войны и труда,

коммунист Владимир Сергеевич Первушин. Высокая дисциплина, чувство личной ответственности каждого за общее дело, постоян- ное повышение технических знаний, четкая организация тру- да по именованным расписаниям — вот что отличает этот коллектив. Колонна из месяца в месяц эконо- мит электроэнергию, успешно реализует другие обязательства. Здесь все машинисты — ударни- ки коммунистического труда. Со- ставам, которые они водят, при- своено почетное звание «Луч- ший поезд метрополитена». За образцовое выполнение заданий десятой пятилетки В. С. Перву- шин награжден орденом Ок- тябрьской Революции.

Добрая слава у бригады сле- сарей-электриков, которой руко- водит коммунист Николай Ивано- вич Агарков. Здесь почти каж- дый — активный рационализатор, участвует в творческих поисках и экспериментах, бережно рас- ходует материалы. Бригада не- мало сделала для внедрения си- стемы автоматического дистан- ционного управления эскалатора- ми, что позволило высвободить на каждой подземной станции по два человека. Н. И. Агарков на- гражден орденом Трудовой Сла- вы III степени.

Увлеченно, с полной отдачей сил работают машинист электропоезда Московско-Петроградской линии Василий Петрович Дюбин, плотник службы тоннельных сооружений Николай Лаврентьевич Юров, термист объединенных мастерских Василий Алексеевич Афанасьев, кузнец электродепо «Автово» Виктор Николаевич Глебов, бригадир слесарей Василий Сергеевич Николаев, диспетчер движения Вероника Николаевна Мельницкая, бригадир аккумуляторного участка службы электроподстанций и сетей Николай Фомич Выборнов и многие, многие другие. На них держат равнение товарищи по труду. Ныне более 60 процентов метрополитеновцев с честью носят звание «Ударник коммунистического труда», 884 человека успешно реализуют свои комплексные планы повышения производительности на рабочем месте, 1444 инженерно-технических работника, включая всех командиров производства, имеют личные творческие планы.

В ходе соревнования только в 1979 г. по предложениям метрополитеновцев реализовано 1760 мероприятий, позволивших сэкономить почти 103 тысячи рублей.

Большой эффект дает развернувшееся по призыву передовых машинистов соревнование работников эксплуатационных служб под девизом «Стопроцентному выполнению графика движения поездов — рабочую гарантию». Заключены многосторонние до-

говоры между службами и хозяйственными единицами.

Труженики метро в числе пяти предприятий Ленинграда, носящих имя В. И. Ленина, были инициаторами соревнования за достойную встречу 110-й годовщины со дня рождения Владимира Ильича. В соответствии с обязательствами отработаны два дня на сэкономленной электроэнергии, введена в эксплуатацию конвейерная линия ремонта колесных пар вагонов в электродепо «Дачное», внедрена комплексная система управления качеством труда и продукции.

Решением Ленгорисполкома и Президиума областного Совета профсоюзов Ленинградскому метрополитену присвоено звание «Предприятие высокой культуры».

136 передовиков производства отмечены орденами и медалями. В том числе 5 работников награждены орденом Ленина, 2 — орденом Октябрьской Революции, 28 — орденом Трудового Красного Знамени, 16 — орденом Трудовой Славы III степени. Машинист Евгений Николаевич Елисеев удостоен звания Героя Социалистического Труда.

Дальнейшая программа метростроения направлена как на обеспечение транспортного обслуживания населения развивающихся перспективных районов, так и на разгрузку исчерпавших свою пропускную способность действующих станций и пересадочных узлов.

В ближайшее десятилетие сеть метрополитена будет развиваться за счет наращивания действующих диаметральных трасс и строительства новых. В каждой пятилетке планируется вводить в строй 22—28 км подземных магистралей.

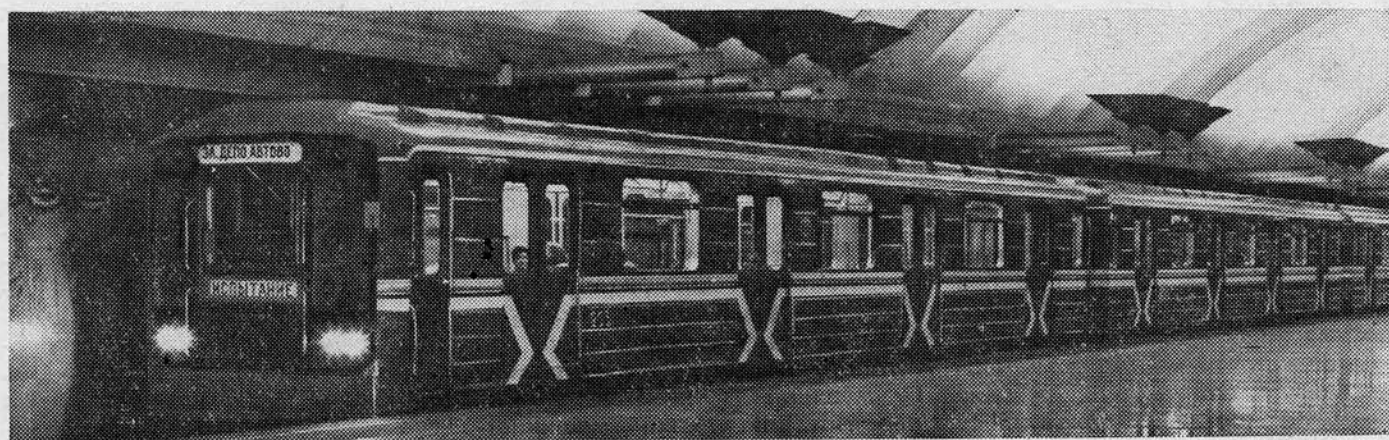
Намечено продлить Невско-Василеостровскую линию в юго-восточную часть города до Рыбацкого и Московско-Петроградскую — к северу до станции «Парнаска».

Предусмотрено формирование четвертого диаметра — Правобережной трассы, которая свяжет центр города (площадь Мира) с правобережьем (станция «Народная») и частично разгрузит пересадочные узлы.

В будущем начнется сооружение пятой диаметральной линии — Фрунзенско-Ждановской (улица Бела Куна — Центр — Школьная). В первую очередь предполагается проложить северный участок от площади Мира до Школьной улицы.

Запланировано строительство кольцевой линии. Вначале войдет в строй северо-западный участок между станциями «Василеостровская» — «Петроградская» — «Выборгская», а затем северо-восточный — до станции «Заневская площадь».

Реализация планов значительно повысит удельный вес метрополитена в общегородских перевозках. В 1990 г. метро сможет обслужить свыше миллиарда пассажиров — 31% от общей транспортной нагрузки. □



Новый подвижной состав серии 81-717, 81-714 на испытаниях.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС НА МЕТРОПОЛИТЕНЕ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В. ЕЛСУКОВ, первый зам. начальника, канд. техн. наук

ЛЕНИНГРАДСКИЙ метрополитен работает с большой нагрузкой. Пассажиронапряженность составляет около 12 млн. человек на километр двухпутной линии в год. По этому показателю наше метро приблизилось к Московскому. Транспортную напряженность его можно выразить также в длине линий, приходящейся на миллион жителей города. В Ленинграде эта удельная величина к 1979 г. равнялась 12,1 км/млн. чел., в Москве — 20,8, в Киеве — 9,6, в Баку — 9,5, в Харькове — 6,7.

Темпы роста перевозок Ленинградского метро превзошли темпы развития сети на 34%. Если учесть ежегодный прирост перевозочной работы на 2—2,5%, становится очевидной необходимость более интенсивного сооружения подземных дорог и неустанного внимания к изысканию резервов повышения пропуск-

ной и провозной способности действующих линий.

Определены два главных направления технического прогресса метрополитена: научно обоснованная программа строительства линий на перспективу; комплексное развитие производственных баз, технических средств, автоматизированных и автоматических систем управления.

Развитие сети. Классическое диаметрально расположенное линий Ленинградского метро и образование треугольника с пересадочными узлами в центре города убеждает в том, что пропускная способность пересадочных станций и смежных перегонов достигла предела после 20—25 лет их эксплуатации.

Расчеты пропускной способности пересадочных узлов с учетом конструктивных особенностей станций и переходов приведены в таблице 1. В час «пик» (с

8 до 9 часов) пересадка на узле «Площадь Восстания» — «Маяковская» превышает расчетный норматив на 17 тыс. человек, а на узле «Невский проспект» — «Гостинный Двор» — на 7,8 тыс. Переходы здесь к 1985 г. будут еще более затруднены из-за продления линии до станций «Удельная» (в 1982 г.) и «Улица Коллонтай» (в 1985 г.).

Пересадку в первом узле лимитирует лестница в торце станции «Площадь Восстания». Она рассчитана на пропуск 16 тыс. пассажиров, а фактически здесь проходит в критический час 27 тыс. В 1985 г. эта цифра возрастет до 40 тыс. Второе лимитирующее звено — три межэтажных эскалатора ЛП-6. За час они перевозят до 27 тыс. человек, а рассчитаны на 21 тыс. Чтобы облегчить пересадку и пропуск пассажиропотока, пришлось ввести режимную работу главных эскалаторов: утром вокзальный вестибюль обеспечивает только вход пассажиров, а вечером — их выход на вокзал. Аналогично, то есть в одном направлении, работают утром и межэтажные эскалаторы в центре станции «Площадь Восстания».

Анализ пропускной и провозной способности линий в час «пик» дан в таблице 2.

Как видим, провозная способность каждой линии ограничивается «критическим» перегоном и зависит от частоты движения поездов, количества вагонов в составе и числа пассажиров в них.

При определении провозной и пропускной способности проектировщики обычно берут в расчет нормативную частоту движения, обусловленную существующими возможностями автоблокировки (40 пар поездов в час) и заполнение вагона — 170 человек, или 5 человек на 1 м² пола. Но требуют учета и факторы, ухудшающие условия перевозок: внутрипиковая неравномерность пассажирских нагрузок и неравномерность заполнения отдельных вагонов поезда.

Коэффициент внутрисоставной неравномерности перевозок составляет в среднем 1,23. Значит в отдельные периоды часа «пик» наполнение вагонов поезда увеличивается на 23%, то есть фактически превышает норму на 40—50%, достигая 7,0—7,6 чел/м² пола вагона.

Коэффициент неравномерности заполнения вагонов в составе уже много лет устойчиво держится на уровне 1,3—1,35. Это означает, что наполнение наиболее загруженных вагонов в течение самых напряженных 15 мин. часа «пик» превышает 270 человек, или 8 чел/м². Разумеется, такое наполнение вагонов не может быть терпимо.

Поэтому при проектировании новых

Таблица 1

Пересадочные узлы	Перевозки пассажиров по станциям пересадочных узлов в сутки			Пассажирооборот пересадочных узлов в сутки			Распределение пассажиропотока в сутки			Дефицит пропускной способности станционных переходов по конструкции	
	Среднегодовой прирост, %	тыс. пасс.		Среднегодовой прирост, %	тыс. пасс.		1985 г.			1980	1985
		1980	1985		Вход	Выход	Пересадки	с 8 до 9 ч.	с 8 до 9 ч.		
Технологический институт* (один выход с двух станций)	2,9	60,4	69,0	2,2	496	539	69	80	390		нет
Площадь Восстания*	1,1	139	151	15	742	939	151	175	511	17	44,5
Маяковская*	8,3	33	42				42	60			
Невский проспект*	3,9	101	114	8	533	641	114	119	205	7,8	12,4
Гостинный Двор*	6,4	76	97				97	106			
Площадь Александра Невского* I							36	36			
Площадь Александра Невского* II						375			240		нет
							31,5	31,5			

Примечание. Среднегодовой прирост перевозок пассажиров принят по результатам талонного обследования в 1976 г., а пассажирооборот узла «Площадь Александра Невского» I и II принят по расчету ЛенНИИпроекта.

Таблица 2

Линии метрополитена и «критические» перегоны	Количество пассажиров, перевозимых поездами в час «пик» на самых загруженных перегонах, тыс. чел.		Размеры движения: количество поездов в час				Средняя наполненность вагона при technically возможных размерах движения, чел.	
	1980	1985	потребные		технически возможные		1980	1985
			1980	1985	1980	1985		
Кировско-Выборгская, перегон «Пл. Мужества» — «Выборгская» (составы из 7 вагонов)	46,7	55,3	36	40	40	48	186	198
Московско-Петроградская, перегон «Фрунзенская» — «Технологический институт» (составы из 6 вагонов)	51,1	64,3	44	51	38	43	232	252
Невско-Василеостровская, перегон «Маяковская» — «Гостинный Двор» (составы из 6 вагонов)	40,4	58,4	32	49	38	43	211	243

линий метрополитена (в частности, Правобережной и Ждановско-Фрунзенской) целесообразно в формуле расчета количества вагонов в поезде учитывать коэффициенты неравномерности часа «пик» — $K_{\text{ч}}=1,23$ (отношение максимального наполнения состава к среднечасовому в течение часа «пик») и $K_{\text{в}}=1,33$ (отношение максимально наполненного вагона к среднему наполнению вагона в час «пик»).

Таким образом, количество вагонов в поезде, а стало быть и длина станции определяются по формуле:

$$P = \frac{P_{\text{макс}} \times K_{\text{ч}} \times K_{\text{в}}}{n \times M_{\text{расч}}}$$

где P — количество вагонов в составе;

$P_{\text{макс}}$ — загрузка «критического» перегона в час «пик», чел.;

n — пропускная способность линии — количество поездов, проходящих в час по «критическому» перегону;

$M_{\text{расч.}}$ — количество пассажиров в вагоне при обеспечении необходимого комфорта, чел.;

$K_{\text{в}}$ и $K_{\text{ч}}$ — коэффициенты.

В основных направлениях плана комплексного экономического и социального развития города и области на тот же период предусмотрено значительно улучшить условия перевозок горожан, постепенно снизив наполнение подвижного состава метро в час «пик» с 7,5—8 чел./м² (255—270 чел./вагон) в настоящее время до нормативного уровня 5 чел./м².

В соответствии с перспективой развития Ленинградского метро — до 2010 г. — предусматривается образование дополнительных пересадочных линий, кольцевых и хордовых участков, разгрузочных радиусов и ответвлений на их концах.

Реализация этой программы, организационно связанной с планом развития Ле-

нинграда, позволит в ближайшие годы разгрузить пересадочные узлы в центре города, а также смежные «критические» перегоны. В настоящее время Ленметрогипротранс приступил к разработке технико-экономического обоснования строительства Ждановско-Фрунзенского диаметра метрополитена.

Автоматизация и механизация производственных процессов на Ленинградском метрополитене способствуют повышению пропускной и провозной способности линий, широкой механизации и автоматизации труда, улучшению безопасности движения поездов и культуры обслуживания пассажиров.

11 лет надежно работает на двух линиях метро созданная в содружестве с институтами Гипротранс и ГИИЭСВ и Ленметрогипротранс централизованная программно-моделирующая система автоматического управления движением поездов. Подземные трассы оснащаются также устройствами автоматической регистрации маршрута.

На Невско-Василеостровской линии внедрена информационно-измерительная система учета и контроля электроэнергии (ИИСЭ). Она обеспечивает автоматическое снятие показателей со счетчиков подстанций и суммирование данных в любое время суток. Годовые трудовые затраты сокращены на 40 тыс. руб.

При выявлении закономерностей распределения пассажиров на станциях, переходах и в вагонах предполагается составить математическую модель пассажиропотоков в метрополитене. Это позволит осуществлять их прогноз, активно влиять на совершенствование перевозочного процесса, составлять оптимальный график движения поездов. Станет возможным также определять среднюю дальность поездок, что поможет точно рассчитать истинные пассажиро-кило-

метры — показатель, важный для планирования работы депо.

Высокая интенсивность движения на подземных магистралях (ежесуточно по линии обращается около 2800 поездов) предъявляет жесткие требования к качеству пути. Состояние его у нас оценивается в 3—5 баллов и это обеспечивает применение скоростного вагона-путеизмерителя. Он оборудован устройствами для измерения и автоматической записи ширины рельсовой колеи, взаимного положения головок рельсов, положения правой и левой рельсовых нитей в плане, их местных просадок.

Совершенствование эксплуатационной работы метрополитена — процесс непрерывный. Планируется разработка и внедрение более прогрессивной системы автоматического управления движением поездов, устройств для учета пробега вагонов и расхода электроэнергии на тягу, для автоматизированной подачи составов в депо и выдачи их обратно на линию, автоматического восстановления графика движения после сбоя (автодиспетчер). Предусмотрены приборы автоматической фиксации скорости поездов и функционирования системы АРС и автоведения, обнаружения нагретых букс (ПОНАБ), измерения проката колесных пар и т. п. В ближайшие годы некоторые пересадочные узлы, станции и депо «Дачное» будут оснащены аппаратурой промышленного телевидения. На станциях предполагается установить автоматические контрольные пункты с магнитными карточками, что позволит упорядочить контроль за проходом граждан, оперативно и точно определять пассажиропотоки. Разрабатывается система автоматической регистрации и регулирования параметров микроклимата с применением вычислительных машин. Такая система в настоящее время монтируется на Московско-Петроградской линии. Для оздоровления воздушной среды в тоннелях создается поезд-пылесос. Лестничные марши и предвостительные площадки будут оборудованы обогревательными устройствами, что устранит попадание грязи на станции, особенно в оттепель.

Повышаются скорости поездов, в первую очередь, за счет применения нового подвижного состава. На линиях метрополитена уже обращаются более комфортабельные поезда. Ожидается получение вагонов повышенной вместимости с лучшими динамическими характеристиками. Они имеют пневматическое подвешивание, принудительную вентиляцию, оснащены тиристорным регулированием процесса торможения. Чтобы рациональнее использовать подвижной

состав, число вагонов в поездах будет меняться в течение суток в зависимости от пассажиропотока.

Автоматизированные системы управления. В настоящее время создается общегосударственная система (ОГАС) сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством. Ее технической базой, кроме государственной сети вычислительных центров, являясь также ведомственные и территориальные центры, включая автоматизированную систему управления железнодорожным транспортом — АСУЖТ. В последнюю неотъемлемой частью входит АСУ-Метро. Наибольший эффект принесут автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) и управления производством (АСУП). К первым можно отнести, например, управление поездами, эскалаторами, устройствами энергоснабжения и сантехники, ко вторым — подсистемы «Материально-техническое снабжение», «Бухгалтерский учет и отчетность», «Кадры».

Однако главным критерием эффективности АСУ следует считать качественные показатели, не поддающиеся прямому количественному измерению, — это, в первую очередь, повышение обоснованности принимаемых решений, совершенствование качества управления.

Ленинградский метрополитен — один из основных разработчиков АСУ-Метро и определен как базовый для внедрения задач первой очереди.

Лаборатория вычислительной техники совместно с главным энергетиком и службой электроподстанций и сетей составила и внедрила программы расчета показателей расхода электроэнергии на тягу поездов и производственные нужды. Проведены многовариантные расчеты с оптимизацией расхода энергии на перегонах Кировско-Выборгской линии. Детальный анализ позволит дать рекомендации по сокращению потребления энергоресурсов.

Усложняющийся процесс организации движения в связи с расширением сети метрополитена, увеличением пассажиропотоков и отсутствием научно-обоснованной информации о распределении пассажиров по линиям требует создания более совершенной и принципиально новой системы управления движением поездов. Институтом Гипротранссигнальсвязь представлены технические требования к такой системе, внедрение которой планируется в 1990 г. Новая автоматизированная система — АСУ-ДПМ должна:

входить как составная часть в АСУ-Метро;

осуществлять сбор и формирование необходимой для других подсистем АСУ-Метро информации, полученной в ходе контроля за курсированием поездов;

обладать жизнеспособностью в условиях нарушений или частичного изменения графика движения и выполнять в реальном времени все основные операции управления поездами с помощью соответствующих задач классов АСУТП и АСУП подсистемы «Управление перевозочным процессом».

Функциональные отличия новой системы состоят в том, что управление тяговыми двигателями вагонов осуществляется по всему перегону (а не на определенном небольшом участке, как в КСАУП), управление конкретным поездом — во взаимосвязи со всеми составами, находящимися на линии и в тупиках. Поездные устройства предусматривают возможность вмешательства в действие АСУ-ДПМ машиниста (например, по отправлению) без отключения исполнительной аппаратуры автоведения. Особое значение имеет включение диспетчерского пульта в контур управления системой автоведения, что позволит диспетчеру располагать выведенной на экран дисплея оперативной информацией о поездной ситуации на линии и в случае необходимости самому задавать и изменять режимы ЭВМ.

Создаются новые электронные датчики, которые позволяют считать пассажиров дискретным способом. Предполагается провести исследование возможностей автоматического измерения загрузки вагонов и пассажиропотоков на переходах.

Один из основных показателей эффективности АСУ — оснащенность техническими средствами и их загрузка. Среди них — два вычислительных комплекса М-6000, работающих в режиме реального времени по управлению поездами системе КСАУП Кировско-Выборгской линии. Управляющий комплекс М-7000 применяется для периодической регистрации пассажиропотоков по входу и выходу, а также для отладки новой системы программного обеспечения (АСПО) и программ автоведения Невско-Василеостровской линии. Отлажена аппаратура передачи данных МПД-1А и АП-64 для телеобработки информации о работе метрополитена. Загрузка ЭВМ ЕС-1022 в конце прошлого года составила 60% от технических возможностей. Она значительно повысится с вводом в постоянную эксплуатацию задач по учету заработной платы. Большой объем входной информации по комплексам задач подсистем «Бухгал-

терский учет и отчетность» и «Кадры» почти полностью загрузит систему подготовки данных СПД-9000 уже в 1980 г.

Перспективное развитие средств вычислительной техники будет вестись в двух направлениях. Первое — организация единого центрального поста автоматизированных систем управления поездами для всех линий метрополитена на базе новых ЭВМ типа СМ-2; перевод существующих ЭВМ М-6000 и М-7000 на управление эскалаторами, устройствами энергоснабжения, для обработки данных дефектоскопии пути и регистрации пассажиропотоков и др. Второе — организация широкой сети информационных пунктов, оборудованных аппаратурой сбора и передачи данных.

Когда АСУ-Метро будет полностью разработана и освоена, когда автоматизация на базе ЭВМ охватит основные технологические процессы и планово-экономические расчеты, мы будем близки к созданию в Ленинграде метрополитена-автомата.

Строительство ремонтных баз. Для поддержания нарастающего арсенала техники в работоспособном состоянии необходимо иметь современную и достаточно мощную производственную базу.

Завершается строительство второй очереди депо «Северное», предназначенного для обслуживания подвижного состава Кировско-Выборгской трассы. Одновременно в депо ведется осмотр и ремонт поездов Невско-Василеостровской линии.

Ввод в эксплуатацию участков «Ломоносовская» — «Обухово» и «Обухово» — «Рыбацкое» удлинит Невско-Василеостровскую линию до 22,6 км и для нее потребуются собственная база. Утвержден технический проект на сооружение депо «Невское» с 40 стойлами в районе станции «Рыбацкое». В нем предусматривается применение современного технологического оборудования, механизация подъемно-транспортных операций и создание специализированных отделений. Депо обеспечит также обслуживание первого участка правобережной трассы «Площадь Александра Невского» — «Улица Коллонтай». В едином комплексе с ним создается депо мотовозов и электровозов для выполнения хозяйственных перевозок.

После продления Московско-Петроградской линии на север от станции «Петроградская» до «Удельной» в 1982 г. и далее до «Парнасской» протяженность ее составит 28,5 км. Одного депо «Московское» для обслуживания этой трассы станет уже недостаточно. Намечено возведение в районе станции «Парнас-

ская» депо «Выборгского» и сооружение в едином блоке зданий объединенных мастерских метрополитена.

Предусмотрено также строительство гаража на 200 грузовых автомобилей с закрытой стоянкой и ремонтной зоной. Здесь же расположится база восстановительных средств и склад оборудования для строящихся участков метрополитена.

Длина Правобережной линии к концу XII пятилетки увеличится до 15 км. Здесь предстоит возвести депо «Правобережное», для которого разрабатывается технико-экономическое обоснование.

В 1981 г. будет завершено строительство второй очереди базы среднего и капитального ремонта вагонов с полным внедрением поточно-агрегатного метода, а также поточно-конвейерных линий по ремонту и формированию колесных пар, тяговых двигателей, тележек.

Утверждено технико-экономическое обоснование строительства производственной базы по ремонту эскалаторов на площадке депо «Невское». На базе за-

проектированы два основных цеха — эскалаторный и заготовительный для производства запасных частей. В основу технологии закладывается принцип создания специализированных технологических участков с применением средств малой механизации и поточно-конвейерных линий для разборки и сборки узлов, что позволит почти вдвое сократить сроки восстановления эскалаторов.

Разработано технико-экономическое обоснование строительства Дома связи у станции «Приморская». В нынешнем Доме связи на Московском проспекте не хватит площадей для размещения дополнительных пунктов управления поездами, эскалаторами, электро-снабжением, санитарно-техническими устройствами при вводе новых трасс метро. Кроме того, требуется место для установки новых технических средств лаборатории вычислительной техники, которая в 1981 году преобразуется в вычислительный центр.

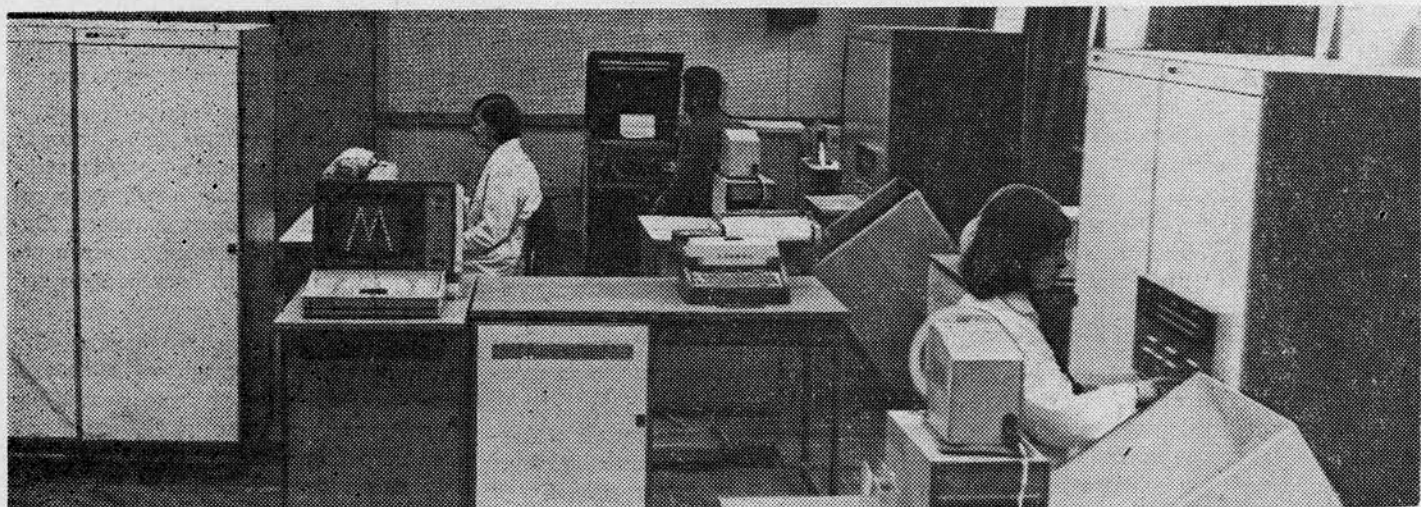
Большие работы планируются в «Автово». Здесь в 1987 г. предполагается

построить производственную базу для ремонта измерительной техники, реконструировать и расширить существующие мастерские эскалаторной службы.

В депо «Дачное» в XI пятилетке предусмотрено построить заготовительный цех. Он станет снабжать механические участки базы ремонта подвижного состава заготовками для производства запасных частей.

На площадке электродепо «Московское» завершается сооружение второй очереди производственной базы ремонтно-строительного управления метрополитена. За год база станет выпускать 800 тонн товарной арматуры, 1000 кубометров бетона. Здесь же будут ремонтироваться строительно-дорожные машины РСУ.

Продолжается формирование рельсо-сварочной базы с участком дефектоскопии и мастерскими службы пути мощностью 155 километров рельсов в год. Ввод ее в эксплуатацию намечен на 1981 г. □



Центральный пост комплексной системы автоматического управления поездами (КСАУП).



Центральный диспетчерский пункт эскалаторов. На Ленинградском метрополитене ведутся работы по оснащению линий промышленным телевидением.

Поточная линия капитального ремонта вагонов.

В НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОМ СОДРУЖЕСТВЕ

М. ЛЕБЕДЕВ, начальник технического отдела

С ПУСКОМ первой очереди метро наш коллектив наряду с освоением всего комплекса устройств, сооружений, оборудования непрерывно ведет поиск и внедрение в производственные процессы новейших достижений науки, техники и передовой технологии, направленных на повышение эффективности и качества перевозочного процесса. К решению наиболее важных вопросов технического прогресса привлечены многие научно-исследовательские, учебные и проектные институты. Заключены хозяйственные и творческие договоры, приняты совместные обязательства с указанием исследовательских тем и сроков их выполнения. Это помогает наращивать темпы технического обновления метрополитена.

Работы по автоведению впервые в стране были начаты на Ленинградском метрополитене в 1958 г. совместно с институтами Гипротрансигналсвязь и Ленметрогипротранс. На первых порах сконструировали устройство для автоматической остановки поезда с заданной точностью на станциях закрытого типа, где необходимо строгое совпадение дверей поезда и станционного зала. В дальнейшем осуществлена разработка и внедрение программно-моделирующей системы автоматического управления поездами на Московско-Петроградской и Невско-Василеостровской линиях.

В содружестве с теми же проектными институтами в 1972 г. начата разработка более совершенной комплексной системы автоматического управления поездами (КСАУП) для Кировско-Выборгской линии. Эта система, включающая подсистемы автоведения и безопасности движения, введена в действие 30 декабря 1976 г., завершив полную автоматизацию движения поездов на всех трассах Ленинградского метрополитена.

На основе опыта, накопленного в Ленинграде и в Москве, Главное управление метрополитенов МПС утвердило единые технические требования на комплексную систему автоматического управления поездами метрополитенов (КСАУПМ). Руководствуясь этими требованиями, институт Гипротрансигналсвязь разрабатывает техническую документацию на аппаратуру КСАУПМ для постановки ее на производство.

В целях улучшения оперативного руководства движением поездов группа наших специалистов в содружестве с кафедрой радиотехники ЛНИИЖТа еще в 1957 г. начала эксперименты по организации поездной радиосвязи с применением в качестве носителя электромагнитных волн провода-волновода. Чтобы повысить качество, надежность и увеличить дальность поездной радиосвязи, провели серию исследований, к которым привлекли институт Гипротрансигналсвязь и лабораторию радиосвязи ВНИИЖТ. Результаты исследований учтены при окончательной разработке схемы поездной радиосвязи, и ею к 1967 г. были оборудованы все линии метро.

Важное место в области внедрения новой техники занимает применение промышленного телевидения для контроля за перемещением пассажиров на эскалаторах и платформах станций. Наши специалисты в содружестве с учеными Всесоюзного научно-исследовательского института телевидения (ВНИИТ) исследуют возможность использования существующих телефонных линий метрополитена для передачи видеоинформации на большие расстояния с применением промежуточных корректирующих усилителей. На первом этапе достигнута передача изображений по физическим жилам телефонного кабеля на рас-

стоянии 15 км. Эксперименты по увеличению дальности передачи видеоизображения продолжаются. В 1981—1982 гг. предусматривается, в порядке опыта, оснастить установками промышленного телевидения узел «Невский проспект» — «Гостиный двор».

Ленинградский метрополитен — один из крупнейших потребителей электроэнергии в городе. На тягу поездов и другие нужды ежедневно расходуется столько энергии, сколько вырабатывает ее Волховская ГЭС. Для повышения устойчивости и надежности работы устройств электроснабжения и в целях снижения затрат энергии выполнен комплекс исследований, позволивших увеличить эффективность энергосистемы метрополитена, сократить эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт оборудования и добиться реальной экономии электроэнергии.

При участии Ленинградского научно-исследовательского института постоянного тока осуществлены разработка и внедрение на одной из совмещенных тягово-понижительных подстанций (СТП) мощного полупроводникового выпрямителя на кремниевых диодах для питания контактной сети. Он безотказно действует в широком диапазоне температур, не нуждается в предварительном подогреве перед включением, обладает высокой надежностью. В последующем на всех СТП ртутно-выпрямительные установки были заменены на полупроводниковые преобразователи.

Продолжается поиск более эффективных выпрямителей тока. Специалисты службы электроподстанций и сетей и сотрудники кафедры «Теплотехника» ЛНИИЖТа разработали полупроводниковый преобразователь с испарительно-воздушным охлаждением, где использован охладитель типа «Двухфазный термосифон» в условиях принудительной конвекции воздуха. Сделаны рабочие чертежи установки и подготовлен ее опытный образец — более компактный, благодаря уменьшению числа диодов. Применение диодов типа В-500 вместе с охладителями должно повысить надежность агрегата, намного снизить потери электроэнергии на холостом ходу. При дальнейшей конструктивной доработке выпрямителя с использованием таблеточных вентиля В-1600 удастся значительно улучшить его технико-экономические показатели.

Совместно с кафедрами «Электри-

ческая тяга» и «Электроснабжение железных дорог» ЛИИЖТа проведены исследования по анализу потребления и нормирования электроэнергии на тягу поездов и производственные нужды метрополитена с разработкой мер, направленных на экономию энергоресурсов.

Всесторонний анализ затрат электроэнергии на тягу поездов позволил наметить мероприятия по ее экономии, которые неукоснительно выполняются. Основные рекомендации:

обеспечивать постоянный контроль за нормальным состоянием ходовых частей вагонов с тем, чтобы уменьшить сопротивление движению;

корректировать режимы ведения поездов по перегонам, исключая дополнительные подтормаживания;

рационально использовать второе положение контроллера машиниста;

использовать различные, с учетом пассажиропотоков, режимы ведения поездов по I и II пути в часы «пик»; производить нагон с минимальным расходом электроэнергии;

учитывать на каждом составе расход электроэнергии на тягу при помощи электронных счетчиков Ф-604;

применять рациональное ослабление поля тяговых двигателей.

Составлены методика нормирования и теоретически обоснованные нормы удельного расхода энергии на тягу с учетом дополнительных затрат при обороте поездов на конечных станциях и на маневровую работу, увеличения расхода энергии при нагоне из-за опоздания.

Предложены ценные рекомендации по сокращению расхода электроэнергии на производственные нужды метрополитена. Одна из них — применение схемы групповой компенсации реактивной мощности по эскалаторным установкам и санитарно-техническим устройствам, что уменьшает затраты электроэнергии соответственно на 3 и 5%.

Намечены пути экономии энергетических затрат по котельным и компрессорным. Ведутся исследования по созданию системы частотного регулирования электропривода компрессоров. Заканчивается трудоемкая работа по нормированию расхода электроэнергии на производственные нужды электродело.

В содружестве с кафедрой «Теплотехника» ЛИИЖТа осуществляется работа по нормированию тепловой энергии.

В целях дальнейшего совершенствования схемы управления электроприводом эскалаторов инженеры метрополитена совместно со специализированным конструкторским бюро эскалаторостроения разрабатывают электропривод с тиристорным регулированием напряжения. Такой электропривод позволит экономить электроэнергию, увеличить срок службы механического оборудования, снизить эксплуатационные расходы на обслуживание эскалаторов, обеспечить плавное и автоматическое регулирование скорости в зависимости от числа пассажиров на лестничном полотне.

В результате проведенных исследований и реализации организационно-технических мероприятий за все годы работы метрополитена сэкономлено 92 млн. киловатт-часов электроэнергии, что равнозначно ее четырехмесячному расходу. Иными словами, все поезда и предприятия метро могут четыре месяца работать на сэкономленных энергоресурсах.

В 1976—1978 гг. в содружестве с кафедрой «Электроснабжение железных дорог» ЛИИЖТа выполнена научно-исследовательская работа по обеспечению рекуперации энергии поездами. Доказана высокая эффективность рекуперативного торможения, широкое применение которого может сэкономить 70 млн. киловатт-часов в год и снизить годовую плату за электроэнергию на 1 млн. рублей. Выполнены работы по созданию макета выпрямительно-инверторного агрегата со всеми элементами электрической тяги метрополитена. Пуск этого макетного комплекса существенно облегчит и ускорит отработку всей системы рекуперативного торможения.

Важные исследования в союзе с учеными осуществлены в области эксплуатации автоматизированных поездов, повышения надежности узлов и деталей подвижного состава, создания полупроводникового импульсного преобразователя для контактно-аккумуляторного электровоза и асинхронного привода для вагонов. При участии Уральского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института технической эстетики Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике выработаны рекомендации, внедрение которых помогло успешно организовать эксплуатацию автоматизиро-

ванных поездов с управлением в одно лицо.

В кооперации с кафедрой «Технология металлов» ЛИИЖТа выполнены многочисленные эксперименты по установлению предельного количества восстановительных наплавов при ремонте узла люлочного подвешивания, а также исследования способа повышения ресурса работы пары трения: цапфы балансира и серьги вагона типа «Д». Предложена новая технология износостойкой наплавки с применением электродов марки ОЗН-250 и ОЗН-350, что намного улучшает качество и условия работы восстановленных деталей, увеличивает срок их службы.

Совместно с кафедрой «Электрическая тяга» ЛИИЖТа осуществлены разработка и исследование импульсного преобразователя напряжения контактно-аккумуляторного электровоза, созданного на базе вагона типа «Д». На основе опытов выбраны параметры тиристорно-импульсного блока регулирования, составлены силовые схемы и схемы управления тиристорами преобразователя, смонтировано необходимое оборудование. Расчеты и опытные поездки показали, что контактно-аккумуляторный электровоз с тиристорно-импульсным регулированием процессов пуска, торможения и рекуперацией электроэнергии на тяговую аккумуляторную батарею сокращает до 30% расход электроэнергии, повышает надежность работы электрооборудования, значительно улучшает тягово-энергетические и экономические показатели электровоза. Ленинградский метрополитен получил удобный в обслуживании экономичный локомотив для маневровой работы и хозяйственного движения.

С 1977 г. в содружестве с кафедрой «Электрические машины» ЛИИЖТа ведется поиск эффективного асинхронного привода вагонов. На первом этапе формирование тягового асинхронного привода планируется выполнить с использованием конструктивных элементов электрических машин, выпускаемых промышленностью. Оборудование опытного вагона асинхронными двигателями и проведение испытаний намечено на 1981 г.

Бесперебойное движение поездов требует высокой степени надежности всех элементов железнодорожного пути. Длительное время велись наблюдения за тем, как влияют качество и глубина пропитки шпал, влажность в тоннеле на их долговечность и как продлить срок их службы. Наиболее

эффективной оказалась заделка трещин антисептической пастой.

Чтобы уменьшить воздействие на верхнее строение пути поперечных динамических сил при движении поезда и ослабить раскачку вагонов, проведены исследования по уменьшению зазора между гребнем колесной пары и рабочей гранью головки рельса. Доказана возможность сузить расстояние между внутренними гранями головок рельсов, и, начиная с 1963 г., Ленметрогипротранс стал проектировать, а Ленметрострой укладывать унифицированную колею шириной 1520 мм как на прямых, так и на кривых участках с радиусом 400 м и более.

В 1976—1977 гг. исследована эксплуатационная стойкость рельсов Р-50 в условиях интенсивного движения поездов метрополитена. В этой работе, выполненной совместно с кафедрой «Промышленный транспорт и автоматизация производственных процессов», дан анализ напряженного состояния рельсов с оценкой уровня изгибных, подголовочных и контактных напряжений. Сделан вывод, что замену рельсов на прямых участках пути и неупорных нитях кривых участков независимо от профиля можно производить после пропуска тоннажа в 400 млн. тонн брутто, а не в 350 млн., как установлено нормативами.

В содружестве с кафедрами «Теория механизмов и конструкций машин» и «Химия» ЛИИЖТа после долгих изысканий найден действенный способ очистки рельсов и шпал от масляных загрязнений. В 1979 г. коллектив объединенных мастерских изготовил и испытал экспериментальную тележку с рабочим органом и выдал рабочие чертежи агрегата. Изготовить рельсоочистительную машину планируется в 1981 г.

Начаты научные эксперименты по автоматизации с помощью ЭВМ обработки данных ультразвукового контроля рельсов вагоном-дефектоскопом. Внедрение этого новшества позволит повысить объективность и достоверность результатов контроля, сократить сроки выдачи их, использовать данные проверки рельсов в автоматизированной системе управления. Итогом явится создание и ввод в опытную эксплуатацию в 1982 г. макетного образца системы на основе ЭВМ.

Большое внимание уделяется стабильному состоянию воздушной среды. Результаты изучения аэрологии метрополитена использовались при разработке и внедрении телеуправле-

ния шахтными вентиляционными установками из единого диспетчерского пункта и при составлении графиков работы системы тоннельной вентиляции, предусматривающей регулирования воздухообмена на линиях в зависимости от температуры наружного воздуха. Они применяются также для контроля, анализа и оценки микроклимата и санитарно-химического состояния воздуха на станциях.

При расчете и эксплуатации тоннельной вентиляции рекомендовано учитывать поправку на изменение дебита вентилятора, вызванное поршнеобразным действием поездов.

С участием отделения «Транспортные здания» Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства изучено явление передачи тепла через тоннельную обделку в грунт. Разработана методика расчета теплообмена воздуха тоннелей с окружающими их грунтами, что позволяет прогнозировать значение тепловых потоков, проходящих через внутреннюю поверхность тоннельных обделок, и температуры воздуха на станциях и перегонах при различных вариантах сезонного регулирования воздухообмена на участках метрополитена. Эта методика использована для выбора оптимального режима вентиляции метро.

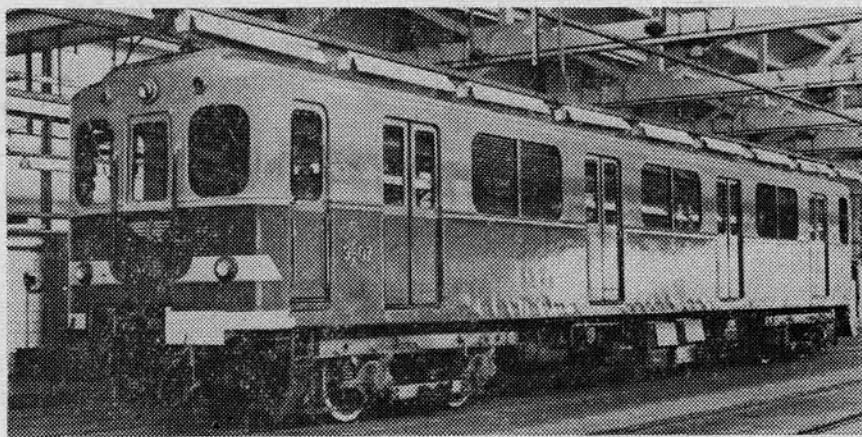
Данные исследований лаборатории химии вод и атмосферы Северо-Западного управления гидрометслужбы на одном из участков трассы Московско-Петроградской линии используются при проработке инженерных решений по обеспечению высококачественной воздушной среды в метро. В настоящее время подобная работа проводится с Ленинградской гидрометобсерваторией на одном из участ-

ков Кировско-Выборгской линии. Но здесь более углубленно изучается влияние метрополитена на загрязнение внешнего воздуха в районе вентиляционных шахт.

Важнейшее значение в обеспечении нормального микроклимата на метрополитене имеет организация механизированной сухой очистки тоннелей от пыли и мусора. Над решением этой проблемы многие годы работают зарубежные фирмы. Их агрегаты предназначены для уборки мусора и пыли только с верхнего строения пути.

Наши специалисты еще в 1963 г. приступили к созданию агрегата, обеспечивающего удаление мусора и пыли по всему периметру тоннеля. Изготовили опытный образец вагона-пылесоса на базе вагона типа В-4. Используя опыт эксплуатации вагона-пылесоса, с 1978 г. ведется конструирование поезда-пылесоса. К этой работе подключились Семibrатовский филиал Государственного научно-исследовательского института по промышленной и санитарной очистке газов, ЛИИЖТ и Уральский электромеханический институт инженеров транспорта. До 1983 г. планируется смонтировать экспериментальное оборудование на поезде, провести испытания и откорректировать рабочую документацию.

С 1977 г. совместно с кафедрой «Охраны труда» ЛИИЖТа исследуется акустический режим метрополитена. Определен комплекс мероприятий организационного, строительного и технического порядка по снижению шума. Разработана и утверждена программа изучения вибраций территории жилой застройки, прилегающей к тоннелю мелкого заложения. □



Аккумуляторный электровоз с тиристорным управлением. Разработан специалистами ЛИИЖТа, внедрен в депо «Московское».

ПОЕЗДА ВЕДЕТ АВТОМАТИКА

Ю. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ, начальник лаборатории автоматического управления

В ПЕРВЫЕ в нашей стране Ленинградский метрополитен в содружестве с институтами Гипротранс-сигнальсвязь и Ленметрогипротранс осуществил разработку и внедрение на Невско-Василеостровской и Московско-Петроградской линиях централизованной программно-моделирующей системы автоматического управления движением поездов. Она предусматривает автоматизацию всех операций — торможение на станциях и перегонах, включение и выключение тяговых двигателей, открытие и закрытие дверей поезда и станций, включение радиооповещения пассажиров в вагонах, а также реверсирования двигателей и смену сигнальных огней при обороте состава.

Программно-моделирующая система состоит из центрального пункта управления (ЦПУ), кабельных линий связи, напольных и поездных устройств.

ЦПУ предназначен для программирования и передачи сигналов времени графического отправления поездов со станций и прохождения ими контрольных точек на перегонах. Он оборудован приборами ввода графика, программно-задающими машинами, релейными стативами, источниками питания. Режимы ведения поездов на линии составлены с учетом максимального и минимального пассажиропотока. Для повышения надежности смонтированы дублирующие электронные блоки программы следования.

Кабельные линии связи обеспечивают передачу сигналов от ЦПУ к напольным устройствам, а также вызывают действие этих устройств с аппаратурой автоблокировки и источниками питания.

Схема действия программно-моделирующей системы такова. Из ЦПУ командные и контрольные сигналы по кабелю поступают на напольные

устройства, а отсюда при помощи кодовых программ автоведения индукционным способом передаются на поездную аппаратуру, где усиливаются, дешифрируются и формируются в команды управления поездом.

Программы многозначны. Одни из них посылают сигналы ходовые (включения и выключения двигателей), другие — тормозные, третьи — управления дверьми. Сигналы торможения гарантируют точность остановки поезда на станциях закрытого типа в пределах $\pm 1,5$ м. Для информации машиниста о наличии сигнала в тормозной программе на подходе к станциям и в тупиках установлен блок контроля тормозной программы (БКТП), питающий сигнальный знак «Т-сбор». Чтобы он мог наблюдать за посадкой и высадкой людей, на лобовых стенках станций открытого типа установлены стационарные зеркала обзора, на закрытых станциях — устройство фотоконтроля пассажиров (УФКП).

Первые месяцы эксплуатации системы показали, что из-за нерасчетливой установки программы автоведения график движения поездов выполняется неудовлетворительно. Специалисты службы сигнализации и связи откорректировали расположение программ с учетом оптимального режима ведения поездов и выполнения графика. Удалось уменьшить длину напольных тормозных программ перед проходными светофорами и за счет этого сэкономить немало денежных средств и материалов.

Поездная аппаратура позволяет машинисту по мере необходимости вмешиваться в работу автоматики. Он может, к примеру, выключателями на пульте управления задержать закрытие дверей и отправление поезда при скоплении пассажиров.

Во время наладки устройств авто-

ведения наши сотрудники много потрудились над модернизацией и повышением надежности приборов автоматики на составах. Смонтирована дублирующая выносная кнопка педали безопасности, связанная с пневматическим тормозом и схемой управления поездом. Автоматизировано радиооповещение от сигналов автоведения. Внедрена схема резервного управления поездом при различных неисправностях. Смонтирована схема синхронизации хода реостатных контроллеров в вагонах для улучшения точности остановки.

На Московско-Петроградской линии устройствами программно-моделирующей системы оснащены два типа вагонов с различными ходовыми и тормозными характеристиками, на Невско-Василеостровской — один тип. Надежность функционирования автоматизированного состава — в среднем 2000 часов на отказ на Московско-Петроградской линии и 3000 часов — на Невско-Василеостровской.

Система автоведения обеспечивает точность выполнения графика в пределах ± 5 секунд, сокращает время хода и увеличивает пропускную способность в сравнении с ручным управлением на станциях на 2,5% и на оборотных тупиках — на 7,5%, повышает безопасность движения, уменьшает расход электроэнергии на 2,5% за счет стабильного выполнения оптимальных по тяге режимов ведения поездов. Удалось высвободить на двух линиях свыше 200 помощников машинистов. Несмотря на то, что в кабине остался машинист, работа его стала значительно легче.

Надо признать, что программно-моделирующая система не без недостатков. В частности, нельзя корректировать время хода поезда по перегонам с центрального пункта управления, поскольку нет обратной связи, и информация о реальной ситуации на трассе не поступает.

С учетом этих недостатков для Кировско-Выборгской линии спроектирована более совершенная система автоведения — комплексная система автоматического управления движением поездов (КСАУП). Помимо выполнения всех операций, заложенных в программно-моделирующей системе, КСАУП обеспечивает:

движение поездов по перегонам и станциям с допустимыми скоростями;

ограничение скорости и автоматическую остановку состава при внезапном возникновении опасности;

регулирование времени хода поездов по линии в соответствии с графиком.

КСАУП, как и программно-моделирующая система, состоит из центрального пункта управления, напольных устройств и поездной аппаратуры.

На ЦПУ применен комплекс технических средств агрегатной вычислительной техники АСВТ М-6000. Применение ЭВМ с замкнутым информационно-управляющим циклом позволило установить канал обратной связи, по которому передается реальная ситуация на линии. Команды отправления, нагона и проследования контрольных точек выдаются уже с учетом конкретной обстановки. Данные о времени прибытия и отправления поезда со станции выводятся на печать.

Напольная аппаратура КСАУП подразделяется на устройства автоматического управления поездами и автоматического регулирования скорости. Эта аппаратура предназначена для:

приема, дешифрирования и переработки сигналов с ЦПУ;

формирования управляющих команд и передачи их через программы автоведения на подвижной состав;

выдачи на ЦПУ сигналов фактического прибытия и отправления поезда.

Напольные устройства представляют собой стative для размещения приборов, установленные в релейных помещениях каждой станции и в типовых шкафах на перегонах.

Путевые напольные программы такие же, как и в программно-моделирующей системе. Отличие составляют программы хода. Если в первой системе ходовая программа располагается вдоль колеи на всем протяжении тягового режима, то во второй — она короче, до 20 м, что вполне достаточно для восприятия и запоминания сигнала прибором памяти, введенным в поездную аппаратуру. Скорость корректируется коммутирующей программой, которая используется как для нагона опоздания, так и отключения тяговых двигателей. Момент отключения обусловлен командой ЦПУ и является переменным, зависящим от выполнения поездом графика движения. Время прибытия и отправления со станции, а также прохождения по перегону фиксируется

специальными индукционными датчиками (ДИП), передающими по каналам обратной связи на ЦПУ информацию о реальной ситуации на трассе.

Напольные устройства автоматического регулирования скорости (АРС) предназначены для передачи на поезд информации о допустимой скорости движения в зависимости от складывающейся обстановки. Аппаратура АРС непрерывно «следит» за превышением скорости, посылает на поезд сигналы об ее ограничении, обеспечивая безопасность движения.

Поездные устройства КСАУП служат для приема и преобразования сигналов, поступающих от путевых приборов управления поездом, и функционально состоят из подсистемы автоведения и подсистемы автоматического регулирования скорости. Аппаратура выполнена в виде блоков на базе полупроводниковой логики типа «Спектр».

Канал автоведения мало отличается от поездных устройств программно-моделирующей системы. Разница в том, что здесь имеются элементы памяти сигналов тягового режима.

Поездная аппаратура АРС сравнивает разрешенную и фактическую скорость поезда. В случаях превышения последней над разрешенной вырабатываются команды подтормаживания и торможения, то есть происходит автоматическое регулирование скорости.

Органы управления смонтированы так, что позволяют машинисту производить раздельное включение подсистем АРС и автоведения.

Сотрудники службы подвижного состава усовершенствовали многие поездные устройства и в том числе:

ввели последовательную цепь контроля I позиции реостатного контроллера головного и хвостового вагонов, позволяющую открывать двери поезда только при полной остановке;

внедрили контроль выключенного состояния аппаратуры хвостового вагона с тем, чтобы исключить ее воздействие на схему управления поездом;

автоматически перестроили режим торможения в зависимости от загруженности вагонов, что позволило повысить точность остановки состава;

смонтировали схему, позволяющую при непредвиденном снижении скорости до 6 км/час производить торможение состава по каналу нулевой скорости до полной остановки.

Чтобы исключить воздействие команд ручного управления поездом на аппаратуру КСАУП, установлены блоки разделительных диодов.

Разработаны и внедряются новые схемы ступенчатого отключения линейных контакторов из ходового режима при ограничении скорости по каналу АРС; синхронизации хода реостатного контроллера без использования подъемных катушек РУТ. Это позволит расширить возможности регулирования точности остановки, а также облегчит ремонт и эксплуатацию автоматизированного подвижного состава.

Институт Гипротрансигнализация разработал аппаратуру КСАУП-М с автономной системой безопасности. Испытание опытного образца проводилось на поезде из вагонов 81714—81717. Творческое содружество проектировщиков и сотрудников метрополитена помогло усовершенствовать аппаратуру и откорректировать техническую документацию. В серийное производство будут запущены устройства, соответствующие требованиям эксплуатации.

Специалистам служб сигнализации и связи, подвижного состава предстоит решить задачу дальнейшего повышения эксплуатационной надежности систем. С этой целью проводится большая работа по корректировке режимов движения, ведется сбор данных об отказах устройств, осуществляются анализ и разработка более совершенных технических решений. Многое предстоит еще сделать. Необходимо, к примеру, создать системы контроля работы станционных напольных устройств, сконструировать приборы, фиксирующие отключение аппаратуры автоведения и АРС; выполнить расчет размещения напольных программ нагона и т. д.

Одна из оперативных задач — создание вагона-лаборатории. С его помощью можно систематически проводить измерения электрических параметров и контролировать работу напольных устройств автоведения АРС и радиосвязи, исследовать взаимное влияние указанных устройств и помех, возникающих от другой электротехнической аппаратуры метрополитена, а также проводить различные эксперименты с новыми схемами и устройствами автоматики, что позволит повысить надежность действия всех узлов и приборов и тем самым бесперебойность и безопасность движения поездов. □

ВНЕДРЯЕТСЯ АСУ-МЕТРО

В. НИКОЛАЕВ, начальник лаборатории вычислительной техники

ОПТИМАЛЬНОЕ управление современным метрополитеном возможно только с применением средств вычислительной техники одновременно для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производством (АСУП).

Управление Ленинградского метрополитена совместно с Московским, Главным управлением метрополитенов, институтом Гипротрансигналсвязь и другими организациями активно ведут разработки комплексной автоматизированной системы управления метрополитеном (АСУ-Метро), которая сочетает задачи классов АСУТП и АСУП и является составной частью формируемой ныне автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ).

В АСУ-Метро совместно работают управляющие и универсальные электронно-вычислительные машины (ЭВМ) третьего поколения. Это позволяет организовать единый непрерывный процесс управления с максимальной автоматизацией операций по сбору, регистрации и контролю информации.

В АСУ-Метро семь основных функциональных подсистем:

управление перевозочным процессом — учет пассажиропотоков, планирование перевозок, автоматизированное управление поездами, эскалаторами, устройствами СЦБ, электроснабжения и микроклимата;

управление ремонтом технических средств — планирование и организация ремонта подвижного состава, пути, оборудования и аппаратуры;

плановых расчетов — долгосрочное планирование объемов перевозок, эксплуатационных расходов, с разбивкой по годам и других основных показателей;

сводный статистический учет и отчетность — выдача оперативных и периодических данных о работе мет-

рополитена, наличии рабочей силы и материальных ресурсов;

бухгалтерский учет и отчетность — автоматизация бухгалтерских операций по расчету заработной платы, учету труда и основных средств;

учет кадров — выдача сведений о наличии и распределении трудовых ресурсов, различных справок и отчетов;

управление материально-техническим снабжением — оптимальное планирование потребности служб и хозяйств в материалах, запасных частях, инструментах, учет наличия на базах и складах материальных ценностей, применение автоматических штабелеров.

В течение 1980—1981 гг. будет проведена подготовка хозяйства метрополитена к внедрению АСУ и закончено составление технических и технорабочих проектов на задачи подсистем, а в 1980—1985 гг. намечается ввод первой очереди и подготовка ко второй АСУ-Метро (организация информационного обеспечения, выбор комплекса датчиков и др.).

Первым опытом использования вычислительной техники на Ленинградском метрополитене явилась комплексная автоматизированная система управления поездами (КСАУП), внедренная на Кировско-Выборгской линии. На центральном посту управления (ЦПУ) этой системы применяются вычислительные машины АСВТ М-6000. Здесь ведется обработка данных о прибытии поездов на станции, расчет и выдача сигналов о времени их отправления, а также режимах следования по перегонам. В памяти ЭВМ находятся исходные данные из графика движения и характеристики участков линии (время хода по перегону, точки отключения двигателей).

Программное обеспечение центрального поста КСАУП разработано в лаборатории вычислительной техники. В процессе эксплуатации введены дополнительные программы, обеспе-

чивающие автоматический контроль следования поездов по трассе, вывод показателей работы на экран дисплея СИД-1000, коррекцию исходных данных при изменении графика движения, восстановление информации в случаях нарушений в работе датчиков прибытия или отправления поездов. Разработана схема резервирования вычислительных машин на случай отказа одной из ЭВМ, сконструирован прибор, позволяющий контролировать сигналы отправления и дополнительного включения двигателей состава и имитировать поездные ситуации при отладке программного обеспечения.

Ближайшая перспектива совершенствования системы КСАУП — точная привязка поезда к реальной ситуации на линии, особенно в случаях нарушения графика движения или его корректировки, а также ввод в ЭВМ дополнительной информации о номере маршрута или поезда. Предстоит передать электронным машинам некоторые функции поездного диспетчера, в частности, автоматизировать размен графиковых маршрутов в местах отстоя и при выдаче составов из депо, а также ввести автоматический контроль и оповещение об отклонениях от графика. Это намного облегчит работу диспетчера, обеспечит более четкий оборот составов. Такая программа уже подготовлена и будет введена в машину типа СМ-2 с большим объемом памяти.

По отдельным подсистемам АСУ-Метро выполнен ряд практических задач. Так, на основе данных графика движения, заложенных в память ЭВМ центрального поста КСАУП, разработаны программы расчета поездных талонов-расписаний для локомотивных бригад. Это освободило сотрудников службы движения от трудоемкого монотонного труда.

Создан метод определения числа пассажиров, выходящих с эскалаторов. За основу взята линейная зависимость количества электроэнергии, потребляемой электродвигателем эскалатора, от количества пассажиров. Сигналы, поступающие от датчика электродвигателя эскалатора, обрабатываются управляющим вычислительным комплексом АСВТ М-7000. Для учета и регистрации входящих пассажиров использован метод обработки электрических импульсов, поступающих от автоматических контрольных пунктов (АКП). Чтобы уменьшить количество линий связи, на каждой станции устанавливается concentra-

О СОХРАННОСТИ СООРУЖЕНИЙ

Г. МАМОШКИН, заместитель начальника Ленинградского метрополитена

СООРУЖЕНИЯ Ленинградского метрополитена — выдающиеся произведения советского зодчества. Их оформление связано с историческими событиями. Так, внешний вид вестибюлей и подземной станции «Площадь Ленина» напоминает нам о прибытии вождя в апреле 1917 го-

да на Финляндский вокзал Петрограда. Архитектурное решение станции «Площадь Мужества» — своеобразная художественная прелюдия к ансамблю Пискаревского мемориального кладбища. Установка над колоннами станции «Технологический институт» 28 скульптурных медальонов

тор импульсов, осуществляющий их пересчет и передачу на управляемую вычислительную машину.

Для метрополитена особенно важна проблема учета, контроля и нормирования расхода электроэнергии. В целях сокращения затрат проведена работа по автоматизации учетных операций с применением информационно-измерительной системы энергоучета (ИИСЭ-48). Данные, поступающие от этой системы, обрабатываются на управляющем вычислительном комплексе АСВТ М-6000, который выдает показатели расхода электроэнергии на тягу поездов и другие производственные нужды на каждой линии и в каждом электродепо метрополитена. Внедрены также задачи по расчету нагрузок на фидерах совмещенных тягово-понижительных подстанций, прогнозированию расхода электроэнергии. На ЭВМ проведены тяговые расчеты для линий метрополитена с учетом оптимального расхода электроэнергии. Предусматривается и управление устройствами электроснабжения, где будет обеспечиваться автоматическое регулирование агрегатов подстанций при изменениях нагрузок, выработка рекомендаций энергодиспетчеру при возникновении критических ситуаций, учет планово-предупредительных ремонтов.

Из задач класса АСУП главное внимание обращено на учет труда и заработной платы. Составлены прикладные программы применительно к особенностям метрополитеновских предприятий и начато внедрение их в электродепо «Московское». Отла-

живается программное обеспечение задач оперативного учета количественных и качественных показателей работы метро, планирования дежурств локомотивных бригад. Введена в действие система автоматизированного контроля исполнения документов (АСКИД) на базе ЭВМ ЕС-1022;

Комплекс технических средств АСУ-Метро строится как трехуровневый:

первый — универсальные ЭВМ ЕС-1022;

второй — мультиплексоры передачи данных и управляющие вычислительные машины;

третий — устройства сбора, регистрации и передачи информации в местах ее возникновения (аппаратура передачи данных, датчики различных типов).

Комплекс должен обеспечить решение задач в различных подсистемах с использованием телеобработки данных. Последняя в качестве основного режима работы будет применяться в подсистеме «Управление материально-техническим снабжением». Каждый клиент сможет набрать на своем дисплее запрос, передать его в вычислительный центр и получить на экране ответ, который при необходимости может быть документирован. Режим телеобработки употребляется и в подсистеме «Статистический учет и отчетность» для выдачи руководителям метрополитена и в Главметро оперативных справок о работе подземной магистрали.

с изображением замечательных русских и советских ученых подчеркивает, что здесь находится район старейших высших учебных заведений.

Сохранить в первоизданном виде культурные ценности — главная задача работников службы тоннельных сооружений. Наземное и подземное хозяйство метрополитена достигло весьма внушительных величин:

протяженность всех видов тоннелей — 146,3 км;

площадь окрашенных сводов, потолков, стен пассажирских, служебных и производственных помещений — 709165 м²;

облицовано мрамором — 53200 м² поверхностей, гранитом — 48230 м²;

общая площадь отделки различными материалами — 413640 м²;

Применение режима телеобработки требует: создания сети каналов связи клиентов с вычислительным центром, установки у клиентов аппаратуры передачи данных, использования в вычислительном центре мультиплексоров и универсальных ЭВМ с объемом оперативной памяти не менее 512 Кбайт.

Введены в эксплуатацию ЭВМ ЕС-1022 с оперативной памятью 512 Кбайт, мультиплексор передачи данных МПД-1А на 15 каналов. Ведется наладка аппаратуры передачи данных АП-64 с восемью дисплеями, рабочее проектирование каналов связи абонентов с вычислительным центром, освоение стандартного математического обеспечения телеобработки данных.

Разработка и внедрение автоматизированной системы требуют перестройки существующей технологии и организации управления. Начальники служб и хозяйств, командный и инженерный состав должны быть психологически и профессионально подготовлены к переходу на новую систему. Первым практическим шагом в этом направлении явилась организация для руководящего состава метро специальных курсов. Предстоит изменить стиль управления, отказать от волевых решений оперативных задач и перспективных проблем, больше «прислушиваясь» к объективным и потому более оптимальным рекомендациям кибернетических машин. □

площадь полов всех видов — 199858 м²;

количество дверей — 6645, в том числе вестибюльных — 933.

Подземные сооружения находятся под воздействием горного и гидростатического давления, переменных температур, что вызывает линейные деформации, особенно в подвесных зонах наклонных ходов и станций. Отделка этих зонтов, образно говоря, постоянно «играет», приводя к расстройству стыков и появлению трещин. Поэтому текущее содержание и ремонт конструкций и сооружений, поддержание их прочности и красоты — дело ответственное и сложное, от которого зависит безопасность и бесперебойность движения поездов и культура обслуживания пассажиров.

Опираясь на опыт москвичей, мы наметили пути улучшения организационной структуры подразделений.

На первом этапе более 50% трудовых затрат составляли малярные работы. Для архитектурного оформления сводов станций и наклонных ходов применялись асбоцементные картины размером 1,5×1,5 м, которые оштукатуривались и окрашивались меловым колером. Специальных материалов для гашения деформаций не применялось, температурные швы по длине сводов отсутствовали и потому при колебаниях температуры воздуха стыки асбоцементных картин растрескивались. Даже при незначительной течи на сводах появлялись большие синие пятна.

Впервые на метрополитенах стыки асбоцементных картин сводов наклонных ходов оклеивали полосками хлориновой ткани с помощью химостойкого лака (ХСЛ) и добавлением растворителя Р-4 на станциях «Чернышевская» и «Площадь Ленина». Это позволило упруго погасить температурные деформации в стыках без их нарушения. Своды окрасили химостойкой эмалью ХСЭ-1. Межремонтный период удлинился в 3—6 раз и составил в среднем три года. Увеличение стоимости новых материалов окупалось снижением трудовых затрат при эксплуатации сводов. Новую технологию стали применять на всех станциях.

В дальнейшем рационализаторы усовершенствовали технологию заделки стыков, придав сводам более правильную поверхность. Огрунтовка ее после склейки стала выполняться химостойким лаком с добавкой белого цемента, а окончательное покрытие — поливинилацетатной эмульсион-

ной краской. В настоящее время вместо оклейки стыков картин хлориновой тканью трещины в стыках заполняются герметиком «эластосил» и теколовой мастикой. Это еще более сократило затраты на ремонт и улучшило условия труда. Экономический эффект от внедрения новой технологии превышает 100 тыс. руб. в год.

С течением времени мраморная облицовка теряет свои декоративные качества, тускнеет. Обновление ее — операция весьма трудоемкая. Наиболее тяжелой до недавнего времени была обдирка, которая выполнялась вручную. Созданный для этой цели полуавтоматический станок не принес положительных результатов. По предложению рационализаторов стали обрабатывать мраморную поверхность трехкомпонентной пастой вместо обдирки абразивами. При этом поверхностный слой мрамора вступает в реакцию с пастой и разрушается. После нейтрализации накатывают глянец. Производительность труда повышается более чем в два раза. Годовой экономический эффект — 11140 руб.

Большую сложность при ремонте тоннельных сооружений представляет борьба с грунтовыми водами, просачивающимися через обделку. Если в первые годы эксплуатации для устранения течей использовались, как правило, цементно-песчаные и цементные растворы, то в последующем нашла применение целая группа добавок, способствующих водонепроницаемости растворов. Это — хлористый кальций, алюминат натрия, водорастворимая эпоксидная смола ДЭТ-89.

В последнее время для нагнетания за обделку применяются растворы из цемента, бентонитовой глины и кальцинированной соды в качестве катализатора. Широко используются также обмазочные гидроизоляционные материалы на основе эпоксидных смол. Ведутся эксперименты по применению гидроизоляционных покрытий на основе водорастворимых эпоксидных смол с возможностью нанесения их на влажные поверхности.

Вначале замена отдельных облицовочных плиток производилась путем вырубки гнезд и закрепления песчано-цементным раствором. Использование для наклейки плиток специальных мастик, особенно на основе эмульсионного клея, значительно облегчило труд облицовщиков.

Чтобы предотвратить быстрый износ полов у гребенок эскалаторов, в

проходах автоконтрольных пунктов выполнены наливные полы на основе эпоксидной смолы. Разработана и успешно применяется новая технология замены асфальта на платформах станций в ночную смену. Горячая масса хранится и доставляется в специальных термосах.

Проектно-сметным отделом службы тоннельных сооружений разработана и на всех линиях метро применяется технология механизированной вывозки мусора из тоннелей (в стадии внедрения — механизированная вывозка мусора со станций). Для промывки путевых стен на станциях на базе дрезины АГМ спроектирован и изготовлен промысловый агрегат. Внедрены в производство мачтовые подъемники, шарнирная вышка АП-17, машинки для сварки линолеума, вагон-раздатчик и т. д. Составлен проект модернизированной сборно-разборной 15-метровой вышки.

В целях улучшения организации труда и повышения его производительности все шире стали применяться бригадные формы работы. Специализированные бригады ведут теперь ремонт тоннельных сооружений. Создана бригада и по полировке мрамора, которая работает по утвержденному плану. Последняя ее продукция — сверкающая зеркальным блеском облицовка станции «Балтийская». Часть облицовщиков объединена в специализированную бригаду по ремонту полов. В каждой дистанции созданы бригады по ликвидации течей в тоннелях и притоннельных сооружениях, по обслуживанию дверного хозяйства.

Внедрение прогрессивных технологических процессов, материалов, организационных форм труда позволило применить комплексный метод ремонта станций с циклом в 3—5 лет.

Существенный вклад в развитие новых методов труда внесли старшие мастера В. А. Семаков и В. И. Розов, бригадиры В. И. Лановлюк и Н. Л. Юров, овладевшие десятилетиями специальностями, гранитчик А. М. Васильев, рабочие Г. А. Чинчарашвили и Н. А. Куликов, маляр А. Т. Волкова, столяры В. Р. Богданов, А. М. Александров и многие другие.

В результате непрестанной заботы о повышении эффективности производства и качества продукции количество работников на 1 км трассы за последние 12 лет сократилось с 11 до 7 человек. □

ПРОПАГАНДА ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ ТРУДА

В. ЧЕРВЯКОВ, начальник отдела научно-технической информации

В РАЗВИТИИ технического прогресса, в решении задач механизации и автоматизации производственных процессов большая роль принадлежит инженерно-технической общественности, рационализаторам и изобретателям, новаторам и передовикам производства.

Советы научно-технических обществ, обществ изобретателей и рационализаторов, служб и хозяйниц направляют творческую активность инженеров, техников, передовых рабочих на качественное и досрочное выполнение планов научно-исследовательских работ, новой техники и прогрессивной технологии, способствуют высокой производительности и научной организации труда, ведут широкую пропаганду и заимствование передовых методов.

Районное научно-техническое общество метрополитена насчитывает 19 первичных организаций, в которых состоит 872 члена. Работой общества руководит Правление под председательством заместителя начальника метрополитена. Инженерно-техническая общественность участвует практически во всех сферах деятельности метрополитена.

По инициативе советов НТО широкое распространение получила форма социалистического соревнования ИТР на основе личных творческих планов, которые предусматривают выполнение инициативных заданий или досрочное выполнение плановых мероприятий. Изыскивая внутренние резервы, инженерно-технические работники решают сложные проблемы повышения качества труда, эффективности производства, механизации ручных процессов. Ход соревнования ежеквартально рассматривается на заседаниях правления райНТО. Только за истекший год от реализации 1500 личных творческих планов ИТР

получен экономический эффект в сумме 152 тыс. руб.

Все шире находит применение принятие коллективных творческих планов. Там, где при решении конкретной задачи требуются усилия специалистов разных профилей, привлечение сложных технических средств, создаются бригады из 5—6 человек, работающие по единому плану. Каждый из членов бригады выполняет определенное задание. Такие планы успешно реализуются в службах подвижного состава, пути, электроподстанций и сетей, электромеханической. Организация, например, в службе пути творческой бригады Н. Н. Савинова способствовала внедрению ряда устройств для механизации работ по обслуживанию и ремонту пути. Бригада электромеханической службы В. М. Шлыкова провела инженерные расчеты и наладку устройств телемеханизации сантехагрегатов. По итогам участия в отраслевом общественном смотре по механизации ручных, тяжелых и трудоемких работ, выполненных на основе коллективных творческих планов в 1978—1979 гг., 5 бригад награждены Почетными грамотами Ленинградского областного совета НТО.

По опыту Октябрьской железной дороги функции советов НТО и научно-технических советов были объединены. Это позволило значительно расширить возможности советов НТО в рассмотрении и решении научно-технических проблем и производственных задач. На заседаниях Правления обсуждались такие крупные проблемы, как:

разработка и внедрение комплексной системы автоматического управления движением поездов;
внедрение комплексной системы управления качеством труда;
использование изобретений и наи-

более крупных рационализаторских предложений.

Одним из резервов повышения эффективности научно-технической деятельности является укрепление связи науки с производством. С этой целью создано отделение метрополитена общественного научно-исследовательского института при Октябрьской железной дороге, куда входят специалисты ЛИИЖТа и метрополитена. Здесь разработан и внедряется ряд высокоэффективных новшеств: контактно-аккумуляторный электровоз с тиристорным управлением и рекуперативным торможением, полупроводниковый выпрямитель с воздушно-испарительными охладителями, поезд-пылесос для комплексной механизации уборки тоннелей и др.

Труд членов НТО неоднократно отмечался почетными дипломами ДорНТО Октябрьской железной дороги и Центрального Правления НТО МПС.

Большой вклад в повышение эффективности работы метрополитена вносят изобретатели, рационализаторы, новаторы и передовики производства. Общество рационализаторов, насчитывающее свыше 1,5 тыс. человек, направляет творческую активность коллективов служб и хозяйниц на изыскание внутренних резервов, ликвидацию узких мест, механизацию ручных и тяжелых работ.

В 1979 г. рационализаторами являлись 802 работника метрополитена, ими подано 684 предложения, 588 из которых внедрено в производство. Наиболее эффективные рационализаторские предложения: способ полировки мрамора, устройство для подзарядки аккумуляторных батарей, прибор для проверки поездной аппаратуры КСАУП и др. Экономия при этом составила 499,2 тыс. рублей. На метрополитене организованы соревнования за звание «Лучший рационализатор», смотры-конкурсы на лучшее рационализаторское предложение, на лучшую службу и хозяйницу. Творческая деятельность метрополитенцев отмечалась почетными дипломами МПС.

С целью эффективного использования накопленного опыта на родственных предприятиях, обеспечения специалистов данными о передовых технических решениях на Ленметрополитене создан отдел научно-технической информации. По предложению сотрудников отдела немало новшеств после доработок, определяемых спе-

цифрой производства, внедряются в службах и хозяйствах.

Так, в депо «Дачное» по опыту Московского завода «Динамо» применен ряд технологических процессов по ремонту тяговых двигателей. Используя опыт Киевского метрополитена, разрабатываются специализированные платформы для текущего содержания тоннелей, разъединители короткозамыкателей с линейными двигателями.

Главный энергетик метрополитена Г. В. Кузьминский и начальник дистанции Я. В. Рудман внедрили информационно-измерительную систему учета и контроля расхода электроэнергии, разработанную на Вильнюсском заводе электроизмерительной техники. В результате получен экономический эффект около 1 тыс. руб. на подстанцию.

Опыт Московского метрополитена использован при оснащении линий устройствами автоматического регулирования скорости, внедрении системы освещения тоннелей с помощью фар подвижного состава, устройств контроля прохода пассажиров в тоннель.

В свою очередь почти на всех метрополитенах страны используется многопрограммный радиоинформатор, разработанный машинистом депо «Автово» В. Г. Рукавишниковым. Ленинградцы делятся также опытом по

внедрению систем автоматического управления движением поездов, технологических процессов ремонта подвижного состава и эскалаторов.

Наши специалисты поддерживают связь и с представителями зарубежных метрополитенов: Пражского, Будапештского, Парижского и Токийского, что, несомненно, служит взаимному техническому прогрессу. В Венгерскую Народную Республику продана лицензия на комплексную систему автоматического управления поездами, которая внедряется на Будапештском метрополитене.

Обучение групп специалистов социалистических стран, где действуют или строятся метрополитены, вошло в постоянную практику. Ремонт вагонов, текущее обслуживание эскалаторов новой серии ЭТ, автоматизация процессов управления поездами — вот неполный перечень вопросов, которыми интересуются наши коллеги за рубежом.

Большим резервом повышения эффективности работы метрополитена является обобщение и пропаганда передового производственного опыта, одобренного ЦК КПСС, МПС и ЦК профсоюза рабочих железнодорожного транспорта. В службах и хозяйствах широко используются комплексная система управления качеством труда (на основе опыта предприятий Львова), крупноагрегатный ремонт подвижного состава (по опыту депо

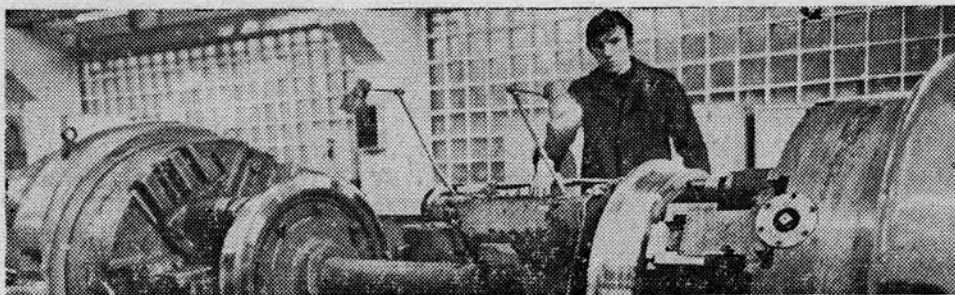
Сольвычегодска), соревнование под девизом: «100% графику движения поездов — рабочую гарантию».

Находят распространение и передовые починки, рожденные в коллективе Ленметрополитена. Например, гарантийный метод обслуживания устройств СЦБ, бригадный метод обслуживания эскалаторов, расширение зон обслуживания пути и др.

Опыт работы лучших людей, бригад, коллективов обобщается и издается в виде информлисток, плакатов. Так, работниками отдела НТИ изданы плакаты «Знание, ответственность, дисциплина» (о передовом опыте машиниста-инструктора В. С. Первушина), «Работать без травм» (опыт коллективов служб сигнализации и связи и электромеханической).

Наиболее эффективные технические новшества пропагандируются в форме киноинформации. По заказу ЦНИИ ТЭИ МПС Ленинградской киностудией документальных фильмов сняты ленты о комплексной системе автоведения поездов, прогрессивной системе ремонта вагонов, о микроклимате метрополитена.

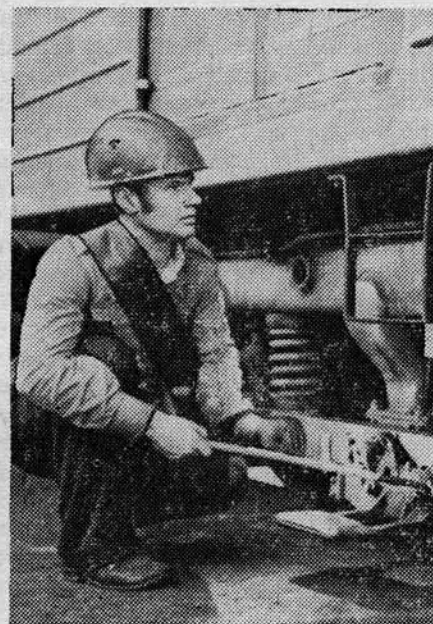
Планами новой пятилетки намечена обширная программа технического вооружения метрополитена. Высокая творческая активность инженерно-технической общественности, передовиков и новаторов производства — залог успешного выполнения этих планов. □



Депо «Автово». Обточку колесной пары ведет токарь механического цеха В. Поляков.



Передача смены. На снимке: старший машинист А. Шорохов (справа) и машинист А. Гончаренко.



Слесарь В. Качалов осматривает ходовые части.

ПОД РАЗМЫВОМ

С. РАЙКИН

РАЗМЫВ — это не географическое название, не имя собственное, однако метростроевцы пишут это слово с большой буквы. С Размывом надо быть на Вы.

Однажды он уже показал свой характер. 8 апреля 1974 года при строительстве Кировско-Выборгской линии в районе площади Мужества Размыв прорвал забой и затопил строящиеся тоннели. Проходчики, которые в тот момент были в шахте, на всю жизнь запомнили этот день. Потом из шахты доставали узлом завязанные рельсы.

Как считают геологи, в недрах Ленинграда протекает крупная подземная река. В доисторические времена она катила свои воды по поверхности, но когда через наши края прошел ледник, прародительница Невы оказалась погребенной под толщей песка и камней. Размытые водой отложения древних пород, которые несет пра-Нева, условно называют Размывом.

Первая победа над Размывом на площади Мужества стоила метростроевцам больших сил и огромного напряжения. Стихию укротили с помощью холода.

Сейчас при строительстве нового участка Московско-Петроградской линии на пути метростроевцев снова встал Размыв. Теперь — в районе Комендантского аэродрома.

Встреча не была неожиданной. Все было заранее известно и заранее обдумано. На этот раз решили не замораживать подземную реку, а обойти ее снизу, поднырнуть под нее.

Когда метростроевцам приходится прокладывать тоннели под Невой, и то каждый раз это сопряжено с определенными трудностями. Но Нева хорошо изучена, точно известны ее ширина и глубина. А о подземной реке известно только на основании дан-

ных, полученных в результате разведочного бурения. При этом ни в коем случае нельзя бурить Размыв в тех местах, где впоследствии пройдет трасса метрополитена.

Чтобы исключить долю риска, проходку под Размывом следовало бы вести в кессоне. Но тогда строительство участка затянулось бы на многие месяцы.

Тактика, которую избрали метростроевцы, проста: возможно быстрее пройти тоннель под Размывом. Главное — не мешкать, не останавливаться, чтобы не дать плыуну время размыть пласт, отделяющий свод тоннеля от дна подземной реки.

Пассажиры нового участка Московско-Петроградской линии, когда поедут в голубом экспрессе, наверное, сами почувствуют, где Размыв. Если двигаться по тоннелю от станции «Богатырский проспект» в сторону Черной речки, то видно, как цепочка огней ныряет под уклон. Туда шагаешь легко, а обратно взбираешься с мокрой спиной. За километр пути перепад составляет высоту 20-этажного дома!

Мы проделали этот путь с секретарем партбюро СМУ-11 Ленметростроя М. А. Сергеевым, и он рассказывал, что из-за крутого подъема сильно усложнилась откатка породы. Обычно к электровозу цепляют состав из восьми вагонеток, а тут машина может вытянуть только четыре. На откатку был направлен один из опытных специалистов своего дела член партбюро управления А. В. Сербовский.

— Пробивать тоннель под Размывом мы направили лучших людей, — продолжал секретарь партбюро. — В составе комплексной бригады оказались три члена партбюро, десять коммунистов. В трудный момент они

задавали тон, показывали образцы выдержки и собранности.

Когда проходческий щит вошел в зону Размыва, движение сразу затормозилось. Там оказался песчаник. Я не знаю, почему крепкую, как монолит, породу назвали словом, имеющим тот же корень, что слово «песок». Фрезы, которыми оснащен щит, оказались бессильны перед песчаником. Поставили победитовый инструмент. Под воздействием сверхтвердого сплава песчаник превращался в пыль. Людям выдали маски.

Одно звено сменяло другое. Но продвижение было незначительное. В тоннель стала поступать вода.

Если не одолеть стихию, то под угрозой окажется пуск всего участка. Начальник Ленметростроя Г. А. Федоров созвал специальное совещание и сказал, что важнее этого забоя сейчас на Метрострое ничего нет. В шахте ввели круглосуточное дежурство руководителей строительства.

Чтобы обеспечить безопасность, перед зоной Размыва был установлен стальной затвор. В случае необходимости затвор наглухо перекрывал тоннель. В шахту спустили аварийный запас цемента и крепежного леса.

М. А. Сергеев считает, что перелом наступил в тот день, когда состоялось партийное собрание. На нем выступил член партбюро проходчик Н. В. Митин и сказал, что сегодня ночью их звено дало рекордную выработку — 102 сантиметра. Он призвал другие звенья добиваться такого же результата. Следом выступил проходчик В. А. Стройнов, кстати, тоже член партбюро, и резонно заметил, что предыдущий оратор не совсем точно ориентирует собрание. Звено, где работает он, Стройнов, сегодня днем одолело 103 сантиметра.

Дрогнул неподатливый песчаник, не устоял! У входа в шахту не успевали менять газеты-«молнии».

Любопытно, что все четыре звена работали на один наряд. Успех каждого из них шел в «общий котел», так что особой материальной выгоды из рекордов никто извлечь не мог. Тем не менее ни одно звено не хотело уступать другому. Людей охватил соревновательный азарт. Выработка достигла 154 сантиметров в смену — более шести метров в сутки. На этой скорости проходческий щит вынырнул из-под Размыва.

На заседании совета бригады, на котором определяли коэффициент трудового участия каждого, всем поставили «единицу». Признаться, мне показалось это уравниловкой: не может быть, чтобы все сорок человек работали одинаково.

Горный нормировщик Г. И. Сергеева, которая вела протокол заседания, сказала, что, действительно, обычно коэффициент колеблется от 0,9 до 1,1.

— Но, возможно, члены совета бригады и не обсуждали вопрос пер-

сонально, а, как говорится, «проголосовали списком»?

— Нет, обсуждали, — сказала она. — Заседание длилось несколько часов. Каждого участника проходки характеризовали поименно, и все-таки у всех получилась одинаковая оценка. И это не случайное совпадение. За все время никто не позволил себе даже малейшего нарушения дисциплины. Вся бригада работала как один человек.

Сама стихия диктует метростроевцам свои законы. Высокая организо-

ванность, сознательная дисциплина, сплоченность — профессиональные качества строителей подземных магистралей. Вот почему никто не припомнит случая, чтобы метростроевцы не сдержали слова.

— Коллектив нашего управления досрочно выполнил план первого полугодия, — говорит начальник СМУ-11 М. В. Тузин. — А 20 августа завершили десятую пятилетку. Это наш подарок XXVI съезду КПСС. □

ПРОХОДЧЕСКИЕ ЩИТЫ ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАБОТ

МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС КМО 2x5

С. ВЛАСОВ, В. АУЭРБАХ, В. ГОЛУБОВ,
кандидаты техн. наук;

Б. МАКСИМОВ, А. СЕМЕНОВ, Д. ИВАНОВ,
инженеры

В СССР из общей протяженности перегонных тоннелей примерно 25% приходится на открытый способ. В XI пятилетке их будет построено около 30%.

Методы сооружения тоннелей открытым способом в настоящее время основаны либо на креплении стен котлованов забивными сваями, либо на раскритии котлованов с откосами, что связано с использованием до 1500—1800 металлических балок или перебором до 10000 м³ грунта на километр. В соответствии с технологической картой ВПТИ-трансстроа на каждый погонный метр двухпутного тоннеля предусмотрены затраты труда в 90 чел.-час (не считая работ по гидроизоляции, водопонижению и искусственному закреплению грунтов), которые нередко превышают нормативы.

При закрытом способе строительства достигнут более высокий уровень механизации, и трудозатраты значительно ниже. Так, при проходке тоннеля Калининского радиуса в Москве со сборной тубинговой обделкой механизированным комплексом КМ-24, включающим щит ЦМР-1, трудозатраты при сооружении 1 м составили 23 чел.-час. В Ленинграде комплекс КТИ-5,6 с железобетонной обжимаемой в породе обделкой обеспечил расход рабочей силы не более

9 чел.-час. Если к этому добавить, что при открытом способе при существующей механизации скорости проходки составляют не более 50—60 м двухпутного тоннеля в месяц, становится очевидной необходимость создания механизированного комплекса для подобного вида работ. Такая возможность оказалась реальной благодаря следующему:

еще на строительстве Фрунзенского радиуса Московского метрополитена (1961—1962 гг.) и Ждановского (1965—1966 гг.) применили щит открытого способа для сооружения перегонных тоннелей. В общей сложности построили 186 пог. м с цельносекционной обделкой прямоугольного сечения. В то время дальнейшего распространения данный метод не получил (недостатки в конструкции комплекса, неудовлетворительная управляемость щита в процессе проходки, неэффективность грузоподъемного средства для монтажа обделки, отсутствие достаточного количества блоков ЦСО и др.). Вместе с тем полученный результат свидетельствовал о перспективности примененного метода и позволил наметить дальнейшие пути совершенствования технологии сооружения тоннелей открытым способом;

с 1970 г. началось серийное произ-

водство козловых кранов ККТС-20. По своим параметрам они наилучшим образом отвечают специфике метростроения. Самомонтаж крана производится без применения сторонних грузоподъемных средств, металлоконструкция может собираться в различных исполнениях, хорошо приспосабливаясь к строящемуся объекту. Грузоподъемность обеспечивает транспортировку и монтаж блоков ЦСО длиной 1,5 м, массой около 17 т. Краны с успехом применялись на строительстве перегонных тоннелей открытым способом со свайным креплением стен котлованов;

освоено изготовление блоков цельносекционной обделки. Разработано оборудование для нанесения слоя гидроизоляции и решен вопрос о производстве блоков ЦСО с гидроизоляцией полной заводской готовности. На Московском метрополитене в 1978 г. сооружен опытный участок из таких блоков и получен положительный результат. Применительно к механизированному комплексу для открытого способа работ наличие ЦСО с гидроизоляцией полной заводской готовности позволяет производить монтаж без многодельных операций по нанесению покрытия на месте сооружения тоннеля, не сдерживая темпов проходки.

При создании нового механизированного комплекса в основу положены результаты научных исследований ЦНИИСа, разработано техническое задание на его проектирование. Комплекс КМО 2x5 изготовлен Московским механическим заводом Главтоннельметростроя по проекту ПКБ Главстроймеханизации и СКТБ Главтоннельметростроя. В прошлом году опытный образец внедрен на строительстве перегонного тоннеля между станциями «Прспект Корнейчука» и «Оболонь» Красноармейско-Курневской линии в Киеве (рис. 1).

Главные части комплекса КМО 2x5 (рис. 2) — гидравлический экскаватор 1

типа ЭО 4121 с удлиненной рукоятью, подвижная крепь 2 и козловой кран 3 типа ККТС-20. (На опытном участке вместо крана ККТС-20 применили козловой кран К6Б грузоподъемностью 10 т, вследствие чего соответственно была уменьшена масса монтируемых блоков ЦСО.)

Щит открытого способа представляет собой пространственную конструкцию прямоугольного сечения из трех основных частей: ножевой 4, опорной 5 и хвостовой 6. В верхней части расположены ограждения 7 для обеспечения прохода щита под поперечными городскими коммуникациями, выполненные съемными. Ножевая часть и хвостовая оболочка — в виде вертикальных металлических стенок, открытых сверху и снизу. Для придания дополнительной жесткости ножевым стенкам предусмотрены трубчатые раскосы 8. Они установлены так, чтобы не препятствовать разработке грунта экскаватором в призабойной зоне. Передние кромки ножевой части имеют заострения для внедрения в забой и выполнены со скосом под углом около 50° , соответствующим углу обрушения грунта. В опорной части расположены по ее периметру 30 щитовых гидроцилиндров 9, штоки которых с «башмаками» выдвигаются в сторону уложенной обделки и имеют возможность упора в нее через распределительные рамы. В опорной части щита расположены: станция из трех гидронасосов Н403Е, приводимых во вращение электродвигателями мощностью по 17 кВт, и место машиниста с пультом управления. В конструкции щита предусмотрены вставки для сборки в различных исполнениях (проходка прямолинейных и криволинейных участков), а также устройства управления при ведении щита по трассе. На агрегате предусмотрены также приспособления, обеспечивающие его безопасную эксплуатацию.

Щит оснащен гидросистемой с рабочим давлением 200 кгс/см^2 , электрооборудованием напряжением 380 В и системой освещения напряжением 36 В; он разбирается на сборочные единицы, обеспечивающие возможность их транспортировки и монтажа в котловане.

Для планировки поверхности и разработки забоя применяется гидравлический экскаватор Ковровского завода ЭО 4121. Чтобы обеспечить нужную глубину копания, экскаватор оснащен рабочим оборудованием обратной лопаты с удлиненной рукоятью 10, с ковшем 11 емкостью $0,65 \text{ м}^3$.

Транспортировка и монтаж блоков цельносекционной обделки 12 произво-

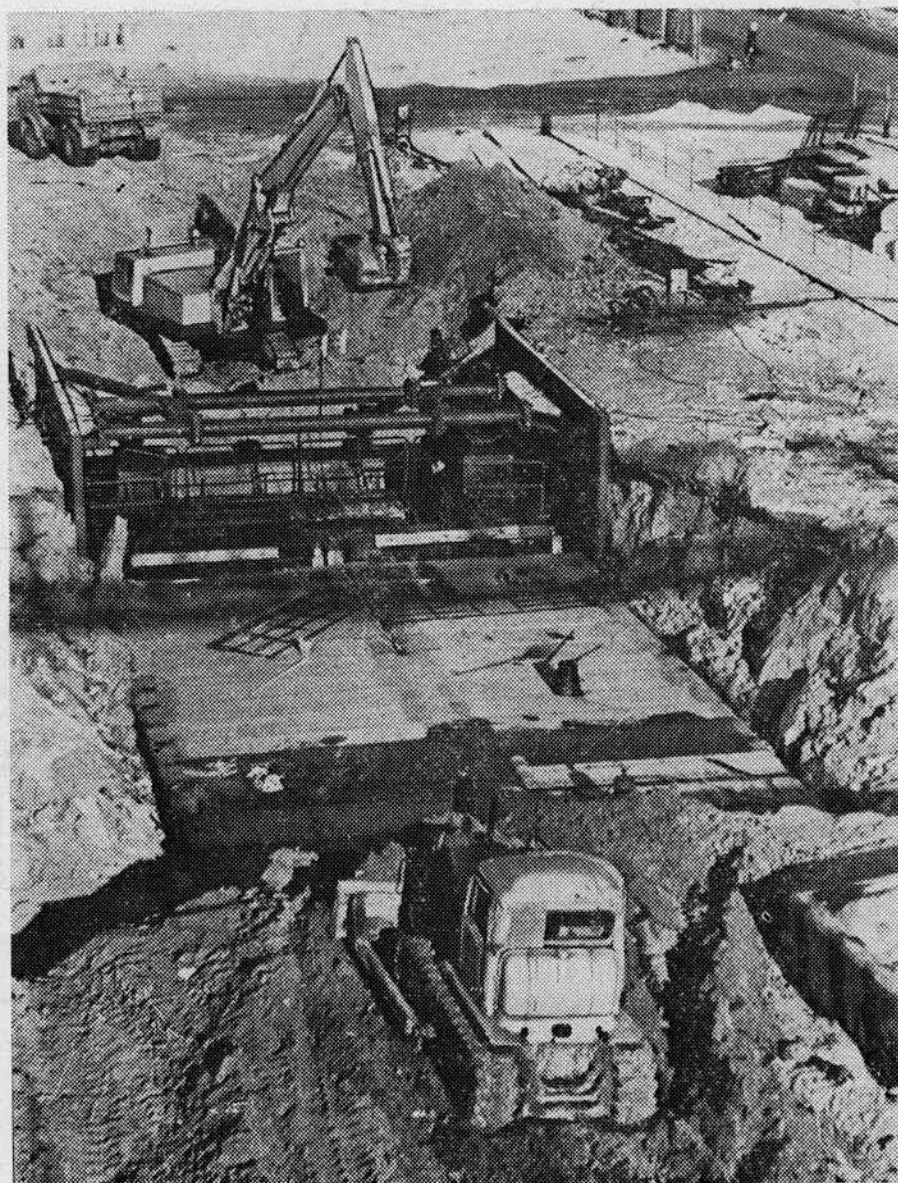


Рис. 1

дятся козловым краном ККТС-20 грузоподъемностью 20 тс. Он перемещается вдоль оси котлована по рельсовому пути 13 колеи 25 м для чего применяется его исполнение с пролетным строением без 15-м вставки. Наличие съемных консолей позволяет приспособлять кран к конкретным условиям, где прокладывается трасса. Длина участка, обслуживаемого краном, определяемая емкостью его кабельного барабана 14, составляет 100 м; при продвижении комплекса через каждые 100 м кабель подключается к новому источнику электроэнергии. Скорости крана 35 м/мин, перемещения тележки с грузом 37 м/мин, подъема и опускания груза массой до 10 тс равна 16 м/мин, массой до 20 тс — 8 м/мин.

Комплекс КМО 2Х5 на сооружении

перегонного тоннеля работает так: по трассе экскаватором ЭО 4121 предварительно срезается слой грунта, чтобы установить экскаватор в положение, позволяющее разрабатывать котлован заданной глубины. Затем экскаватор разрабатывает грунт впереди ножевой части щита, обеспечивая его перемещение в сторону забоя. Щит передвигается с помощью гидроцилиндров, опирающихся о заранее уложенную обделку через распорные рамы (последние распределяют нагрузку на блоки и предотвращают их от повреждения).

При перемещении щита на длину, соответствующую длине блока ЦСО, производится установка очередной их пары на подготовленное основание толщиной 15 см. Чтобы подготовить основание, используют сухую бетонную

смесь, подаваемую в котлован козловым краном. Установка блоков производится по маркшейдерским отметкам. Далее цикл повторяется.

Ведение агрегата в заданном направлении выполняется по секционным включениям щитовых гидродомкратов и специальными средствами, предусмотренными для этой цели. Комплексом КМО 2×5 сооружают тоннели с цельносекционной обделкой. Она состоит из железобетонных блоков, на наружную поверхность которых до монтажа наносится способом оплавления гидроизоляция из гидростеклоизола. Поверх него на коллоидном цементном клее или на битуме крепятся асбоцементные листы. Гидроизоляция швов между секциями производится из готового тоннеля сваркой выпусков гидростеклоизола, выведенных в специальную канавку. Стыки в зоне верхних ригелей блоков заполняются горячей битумной мастикой.

По мере продвижения комплекса производится обратная засыпка котлована бульдозером (используется грунт, разрабатываемый экскаватором впереди щита; в отвал вывозится не более 60—65 м³ породы на 1 пог. м тоннеля). Таким образом, длина раскрытого по трассе котлована не превышает 30—35 м.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСА КМО 2×5

I. Общие данные:

Ширина разрабатываемого котлована, м	до 10,5
Высота крепления стен	до 8
Типы разрабатываемых грунтов	глины, суглинки, супеси, пески

Их прочность, кгс/см²	до 150
Тип обделки сооружаемого тоннеля	ЦСО
Габариты блоков ЦСО (без гидроизоляции), мм	
ширина (на прямой)	4530
ширина (на кривой)	4840
высота	5080
длина	1500, 1000 и 880
Масса блока ЦСО, т	до 16,8
Техническая производительность сооружения двухпутного тоннеля, м/мес	до 200

II. Подвижная крепь (щит):

Усилие подачи на забой, тс	до 3000
Количество щитовых гидродомкратов, шт.	30
Усилие щитового гидродомкрата, тс	до 100
Рабочее давление в гидросистеме, кгс/см²	200
Тип гидронасоса	H403E
Его производительность, л/мин	35
Количество гидронасосов, шт	3
Установленная мощность электрооборудования, кВт	56

Размеры щита, мм	
длина	10600
ширина (на прямой)	9960
ширина (на кривой)	10340
высота основной конструкции	5380
высота с дополнительным ограждением	7980

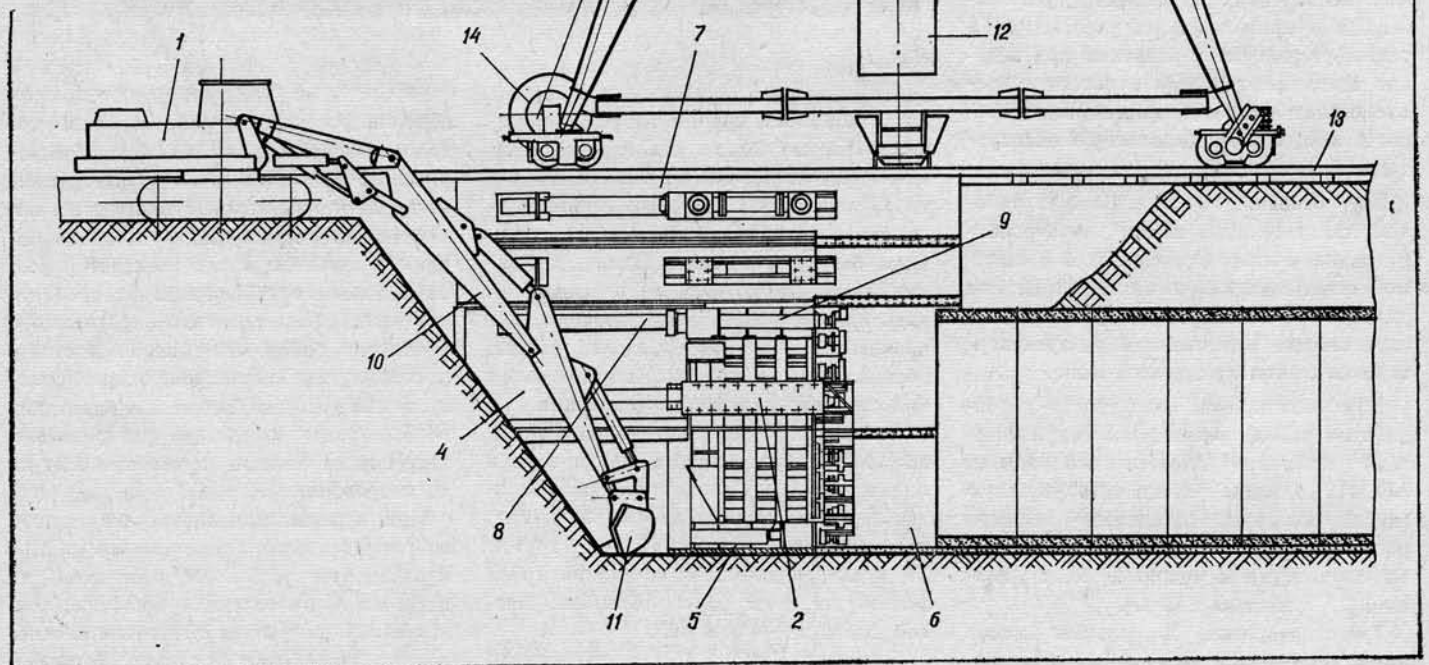
III. Экскаватор:

Тип	однокоровый гидравлический на гусеничном ходу
Марка	ЭО 4121
Рабочее оборудование	обратная лопата удлиненного образца
Емкость ковша, м³	0,65
Глубина черпания, м	до 7

IV. Грузоподъемный кран:

Тип	козловой, двухкопальный
Марка	ККТС-20 (К6В)
Грузоподъемность, тс	20 (10)
Ширина колеи, м	25

Рис. 2



Внедрение опытного образца КМО 2×5 проводилось в сложных инженерно-геологических условиях — забой представлял собой неустойчивый водонасыщенный песчаный грунт с углом естественного откоса 56°. По данным маркшейдерской службы, качество тоннельной обделки полностью отвечает действующим нормам.

На основании хронометража рабочих операций составлена рекомендуемая циклограмма. Она предусматривает возведение 2,7—3 м тоннеля в смену (при условии исключения непроизводительных затрат времени). Зафиксировано время основных операций по сооружению 1 пог. м: разработка забоя экскаватором — 120 мин; передвижка щита — 15; подготовка основания — 30; установка двух блоков ЦСО — 75 мин.

ЦНИИСом проводились замеры напряжений в наиболее нагруженных элементах корпуса щита, как при нормальной эксплуатации, так и при специально создаваемых режимах. Когда производилось одностороннее нагружение корпуса внедренного в забой щита 15 гидроцилиндрами при максимальном давлении в 200 кгс/см², напряжения не превышали допустимых. Проведены также замеры освещенности комплекса, уровней вибрации и шумов. Перечисленные параметры находятся в пределах нормативов.

В результате сооружения опытного участка комплексом КМО 2×5 выявлены его преимущества по сравнению с существующими способами сооружения тоннелей:

исключаются крепление котлована ме-

таллическими сваями, а также работы по временному креплению котлована;

повышается производительность труда, снижаются трудозатраты и увеличивается скорость сооружения тоннеля;

снижается объем земляных работ по разработке и обратной засыпке котлована;

сокращается зона строительного участка и снижается уровень шума;

оборудование удобно и эффективно в эксплуатации, легко управляется и доступно для осмотра и технического обслуживания.

В Киеве комплексом КМО 2×5 сооружено 150 м двухпутного перегонного тоннеля. Метростроевцы дали положительную оценку как способу строительства, так и проходческому комплексу. □

ЩИТ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ КОРОБОМ ДЛЯ ОТБОРА ГРУНТА

Б. ХИХЛУХА, Г. МОЛОДЦОВ,
инженеры

РАЗРАБОТАН прямоугольный щит открытого способа работ (авторское свидетельство № 641107), при котором грунт в забое удерживается на горизонтальных площадках, размещенных в передней части агрегата, что значительно сокращает общую его длину и повышает маневренность.

Щит для проходки тоннеля открытым способом включает корпус, хвостовую часть и съемные верхние боковые элементы. В корпусе агрегата — опорная и ножевая части, горизонтальные площадки с породоразрушающими органами. В опорной части жестко смонтирован открытый к забою вертикальный металлический короб. Последний связан с горизонтальными площадками и имеет открытый раструб. Для продвижения щита в опорной части по его контуру размещены гидравлические домкраты.

Хвостовая часть состоит из двух вертикальных оболочек. Каждая одним концом шарнирно закреплена на корпусе щита. На свободном конце оболочки по всей ее высоте имеется

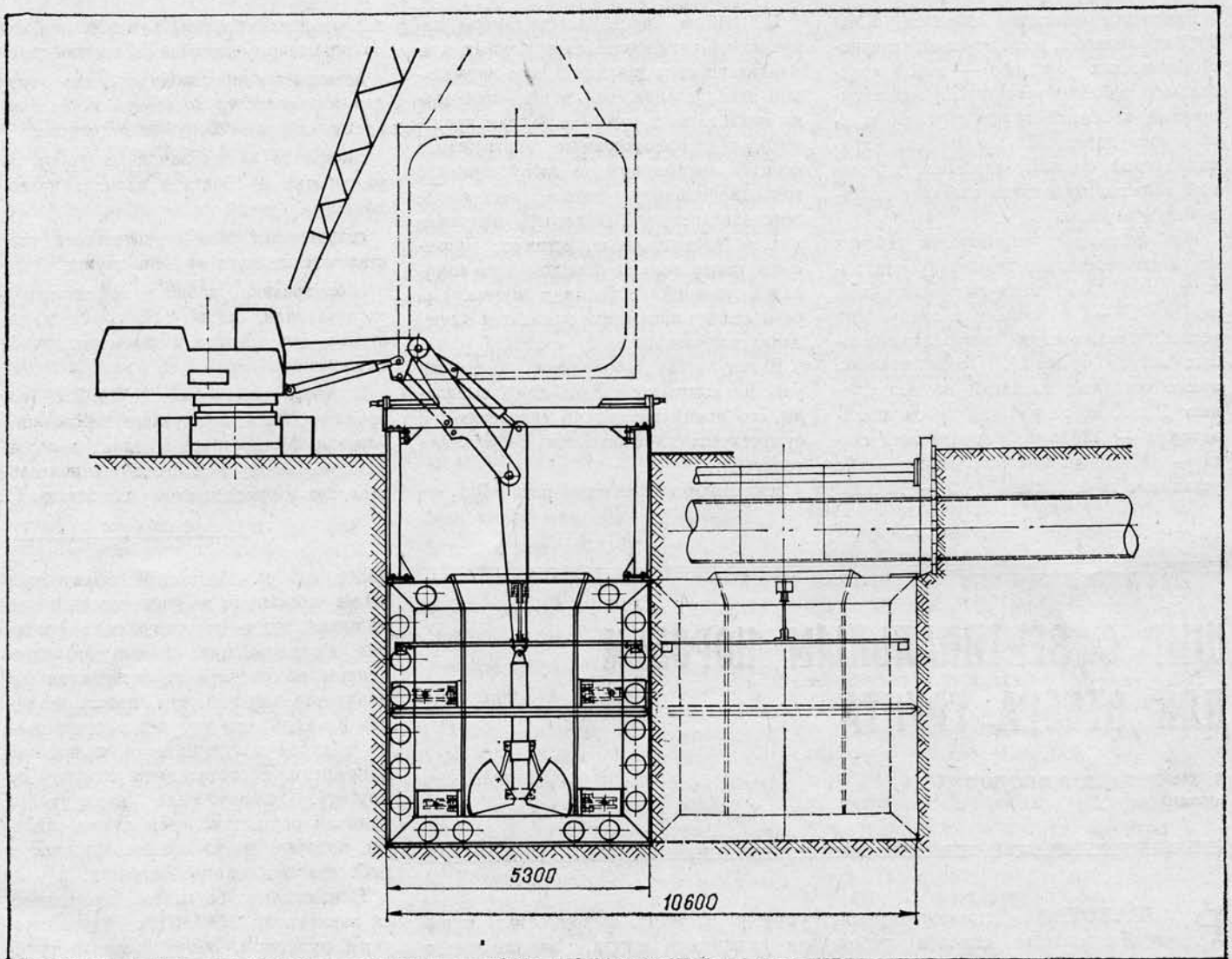
упругий элемент, выполненный в виде резинового жгута, заключенного между ней и стальным защитным кожухом. Таким образом, каждая вертикальная оболочка своим свободным концом через упругий элемент постоянно опирается на боковую поверхность секции обделки сооружаемого тоннеля и скользит по ней по мере продвижения щита.

Съемные верхние боковые элементы представляют собой плоские сварные металлоконструкции, закрепляемые на корпусе щита и жестко соединенные между собой съемными распорками. В хвостовой части к ним шарнирно присоединены боковые элементы, являющиеся продолжением вертикальных элементов оболочки щита. Их свободные концы шарнирно соединены между собой поперечным элементом в виде плоской металлоконструкции (выполняет одновременно роль распорки и перегородки).

Техническое решение данного щита позволяет выполнить жесткий его корпус длиной не более 5 м при общей — вместе с шарнирно закрепленными вертикальными оболочками не

более 8,5 м. Благодаря этому щит имеет хорошую маневренность, что является одним из решающих факторов. Размеры щита по ширине определены из расчета строительства однопутного тоннеля, что позволяет вести проходку на участке раструбов — на подходе к станциям и, при необходимости, с отставанием одного от другого. Сооружение двухпутного тоннеля осуществляется двумя щитами, которые могут быть соединены и работать как единый агрегат.

В комплексе со щитом применяется экскаватор ЭО-4121 с гидравлическим приводом, оборудованный грейфером с ковшем емкостью 0,65 м³, и самоходный кран КС-6362 грузоподъемностью 40 т, которые изготавливаются серийно. Проходческий комплекс работает так. Впереди щита с опережением на 20÷25 м на ширину выемки снимается покрытие проезжей части улицы. Щит, упираясь домкратами через распределительную раму в секцию обделки, продвигается вперед. Боковые режущие кромки ножевой части и режущие кромки горизонтальных площадок внедряются в грунт. Происходит частичное его разрушение внутри контура выработки. Одновременно с продвижением агрегата включаются в работу породоразрушающие органы, размещенные на горизонтальных площадках и в лотке. В некоторых случаях, для упрощения конструкции щита, можно отказаться от породоразрушающих органов и сохранить их только в нижней части агрегата. С их помощью или просто в результате продвижения щита избыток грунта, располагающегося на горизонтальных площадках



Щит открытого способа работ

под углом естественного откоса, падает в вертикальный короб. Из него разрыхленный грунт удаляется экскаватором и грузится в самосвалы для вывоза или используется на обратную засыпку, которая осуществляется им без привлечения транспортных средств. Чтобы ускорить темпы проходки, если она ведется в относительно устойчивых грунтах, экскаватор может разрабатывать впереди щита пионерную траншею. Ее размеры выбираются с таким расчетом, чтобы зона возможного обрушения грунта не выходила за пределы сечения проходимой выработки.

В процессе продвижения щита для предотвращения осадок поверхности сбоку от проходимого тоннеля зазор, образованный между стенками выработки и секциями обделки, заполняет-

ся глинистым раствором. Он улучшает условия гидроизоляции тоннеля и способствует шумопоглощению. Проникновению раствора из зазора в зону монтажа секций обделки препятствует упругий элемент, закрепленный на свободном конце вертикальной оболочки, который с усилием бокового давления грунта постоянно прижат к боковой поверхности секции обделки.

После продвижения щита на величину, равную ширине секции обделки, в пространство между опорной его частью и ранее смонтированной обделкой самоходным краном устанавливается следующая секция. Боковые стенки выработки в этом месте крепятся вертикальными оболочками, и щит продвигается вперед. Одновременно выполняются работы по уплотнению стыков между секциями. Предполагаемая скорость проходки 4,5÷6 пог. м в смену, или 100÷125 за месяц.

При пересечении трассы с коммуникацией последняя вскрывается и подвешивается. Верхние боковые элементы агрегата для продвижения щита под коммуникацией снимаются, затем монтируются вновь.

Предлагаемый щитовой комплекс обеспечивает сооружение перегонных тоннелей метрополитенов открытым способом без нарушения зданий, коммуникаций и других сооружений, организует технологический процесс проходки, сокращает до минимума (30÷40 м) длину стесненных участков улиц и площадей города и механизует строительные работы, обеспечивая при этом нормальные и безопасные условия. По сравнению с существующими способами щитовой комплекс позволит сократить объемы земляных работ и расход основных строительных материалов, уменьшить объемы перевозок породы и увеличить скорость проходки до 200÷250 пог. м в месяц. □

ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА МАРКИ «800»

А. СЕМЕНОВ,
инженер

МЕТРОГИПРОТРАНСОМ выявлен ряд тоннельных конструкций, где экономически целесообразно применять высокопрочный бетон марки «800» вместо «400». Рассмотрены железобетонные сборные обделки перегонных тоннелей закрытого способа работ, конструкции колонных станций глубокого и мелкого заложений.

Приведем стоимостные показатели бетонов марок «400» и «800».

Согласно прейскуранту цен 06-08 р.4 1967 г., стоимость 1 м³ бетона марки «400» в сборных конструкциях открытого способа работ составляет 58 руб. 50 коп. С повышением марки на каждые 50 кгс/см² цена бетона возрастает на 1 руб. 50 коп., следовательно, 1 м³ бетона марки «800» обходится в 70 руб. 50 коп.

Стоимость 1 м³ бетона марки «400» сборных конструкций закрытого способа работ составляет 73 руб. 00 коп., марки «800» тех же конструкций — 73 руб. + (1,5 руб. × 8) = 85 руб. Стоимость тонны арматурной стали классов АI, АII и АIII в среднем составит по тому же прейскуранту 193 руб. 80 коп.

Как видно из приведенного, бетон марки «800» для конструкций мелкого заложения дороже бетона марки «400» на 20%, а для глубокого заложения удорожание 1 м³ марки бетона «800» составит 16,5%. Расчетное сопротивление на сжатие бетона марки «800» по отношению к таковому марки «400» увеличивается на $\frac{310 \text{ кгс/см}^2 - 175 \text{ кгс/см}^2}{175 \text{ кгс/см}^2} \times$

$\times 100 = 77\%$ (см. СНиП П-21-75). Таким образом, конструкции из бетона марки «400» можно заменить теми же самыми из бетона марки «800», работающими на чистое сжатие, уменьшив при этом площадь сечения и объем бетона на 77%. Стоимость новой конструкции из бетона марки «800» уменьшится: для

мелкого заложения на $\frac{77\%}{1,2} = 64\%$,

для глубокого — на $\frac{77\%}{1,165} = 66\%$.

Теоретически напрашивается вывод: в определенных конструкциях, работающих в расчетных условиях на чистое сжатие, применение бетона марки «800» вместо бетона марки «400» дает удешевление более чем в 2 раза. Иными словами, столб из бетона марки «400» сечением 50×50 см можно заменить бетонным марки «800» сечением —

$$\sqrt{0,34 \cdot 50 \times 50} = 29 \times 29 \text{ см с удешевлением на } 66\%.$$

Но уменьшать сечение конструкций из бетона марки «400» более чем в 2 раза с заменой на бетон марки «800» не всегда возможно (по причинам изготовления, водонепроницаемости, опирания, монтажа). Перечисленные выводы относятся только к чисто бетонным конструкциям, работающим на сжатие. Что касается конструкций из железобетона марок «400» и «800», такого экономического эффекта получить нельзя, потому что модули упругости бетона марки «800» и арматурной стали на-

ходятся в отношении $\frac{E_6}{E_a} = \frac{400000}{2100000} = 0,19 = \frac{1}{5,25}$. Таким образом, в сжа-

тых и растянутых железобетонных конструкциях невозможно довести работу бетона и арматуры одновременно до расчетных напряжений. Это видно из уравнения равенства деформаций бетона и арматуры для сжатого железобетонного элемента:

$$R_a \cdot E_a = R_6 \cdot E_6,$$

где R_a — напряжения в арматуре,
 R_6 — то же в бетоне,

E_a и E_6 — модули упругости соответственно арматурной стали и бетона.

$$R_6 = \frac{E_6 \cdot R_a}{E_a} = 0,19 R_a.$$

Для бетона марки «800» — $R_6 = 310$, тогда

$$R_a = \frac{310}{0,19} = 1630 \text{ кгс/см}^2 <$$

$< 2100 \text{ кгс/см}^2$ —

арматура недонапряжена. Чем выше марка бетона, тем менее экономично работает арматура в сочетании с высокопрочным бетоном.

Для выявления экономической целесообразности тоннельной обделки глубокого заложения из сборного железобетона марки «800» с шарнирными стыками произведены статические расчеты колец с разбивкой на 7, 9 и 11 блоков (при оставлении лоткового одной и той же длины для возможности расположения на нем откаточных путей в период строительства). Условия загрузки обделки приняты следующие: вертикальная нагрузка — 60 тс/м², горизонтальная — 15 тс/м², давление воды на низ конструкции — 1,5 ати, коэффициент постели $K = 30 \text{ кгс/см}^3$.

Установлено, что в семиблочной унифицированной обделке от воздействия такой нагрузки в бетоне возникают растягивающие напряжения, не превышающие расчетных — 16,5 кгс/см² для бетона марки «800». Но в блоках необходи-



Рис. 1.

мо ставить арматуру по условиям работы их при выемке из форм во время изготовления, при складировании, транспортировке и монтаже. В обделке из мелких блоков с количеством их в кольце 9 или 11 (рис. 1 и 2) при воздей-



Рис. 2

вии на нее всех видов нагрузок — эксплуатационных, складских, транспортных и монтажных — растягивающих напряжений не возникает. Все блоки сжаты и казалось бы их можно оставить неармированными. Однако по условиям техники безопасности при подъеме, монтаже, поломке блока — чтобы отколовшаяся часть не могла отделиться и упасть — требуется легкое армирование с суммарным потребным количеством стали на 1 пог. м тоннеля (на одно кольцо) не более 100 кг/пог. м. Учитывая, что обделка из 9 блоков по сравнению с конструкцией из 11 менее деформативна и трудоемка в монтаже, ее и следует ставить в сравнение с унифицированной из железобетона марки «400». Для сопоставления стоимостей унифицированной конструкции из бетона марки «400» и 9-блочной обделки из бетона марки «800» подсчитаем, во сколько обходится та и другая обделка на километр тоннеля.

Конструкция унифицированная из бетона марки «400». Стоимость бетона на 1 пог. м тоннеля — 73 руб. \times 3,70 = 280 руб., а арматуры на 1 пог. м — 193 руб. 80 коп. \times 0,253 = 49 руб.

Стоимость обделки на км тоннеля выразится $(280 \text{ руб.} + 49 \text{ руб.}) \times 1000 = 329 \text{ 000 руб.}$

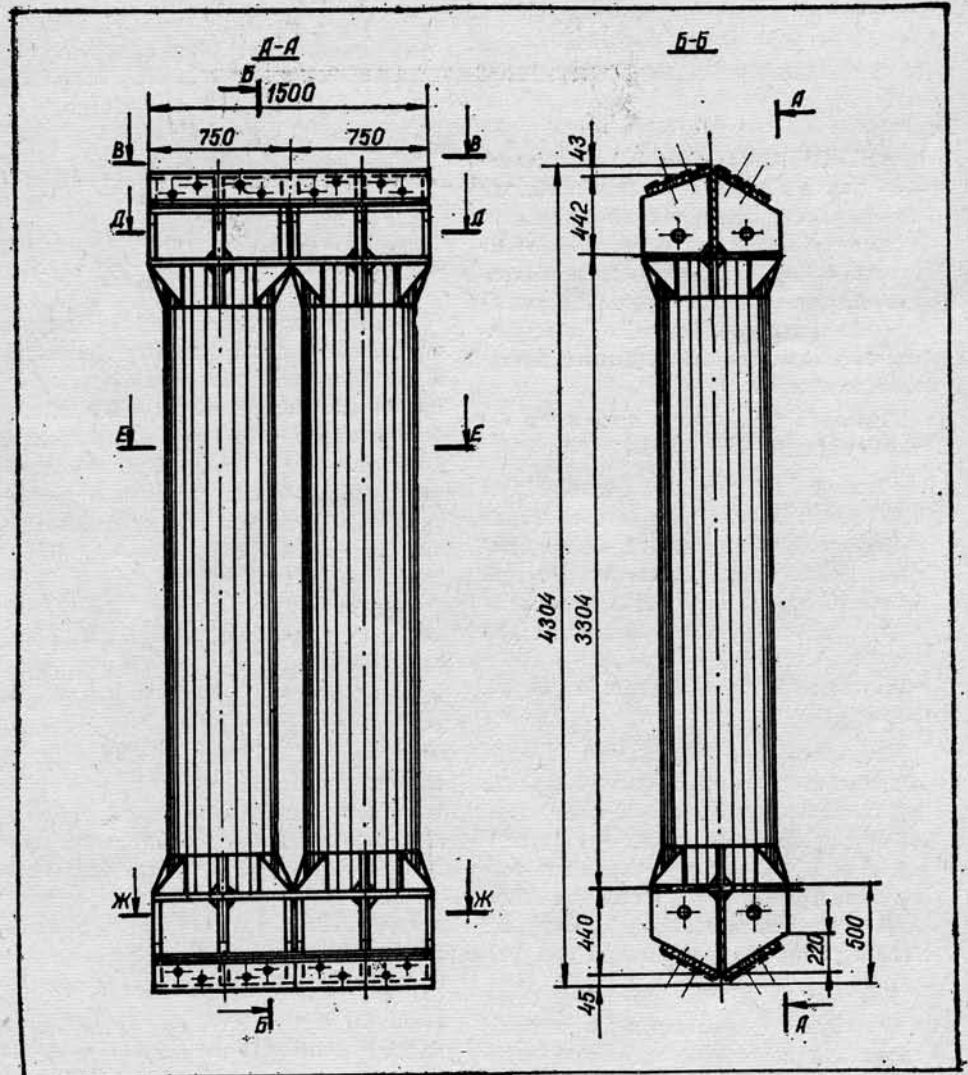
Конструкция 9-блочная из бетона марки «800».

Стоимость бетона на 1 пог. м 8,5 руб. \times 3,70 = 314 руб., а арматуры — 193 руб. 80 коп. \times 0,1 = 19 руб. 38 коп. Цена обделки на 1 км тоннеля составит $(314 \text{ руб.} + 19 \text{ руб.} 38 \text{ коп.}) \times 1000 = 333 \text{ 380 руб.}$

Из сравнения видно: обделка из высокопрочного бетона марки «800» дороже

металлические колонны из прокатной стали вполне можно заменить железобетоном марки «800», заключенным в обойму со спиральной предварительно напряженной арматурой, навитой на сердечник (рис. 3).

Для заданных нагрузок: 80 тс/м² — вертикального давления, 30 тс/м² — горизонтального и 2,5 атм воды при продольном шаге колонн — 5,25 м — ме-



обычной унифицированной из бетона марки «400» на 4400 руб. на 1 км, что составляет $\frac{4400 \text{ руб.}}{329000 \text{ руб.}} \times 100 = 1,3\%$.

Удорожание незначительное, укладывается в пределы точности расчета, но экономия металла на 1 км тоннеля составит $(253 \text{ кг} - 100 \text{ кг}) \times 1000 = 153 \text{ 000 кг}$, или 153 т/км, или 306 т на 1 км трассы — металлоемкость уменьшается в 2,5 раза.

Как показали расчеты и приемы конструирования колонных станций типа «Пушкинская» или «Марксистская»,

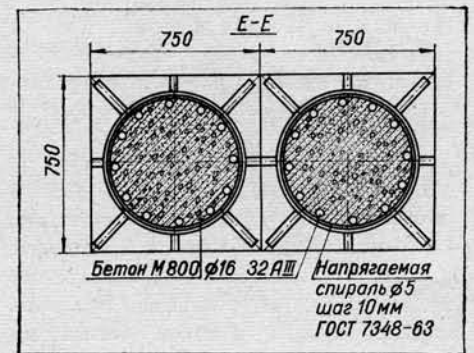


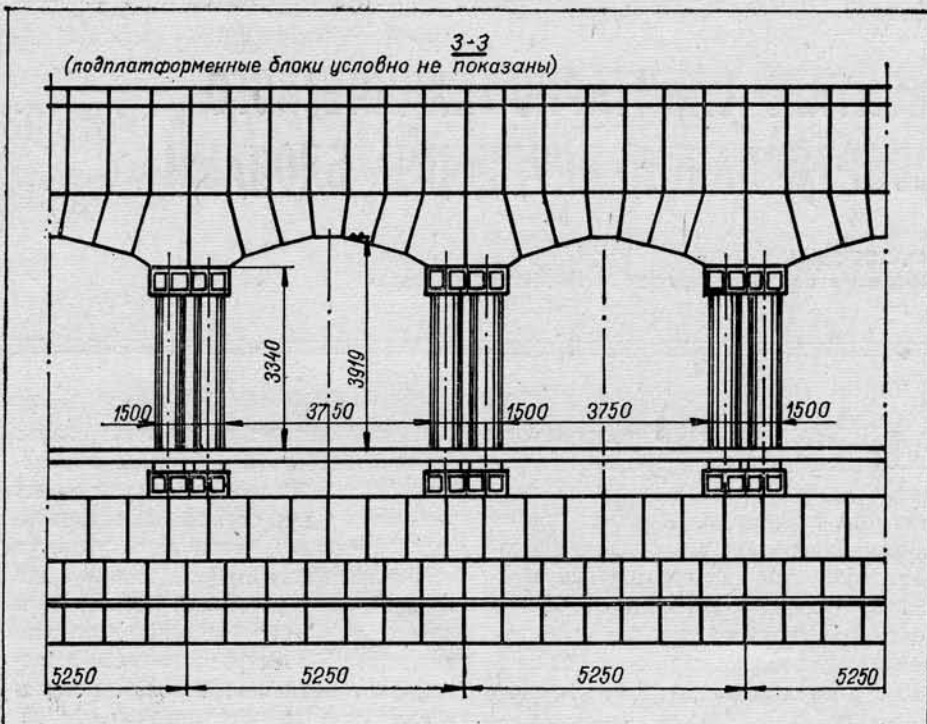
Рис. 3

таллические двухветвевые колонны заменяются двумя спаренными цилиндрическими железобетонными наружным диаметром в 60 см. В сопряжениях последних с пятовыми чугунными тубингами перемычек предусмотрены специальные сварные конструкции из листовой стали (рис. 4). Каждая ветвь такой колонны воспринимает расчетную нагрузку 1700 т.

Применение железобетонных колонн в конструкциях с чугунной обделкой обеспечивает экономию стального проката на одну спаренную колонну 3,5 т, на станцию длиной 156 м — 220 т.

Поскольку каждая железобетонная ветвь спаренной колонны весит около 4,5 т, для ее монтажа потребуется более мощный укладочный механизм.

Расчетами на прочность выявлено, что на станции открытого способа работ экономически целесообразно применять высокопрочный бетон марки «800» только в колоннах, работающих преимущественно на сжатие. В элементах верхнего перекрытия и стен, работающих на изгиб, его применение неэффективно. Стоимость и количество материалов колонн при продольных шагах 4,5, 6 и 7,5 м с маркой бетона «400» и «800» сведены в таблицу. Таким образом, ко-



тона марки «800» вместо колонн сечением 60×60 см из бетона марки «400» дает экономический эффект на станцию (платформенная часть в 156 м): умень-

Марки колонн	Шаг колонн Количество на станцию в 156 м	Сечение колонн, смхсм	Марка бетона «400»			Марка бетона «800»		
			Количество арматурной стали, кг	Объем колонн на станцию в 156 м, м ³	Стоимость колонн на станцию, руб.	Количество арматурной стали на станцию в 156 м, кг	Объем колонн на станцию в 156 м, м ³	Стоимость колонн на станцию, руб.
К-3	4,5/68	60×60	6344	117	8070	5141	117	9240
К-2	6,0/52	60×60	18632	90	8870	3931	90	7112
К-1	7,5/42	65×65	23516	85	9540	3759	85	6730
К-3	4,5/68	45×45	—	—	—	9913	66	6575
К-2	6,0/52	50×50	—	—	—	11372	62	6580
К-1	7,5/42	55×55	—	—	—	14221	61	7030

лонны марки К-1 при продольном их шаге 7,5 м экономически целесообразней изготавливать из бетона марки «800» сечением 55×55 см вместо ныне применяемых из бетона марки «400» сечением 65×65. При этом на платформенную часть станции длиной 156 м объем бетона уменьшается на 24 м³ — 28%, количество арматурной стали 9,3 т — 40%; сокращается сметная стоимость, не считая монтажа, на 2510 руб. — 26%.

Применение колонн К-2 с продольным шагом 6 м сечением 50×50 см из бе-

шение расхода бетона — 28 м³ — 31%, количества арматурной стали на 7,26 т — 39%, удешевление — 2290 руб. — 26%.

Замена колонн К-3 сечением 60×60 см с шагом 4,5 м из бетона марки «400» на колонны сечением 45×45 из бетона марки «800» дает экономию бетона — 51 м³, или 43%; увеличение количества арматурной стали на 4,77 т; но стоимость колонн дешевле на 2665 руб., или 29%.

Очевидно, что в сборных конструкциях подземных сооружений в элемен-

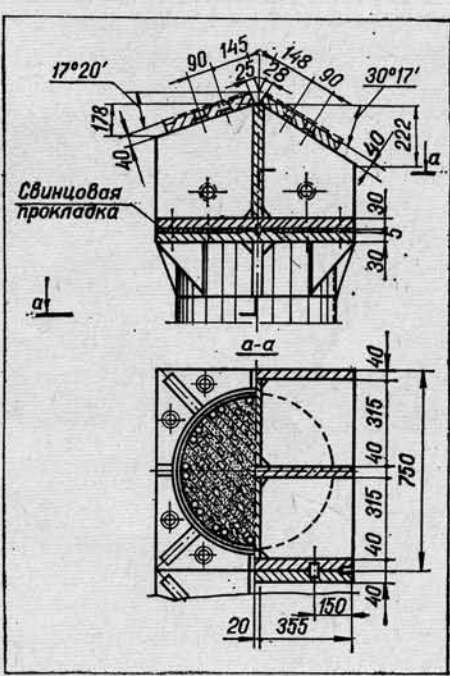


Рис. 4

тах, работающих на центральное или внецентренное сжатие, экономически выгодно применять высокопрочный бетон марки «800» вместо применяемого ныне марки «400». Это позволит снизить стоимость центральных и внецентренно сжатых конструкций более чем на 25% и сократить расход бетона до 30%, арматурной стали — 35%. □

МОНТАЖ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КРУПНЫМИ БЛОКАМИ

Ю. БОРОЗНА,
начальник отдела теплосантехники Метрогипротранса

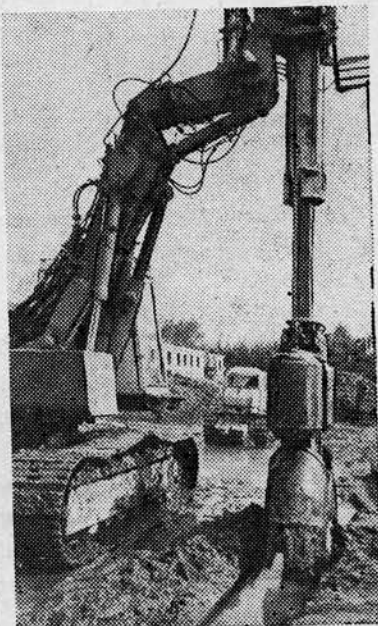
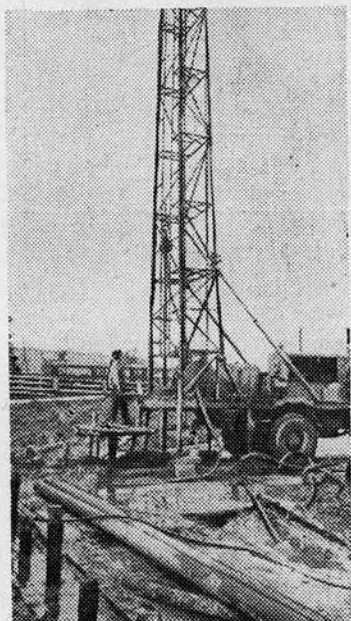
МОНТАЖ санитарно-технического оборудования в стесненных условиях метрополитена является трудоемким процессом. В целях сокращения сроков его монтажа и трудозатрат отделом теплосантехники Метрогипротранса совместно со СМУ-4 Мосметростроя составлены рабочие чертежи установки санитарно-технического оборудования в крупноблочном исполнении:

блоки воздушно-тепловых завес станций глубокого и мелкого заложения; то же приточно-вентиляционных установок для служебных станционных помещений, теплового узла, а также насосного оборудования для водоотливных установок станций и перегонов. Блоки, состоящие из вентиляторов, электродвигателей, калориферов, клапанов, насосов, задвижек и другого оборудования, в за-

водских условиях собираются на общей раме. Арматура устанавливается в габаритах, позволяющих транспортировать блоки и производить их монтаж в соответствующих помещениях.

Так, впервые на Калининском радиусе Московского метрополитена установлено восемь крупноблочных тепловых узлов на вестибюлях (четыре из них в подлестничных помещениях), смонтировано восемь водоотливных установок на станциях и перегонах глубокого и мелкого заложения, а также воздушно-тепловые завесы на входах и выходах. Это позволило вести монтаж в кратчайшие сроки и с меньшими трудозатратами, что способствовало досрочному пуску в эксплуатацию Калининского радиуса.

Предусмотрены крупноблочные установки в рабочих чертежах на строительство Серпуховской и Замоскворецкой линий Московского метрополитена. □

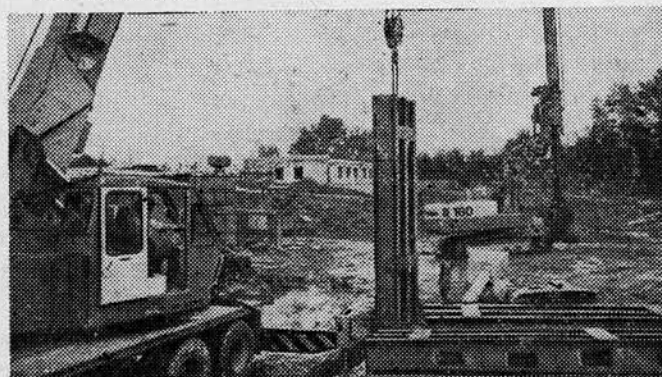


ЗАМОСКВОРЕЦКИЙ РАДИУС. Работы по подготовке контурного замораживания грунтов для щитовой проходки перегонных тоннелей под Царицынскими прудами.

Бурение скважин под замораживающие колонки по периметру контуров.

Устройство ограждающей конструкции монтажной щитовой камеры способом «стена в грунте».

Установка каркаса.



РАЗБИВКА ПЕРВОЙ ТРАССЫ

П. ЧИЖОВ,
инженер-геодезист

ИЗ МНОЖЕСТВА волнующих и по тому времени непреступных задач перед нами встала основная: где и как прокладывать первую трассу метро? Как ее проектировать?

Многие, без сомнения, понимали, что основой проекта метро будет план и профиль трассы, как и в проектах наземных железных дорог. Однако там к услугам проектировщиков была карта, где ширь пространства и рельеф отображены искусством топографов и свободно можно выбирать трассу железной дороги. Строй, можешь подрехтовать, изменить трассу! Здесь же, среди тесных кварталов города изгибаются древние кривые улицы, и план их был не точным, не пригодным, чтобы намечать на нем трассу метро. И ее, кроме того, надо переносить под землю.

Задачи казались действительно неодолимыми.

— Мы собрались тогда в Управлении Метростроя — вспоминал один из ветеранов Л. В. Миткин, — и думали, ломали головы, как разбивать трассу для прокладки тоннелей. Некоторые чудачки всерьез предлагали применять сильные бинокли. Конечно, это была нелепость.

Задача прояснилась, когда на Метрострой пришли геодезисты. И оказалось, что для проектирования метро нужен план точный в крупном масштабе той зоны города, где будет намечена трасса. Топографическая съемка для этого плана потребовала точной системы опорных геодезических пунктов, которая создается в результате астрономо-геодезических работ и называется триангуляцией.

Прежняя триангуляция Москвы была выполнена в середине прошлого века военным ведомством и уже утратилась. Ее пункты, главным образом кресты колоколен, разрушились,

и город оказался без геодезической основы. Дух революционного обновления требовал планировки новых районов города и создания новых мощных сооружений: метро, мостов и т. д. Все это вызывало необходимость точной съемки.

По плану профессора Ф. Н. Красовского в Высшем геодезическом управлении СССР организовали отдел московской триангуляции. К осени 1930 года во многих местах Москвы были устроены пункты триангуляции — кирпичные столбики, выведенные над крышами некоторых высоких домов. В них вмуровали металлические пластинки с центром пункта (точкой), над которыми отцентрировали съемные цилиндрики для визирования на них с других пунктов.

Мне были поручены работы по измерению углов в северо-восточной части триангуляции. На некоторых пунктах требовалась смелость. Так, на высоком сооружении в Сокольниках, высотой в четырнадцать этажей, кирпичный столбик триангуляционного пункта установили на покато́й крыше, всего в метре от края. Подходить к бездне было не просто, захватывало дух. Мой помощник, техник Николай, бодрый сильный молодой человек, сиделся поодаль на крыше и записывал в журнал отсчеты, что я диктовал ему.

Но на второй день работы пришло удивительное спокойствие. Это, думаю, радость воли, подавившей ощущения опасности, и еще — властное увлечение работой. Было радостно отыскать в объективе, в туманной дали, среди зубцов крыши, крохотный цилиндрок очередного пункта и потом навести на него с возможной точностью бессектор нитей окуляра трубы.

Каждое измерение какой-либо величины — приближение к ее истинному значению — «идеалу», так утверждает строгая муза — геодезия.

Велики были работы на башне одного вокзала. Здесь измерялись углы между двенадцатью пунктами. При шести приемах это требовало множества наведений и отсчетов по микроскопам универсала.

В начале лета 1931 года работы на пунктах триангуляции были закончены.

Полевые материалы потребовали огромных вычислительных работ. Из сети пунктов всей триангуляции Москвы составлено было несколько больших основных треугольников второго класса; они уравновешены по строгому «способу наименьших квадратов». Другие пункты решались как вставки между основными пунктами.

Координаты пунктов триангуляции вычислялись от центрального пункта, на высоком доме в центре Москвы, имевшего астроопределения.

Москва получала новую точную математическую основу для съемки плана города, для проектирования наземных и подземных сооружений и в первую очередь для проектирования и строительства метро.

При управлении Метростроя было создано геодезическо-маркшейдерское управление. И сюда, из Главного Геодезического Управления СССР были переданы списки и координаты пунктов новой триангуляции Москвы.

Линия метро была уже предварительно намечена: от Сокольников до Крымской площади. И первыми из строителей в зоне будущей стройки были геодезисты Метростроя — они выполнили точную передачу координат триангуляции с пунктов — с крыш домов на землю — на точки полигонометрии, которые располагали по улицам в зоне будущей линии метро.

Установили они эти точки, металлические штыри, на тротуарах улиц, от Каланчевской площади до Сокольников и в центральной части города, в тех местах, где намечались станции метро. Наконец, координаты полигонометрических точек были вычислены и переданы в Метропроект для выполнения топографической съемки улиц и кварталов этой зоны. Одновременно под руководством Л. Миткина составлялся в Метропроекте точный план зоны в достаточно крупном масштабе. Теперь можно было

проектировать детальное положение трассы, выбирать лучшие варианты.

— Очевидно, — говорил тогда А. Н. Харахнин, опытный инженер-геодезист Метростроя (впоследствии автор проекта расположения Киевского метро), — что подземные сооружения предстоит строить одновременно по всей трассе участками. Чтобы отдельные выработки в разных местах под землей состыковались на линии трассы, необходимо было, чтобы они на проекте были в координатах.

И вот проект первой трассы метро, потребовавший сложных подготовительных работ, четкими линиями и массой чисел лег на ватман. Это были математические линии: прямые отрезки, представленные длинами, азимутами и координатами примыканий к кривым отрезкам! В координатах дано также и положение основных элементов станций. Все числа были в духе высокой точности, идущей от триангуляции: координаты и длины — в миллиметрах, углы и азимуты — в секундах.

Проект трассы был получен в конторах дистанций и шахт. Главный инженер геомаркшейдерского управления Н. П. Афанасьев направил туда опытных инженеров-геодезистов. Они приступили к вычислениям переходных элементов от координат точек полигонометрии к координатам нужных точек проекта трассы. Эти первые точки выносили в натуру и забивали колышки на улицах, где воз-

никали заборы, а потом подымались копры.

Геодезисты-маркшейдеры были первыми на стройплощадках метро. Сначала на открытом способе работ Сокольнического радиуса. Затем — на других объектах. Раньше других приступила к работам дистанция № 2 — «опытная» (участок тоннеля, прилегающий к «Комсомольской»). Геодезическо-маркшейдерскими работами руководил здесь старший геодезист М. Ф. Бондин. К глубоким шахтам геодезисты подводили полигонометрию: опускали до дна струны трех отвесов и определяли от полигонометрии их координаты. Струны становились точками полигонометрии в пространстве и от них внизу шахты маркшейдеры начинали подземную полигонометрию.

Эти работы в печатных руководствах названы ориентированием шахт, руководства же — маркшейдерским искусством. И геодезисты Метростроя становились жрецами точности. Измерение углов (на точках полигонометрии близ шахты) между струнами отвесов они выполняли прецизионными вильдами с любовной тщательностью, как и измерение расстояний от вильдов до струн отвесов.

Вычисления на дне шахт были сложными: отсюда получали координаты подземной полигонометрии, а от них переходили к координатам трассы и ее азимуту и, устанавливая первые точки трассы, давали направление забою тоннеля.

Возникают в памяти образы людей в резиновых мокрых куртках, в широкополых шляпах, спадающих на плечи. В выражении их лиц сквозила суровую сосредоточенность проглядывала затаенная удовлетворенность, будто они прикасаются к чему-то прекрасному, неизведанному.

Мне довелось выполнять разбивку трассы и на Фрунзенском радиусе, осуществлять прокладку полигонометрии по улицам Волхонке, Остоженке и Чудовке с помощью портативного изящного высокоточного теодолита Цейса с оптическим центриром.

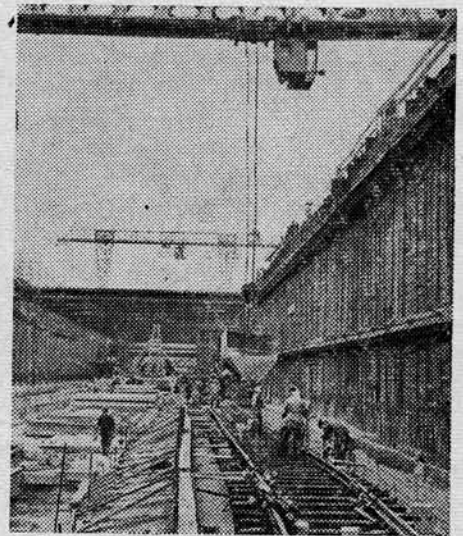
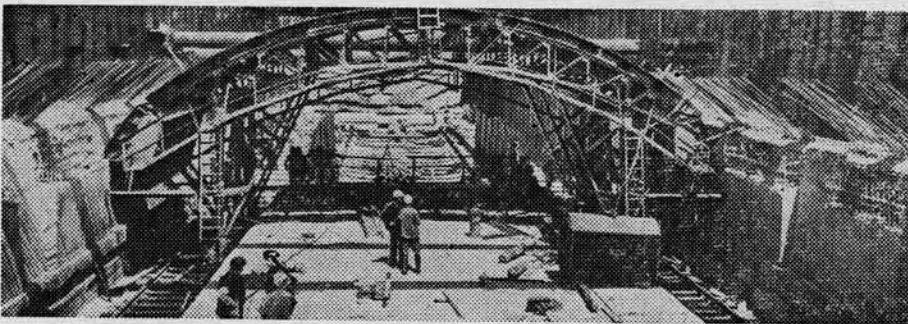
Н. П. Афанасьев говорил: для подземных работ нужны закрытые вильды, точность их визирного луча на два километра выражается погрешностью менее 20 миллиметров.

Он был прав, расхождение маркшейдерских осей при сбоях не превышало 22—30 миллиметров.

Разбивка трассы, вернее было бы сказать — ее прокладка. После первичной, на поверхности земли, при открытом способе работ следовала детальная разбивка и закрепление ее через 3—4 метра на стенах котлованов. Затем перенос на бетон и, наконец, прокладка оси путей в готовых тоннелях. Это и была трасса!

В тоннелях глубокого заложения маркшейдеры направляли проходку забоев по оси каждого метра.

Геодезисты были путеводителями строительных работ. Точности! Она была высшим велением, стремлением к качеству, дающему радость. □



СЕРПУХОВСКИЙ РАДИУС. Устройство опалубочной тележки для бетонирования свода «Южной» (СМУ-3 Мосметростроя).

Бурение скважин под установку анкера станком фирмы «Бауэр».

Котлован станции «Южная», закрепленный анкерами.

СТРОИТЕЛЬСТВО МЕТРОПОЛИТЕНА В РИМЕ

Б. ВИТТЕНБЕРГ,
канд. техн. наук

ПО ПРОЕКТУ Римский метрополитен должен состоять из двух линий «А» и «В», пересекающихся в центре города на станции «Термини». Этому проекту более 40 лет. В конце 30-х годов в столице Италии началось строительство южного радиуса линии «В». Площадь сечения перегонных тоннелей на данном участке была намного больше требуемой и скорее соответствовала сечению железнодорожных тоннелей.

Прерванное Второй Мировой войной строительство I очереди линии «В» было возобновлено в 1950 г. и завершено в 1956 г.

С 1963 г. началось сооружение юго-восточного радиуса линии «А» между станциями «Термини» и «Анагнина». Длина участка 10,2 км с 15 станциями и депо.

Перегонные тоннели этого радиуса на 6-км участке сооружены двухпутным методом «выемка под перекрытием». Остальные 4,2 км трассы — параллельные однопутные тоннели — пройдены механизированными щитами.

В 1972 г. было начато строительство северо-западного радиуса линии

«А» между станциями «Термини» и «Оттавиано» близ Ватикана. Протяженность этого радиуса, включающего 6 станций, — 4,4 км, сметная стоимость в ценах 1974 г. — 27 млн. фунтов стерлингов. Однако в связи с прогрессирующей инфляцией фактическая стоимость сооружения 1 км линии по состоянию на 1979 г. составляла более 8,5 млн. фунтов стерлингов. Соответственно фактические затраты к концу строительства с учетом продолжающегося роста цен существенно превысят первоначально принятую сметную стоимость. 3,1 км радиуса — параллельные однопутные тоннели глубокого заложения, сооружаемые механизированными щитами, а 1,3 км — двухпутные, возводимые методом «выемка под перекрытием». Общестроительные работы на линии «А» в прошлом году практически завершены.

Движение по линии «А» предполагается 6 поездами вместимостью до 1200 пассажиров в каждом, с интервалом следования в 90 сек.

Вентиляция будет осуществляться системой шахт со специальными установками, а также с использовани-

ем поршневого эффекта движущихся поездов.

В настоящее время продляется южный радиус линии «В» до ст. «Лаурентина» и проектируется северный радиус этой линии от «Термини» до «Капри-Джонни».

Перспективным планом намечено довести общую протяженность линий Римского метрополитена до 190 км, но в связи с экономическими трудностями осуществление его в близком будущем вызывает сомнение.

Представляет интерес опыт строительства северо-западного радиуса линии «В». Трасса состоит из двух отличных друг от друга участков, разделенных рекой Тибр. Первый в 3,1 км от «Термини» до «Фламиния» включает 4 станции и 2 нитки однопутных перегонных тоннелей \varnothing 5,5 м при глубине заложения от 16 до 60 м. Второй — длиной 1,3 км между станциями «Лепанто» и «Оттавиано» — двухпутный тоннель мелкого заложения.

При переходе через реку Тибр трасса между станциями «Фламиния» и «Лепанто» выходит на поверхность. По берегам реки над линиями метрополитена сооружены две автодорожные эстакады. Метромост — довольно интересное, красивое и ажурное сооружение. Рельсовые пути метрополитена проложены по середине моста между двумя полосами автотрассы с односторонним движением на каждой. По всей длине моста они отделены от путей метро стеклянными пуленепробиваемыми перегородками (печальная необходимость из-за разгула терроризма в Италии).

Недра древнего Рима пронизаны старыми и современными водопроводами, коллекторами, а также катакомбами, кабелями различной принадлежности и назначения, значительная часть которых не нанесена

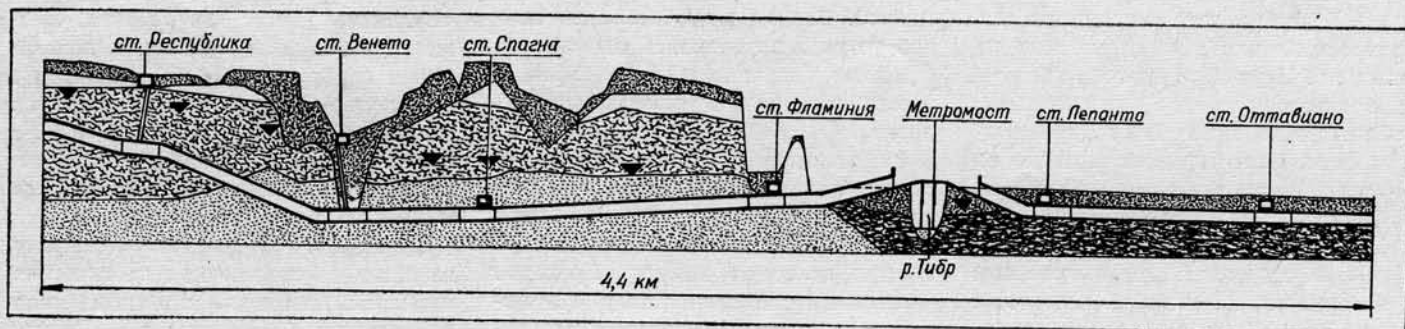


Рис. 1. Продольный разрез по трассе северо-западного радиуса линии «А».

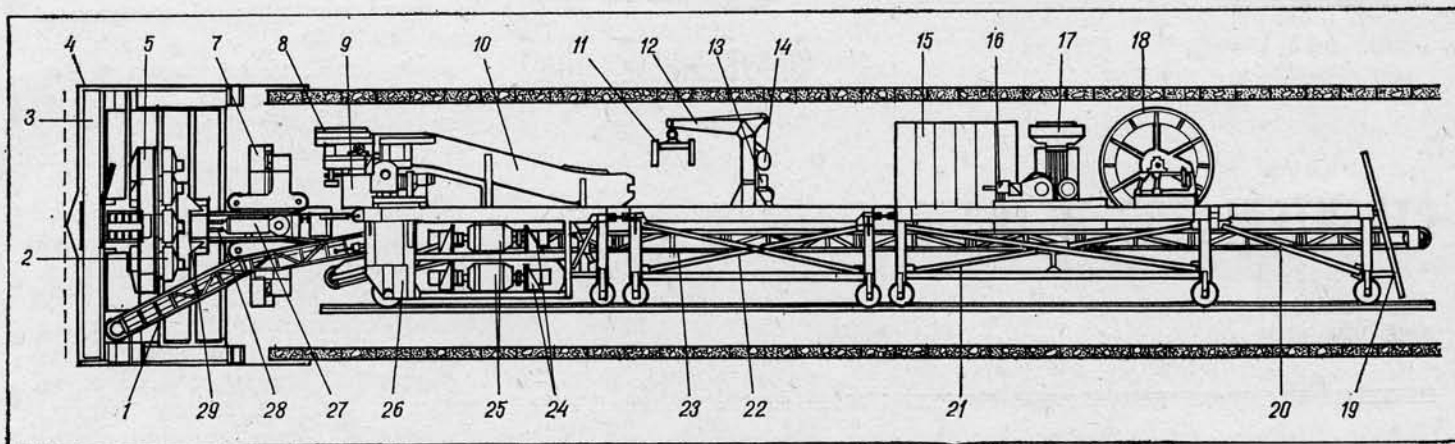


Рис. 2. Принципиальная схема механизированного тоннелепроходческого комплекса фирмы «Шафер унд Урбач Ратинген»:

1 — забойный транспортер; 2 — гидропривод; 3 — рабочий орган; 4 — оболочка щита; 5 — привод рабочего органа; 6 — щитовые домкраты; 7 — эректор; 8 — седло для сегментов; 9 — маслобак; 10 — ленточный транспортер; 11 — захват; 12 — кран для сегментов; 13 — двигатель поворота крана; 14 — подъемный двигатель; 15 — электропусковая аппаратура; 16 — гидронасос щитовых домкратов; 17 — трансформатор; 18 — кабельный барабан; 19 — лестница; 20 — концевая платформа транспортера-перегрузателя; 21 — платформа сегментного транспортера; 22 — крановая платформа; 23 — породный ленточный транспортер-перегрузатель; 24 — гидронасосы; 25 — электродвигатели; 26 — транспортный мост; 27 — гидроцилиндр гидропривода; 28 — рабочая площадка; 29 — суппорт.

тинген» в комплексе с эректором, конвейером, технологическими платформами, гидравлическим, электросиловым оборудованием и пр. Режущая кромка агрегата изготовлена из специальной стали с вольфрамовой добавкой. Основные технические данные комплекса:

на карты. Кроме того, недра города представляют интерес для археологов. В связи с этим перед началом работ в районе будущей трассы проведены инженерно-геологические, археологические и другие изыскания. И все же при проходке довольно часто встречались невыявленные кабели, трубопроводы, катакомбы. Археологических находок, кроме нескольких обломков древних статуй и колонн, при работах не обнаружили, очевидно, из-за глубокого заложения метрополитена в районах античного центра. Предосторожности при проходке, связанные с опасениями повреждения возможных археологических ценностей, сказались на темпах строительства.

Инженерно-геологические условия по трассе северо-западного радиуса линии «А» довольно разнообразны. Порода представлена культурным слоем и аллювиальными гравийно-песчаными отложениями, нарушенными туфами, сицилийскими грязевидными и синими плиоценовыми глинами. Грунты водонасыщены, что связано с наличием двух водоносных горизонтов. Первый приурочен к современным отложениям с водоупором из увлажненных сицилийских грязевидных глин. Этот горизонт выходит на дневную поверхность на береговом склоне Тибра, который дренирует его. Второй — приурочен к гравийно-песчаным аллювиальным отложениям с водоупором из синих плиоценовых глин. Для обоих горизонтов характерны колебания уровня подземных вод, связанные с интенсивностью

осадков и имеющие, в основном, сезонный характер. Кроме того, на колебания уровня подземных вод влияют изменение дебита многочисленных подземных источников и фильтрация из античных и средневековых водопроводов, как правило, незначачихся на картах города. Водонасыщенность сицилийских грязевидных глин находится в прямой зависимости от этих колебаний.

От станции «Термини» до «Фламинии» обделка переходов, эскалаторных и других вспомогательных тоннелей подковообразная. Тоннели здесь сооружались методом нижнего уступа с опережающей калоттой. Разработка, перекидка, погружка и откатка породы велась вручную. Передовая калотта проходила с деревянной крепью с опережением на 6 м забоя верхнего уступа, который разрабатывался на $\frac{1}{2}$ высоты тоннеля с арочной металлической крепью с затяжкой. Следом разрабатывался нижний уступ и подводились монолитные бетонные опоры под стойки арок, а затем возводилась постоянная обделка.

Станции глубокого заложения — «Республика», «Варберини» и «Спагна» сооружались через 50-м шахтные стволы, а «Фламиния» — через монтажную щитовую камеру. Проходка перегонных тоннелей между «Термини» и «Фламинией» велась механизированным щитом западно-германской фирмы «Шафер унд Урбач Ра-

внешний диаметр оболочки щита	6,18 м,
его длина	5,1 м,
общая длина комплекса	32 м,
его вес	250 тс,
количество щитовых домкратов	16 шт,
их суммарное усилие	3200 тс,
диаметр тоннелей в свету	
сборной железобетонной обделки	5,5 м

Кольцо обделки состояло из 4 железобетонных сегментов толщиной (по ребрам) 28 и шириной 80 см. Этим тоннелепроходческим комплексом сооружены обе нитки перегонных тоннелей по 3,1 км каждая. До начала проходки на берегу Тибра соорудили монтажную камеру в 31×24 м при глубине 20 м и два шахтных ствола $\varnothing 6$ м глубиной 80 м. Первая нитка пройдена с октября 1971 по декабрь 1972 года, вторая — с сентября 1973 по июль 1974.

Породу из забоя в монтажную камеру транспортировали двумя составами по 5 шахтных вагонеток фирмы «Валенти» (Милан) в каждом, вмещающими 24 м^3 породы, т. е. полный объем грунта в одной 80-см заходке. Для подъема груженых вагонеток из монтажной камеры применялся 6-т подъемный кран. Электровозная откатка осуществлялась локомотивами фирмы «Гибб» (Милан).

Благодаря удовлетворительному качеству инженерно-геологических изысканий щитовая проходка шла практически без неприятных «сюрпризов». Исключение составил прорыв пльвуна в районе Министерства

обороны, где изыскания не производились (по инженерно-геологическим прогнозам здесь ожидалось плиоцентные плотные глины). Фактически тоннель пролегал непосредственно под ложной кровлей из сильно нарушенных обводненных туфов с налегающими выше них водонасыщенными песками. Обводненность туфов и песков обуславливалась густой сетью заполненных водой древних и средневековых водопроводов и катакомб. При подсечке щитом ложной кровли из туфов произошел прорыв в забой пльуна. Просадка грунта на дневной поверхности в зоне обрушения составила 10 мм. На аварийные работы потребовалось 6 месяцев. Проходку возобновили после инъекции цементно-песчаным раствором в полость, образовавшуюся при прорыве пльуна, и укрепительной цементации по трассе на 30 м перед щитом. На отдельных участках вели круглосуточный интенсивный водоотлив. Чтобы предохранить насосные фильтры от заиливания, на них надевали женские капроновые чулки — своеобразное «изобретение» римских метростроителей.

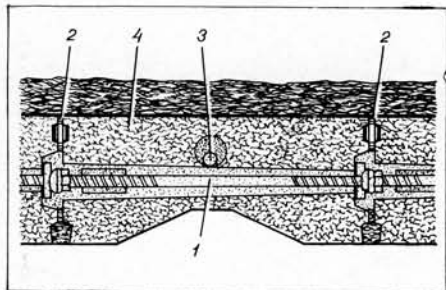


Рис. 3. Преднапряженные анкерные тяжи типа «Диви-даг» в сборной железобетонной обделке тоннеля:

1 — продольный анкерный преднапряженный тяж; 2 — пластиковое уплотнение; 3 — гнутый поперечный анкерный преднапряженный тяж; 4 — сборная железобетонная обделка.

Водонепроницаемость обделки обеспечивалась, помимо нагнетания раствора в затрубное пространство, гидроизоляцией. В стыках прокладывались пластиковые ленты с последующей промазкой жидким стеклом и синтетическими смолами. Но данные мероприятия не обеспечивали надежность гидроизоляции. Тогда впервые в мировой практике при стыковке блоков сборной железобетонной обделки вместо обычных болтов применили преднапряженные анкерные тяжи типа «Диви-даг» из стержней арматуры периодического профиля $\varnothing 26,5$ мм. Они устанавливались и последовательно стыковались вдоль

тоннеля и по периметру обделки. В процессе монтажа ставили 8 продольных тяжей по 0,8 м каждый по 2 шт. на сегмент с натяжением гаек по мере сборки кольца. Затем через отверстия в ребрах сегментов сверху вниз пропускались и натягивались, по обе стороны от оси тоннеля на каждое кольцо, два гнутых 6-м тяжа так, что каждый соединял по периметру 3 сегмента. Через каждые 10 колец производилось натяжение продольных тяжей. Благодаря их установке достигались при тех же гидроизоляционных материалах большая водонепроницаемость и долговечность конструкции.

Участок в 1,3 км от реки Тибр до станции «Оттавиано» сооружен методом «выемка под перекрытием», что позволило сдать объект в сжатые сроки без нарушения движения на автотрассах. На рис. 4 — последовательность ведения работ этим методом на участке, где в теле выемки располагался действующий канализационный коллектор.

Тоннель здесь проходили в три этапа. Сначала вместо действующего коллектора соорудили вдоль автотрассы два новых со смотровыми тоннелями. Одновременно по обеим сторонам выемки у границ проезжей части возводились «стены в грунте». На II этапе последовательно велась выемка грунта в проезжей части до проектной отметки с последующим сооружением железобетонного перекрытия, опирающегося по краям на «стены в грунте». На III этапе оно засыпалось грунтом с устройством дорожного покрытия и возобновлением движения автотранспорта. Выемка ядра, бетонирование лотка и другие работы по сооружению тоннелей и станций производились под перекрытием при движении по нему автотранспорта.

Работы I и II этапов велись короткими участками в сжатые сроки с учетом удобства переключения транспортного потока.

Инженерно-геологические условия на участке, сооруженном методом «выемка под перекрытием», были удовлетворительными для принятой технологии. Лишь в отдельных местах глубину заделки «стены в грунте»

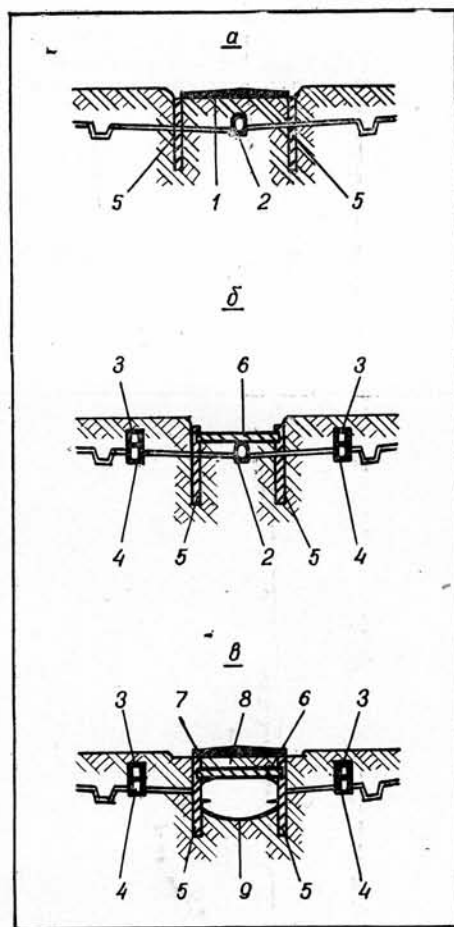


Рис. 4. Последовательность сооружения тоннеля методом «выемка под перекрытием»:

а) возведение «стены в грунте»; б) сооружение новых коллекторов с переключением расходов на них от старого, вместо действующего, экскавация грунта перед устройством перекрытия, возведение железобетонного перекрытия; в) засыпка перекрытия, сооружение проезжей части автотрассы, возобновление движения транспорта, выемка и возведение тоннельных конструкций под перекрытием: 1 — проезжая часть автотрассы перед началом работ; 2 — действующий коллектор; 3 — смотровые отделения новых коллекторов; 4 — новые коллекторы; 5 — стена в грунте; 6 — железобетонное перекрытие тоннеля; 7 — проезжая часть автотрассы после возведения перекрытия; 8 — обратная засыпка; 9 — железобетонный лоток.

пришлось увеличивать по сравнению с проектной.

К недостаткам строительства римского метрополитена следует отнести большой расход лесоматериалов, особенно круглого леса большого диаметра, стоимость которых в Италии весьма высока. □

Художественно-технический редактор Е. К. Гарнухин

Сдано в набор 16.06.80. Подписано в печать 10.09.80. Л—56022. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогаетная. Печать высокая, 4,0 печ. л. 5,09 уч.-изд. л. Тираж 4890 экз. Заказ 2504. Цена 30 коп.

Адрес редакции: 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж, телефоны: 295-86-02, 223-77-72.

Типография изд-ва «Московская правда». Петаволен: 3 пер., 3.

нр

253

МЕТРОСТРОИ

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 30 коп.

