



МЕТРОСТРОЙ

7

1974

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА МЕТРОПОЛИТЕН имени В. И. ЛЕНИНА

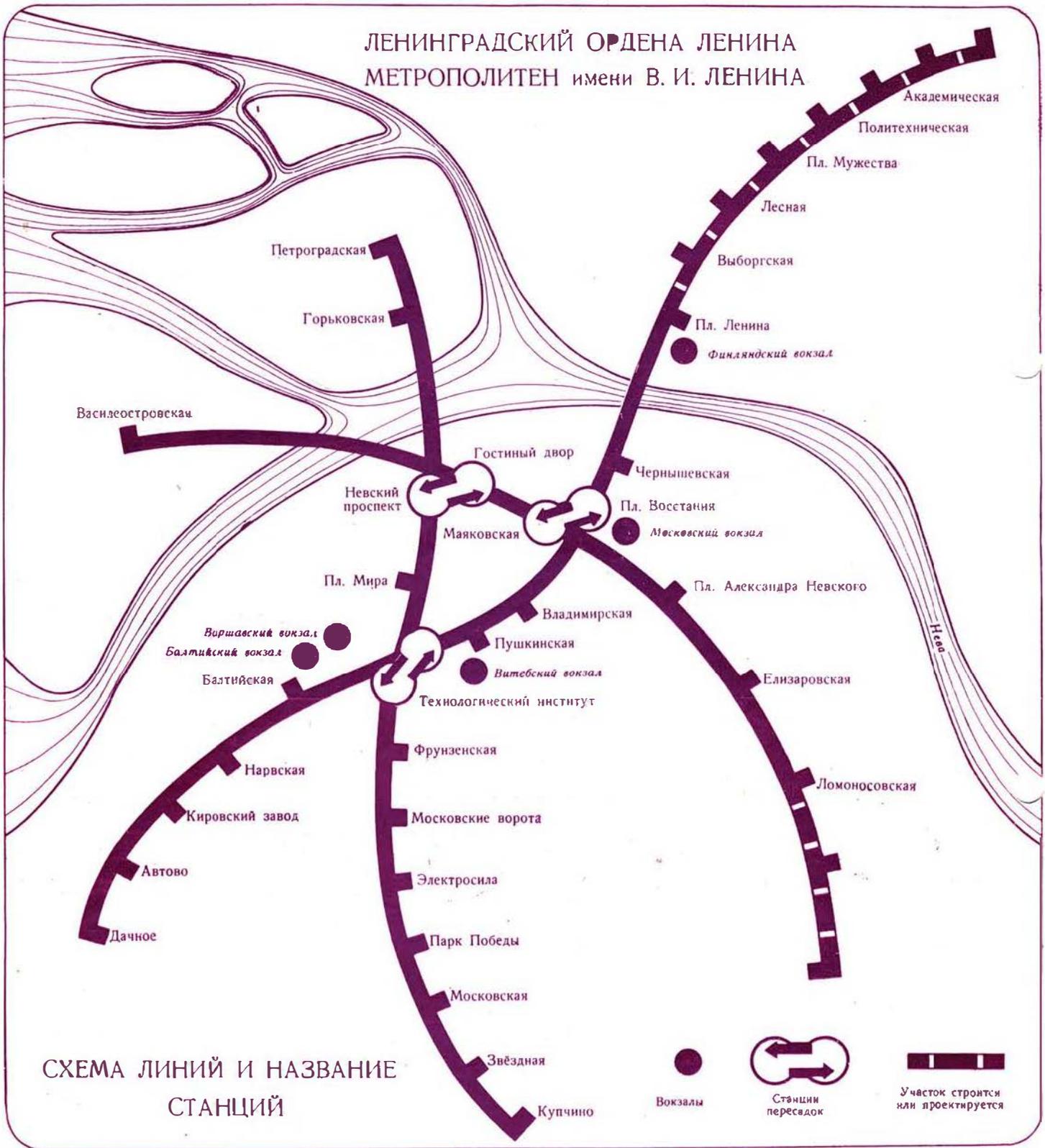


СХЕМА ЛИНИЙ И НАЗВАНИЕ
СТАНЦИЙ

НА ПЕРВОЙ ПОЛОСЕ ОБЛОЖКИ: разработка ядра ст. «Площадь Мужества» экскаватором с ковшом активного действия.

НА ЧЕТВЕРТОЙ ПОЛОСЕ ОБЛОЖКИ: горный комплекс на станции «Площадь Мужества».

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

№ 7

«МЕТРОСТРОЙ»

Издание
Московского
Метростроя
и издательства
«Московская правда»

Советские ученые и инженерно-технические работники! Рационализаторы и изобретатели! Всемерно ускоряйте научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства, повышайте уровень научных и конструкторских разработок! Добивайтесь быстрого внедрения в производство достижений науки и передового опыта!

(Из призывов ЦК КПСС к 57-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции)

ДОРОГОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

СЛАВНЫЙ коллектив строителей и монтажников ленинградского Метростроя, проектировщики Ленметропроекта, успешно выполняя задания девятой пятилетки, постоянно и целеустремленно ищут новые пути развития технического прогресса отечественного метростроения. В творческом сотрудничестве с коллективами научно-исследовательских институтов и проектно-конструкторских организаций Ленинграда и других городов страны метростроители внедрили ряд принципиально новых технических решений на пусковом участке Кировско-Выборгской линии.

При сооружении перегонных тоннелей широкое внедрение получили обделки, обжатые в породу. Применение таких обделок обеспечивает значительное сокращение трудовых затрат, уменьшает деформации дневной поверхности и создает условия для применения новых высокопроизводительных механизмов, способных существенно повысить скорости проходки тоннелей. Накоплен значительный опыт сооружения тоннелей с обделками, имеющими узлы разжатия как на горизонтальном диаметре, так и в потке. Последний опробованный тип обделки — из гладких блоков с плоским лотком и узлом разжатия по его оси — в ближайшее время станет основным на вновь прокладываемых участках.

При проходке перегонных тоннелей с тубинговыми обделками обычного типа испытан механизированный тоннельный комплекс КТ-1-5,6 выпуска Яснонаватского машиностроительного завода. Комплекс может работать в более сложных условиях, чем механизированный щит ленинградского типа.

Дальнейшее развитие направления снижения металлоемкости нашло отражение в разработке и внедрении двух новых типов станций — односводчатой с большим пролетом свода из сборных элементов с напряженным конструкцией и колонного типа с применением для обделки станционных тоннелей сборных железобетонных тубингов. Возведение таких станций осуществлено впервые в практике отечественного метростроения.

О новых инженерных решениях, способствующих дальнейшему совершенствованию и повышению эффективности метростроения, уменьшению трудовых затрат и росту производительности труда рассказывают на страницах этого номера — в статьях и выступлениях за «круглым столом» редакции — проектировщики, ученые, инженеры и строители пускового участка Кировско-Выборгской линии.

Работникам метрополитенов небезынтересно ознакомиться со статьями своих ленинградских коллег, рассказывающих об успехах совершенствования процессов эксплуатации, результатах внедрения автоматизации движения поездов и мерах по улучшению обслуживания пассажиров на действующих линиях.

Ленинградцы накопили большой опыт внедрения передовых методов труда и новой техники. Использование его коллективами метростроителей и эксплуатационников страны будет способствовать повышению эффективности подземного строительства и ускорению темпов технического прогресса.



Ленметрострой

В ОПРЕДЕЛЯЮЩЕМ ГОДУ ПЯТИЛЕТКИ

К. КАПУСТИН, начальник Ленметростроя

НЫНЕШНИЙ год для коллектива Ленметростроя насыщен напряженным трудом по выполнению постановлений Ленинградского городского и областного комитетов партии о досрочном вводе в эксплуатацию четвертого и четвертого «А» участков Кировско-Выборгской линии метрополитена: «Площадь Ленина» — «Площадь Мужества» и «Площадь Мужества» — «Академическая».

Постановления, направленные на скорейшее обеспечение самым удобным видом городского транспорта жителей Ленинграда, выдвинули перед нашим коллективом новые сложные организационные, технические и экономические задачи. Чтобы решить их, необходимо выполнить работ на сумму не менее 30 млн. рублей. Объем работ 1974 г. по метростроению почти вдвое превышает этот объем 1970 г. — базового года текущей пятилетки.

В ответ на Обращение ЦК КПСС к партии, к советскому народу рабочие, инженерно-технические работники и служащие Ленинградского метростроя включились во всенародное социалистическое соревнование. Мы внима-

тельно изучили свои возможности и резервы и нашли целесообразным принять встречный план.

Полугодовой план по объему строительно-монтажных работ нами выполнен по встречному плану на 102%, по утвержденному — на 112%, в том числе собственными силами — на 110%.

Из общего объема строительно-монтажных работ по пятилетнему плану в размере 90,785 млн. руб. (по метростроению) за 3,5 года предусматривалось выполнить 69,7 млн. рублей. Фактически выполнено 82,3 млн. руб., или 118%, в том числе по пусковому участку — 42 млн. руб. Успешно ведутся работы и на других объектах строительства — для сельского хозяйства (пионерский лагерь в Сосновом), на объекте «большой химии» комбинате «Апатит» в Кировске и др.

По подрядной деятельности Ленметрострой четвертый год работает по новой системе планирования и экономического стимулирования.

Из года в год перевыполняются производственно-финансовые показатели, а соответ-

ИЗ ЛЕТОПИСИ СТРОИТЕЛЬСТВА КИРОВСКО-ВЫБОРГСКОЙ ЛИНИИ

1971 год

КОЛЛЕКТИВ участка № 1 СМУ-17 завершил тринадцатого мая сооружение створа будущей станции «Площадь Мужества». Бригады проходчиков Н. Ильина, И. Середина и В. Кострикова приступили к сооружению руддвора.

Близится к завершению проходка створа на месте расположения станции «Выборгская». Бригады СМУ-13 П. Чопорова, В. Игнатьева, Л. Ботяна «разменяли» седьмой десяток чугунных колец. Сейчас средняя скорость проходки — 1,5–2 кольца в смену.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ сооружение руддвора. Проходческие бригады В. Кострикова, А. Поварова и Н. Ильина разрабатывают породу под 48-е кольцо. Скорость проходки за минувшую неделю достигла при диаметре 7,8 м двух метров в сутки.

1972 год

С 1 МАРТА началось освоение новой площадки на месте будущей станции «Академическая».

Бригадами ТО-3 установлены первые кольца форшахты. Впереди большие работы по сооружению душкомбината, подъездных путей, подводки электроэнергии, воздухопровода и т. д.

1973 год

ПЕРВОЕ кольцо в левом станционном тоннеле «Лесной» установили бригады проходчиков СМУ-13 В. Авдошина, В. Ячинева и В. Лелихина.

УКАЗОМ Президиума Верховного Совета РСФСР за заслуги в области рационализаторской деятельности присвоено почетное звание заслуженного рационализатора РСФСР Хрящеву Виктору Ивановичу — главному инженеру СМУ-9.

НАБИРАЕТ скорости сооружение левого створа станционного тоннеля «Выборгской». Если на первые два кольца у бригад В. Переверзева, А. Климентьева и С. Колесникова ушло по три рабочих дня, то на монтаж третьего кольца — один день.

венно и возрастают фонды материального поощрения. Так, за 1-е полугодие по подрядной деятельности начислен фонд материального поощрения — 1172 тыс. руб., в том числе за счет прибыли — 433 тыс. руб., фонд социально-культурных мероприятий — 277, фонд развития производства — 296, в том числе за счет прибыли — 109 тыс. руб.

Улучшили свою работу промышленные предприятия Ленметростроя. По выпуску валовой продукции выполнение планового задания за 1-е полугодие составило 112%, а производительность труда — 108%.

Особенностью сооружения нового участка метрополитена является сочетание чрезвычайно сложных геологических условий на трассе с внедрением ряда принципиально новых конструктивных решений.

Предметом особых забот Ленметростроя явилось сооружение односводчатой станции глубокого заложения «Площадь Мужества».

Работники Ленметропроекта, Управления Ленметростроя, ЛИИЖТа, лаборатории ЦНИИСа, Кузнечно-механического завода, КЭПРО, Метроснаба, завода ЖБКид и других организаций несколько лет занимались подготовкой к внедрению станций этого типа. Рабочие и инженерно-технические работники СМУ-17 проявили творческую инициативу и со значительным опережением сроков закончили проходку «Площади Мужества».

Изобретателями и рационализаторами только в 1-м полугодии внедрено 377 изобретений и рационализаторских предложений и получена экономия 829 тыс. руб.

Итоги работы показывают, что большинство организаций Ленметростроя справились с основными задачами по развертыванию строительных, монтажных и отделочных работ на пусковом участке Кировско-Выборгской линии.

Наиболее успешно справились с поставленными задачами коллективы СМУ-17 (начальник А. С. Туманов), СМУ-19 (начальник А. Н. Скоринов), ТО-3 (начальник И. А. Салопкин).

Больших трудовых успехов добились: бригада Героя Социалистического Труда А. Божбова, комсомольско-молодежная бригада В. Кашина, бригады Н. Ильина, В. Псюка, Ф. Пенькова, Н. Строгалева, М. Егорова, О. Веселова, И. Моисеева и многие другие.

Партийной, комсомольской и профсоюзной организациями Ленметростроя проделана большая работа по мобилизации коллектива на выполнение первоочередных задач пускового участка. Набранным темпам работ мы в значительной степени обязаны Ленинградским партийным и советским организациям, которые наряду с Минтрансстроем оказывают нам действенную помощь.

Сегодня для выполнения заказов Ленметростроя привлечено 23 организации, выделяются дополнительные фонды на материалы, автотранспорт для вывозки породы. На заводах

БРИГАДЫ проходчиков СМУ-17, возглавляемые А. Поваровым, В. Костриковым и Н. Ильиным, закончили сооружение левого опорного тоннеля односводчатой станции «Площадь Мужества». 165 метров станционного тоннеля они прошли со среднесуточной скоростью в 3 кольца. Одновременно в правом опорном тоннеле продолжается укладка бетона. Здесь бригада В. Делюкина добилась наивысшей производительности — 10 кубометров в смену.

201 МЕТР — такой скорости достигли в феврале проходчики СМУ-15, сооружающие на механизированном щите левый перегонный тоннель между шахтой № 213 и станцией «Лесная». Бригады М. Семенова, А. Малышева и К. Тарниновича перевыполнили месячное задание, превысив заданный норматив — 200 м.

ПРОХОДЧИКИ, идущие в строю участка «Размыва», установили более 100 колец в левом перегонном тоннеле. На механизированном щите достигнута скорость 10–12 метров в сутки. Лучше всех со сменным заданием справляются бригады заслуженного строителя РСФСР С. Сухова и В. Псюка.

ДВА кольца в сутки укладываются при сооружении верхнего свода станции «Площадь Мужества». Такой темп позволил в декабре заметно опережать показатели октября и ноября, когда было установлено соответственно 54 и 56 колец.

А на строительстве наклонного хода ст. «Площадь Мужества», несмотря на большое количество валунов в забое, комплексная бригада В. Кострикова стабильно удерживает скорость, названную в соцбазельствах — 1 метр в сутки.

ПО ИТОГАМ Всесоюзного социалистического соревнования 1973 года коллектив Ленметростроя награжден Красным Знаменем ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ.

1974 год

СООРУЖАЯ тупиковый тоннель за камерой съездов «Академической», бригада, возглавляемая Героем Социалистического труда А. Божбовым, добилась высоких скоростей проходки. 8 января за смену она прошла 168 см при задании 95,5 см.

На этой же станции, в левом тоннеле, бригада Н. Строгалева прошла за смену

82,6 см, превысила плановое задание более, чем вдвое.

СООРУЖАЯ левый станционный тоннель «Академической», бригада, которой руководит Е. Воронов, добилась высоких скоростей проходки. 19 января за смену она продвинулась на 85,5 см, выполнив сменное задание на 215%.

ЗАКОНЧИВ установку 21 комплекта стальных колонн в левом станционном тоннеле «Лесной», бригады слесарей-монтажников М. Меньшикова, А. Петрова и И. Маркова демонтировали колонноукладчик и установили его в правом станционном тоннеле.

В начале февраля бригады проходчиков А. Кадачв, В. Важинского и Н. Колесова начали с помощью эректора сооружение основного блока СТП станции «Лесная».

ВОЗВЕДЕНИЕ станции «Политехническая» начал коллектив ТО № 3, бригады проходчиков П. Одинокого, Д. Дорофеева, И. Боброва и А. Родыкина вынули грунт на первых 20 кольцах правого олонного тоннеля односводчатой станции.

Лучшей сменной проходки на эректоре УТМ добилась бригада Д. Дорофеева — 126 см.

КСООРУЖЕНИЮ среднего зала «Лесной» приступили бригады проходчиков СМУ-13 М. Карпова, П. Чопорова, Е. Кудрявого и В. Авдошина, только что закончившие правый станционный тоннель. С помощью эректора Б-12 они двинулись от натяжной камеры. Впереди путь в 215 колец диаметром 9,8 метра.

РЕКОРДНУЮ скорость проходки показала комсомольско-молодежная бригада, возглавляемая В. Кашным. 17 апреля, сооружая правый туниковый тоннель за станцией «Академическая», она добилась сменной проходки в 190,7 см.

В том же забое стабильные результаты показывает бригада Героя Социалистического Труда А. Божбова. Так, 16 апреля она прошла 154 см, 17 апреля — 173 и 18 апреля — 163 см в смену.

НА ВЕСКУ зонтов наклонного хода станции «Площадь Мужества» закончили бригады СМУ-17 Н. Иванова, И. Середина, В. Воронина и В. Житовского. Монтажники СМУ-9 едут здесь установку прогонов для конструкции эскалаторов.

Ленинграда изготавливаются железобетонные изделия в количестве 6000 м³, армоцементные зонты для станций — 18,5 тыс. м², металлические формы для элементов отделки. Выделены дополнительные компрессоры для холодильных станций искусственного замораживания грунта на участке «размыва».

В целях ликвидации последствий прорыва пльвуна Ленметростроем совместно с Ленметростроем разработан и осуществлен ряд технических и организационных мероприятий.

Силами коллектива СМУ-17 подготовлена проходка тоннелей зоны «размыва» со стороны станции «Площадь Мужества». Для этого осуществлено бурение и замораживание грунтов с северной стороны, проведены гидроизоляционные работы и возведена система защитных устройств на сооруженном пограничном участке перегонных тоннелей.

Для проведения проходческих работ с необходимыми темпами потребовалось увеличение мощности замораживающих станций в 1,5 раза. Эти станции сооружены коллективами СМУ-15 и СМУ-9.

Для откачки и расчистки затопленных тоннелей было принято решение о создании ледо-грунтовой перемычки. Для ускорения ее создания осуществлен уникальный низкотемпературный безрассольный способ замораживания грунтов с применением жидкого азота. Мировая практика строительства еще не имела опыта применения этого способа в таких объемах и для таких целей.

От успеха дела по ликвидации последствий прорыва и сроков проходки тоннелей в зоне «размыва» в конечном счете зависит пуск очереди метро.

Завершая работы на IV участке Кировско-Выборгской линии, строители Ленинградского метрополитена осваивают шахтные площадки и ведут подготовительные работы на новых участках с тем, чтобы создать задел, необходимый для развертывания в 1975 г. работ на продолжении Кировско-Выборгской линии — на юг от ст. «Автово» до ст. «Улица III Интернационала» и на север от ст. «Академическая» до ст. «Калининская».

Одновременно расширяется депо «Московское», строится вторая очередь базы подъемного ремонта в депо «Автово», жилой дом на 97 квартир, сооружается 2-й наклонный ход ст. «Технологический институт».

На повестке дня — дальнейшее совершенствование подготовки производства, улучшение обеспечения материалами и оборудованием всех объектов, уменьшение потерь рабочего времени, внедрение передовых методов хозяйствования, в частности, расширение сферы применения метода Злобина, постоянное повышение квалификации основных кадров.

ВСТАВ на предвыборную трудовую вахту, коллектив участка № 1 СМУ-17 обязался закончить сооружение обратного свода станции «Площадь Мужества» к первому июня. Комплексная бригада В. Горелова с честью выполнила свои обязательства.

Бригады В. Собакина и П. Кукусы ведут обустройство платформенных помещений станции уже на второй сотне метров.

ГРАНИТЧИКИ - КАМЕНОТЕСЫ СМУ-19, возглавляемые бригадиром Л. Белокуровым, уложили на станции «Площадь Мужества» около 500 метров гранитных полов. Встав на ударную трудовую вахту в честь выборов в Верховный Совет СССР, они обещали к 15 июня уложить еще 250 квадратных метров.

Предварительная заготовка и обработка гранита на поверхности позволяют бригаде ликвидировать вспомогательные операции в стесненных подземных условиях.

ДВА месяца потребовалось бригаде В. Андрианова, чтобы забетонировать путевую стену правого станционного тоннеля «Выборгской». Освоив новые работы, коллектив решил такое же задание по левому станционному тоннелю закончить вдвое быстрее. Выполнение повышенных социалистических обязательств закончено успешно и в июле бригада гранитчиков СМУ-19 Г. Прокофьева, завершившая облицовку правого станционного тоннеля, получила фронт работ и в левом.

К 30 июня бригады В. Андрианова и И. Николаева завершили бетонирование нижнего ригеля в обоих тоннелях станции.

Напряженный период был и в бригадах плотников Н. Воронова и арматурщиков А. Шагорина. В прошлом месяце они перекрыли и сдали первый этаж СТП-11.

СООРУЖЕНИЕ наклонного хода станции «Выборгская» закончили бригады СМУ-11 заслуженного строителя РСФСР Е. Стеланова, В. Переверзева и В. Воробьева. Это последний наклонный ход на лусковом участке, пройденный в сложных условиях водоносного грунта, который пришлось замораживать дважды.

Проходчикам предстоит поставить кольца верхней части, соединяющей эскалаторный тоннель с уже готовой натяжной камерой.

Составил О. НИКОЛАЕВ

В СОДРУЖЕСТВЕ С НАУКОЙ



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ МЕТРОСТРОЕНИЯ

Г. ФЕДОРОВ, главный инженер Ленметростроя

ОБЪЕМ стронтельно-монтажных работ нынешнего года в два раза превышает объем, выполненный Ленметростроем в 1970 — базовом году де-той пятилетки.

Рост строительных объемов, наряду с необходимостью всемерного сокращения сроков их выполнения, решения задач по освоению новых типов станций и подготовке к развертыванию работ на новых участках метро в Кировском и Калнинском районах, выдвигают перед ленинградскими метро-строителями задачу внедрения прогрессивных методов строительного производства, эффективных конструкций, материалов и механизмов, иначе говоря, всемерного ускорения технического прогресса. При-чем развитии технического прогресса непременно предполагает высокое качество как строительных работ, так и продукции промышленных предприятий.

Ленметрострой решает эти задачи в тесном со-дружестве с кафедрами институтов, научно-исследо-вательскими, проектными и конструкторскими орга-низациями. К практической работе по реализации намеченных планов по новой технике привлечены в текущем году, кроме подразделений и заводов Лен-стростроя, пять институтов, восемь научно-иссле-довательских и семь проектно-конструкторских уч-реждений.

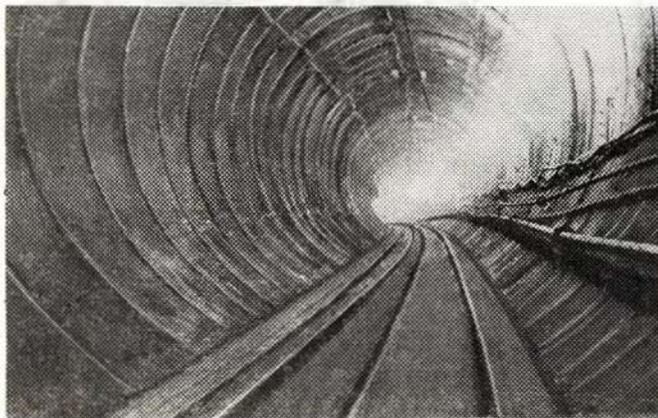
Значительный объем научных исследований падает на долю Ленинградской лаборатории ЦНИИСа, которая ведет наблюдения за рабо-той конструкций односводчатой и колонной станций и обделки, обжатой в породе, и разраба-

тывает предложения по их дальнейшему проекти-рованию и внедрению.

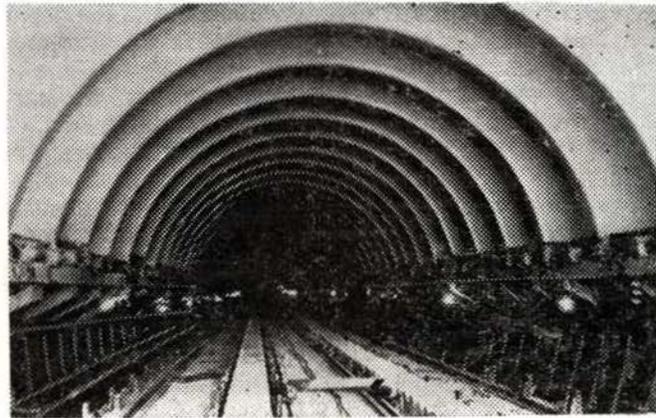
Кроме натуральных исследований, по договору с ЛИИЖТом будет выполнен ряд работ, направлен-ных на дальнейшее внедрение новых типов обделок. В частности, продолжено изучение на моделях кон-струкции колонной станции, поведение обделок тоннелей, пройденных в замороженных породах, конструкции из набрызг-бетона и др.

В направлении совершенствования тоннельных конструкций намечено продолжить исследование тюбингов из мелкозернистого бетона с автоклавной обработкой, улучшить технологию изготовления тю-бингов на заводе ЖБКнД, отработать систему ав-томатического регулирования водоцементного отно-шения с учетом влажности заполнителей. Важное место в этом разделе плана новой техники занима-ет разработка и проектирование технологии и обо-рудования по изготовлению армоцементных зонтов для колонных и односводчатых станций. Ее выпол-нил Ленинградский зональный институт экспери-ментального проектирования в содружестве с экс-периментальным заводом Главленинградстроя. Закачивается изготовление четырех новых ти-пов размеров оболочек для новых станций в коли-честве 18,5 тыс. м² зонтов.

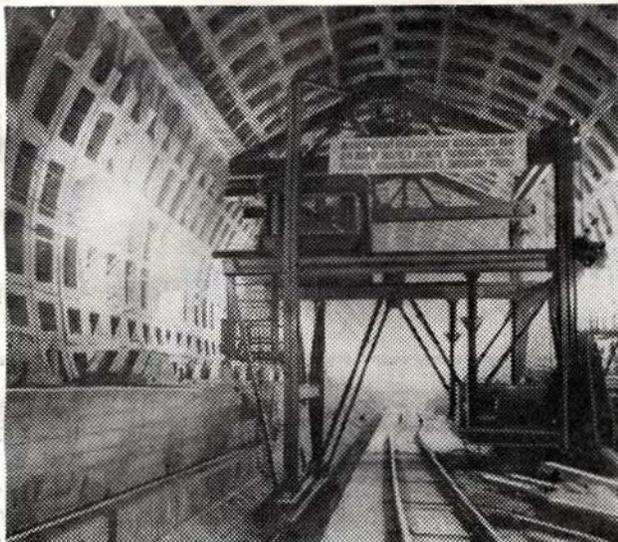
В связи с необходимостью повышения прочно-сти тоннеля, пройденного в зоне искусственно замороженных грунтов на участке древнего раз-мыва, в перегонах предусматривается устройство внутренней обоймы. Подбор высокопрочного водо-непроницаемого бетона для обоймы выполнила по



Перегонный тоннель с обделкой, обжатой в породе. Обделка блочная с плоским лотком, узел разжатия в лотке



Армоцементные зонты, установленные в эскалаторном тоннеле ст. «Площадь Мужества»



Установщик для монтажа станционных металлоконструкций колонного типа. Рационализаторское предложение В. Голубева и Н. Филиппова (КЭПРО)

договору с Ленметростроем кафедры «Строительных материалов» ЛИИЖТа.

Новый гидроизоляционный обмазочный материал — «альтины», полностью заменяющий эпокси-ди-фурановые мастики (и пригодный для нанесения на влажные поверхности) внедряется в содружестве с Ленинградским технологическим институтом им. Ленсовета.

Среди мероприятий, направленных на повышение качества железобетонных тубингов, — изготовление экспериментального поста весового дозирования бетонной смеси в формы на технологической линии завода ЖБКид Ленметростроя. Проект разработан ПКБ Главстроймеханизации. С помощью этого дозатора будут обеспечиваться с большей точностью проектные размеры тубингов.

Совершенствование механизации основных работ находит выражение в испытании новых проходческих щитов, созданных в содружестве с Ясиноватским заводом горного оборудования и Ленметростроем. В освоение щитов много энергии вложили коллективы СМУ-13 и КЭПРО.

В соответствии с графиком монтажа новых щитов КЭПРО реконструирует тубингоукладчики и комплексы за ними для возможности сооружения тоннелей с обжатой обделкой.

Изготовлены укладчик железобетонных тубингов свода среднего зала колонной станции, оборудование для механизации работ по бетонированию внутренней «рубашки» тоннелей на участке «размыва», технологическая тележка и др. Намечено также изготовление машины на базе экскаватора «Беларусь» для разработки породы при проходке стволов.

Для механизации горнопроходческих работ на объектах треста «Апатит» предусмотрено применение нескольких видов передвижной опалубки, а также буровой рамы БР-4 с перестановщиком вагонок в комплексе с породонгрузочной машиной ПНБ-3К.

Проекты механизмов разработаны в содружестве с Московским механическим заводом и Ленметростроем.

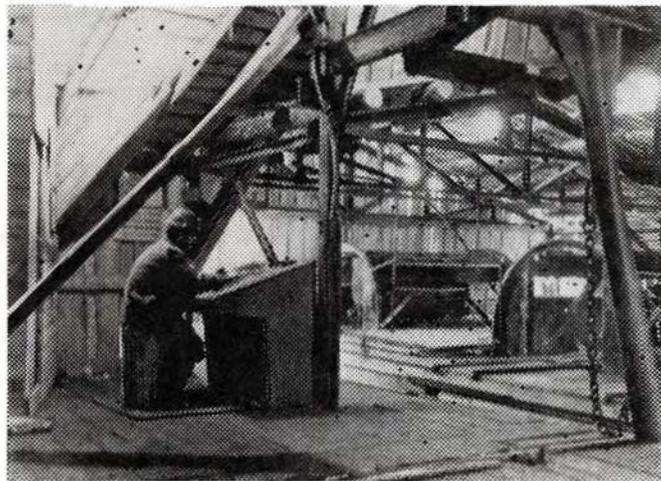
Плодотворно содружество с наукой в области изыскания приемов и методов, направленных на улучшение условий труда. Экспериментаторам ЛИИЖТа установлена возможность создания принципиально нового типа малозумной виброплощадки для формовки железобетонных тубингов: в текущем году начата разработка конструкций площадок совместно с ПКБ Главстроймеханизации.

Для уменьшения вредного влияния вибраций, возникающих при работе с отбойными молотками, намечено внедрение в практику обязательных режимов работы проходчиков, препятствующих развитию вибрационной болезни. Работа эта ведется Горным институтом в содружестве с врачебно-санитарным отделом и службой техники безопасности Ленметростроя.

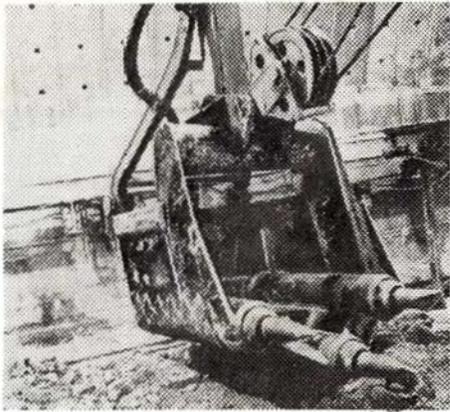
В тесном контакте с научными организациями совершенствуется техника управления: сетевое планирование, создание системы оперативного управления автотранспортом (Киевский институт автоматики), системы управления качеством или системы бездефектности для завода ЖБКид (Ленинградский институт им. Репина). В прошлом году введена в эксплуатацию полностью автоматизированная центральная компрессорная для воздухо-снабжения IV участка Кировско-Выборгской линии.

Сетевое планирование стало основой оперативного руководства на Ленметрострое. Особое значение приобрели сетевые графики для пусковых линий метрополитена, разрабатываемые с участием инженеров Московской НИС. Графики служат руководством к необходимым действиям по координации усилий отдельных подразделений и дают четкое представление о ходе работ на всех участках трассы.

Плодотворность контакта науки с производством особенно ярко выразилась при ликвидации прорыва пльвуна, случившегося в апреле этого года на строящемся участке Кировско-Выборгской линии в районе «размыва». Своих специалистов и свою сов-



Пульт управления механизированным горным комплексом



Ковш активного действия

ременную технику предложили четыре научно-исследовательских института — Всесоюзный институт техники разведки (ВИТР) Министерства геологии, Институт прикладной химии (ГИПХ), Научно-исследовательский институт химического машиностроения (НИИХИММАШ), Ленинградский институт холодильной промышленности совместно с

лабораторией ЦНИИСа. С их помощью было обследовано место прорыва и в короткий срок, с применением жидкого азота, создана защитная ледогрунтовая перемычка. Она отсекала место прорыва от сооруженных тоннелей и позволила произвести откачку воды и расчистку тоннелей. В процессе замораживания перемычки режимы заливки азота корректировались с использованием ЭВМ.

На Ленметрострое в значительной мере широко развернута деятельность изобретателей и рационализаторов. Ими решены многие вопросы, коренным образом изменившие и усовершенствовавшие принятые приемы строительства и механизации.

Среди заслуживающих внимания и дающих большую экономию предложений — применение нового стыка обжатой обделки: изменение расположения тоннелей в зоне «размыва» (по вертикали), позволившее уменьшить объем замораживания и количество труда; новая организация работ при проходке тоннеля на остров «Белая мель» без сжатого воздуха; рациональная схема проходки на руднике «Кировский»; применение экскаватора с ковшом активного действия для разработки ядра и лотка.

Общий вклад изобретателей и рационализаторов в фонд экономии составил в 1973 г. 2530 тыс. руб., а в I полугодии 1974 г. — 829 тыс. руб.

КОМБАЙН КТ-1-5,6

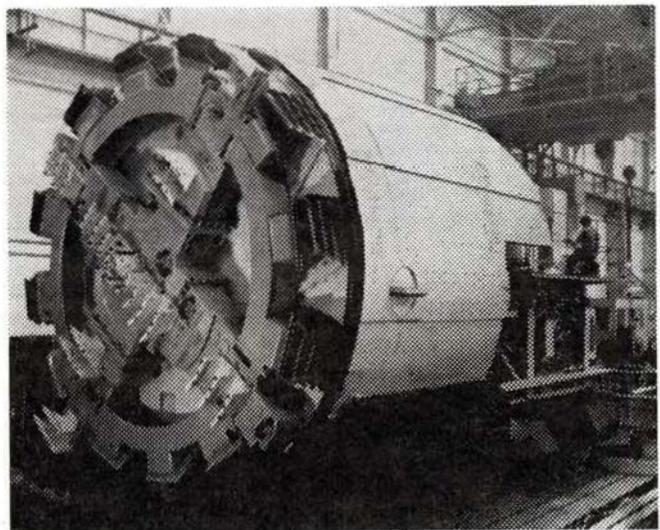
Н. КУЛИКОВ, главный механик
Ленметростроя

ТОННЕЛЬНЫЙ комбайн КТ-1-5,6, сконструированный и изготовленный Ясиноватским машиностроительным заводом (по техническому заданию, разработанному Ленметростроем), представляет собой механизированный проходческий комплекс. Он включает в себя механизированный щит, тьюбингоукладчик и технологическое оборудование за ним.

КТ-1-5,6 предназначен для проходки тоннелей диаметром 5,6 м, в свету — 5,1 м в грунтах с коэффициентом крепости от 0,5 до 3 единиц по шкале проф. Протодяконова. Мощность главного привода щита комбайна увеличена до 200 квт (у щита Ленинградского типа мощность главного привода 100 квт). Кроме фрезерного режущего органа щит оборудован еще и щелевым, работающим на принципе крупного скола породы. Эти конструктивные изменения должны обеспечить работу комбайна на участках трассы, где в толще протерозойских глин встречаются прослойки крепких песчаников.

Комбайн введен в работу в марте 1973 г. на строительстве перегонного тоннеля с обделкой из железобетонных тьюбингов протяженностью около 1700 м. Максимальная скорость проходки в течение смены составила 6,9 м.

В процессе промышленных испытаний и эксплуатации комбайна выявлен ряд конструктивных недостатков, снижающих его эффективность. Это — отсутствие указателей для контроля выдвижения и уборки элеронов (с помощью которых регулируется положение щита в профиле и его кручение), ин-



декса для контроля выдвижения копир-резца, удобного места маркшейдера.

Не решены вопросы слива масла из малых редукторов при его замене и очистки нижней ветви транспортера от просыпавшейся породы.

Если эти недостатки в конструкции щита в целом незначительно влияют на его производительность, то отсутствие осевого перемещения комплекса манипулятора, а также автономной передвижки тьюбингоукладчика и др. сдерживают заложенные в щите возможности по увеличению скорости проходки, не удовлетворяют условиям применения прогрессивной технологии при монтаже обделки, обжатой на породу.

Устранение перечисленных недостатков в последующих выпусках машин этой серии позволит повысить эффективность использования комбайнов.

ОДНОСВОДЧАТАЯ СТАНЦИЯ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

А. ТУМАНОВ, А. ЛАПИН, Н. КУЛАГИН, инженеры

● Большепролетная сборная конструкция из железобетонных блоков ● Блокоукладчик, передвигающийся в калоттной прорези ● Эффект обжатия арок свода в породе ● Разработка и уборка грунта экскаватором с ковшем активного действия

ЗАВЕРШЕНО строительство односводчатой станции «Площадь Мужества». Станция длиной 172 пог. м с островной платформой шириной 10,7 м в конструктивном отношении и с точки зрения производства работ представляет собой сложное и интересное инженерное сооружение.

Станция расположена в протерозойских глинах с минимальной толщиной над сводом около 8 м. Строительство ее велось в густозастроенной части города, поэтому одной из главных задач при ее сооружении являлось не допустить нарушения вышележащих пород и опускания дневной поверхности.

Впервые в нашей стране односводчатая станция глубокого заложения строилась со сборными верхним и обратным сводами из железобетонных блоков. В конструкции станции нашел дальнейшее применение метод обжатия обделки в породе. Опорами сводам служат два тоннеля 5,5 м со сборной железобетонной обделкой РБ-5 НСК-4, частично заполненные монолитным бетоном (рис. 1).

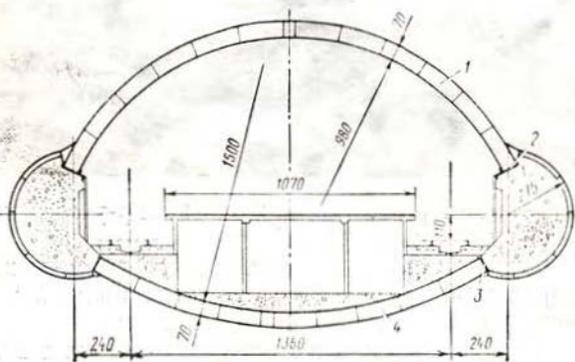


Рис. 1

Строительству первой станции подобной конструкции предшествовали большие теоретические и экспериментальные исследования, которые продолжаются и в настоящее время. Исследуется напряженно-деформационное состояние конструкции станции окружающего ее грунтового массива, характер деформаций грунта в призабойной зоне, состояние кровли и лба забоя выработки, технологические процессы проходки и возведения обделки*.

* См. «Метрострой» № 3, 1973 г.

Сооружение станции началось в мае 1972 г. проходкой правого опорного тоннеля на полное сечение с разработкой породы отбойными молотками и монтажом обделки тьюбнгоукладчиком. В пройденных тоннелях с помощью комплекта передвижной металлической опалубки были забетонированы опоры сводов. Подача бетонной смеси осуществлялась системой транспортеров по правому тоннелю и пневмобетоноукладчиком — по левому. До начала бетонирования, с целью разгрузки подъема ствола для подачи бетона с поверхности, была пробурена скважина и под ней на перегонном тоннеле в камере Øвн 6,9 м, расположенной в непосредственной близости от станции, был размещен приемный узел и установлен пневмобетоноукладчик.

Бетонирование велось заходками 6,0 м. Перед каждой заходкой выставлялись металлические опорные листы, арматурные сетки и закладные элементы в стене будущей опоры. Конструкцией металлической опалубки было предусмотрено образование в бетонной опоре (она же путевая стена) специальной ниши для будущей батареи кабельных труб. После выстойки бетона в течение суток опалубка снималась в новое положение.

Вслед за бетонированием опоры к закладным элементам приваривались и специальным способом укреплялись консоли-кронштейны из балок I № 36. На них монтировался путь для блокоукладочной фермы и будущей кран-балки. Для ликвидации пустот под верхними опорными металлическими листами (на контакте с нижними блоками верхнего свода), после окончания бетонирования, через специально оставленные в них отверстия производилось нагнетание цементного раствора.

Устойчивый темп бетонирования составил 33 м/мес. Применение металлической опалубки и тщательный маркшейдерский контроль позволили выполнить бетонирование опор свода с высокой точностью.

Для предотвращения развития горного давления и осадок земной поверхности верхний свод сооружали в соответствии с проектом Ленметропроекта и Ленметростроя, специальным блокоукладчиком, продвигающимся в разрабатываемой калоттной прорези (рис. 2).

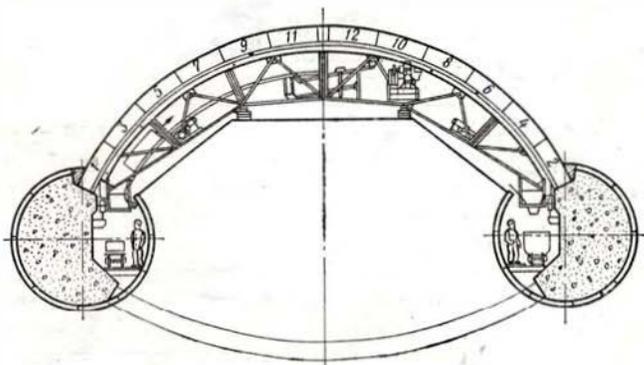


Рис. 2

Разработка породы производилась с площадок блокоукладчика захватками 1 м с последующим монтажом двух арок свода. Кровлю забоя крепили сплошной деревянной затяжкой, которая с одной стороны опиралась на смонтированную арку свода, а с другой — заводилась в штрабу в грунте и подхватывалась снизу составной дугой из швеллера № 20. Поддержание швеллерной дуги снизу осуществлялось шестнадцатью трубчатыми домкратными стойками, на которые расклинивались также затяжка лба забоя. В связи с необходимостью крепления забоя и размещением блокоукладчика, максимальное расстояние от лба забоя до обделки составляло 195 см. В средней части призабойного пространства между блокоукладчиком и элементами крепления лба забоя был размещен ленточный транспортер ($l = 6$ м), оборудованный высокими съёмными металлическими бортами для упорядочения отбитой породы. От транспортера (слева и справа) до приемных бункеров на наклонной части подошвы калоттного профиля забоя устанавливались породные тетки из металлических решетаков. Сочетание транспортера и решетаков позволило практически полностью механизировать уборку и транспортировку отбитой породы. Под породные тетки составы вагонов подавались до границы станции электровозами, а в пределах станции и под загрузкой их перемещение осуществлялось лебедками.



Бригада проходчиков СМУ-17, возглавляемая Л. Савельевым (второй слева)

Несущий свод станции пролетом 18,4 м состоит из не связанных друг с другом арок шириной 0,5 м, каждая из которых, в свою очередь, состоит из 13 элементов: 12 нормальных блоков сплошного сечения и одного замкового распорного блока, в теле которого расположены плоские гидравлические домкраты Фрейссине. Подача блоков к укладчику производилась на блоквозках по опорному тоннелю (рис. 3). Подъем блоков и их перемещение по роликам дуговых направляющих нижнего пояса укладчика до подъемной площадки для подачи на верхний монтажный пояс производились лебедкой. С помощью специальной каретки блоки поочередно укладывались по металлической опорной конструкции



Рис. 3

вправо и влево, от пят свода к замку в его щель. Последним устанавливался блок с плоскими домкратами Фрейссине (см. рис. 2). После этого производилось начальное обжатие смонтированной арки свода. Наличие в распорном блоке двух плоских домкратов позволяло производить обжатие смонтированной арки в два этапа. Сначала включением первого домкрата осуществлялось предварительное обжатие арки при давлении 75—80 атм. При этом происходило замыкание арки, ликвидация начальных зазоров в стыках и ее «раскруживание». Вслед за этим за обделку для заполнения пустот нагнетался цементно-песчаный раствор. После твердения раствора первичного нагнетания производилось разжатие арки свода вторым плоским домкратом Фрейссине при давлении до 200 атм в третьем-четвертом кольце. При этом происходило окончательное обжатие арки в породу. Арка получала предварительное обжатие нормальной силой около 300 т. Заполнение плоских домкратов Фрейссине раствором производилось специальным раствором нагнетателем с плавающим поршнем конструкции и по технологии, разработанной ЦНИИСом.

Для уменьшения осадок поверхности чеканка швов и контрольное нагнетание цементного раствора состава 1:0 были максимально приближены к забою — на расстоянии до $10 \div 15$ м.

На сооружении верхнего свода станции трудилась комплексная бригада проходчиков заслуженного строителя РСФСР С. Сухова, в составе звеньев (по 10 человек каждое), возглав-

ляемых опытными бригадирами Н. Ильиным, В. Пеюком, А. Красновым, Л. Савельевым (см. фото). Они занимались разработкой породы и монтажом обделки. Разжатие смонтированных арок обделки, первичное нагнетание, чеканка швов и контрольное нагнетание были поручены бригаде изолировщиков В. Собакниа.

Работы велись по скользящему графчику при непрерывной рабочей издсле в соответствии с технологической картой и циклограммой, разработанными СМУ-17 в Московской НИС.

Как видно из таблицы, скорость проходки постоянно повышалась, как среднесуточная, так и максимальная сменная. Трудозатраты при этом снижались.

Обжатие свода в породу позволило получить малые его просадки — до 100 мм в шельге, что составляет около 1/200 пролета. Было отмечено, что эта величина тем меньше, чем меньше разрыв во времени между разжатием первого и второго домкратов Фрейссине в каждой арке. Незначительными при таком пролете свода оказались и осадки дневной поверхности. Маркшейдерские замеры показали, что спустя 3 месяца после проходки верхнего уступа и монтажа свода осадки поверхности по оси станции составили около 80 мм, из которых 30 мм вызваны проходкой боковых опорных тоннелей. Очевидно, дальнейшее улучшение технологии работ, в частности, создание механизированного агрегата для разработки породы и монтажа обделки, позволит увеличить скорость проходки, уменьшить величину осадок поверхности и отказаться от временного крепления забоя.



Бригадир СМУ-17 А. Краснов и проходчик В. Игнатенко

Положительно сказался эффект обжатия свода в породе и на развитии горного давления в призабойной зоне. Несмотря на значительный пролет свода горное давление при циклической проходке метр в сутки не успевало развиваться. Разрушение грунта от забоя вглубь происходило только на длину около 1 м. При каждой очередной заходке разрушенный грунт срезался и происходило обновление забоя. При остановках проходки на двое-трое суток (в праздничные дни) величина разрушенной зоны увеличивалась, что осложняло работы на первых заходках после остановки.

Наблюдения за состоянием забоя и инструментальные замеры деформации временного крепления показали, что разрушение грунта под влиянием горного давления происходило главным образом в средней трети забоя (по ширине), где минимальная толщина протерозойской глины и максимальная высота разрабатываемого сечения (3,9 м).

Эти разрушения, как правило, не распространялись выше верхнего контура забоя. Стойки временного крепления оказались нагруженными, в основном, от горизонтального давления грунта со стороны забоя, причем, максимальная величина давления была на центральных стойках и уменьшалась практически до нуля на боковых опорных туннелях.

Одновременно с сооружением верхнего свода были начаты работы по разработке ядра и монтажу обратного свода.

Из общего объема породы станции — 30 тыс. м³ — на ядро и обратный свод приходилось 20,2 тыс. м³. По предложению группы работников Ленметростроя для разработки этой породы был применен электрический экскаватор (на базе ЭП-1), оборудованный обратной лопатой с ковшом емкостью 0,6 м³ активного действия (рис. 4, 4а). Разрабатываемая порода подавалась экскаватором в приемный бункер ленточного транспортера и далее в вагонетки без их расцепления в составе.

Использование экскаватора позволило механизировать разработку и уборку породы, уменьшить трудозатраты и сократить сроки сооружения станции.

Монтаж сборных арок обратного свода, элементов подплатформенных помещений и платформы осуществлялся специально запроектированной электрической кран-балкой грузоподъемностью 5 т. Последняя передвигалась по тем же подкрановым путям, по которым перемещался блокоукладчик верхнего свода.

Все работы (от разработки ядра до укладки гранитного пола) были организованы поточным методом и велись одновременно.

Обратный свод по своей конструкции выполнен аналогично верхнему — арка набиралась из десяти железобетонных блоков: девяти нормальных сплошного сечения и одного замкового; в бетонированный в него плоским домкратом Фрейссине. Ширина арки 0,5 м.

После разработки основного объема породы ядра экскаватором производилась зачистка и выравнивание по шаблону лотка выработки. Арку монтировали в такой последовательности: сначала кран-балкой укладывались нормальные блоки



Рис. 4а

от середины к опорам, затем устанавливался замковый, и после первичного набетонирования цементно-песчаного раствора за отделку производилось разжатие арки домкратом Фрейссине. Таким образом, вся конструкция станции получила обжатие на породе.

С отставанием на 15—20 м от монтажа обратного свода в лоток укладывался монолитный бетон жесткого основания. Затем монтировались сборные конструкции подплатформенных помещений и платформы, укладывался выравнивающий слой, производились гидроизоляционные работы и настился пол из полированного гранита.

Параллельно с монтажом подплатформенных помещений по опорам свода, в специально оставленной при их бетонировании нише, монтировались асбестоцементные трубы для пропуска кабелей.

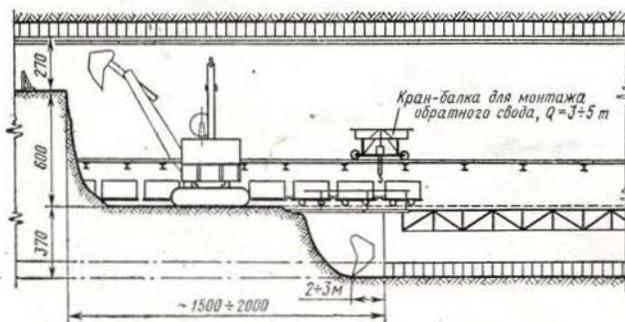


Рис. 4

Таблица

Показатели	Ед. изм.	Месяцы					I (проходка за-кончена 25/II)
		IX	X	XI	XII	I	
Проходка за месяц	пог. м	12,7	28,8	28,6	34,0	37,0	26,0
Отработано	с.м.	57	89	76	86	87	73
Отработано (без нагнетальщиков)	чел.-дн.	428	880	738	881	841	712
Затраты труда на 1 пог. м (без нагнетальщиков)	чел. дн.	33,8	30,6	25,8	25,8	23,8	27,3
Средняя смешанная скорость проходки	пог. м	0,22	0,32	0,37	0,40	0,42	0,36
Максимальная смешанная скорость проходки	пог. м	0,39	0,53	0,58	0,58	0,61	0,58
Максимальная суточная скорость проходки	пог. м	0,82	1,26	1,38	1,49	1,54	1,47
Средний количественный состав бригады	чел.	7,5	9,9	9,7	10,2	10,2	9,7

Когда верстался номер, редакция получила сообщение, что приемочная комиссия произвела испытание и приемку станции «Площадь Мужества». Как образец новой техники она рекомендуется к дальнейшему применению на метрополитенах Ленинграда и других городов, где инженерно-геологические условия позволяют ее возведение.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ СВОДА СТАНЦИИ «ПЛОЩАДЬ МУЖЕСТВА»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ МНОГОШАРНИРНОГО СВОДА, ОБЖАТОГО В ГРУНТ

С. СИЛЬВЕСТРОВ, О. АНТОНОВ, С. МАНДРИКОВ, кандидаты технических наук

НЕСУЩИЙ свод односводчатой станции «Площадь Мужества» имеет циркульное очертание по радиусу 9,8 м и собирается из отдельных, не связанных между собой арок шириной 0,5 м. В арке 13 железобетонных блоков прямоугольного сечения 50×70 см: 12 нормальных и один замковый, распорный с двумя встроенными в него плоскими гидравлическими домкратами Фрейссине. С помощью последних свод расширяется в породу. Блоки имеют плоские радиальные стыки с прокладками переменной толщины из листового виинпласта, предназначенные для центрирования передаваемого от блока к блоку нормального усилия в арке. Суммарная толщина прокладок в стыке: в центре — 8 мм, у наружной и внутренней поверхности арки — 24 мм. Блоки запроектированы из бетона марки 400 с продольной (215 кг/м^3) и поперечной (120 кг/м^3) арматурой. Последняя (косвенная) служит для повышения несущей способности бетона, работающего на сжатие.

Многошарнирный, преднапряженный обжатием в грунт свод станции, составленный из одинаковых элементов, укладываемых без перевязки швов, без связей растяжения и замоноличивания стыков, является оригинальной конструкцией. Такой свод впервые применен в практике тоннелестроения, поэтому исследованию его напряженно-деформированного состояния уделено особое внимание.

В своде на шести опытных участках, равномерно расположенных вдоль станции, установлен 31 динамометрический блок. Из них 30 представляют собой обычные блоки с заложенными в них струнными арматурными динамометрами, плавающими струнными телетензорометрами и тензорезисторными столбиками, а также мерными базами, укрепленными на внутренней поверхности блока (рис. 1). Один блок со стальной

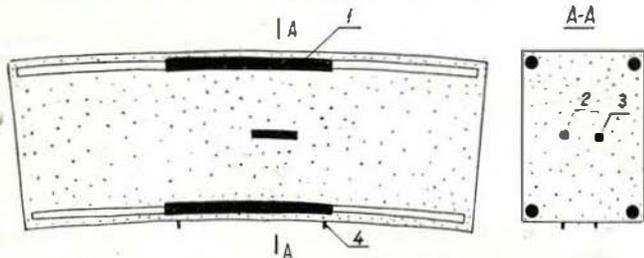


Рис. 1. Схема расположения датчиков в железобетонном блоке: 1 — арматурный динамометр, 2 — телетензор, 3 — тензорезисторный столбик, 4 — маячок мерной базы

динамометрической вставкой, оборудованной мерными базами (рис. 2), установлен для осуществления перехода от измеренных упомянутыми выше приборами деформаций к напряжениям,

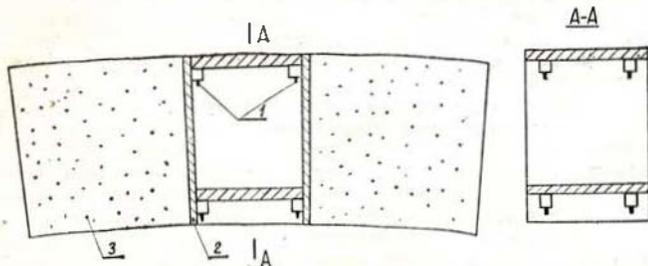


Рис. 2. Схема расположения маячков мерных баз в стальной динамометрической вставке железобетонного блока: 1 — маячок мерной базы, 2 — стальная коробчатая вставка, 3 — армированный бетон

так как сталь в упругой стадии работы имеет незначительные деформации ползучести. Конструктивные схемы применяемых датчиков показаны на рис. 3. Все датчики градуировали, а

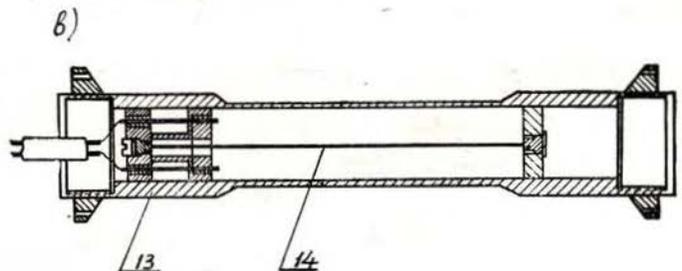
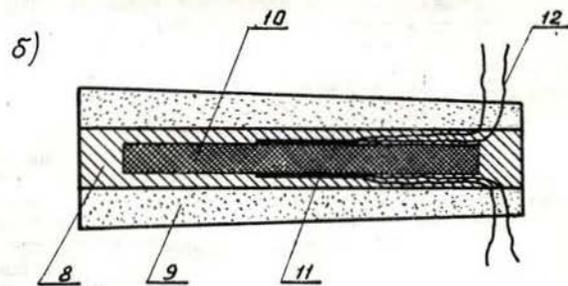
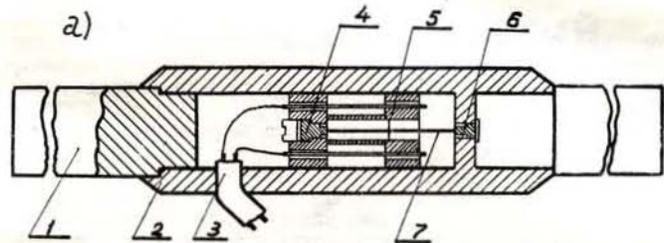


Рис. 3. Конструктивные схемы датчиков:

а — арматурный динамометр, б — тензорезисторный столбик, в — телетензор

1 — удлинитель, 2 — корпус, 3 — двухжильный кабель, 4 — шпиль, 5 — катушка электромагнита, 6 — шпиль пасторочный, 7 — струна, 8 — внешний карбинольный сердечник, 9 — цементно-песчаный наполнитель, 10 — внутренний карбинольный сердечник, 11 — тензорезистор, 12 — соединительный провод, 13 — корпус телетензорометра, 14 — струна

затем устанавливали в блоки при их изготовлении. Шесть динамометрических блоков (см. рис. 1) затем тарировали на 1000-т прессе ЦНИИСа. При этом оказалось, что модуль деформации бетона E_b имеет значительные отклонения от нормального. Поэтому для установления фактических величин E_b динамометрических блоков впоследствии при их изготовлении дополнительно отбирались и испытывались образцы бетона (призмы и кубы).

Результаты измерений относительных деформаций железобетонных блоков 218-го динамометрического кольца свода станции «Площадь Мужества» в период после его сборки и обжатия в грунт представлены на рис. 4. Относительные де-

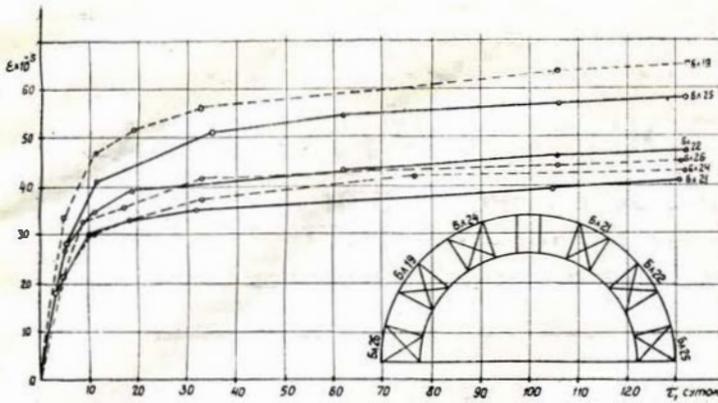


Рис. 4. Графики средних относительных деформаций железобетонных блоков кольца № 218 свода станции «Площадь Мужества»

формации получены по арматурным динамометрам шести блоков. Эти графики дают возможность оценить напряженное состояние свода, развитие нагрузок на него, специфические особенности его статической работы.

Прежде всего следует отметить, что загрузке обжатого в грунт свода горным давлением происходит очень быстро; уже на 10-е сутки давление достигает 70—80% от давления на 130-й день. Несмотря на то, что после 10—12 суток интенсивность роста нагрузок резко падает (кривые относительных деформаций существенно выполаживаются), давление продолжает увеличиваться, т. е. процесса устойчивости стабилизации после 130 дней еще не обнаружено. Значительно давление и по абсолютной величине: оно составляет примерно 80% от веса столба грунта над конструкцией и будет уточнено после изучения реологических характеристик бетона блоков и более точного измерения модуля его деформации.

Важной характеристикой напряженного состояния конструкции является величина эксцентриситетов нормальной силы в блоках, определяющая степень реализации шарнирности системы — основного преимущества привятой конструкции. Эксцентриситеты как в плоскости колец, так и из плоскости свода весьма невелики и составляют 2—5 см. Средняя величина полного эксцентриситета — 2,4 см. Это значительно меньше расчетной величины (7,7 см) и свидетельствует об обеспечении необходимого центрирования элементов свода. В процессе развития горного давления эксцентриситеты, как правило, уменьшаются со временем. В качестве примера на рис. 5 при-

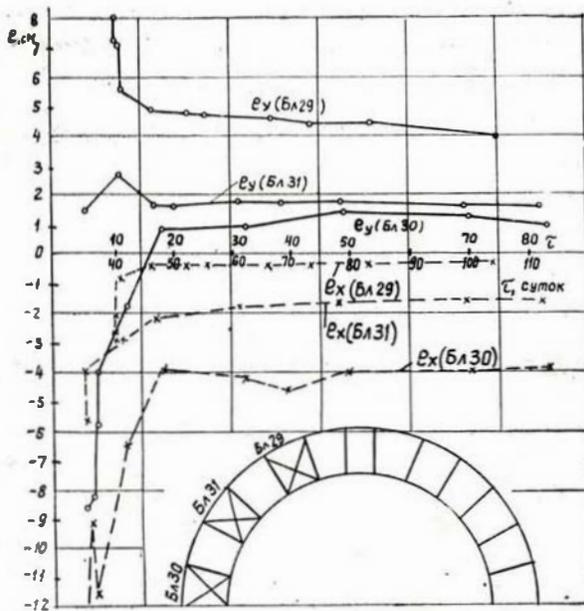


Рис. 5. Графики изменения величин эксцентриситетов e во времени по блокам кольца № 280: e_x — из плоскости свода; e_y — в плоскости свода

ведены графики изменения эксцентриситетов во времени блоков кольца № 280.

Уменьшение величин эксцентриситетов свидетельствует о том, что свод в процессе нагружения претерпевает деформации в обеих плоскостях, приспособляясь к развивающемуся давлению в наиболее эффективном направлении, выравнивая напряжения по сечениям конструкции.

С увеличением пролета одновременно раскрываемой выработки обычно резко возрастают сдвиги в массиве грунта, осадки шельги тоннелей и поверхности земли. Как правило, над станционными конструкциями глубокого заложения в подобных условиях осадки поверхности составляют не менее 200—250 мм (прогноз ВНИИГ для односводчатой станции определял их величину в 340 мм). Однако на практике осадки земной поверхности составили в среднем 40—80 мм (максимальная осадка 94 мм), т. е. были значительно меньше ожидаемых. Для данного случая характерно также отсутствие существенных осадок земной поверхности впереди движущегося забоя, обычно имеющих место при строительстве других типов станций. Такие явления можно объяснить особенностями конструкции свода (многошарнирный, обжатый в грунт) и метода его возведения (в калотный прорез наступаящим забоем при повышенных темпах проходки). Кроме того, резко уменьшению деформаций налегающего массива и в том числе деформаций за счет опорного давления способствует наличие контурной выработки небольшой высоты аналогичной криволинейной штольне, которая немедленно подкрепляется обжимаемой в грунт обделкой свода.

На рис. 6 представлены графики осадок шельги свода

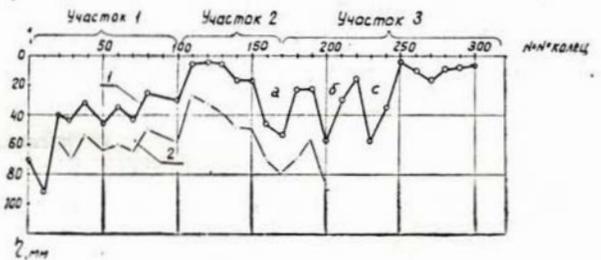


Рис. 6. Графики осаданий шельги свода после монтажа колец: 1 — через 25—35 суток; 2 — через 100—250 суток

станции (через 10 колец). По особенностям технологии сооружения верхнего свода его можно разделить на три участка: первый — протяженностью около 100 колец (1/3 станции); второй — между 100-м и 170-м кольцами (примерно до 1/2 длины станции) и третий — вторая половина станции.

Характерным для первого участка было то, что контакт монтируемых блоков с породой на контуре выработки осуществлялся главным образом через выдвинутые трубчатые опоры, усилие первичного обжатия не превышало 50—60 т (давление в первом домкрате Фрейссине до 50 атм), а контрольное нагнетание цементного раствора за обделку производилось отставанием в 30—40 м. Все это привело к завышению осадок свода, величины которых достигали 90 мм.

При проходке второго участка станции был существенно улучшен контакт между обделкой и породой путем постановки дополнительных клиньев. Это позволило увеличить усилие первичного обжатия до 80—100 т, а вторичного — до 250 т. Возрос темп проходки и сократилось отставание контрольного нагнетания до 15 м от забоя. Благодаря этому заметно сократилась средняя величина осадок шельги свода: с 46 до 22 мм через месяц и с 60 до 49 мм через 4,5 месяца после монтажа соответствующих арок свода.

Особенностью сооружения свода на третьем участке было рекомендованное нами сокращение числа и уменьшение толщины виниловых прокладок в стыках блоков. Причем устанавливали эти прокладки не при изготовлении блоков, что приводило к их короблению при пропаривании последних, а непосредственно в процессе монтажа арок. Это повлияло на уменьшение деформативности колец: средняя величина осадки шельги свода через месяц после монтажа составила всего 13 мм (за вычетом участков а, б, с графиков рис. 6, где некоторое увеличение осадки шельги свода объясняется отсутствием своевременного вторичного обжатия арок из-за неисправности насосной установки).

Новая технология установки прокладок в стыках, при которой улучшилось качество сопряжения соседних блоков, привела к улучшению статической работы свода на участке № 3. Об этом свидетельствует уменьшение абсолютных величин эксцентриситетов приложения нормальной силы в стыках (см. рис. 5 и табл. 1).

То же можно сказать о величинах напряжений в арматуре блоков, определенных по показаниям струнных динамометров, установленных в блоках измерительных колец №№ 34, 64, 94, 154, 218, 280 (последние два кольца в пределах участка № 3). На рис. 7 показаны гистограммы напряжений в арматуре.

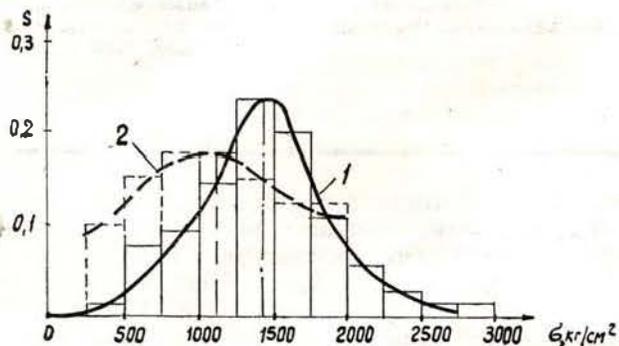


Рис. 7. Гистограммы напряжений в арматуре блоков свода: 1 — на участках №№ 1 и 2; 2 — на участке № 3

Средние величины, приведенные к моменту времени 4,5 месяца после монтажа арок верхнего свода, для первой половины станции (участки №№ 1 и 2) составляют 1430 кг/см², а для второй (участок № 3) — 1110 кг/см², т. е. на 30% меньше. Незначительные величины напряжений в арматуре, работающей исключительно на сжатие, доказывают возможность значительного сокращения продольного армирования блоков.

Улучшение статической работы свода в связи с уменьшением количества винипластовых прокладок заставляет задуматься о необходимости усовершенствования конструкции радиальных стыков блоков.

Исследования показали высокую эффективность и надежность конструкции многошарнирного свода.

Таблица 1

Наименование показателей	Обозначения	Ед. изм.	На участке №№ 1 и 2 (кольца 34, 64, 94, 154, 164)		Средние по всему своду
			На участке № 3 (кольца 218, 275, 280)	Средние по всему своду	
Измеренные напряжения в арматуре блоков:					
максимальные	σ_a^{\max}	кг/см ²	2710	1950	
минимальные	σ_a^{\min}	.	350	294	
средние	$\bar{\sigma}_a$	.	1430	1110	1310
среднее квадратичное отклонение			488	463	
объем выборки	n	случаев	74	40	Г,114
коэффициент вариации	v	%	34	41,6	
Эксцентриситеты в радиальных стыках блоков (абсолютные величины):					
а) в плоскости свода:	e_y	см			
максимальные . . . . .	.	.	5,0	4,4	
минимальные . . . . .	.	.	0,3	0,6	
средние . . . . .	.	.	1,96	1,86	1,93
объем выборки	n	случаев	19	8	27
б) из плоскости свода:	e_x	см			
максимальные . . . . .	.	.	4,2	3,5	
минимальные . . . . .	.	.	0	0,2	
средние . . . . .	.	.	1,52	1,31	1,45
объем выборки	n	случаев	19	10	29

Уважаемые читатели!
Не забудьте
оформить подписку
на информационный
научно-технический
сборник
«МЕТРОСТРОЙ»
на 1975 год!

Подписка принимается
 без ограничения
 общественными
 распространителями печати,
 агентствами «Союзпечати»
 и в почтовых отделениях.

Индекс сборника
 «Метрострой»
 во всесоюзном каталоге
 «Союзпечати»

70572.

Стоимость подписки
 на год — 2 руб. 40 коп.,
 на полгода —
 1 руб. 20 коп.

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СТАНЦИЙ КОЛОННОГО ТИПА



В. МЕДЕЙКО, начальник Ленметропроекта;
Г. СКОБЕННИКОВ, начальник конструкторского отдела,
канд. техн. наук

● Созданный на строительстве Ленинградского метрополитена новый тип колонной станции еще раз подтвердил возможность и целесообразность сооружения станций глубокого заложения с обделкой из сборного железобетона в сочетании с металлом для особо напряженных элементов конструкции.

НА ДЕЙСТВУЮЩИХ линиях Ленинградского метрополитена в настоящее время эксплуатируется 26 станций глубокого заложения, из которых 13 — пилоного типа, 10 — без боковых посадочных платформ (с автоматическими дверями) и 3 — колонного типа.

Опыт показывает, что наиболее удачны по условиям эксплуатации, а также с точки зрения возможностей архитектурных решений — станции колонного типа, имеющие в сравнении с широко распространенными пилоными станциями ряд преимуществ:

два ряда колонн (взамен чередующихся пилонов и проходов) позволяют рассматривать станцию как единое архитектурное целое, обеспечивают максимальные удобства для пассажиров, особенно на пересадочных станциях, улучшают условия эксплуатации;

исключается применение большого количества типоразмеров чугунных фасонных тьюбнгов, снижается трудоемкость сооружения станции, повышается уровень механизации горнопроходческих работ;

уменьшаются деформации тоннелей и осадки дневной поверхности.

Эксплуатируемые станции колонного типа сооружены из чугунных обделок наружным диаметром 9,5 м. С целью уменьшения металлоемкости и снижения стоимости строительства при сооружении Московско-Петроградской линии в беспроемных частях станций пилоного типа были внедрены сборные железобетонные обделки наружным диаметром 8,5 м. Там же сооружены станции без боковых посадочных платформ с обделкой из сборного железобетона в сочетании с чугунными перемычками (в проходах), входящими в состав обделок путевых тоннелей.

До последнего времени считалось, что в колонных станциях с тьюбнговыми обделками наружным диаметром 8,5 м размещать прогоны металлоконст-

рукций внутри тоннеля геометрически невозможно и проемы между колоннами можно перекрывать только перемычками, входящими в состав тоннельной обделки. По такой схеме в Москве сооружены две колонные станции на площади Ногина. Обделка — из чугунных тьюбнговых колец наружным диаметром 8,5 м, в состав которых включены сдвоенные перемычки из фасонных тьюбнгов комплекта ФАК, применяемые при строительстве пилоных станций. Перемычки опираются на стальные сварные колонны, состоящие из двух половин; сечение колонн ребристое из широкополосной стали, материал металлоконструкций — ст. 3.

С целью уменьшения металлоемкости конструкции, улучшения условий производства работ и снижения стоимости строительства, для IV участка Кировско-Выборгской линии метрополитена была разработана принципиально новая конструкция станции колонного типа с обделкой из железобетонных тьюбнгов — с применением высокопрочного бетона марки 600 кг/см² и системой металлоконструкций коробчатого сечения из высокопрочной низколегированной толстолистовой стали марки 09Г2С. Передача усилий на металлоконструкцию осуществляется без эксцентриситетов через цилиндрические шарниры. Применение высокопрочной стали и шарниров позволило резко сократить габаритные размеры металлоконструкций, что, в свою очередь, дало возможность размещать их целиком внутри сооруженных боковых тоннелей наружным диаметром 8,5 м.

Конструкция станции (рис. 1) включает в себя

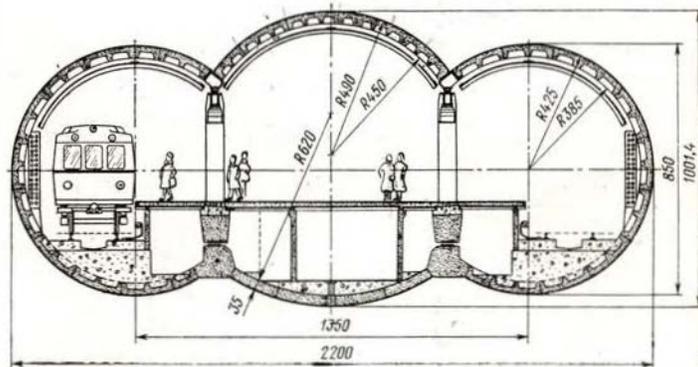


Рис. 1

два разомкнутых боковых тоннеля с обделкой из железобетонных тюбингов, опирающейся через чугунный тюбинг вверху и железобетонный блок снизу на систему внутренних несущих конструкций (сооружаемых внутри боковых тоннелей), а также средний зал, образованный верхним и обратным сводами, опирающимися на внутренние несущие конструкции соответственно через чугунный тюбинг и железобетонный блок. Обратный свод вводится в работу гидравлическими домкратами в процессе монтажа обделки.

Система внутренних несущих конструкций состоит из стальных двухконсольных прогонов коробчатого сечения с криволинейным нижним поясом, колонн также коробчатого сечения, опорных стальных башмаков и нижнего неразрезного монолитного железобетонного прогона. Нагрузка от тюбинговых обделок передается на систему внутренних конструкций вверху через цилиндрический шарнир на верхний пояс двухконсольного ригеля, а внизу — через цилиндрический шарнир и опорную часть — на железобетонный прогон. Такое сопряжение с использованием цилиндрических шарниров обеспечивает работу металлоконструкций без эксцентриситетов. Введение внутренних несущих конструкций в работу осуществляется перед сооружением среднего зала подбивкой металлобетона в зазоры между чугунным тюбингом и верхней плоскостью цилиндрического шарнира, а также между опорной плоскостью металлического башмака и верхней плоскостью железобетонного прогона.

С целью уменьшения осадок дневной поверхности предусмотрен ряд конструктивных и технологических мероприятий, выполненных при строительстве станции «Лесная»:

после монтажа верхнего свода он немедленно вводился в работу при помощи специальных выдвигных устройств, создающих контакт между поверхностью обделки и контуром выработки;

после монтажа обратного свода он также немедленно вводился в работу гидравлическими домкратами;

первичное нагнетание с добавками ускорителей схватывания производилось в первое смонтированное кольцо свода.

В результате резко уменьшились осадки дневной поверхности, не превышающие в данном случае 65 мм (в сравнении с имевшими место ранее осадками до 250—350 мм).

Порядок производства работ при возведении станции:

сооружаются боковые тоннели с замкнутой обделкой с установкой опорных чугунных тюбингов и блоков;

внутри боковых тоннелей по поверхности опорных блоков через выравнивающий слой металлобетона устанавливается нижний цилиндрический шарнир с прикрепленной к нему опорной частью и анкерными устройствами, входящими в нижний железобетонный прогон; устанавливается опалубка, арматура и бетонируется прогон;

на железобетонные прогоны с зазором, обеспечиваемым регулировочными устройствами, устанавливаются металлоконструкции с верхним цилиндриче-

ским шарниром и вводятся в работу подбивкой металлобетона;

с выдвигных платформ тюбингоукладчика разрабатывается грунт в пределах верхней части среднего зала и монтируется верхний свод; перед сооружением среднего зала в боковых тоннелях устанавливаются временные переставные инвентарные крепления;

на расстоянии 20—25 м от забоя в верхней части разрабатывается ядро в пределах среднего зала с разборкой тюбингов временного заполнения, монтируется обратный свод и немедленно вводится в работу разжатием гидравлическими домкратами.

В настоящее время завершается строительство станции «Лесная» (рис. 2) и ведутся работы по сооружению еще двух станций колонного типа — «Выборгской» и «Академической».

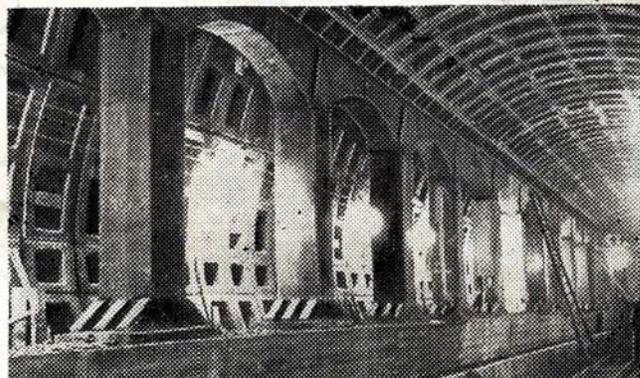


Рис. 2

Исследования напряженного состояния металлоконструкций, проведенные ЛенНИЛ ЦНИИС на станции «Лесная», показали, что эксцентриситеты в колоннах практически отсутствуют, конструкции работают на равномерное сжатие.

В таблице 1 приведены основные габаритные размеры (без учета архитектурной обстройки) ст. «Лесная» и ранее сооруженной ст. «Балтийская», а в таблице 2 — основные объемы работ (без учета внутренних конструкций).

Таблица 1

Наименование	Ед. изм.	«Лесная»*	«Балтийская»*
Длина платформы	м	157	157
Ширина платформы	м	13,4	14,1
Шаг колонн вдоль оси станции	м	3,75	4,5
Ширина прохода в свету между колоннами	м	3,15	3,7
Общая ширина прохода в свету	м	136	133
Ширина среднего зала между колоннами	м	7,4	7,7
Высота среднего зала по оси	м	6,04	6,3
Высота прохода между колоннами	м	3,3	3,65

Таблица 2

Наименование	Ед. изм.	«Лесная»*	«Балтийская»*
Грунт	м	27400	35000 ^а
Сборный железобетон	м ³	2980	—
Металл:	т	2109	10827
в том числе, чугуна	т	269	8992
прокат	т	1085	1430
арматура	т	755	405
Монолитный железобетон	м ³	265	3273

* Нагрузка на ст. «Лесная» на 30% превышает нагрузку на ст. «Балтийская».

ЗАМОРАЖИВАНИЕ ГРУНТОВ НА «РАЗМЫВЕ»

Ледогрунтовый массив большого объема

М. СИНИЧКИН, начальник СМУ-9
Ленметростроя;
М. ВАСИЛЬЕВ, главный маркшейдер

В РАЙОНЕ дельты р. Невы имеется несколько древних глубоких размывов кровли протерозойских глин, заполненных разнообразными породами: морскими глинами и подонасыщенными песками. Размывы эти имеют различную глубину и расположение по отношению к трассам проектируемых линий метрополитена.

Один из таких глубоких размывов был обнаружен при проектировании продолжения Кировско-Выборгской линии на север за ст. «Площадь Ленина» на персоне между ст. «Лесная» и «Площадь Мужества». Этот размыв на уровне прокладки тоннелей метро имеет ширину до 400 м и располагается примерно перпендикулярно им. Из-за значительного протяжения размыв не мог быть обойден трассой, а по условиям сооружения тоннелей нельзя было провести ее ниже.

Тоннели пересекают «размыв» в толще четвертичных отложений, сложенной подонасыщенными супесями, мягкопластичными суглинками и водонасыщенными песками с большим напором воды.

Вследствие сложности геологического разреза проходка тоннелей обычным способом была невозможна, применение сжатого воздуха на большой глубине исключалось. Нужно было пойти другой специальный способ сооружения тоннелей через «Размыв».

После всестороннего изучения вопроса Техническим советом Ленметростроя, Ленметростроя и научно-исследовательских организаций было принято решение о проходке тоннелей в районе «Размыва» с закреплением грунтов способом искусственного замораживания. Это решение поставило перед строителями Ленинградского метрополитена задачу — выполнить уникальные по своим объемам работы по искусственному замораживанию грунтов.

По первоначальному проекту левый и правый перегонные тоннели должны были сооружаться в этом уроне, параллельно, на расстоянии двенадцати метров по осям тоннелей. Соответственно для проходки этих тоннелей предусматривалось создание двух параллельных ледогрунтовых массивов. Необходимо было пробурить 3025 глубоких замораживающих скважин.

Общая потребность труб диаметром 114Х7 выразилась суммарной цифрой 257 км.

Осуществление проекта повлекло бы за собой большие переделки городских инженерных коммуникаций и спус некоторых наземных сооружений.

Значительный расход холода, требовавшийся на осуществление замораживания ледопородных массивов протяженностью около 400 пог. м каждый, поставил в повестку дня проектирование и изыскание приемов зонального замораживания, а также изучение методов контроля за ходом замораживания.

Были разработаны некоторые новые конструкции (герметический кондуктор), исключавшие вредное влияние холода на инженерные коммуникации.

Изыскивая пути выполнения социальных обязательств, группа инженеров Ленметростроя внесла предложение об изменении расположения тоннелей в плане и профиле. В соответствии с этим предложением правый перегонный тоннель располагается над левым, с изменением геометрических данных плана и профиля. Вместо двух ледопородных массивов, в которых намечалось расположить по одному тоннелю, теперь предлагалось в одном массиве разместить оба.

Значительно сократился и объем работ по бурению и замораживанию: вместо 3025 скважин по первому варианту, потребовалось пробурить только 1900, с сокращением длины их на 101 км. Внешенное предложение было всесторонне обсуждено и принято к внедрению.

Весь комплекс работ по созданию ледопородного массива, пересекающего «размыв» — бурение скважин и искусственное замораживание грунтов — выполняется СМУ-9 Ленметростроя.

Для осуществления работ по созданию ледопородного массива, объем которого около 500 тыс. м³, составили проект, учитывающий сроки, очерченность и методы контроля за работами на всех этапах.

Бурение вертикальных скважин для замораживающих колонн производилось станками ЗИФ 650-А и ЗИФ 650-С. Буровые станки УРБ-ЗАМ и УРБ-2А использовались на проходке дополнительных скважин. Количество одновременно работающих станков достигало 6—8 со средней производительностью 1300 пог. м (на каждый станок в месяц).

Для выполнения значительного объема замораживания в сжатые сроки опробовано и внедрено бурение на всю глубину одним диаметром без дополнительных обсадки в неустойчивых грунтах. Применение такого способа было возможно только при условии скоростного бурения и создании качественных вязких выстрелов из бентонитовых глин, которые для сохранения достояния требуемых показателей оциклились от шлама и периодически заменялись.

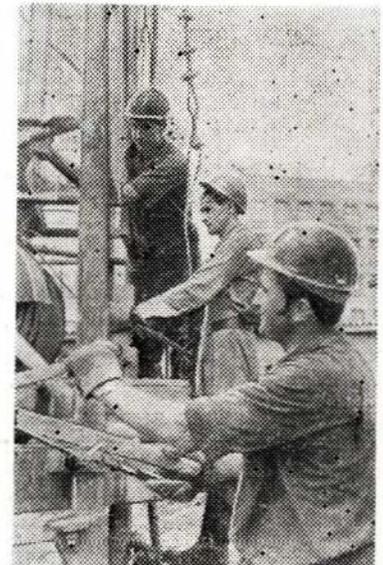
Опускание металлических труб колонки диаметром 114Х7 производилось медленно по окончании бурения.

Благодаря принятым мероприятиям, количество недоосаженных скважин было минимальным, а потребность в большом числе труб, необходимых для проходки скважин в неустойчивых грунтах уменьшена.

Для обеспечения плавных разбивок скважин между пунктами городской полигонометрии продолжил дополнительно полигонометрический ход со сторонами 40—50 м. Все скважины на кривой с радиусом осп тоннеля 800 м расположены в радиальном направлении к центру круговой кривой. Точность их разбивки ± 30 мм.

Для определения величины отклонения скважин от заданного направления опробованы и применены дистанционные гидрокопические нивелиметры типа «Зешта» — ИГ-2М, ВД-2 и И447-Д. Учительная имеющийся опыт ведения замеров скважин у Белгородского СШУ «Шахтспецстроя», СМУ-9 Ленметростроя заключило с ним договор на производство этих работ.

По материалам съемок составлялась исполнительная документация на скважины, требуемая действующими ТУ.



Бурение скважин на «Размыве». Бригада бурильщиков СМУ-9 (слева направо): А. Романцев, бригадир, В. Желудев, Э. Кантыньш

После комиссионного рассмотрения представляемой исполнительной документации и решения о достаточности ожидаемой сплошности ледогрунтового массива производился монтаж замораживающей системы. Каждая колонка предварительно дважды испытывалась на водонепроницаемость (герметичность).

При бурении в сложных гидрогеологических условиях, наличии большого количества гальки и валунов (валуны достигали в диаметре около двух метров), количество дополнительных скважин достигало 30% от общего числа рабочих скважин.

Параллельно с бурением, обсадкой скважин трубами и испытанием их на герметичность велись работы по строительству замораживающих станций, монтажу холодильных установок и рассольной сети.

Уникальный объем ледопородного массива не мог быть создан за один прием. Это потребовало бы огромного количества холодильных машин и других ресурсов. Поэтому исходя из имеющихся у Ленметростроя мощностей и в увязке со сроками проходки в проекте была принята разбивка трассы «размыва» на несколько участков (захваток). По мере завершения замораживания на одной захватке и начала здесь проходки тоннелей, замораживание велось на сле-

дующей (по пикетажу). Первоначальным проектом предполагалось применить зональное замораживание с воздушным пригрузом. Испытание предлагаемого способа было проведено на двух опытных участках длиной по 24 м каждый. В процессе ведения здесь работ выявлены значительные недостатки метода зонального замораживания, заключающиеся в следующем:

непрерывное поступление воздуха, с температурой выше температуры хладоносителя, способствует образованию конденсата, оседающего на трубах колонок, постепенно происходит нарастание льда внутри труб, заполняющее полностью их сечение;

поступление теплого воздуха от компрессоров значительно повышает температуру хладоносителя;

активное растворение воздуха в холодном рассоле при рабочем давлении.

В связи с перечисленными недостатками пришлось отказаться от применения зонального замораживания с воздушным пригрузом. Для обеспечения закрепления пород в установленные сроки потребовалось увеличить мощность замораживающих станций в три раза.

Чтобы уменьшить непроезжимые потери холода, смонтировали колонки с литательными и отводящими трубами. Дополнительно на конце отводящей трубы устанавливалась металлическая ди-

афрагма, препятствующая циркуляции рассола в пассивной зоне. Разность температур замораживающих грунтов в «активной» и «пассивной» зонах достигала 4°.

Учитывая сложность и недостаточную изученность способа зонального замораживания с воздушным пригрузом, изыскивались другие варианты, обеспечивающие уменьшение бесполезного отбора тепла от пород верхней зоны.

В ходе строительства выявилась возможность возникновения значительных внутренних напряжений в замороженном массиве, вследствие неоднородности среды (пески, глины, валуны). При неблагоприятном сочетании в массиве может возникать трещиноватость, которая способна дать нежелательную связь с незамороженными окружающими водоносными породами.

Начатые в конце 1971 г. работы по созданию ледопородных массивов на переезде между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» успешно развивались вплоть до апреля 1974 г., когда происшедший прорыв пльвуна в тоннель задержал проходку. Принятыми мерами прорыв был локализован. Дальнейшие работы проводятся вновь при помощи искусственного замораживания грунтов — метода, который по своей универсальности может быть применен в самых сложных условиях.

СТОЛЕТИЕ ЗАВОДА

ОТМЕТИЛ свое 100-летие завод им. И. Е. Егорова — старейшее предприятие отечественного вагоностроения. Вторую правительственную награду укрепили на знамени предприятия: рядом с орденом Красной Звезды — орден Октябрьской Революции.

Наряду с выпуском комфортабельных пассажирских вагонов для железных дорог страны завод в короткие сроки освоил производство вагонов для метрополитенов Москвы и Ленинграда.

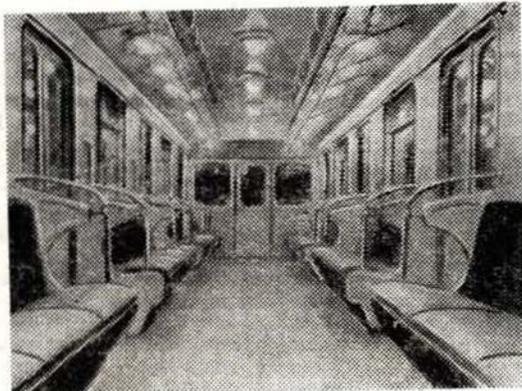
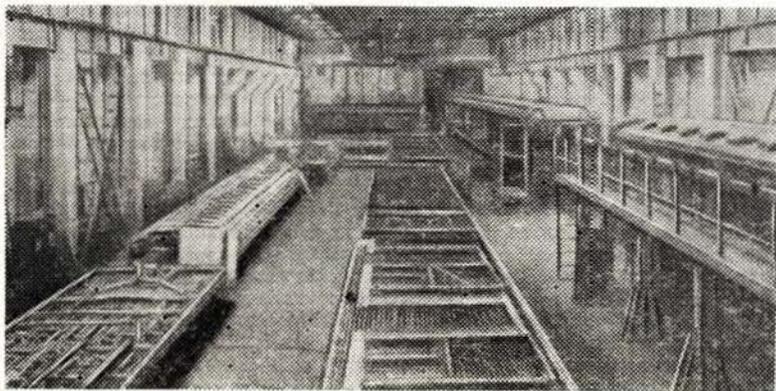
В конструкциях вагонов широко применяются синтетические материалы и легкие сплавы. Часть вагонов оборудуется аппаратурой

автоведения, радиофицированной диспетчерской связью и другими автоматическими устройствами, максимально облегчающими управление составом.

На заводе постоянно разрабатываются конструкции новых вагонов с учетом достижений передовой техники, совершенствуется технология их производства. Начиная с 1968 г., предприятие выпустило свыше 700 таких вагонов.

Продукция завода находится на уровне лучших мировых образцов.

На снимках: цех сборки и сварки кузовов вагонов метро; пассажирский салон.





ЗА «КРУГЛЫМ СТОЛОМ» — УЧАСТНИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СТРОЙКИ

● Технические знания плюс инженерная смелость ● Экономичные и облегченные конструкции ● Преимущество новых станций — высокая технологичность ● Индустриальный парк непрерывно обновляется ● Четкий производственный ритм и наращивание темпов ● Чем быстрее, тем безопаснее ● Двадцать кипометров замораживающих скважин. Ледогрунтовая защита с помощью жидкого азота. Трудный «прицел» ● Мобильность заводских цехов ● Достижения смежных областей науки — в подземное строительство ● Об основной среде, в которой сооружается метро.

В. КАПУСТИН, начальник Ленметростроя: Кировско-Выборгская линия во многом стройка экспериментальная.

Все пять возводимых станций — станции новых конструкций: односводчатые и колонные глубокого заложения с обделкой из железобетонных тубингов. На значительном протяжении тоннели выполнены в обделке, обжатой в породу. Работают механизированные горные комплексы и автоматизированные шахтные подъемы. Прошел испытания механизированный щит новой серии машин выпуска Ясиноватского завода. На новой трассе в общей сложности внедрено девять изобретений в области метростроения.

Что нам позволило осуществить широкий научно-производственный эксперимент? Прежде всего квалифицированные кадры, способные творчески подойти к делу, обладающие не только технической подкованностью, но и инженерной смелостью. Когда в горном деле внедряется что-то новое, обоснованный технический риск неизбежен. Сейчас можно сказать: мы не ошиблись в своих людях. Пусковые станции, при сооружении которых опробовано множество новых решений, возведены в сжатые сроки. Дальновидность проектных замыслов, творческая заинтересованность проходческих бригад воплотить их в жизнь, освоение на промышленных предприятиях производства новых материалов и изделий (высокомарочных бетонов, армокаркасов и др.), исследовательский вклад ученых, продуманность

и четкость организации строительных работ определили успех дела. То, что сегодня вершится на ленинградских строительных площадках, убежден, будет выполнено в соответствии с нашей технической программой.

Г. ФЕДОРОВ, главный инженер Ленметростроя: Стройка начинается с проекта. Вчерашние схемы, контуры, наброски получили сегодня свое жизненное воплощение.

Как бы прокомментировал достигнутое начальник Ленметростроя Владимир Иванович Медейко? Каковы дальнейшие перспективы развития Кировско-Выборгской линии?

В. МЕДЕЙКО: Без преувеличения можно сказать, что весь тот опыт, который накопили мы при строительстве Ленинградского метрополитена, вылился здесь, на продлеваемом участке Кировско-Выборгской линии. Небывалый объем новых проектных решений взялся выполнить коллектив Метростроя. Ему пришлось вложить в это вдвое больше энергии, чем если бы претворялись в жизнь решения традиционные, опробованные. Одна из основных заслуг Метростроя — освоение большого числа новых типов обделок. Потребовалось перестроить всю производственную технологию, освоить выпуск сопутствующих новым конструкциям изделий, наладить сложную кооперацию с другими предприятиями, организовав здесь производство необходимого технологического оборудования, усовершенствованных типов зонтов и т. д. А какой кропотливый труд — обсчитать новые конструкции, чтобы из множества вариантов извлечь оптимальные. В тесном творческом содружестве с проектными и научно-исследовательскими организациями шло ответственное дело внедрения последних проектных разработок.

Тенденция к переходу на экономичные облегченные конструкции — хотя нагрузкам на наши станции нет равных в отечественной практике — будет преобладающей при проектировании новых линий Ленинградского метрополитена. С учетом практических достижений предполагается дальнейшее совершенствование конструкций односводчатых и колонных станций глубокого заложения. Для упрощения технологии возведения обделок, обжатых в породу, предусматриваются гладкие лотки. Устройство их поддается механизации, исключает мокрые процессы, позволяет получать новые высокие скорости проходки.

Хотя принцип ленинградского метростроения «не выходить на поверхность» (особенность гидрогеологических условий — обводненные супеси, строитель-

ство в густонаселенных районах и т. д.), при составлении технической документации на продолжение Кировско-Выборгской линии к северу и югу отдельные участки представлялось целесообразным запроектировать открытого способа работ и закрытыми, мелкого заложения. Для первых предлагаются более совершенные открытые галереи. Одна из станций — «Калининская», совмещенная с железнодорожной, будет иметь прямую пересадку. Новый тип пересадки коренным образом отличается от выполненной впервые на аналогичной станции «Купчино». На «Калининской» не будет подземных пешеходных тоннелей. Пассажиры лишь перейдут с одной платформы на другую, миновав пропускной пункт.

При продлении Кировско-Выборгской линии на юг мы используем опыт москвичей, с одновременным изысканием новых конструкций мелкого заложения применительно к местным условиям.

Г. ФЕДОРОВ: Мы ждем от проектировщиков дальнейшей унификации новых конструкций, увеличения степени их взаимозаменяемости и индустриализации. Важно, чтобы уже на стадии проектных разработок предусматривалась наиболее прогрессивная технология, современная механизация и передовые методы труда.

Сегодня на Ленметрострое создан ряд механизмов и агрегатов, уменьшающих трудоемкость работ и повышающих скорость возведения тоннельных конструкций. Индустриальный парк непрерывно обновляется. Слово — начальнику КЭПРО Николаю Михайловичу Филиппову.

Н. ФИЛИППОВ: Пожалуй, свыше 70% тоннелей ленинградского метро сооружается сейчас механизированными щитами. Бывают периоды, когда имеющийся парк щитов — 5 комплексов — одновременно находится в работе.

Устойчивые скорости проходки механизированными агрегатами — 200—250 метров в месяц, максимальная — 340 метров. И это не только результат высокой квалификации проходческих бригад, но и итог большого труда механиков Ленметростроя в деле совершенствования конструкций механизированных щитов, их своевременного ремонта, работоспособного содержания.

При конструктивных изменениях механизированных щитов в процессе эксплуатации был устранен задиравляющих станины и каретки механизма резания с помощью текстолитовых накладок. Усилено крепление лучей водила и ковшей, из-

менена посадка фрез на валы лучей; улучшена герметизация и система смазки механизма резания. Для подачи тюбингов под эректор создана конструкция рольганга. За щитом спроектирован и изготовлен специальный комплекс, способствующий интенсификации обмена подвижного состава и подачи тюбингов к эректору.

Накоплен большой опыт приспособления механизированных щитов к работе в различных гидрогеологических условиях. Так, при прокладке тоннелей под Невой работали проходческие комплексы с устройством шандорной защиты. Механизированные щиты использовались при возведении боковых тоннелей станций нового типа с последующей проходкой перегонных тоннелей длиной до трех километров. Для условий сооружения тоннелей с обжатой в породу обделкой из железобетонных тюбингов также пришлось переоборудовать щиты и тюбингоукладчики.

На второй очереди строительства метро мы встретились с трудными для разработки грунтами, с включениями в толще кембрийских глин песчаника слоем до 20–30 см. Фрезерный орган резания не мог преодолеть крепость песчаника. Тогда возникли технические решения, которые легли в основу промышленного изготовления механизированных агрегатов с органами щелевого резания. Для опыта мы установили на существующие лучи вошла одиночные резцы. Результат получился хороший. Такие резцы делали целки, которые дробили фрезами с меньшим количеством резцов. Породу разрабатывалась более крупными кусками, а потребление мощности при этом снизилось до 40%.

Новый автоматизированный комбайн, изготовленный Ясиноватским заводом, рассчитан на скорость сооружения тоннеля в кембрийских глинах до 16 метров в сутки или 350 метров в месяц. Щит оборудован элеронами, копир-резцом, установкой для подъема и опускания режущего органа и привода.

Однако в процессе эксплуатации выявлены некоторые недостатки нового щита: блокоукладчик не имеет продольного перемещения вала; тележки транспортера за щитом опираются на кронштейны, что создает дополнительные трудности; не надежна работа гидрозолотников с электромагнитным приводом.

Для проходки притоннельных выработок на Ленметрострое успешно применяются универсальные тюбингоукладчики типа УТМ. При сооружении небольших участков перегонных тоннелей используются механизированные комплексы КМ-14. На строительстве станций, СТП и камер съездов применяются блокоукладчики типа Б-17, Б-12, КМ-15 производства Московского механического завода.

«Узким местом» при проходке является транспортировка породы, особенно по стволу. Поэтому мы много внимания уделяем разработке новых высокопроизводительных комплексов, сводящих до минимума ручной труд. Применяем горные комплексы с расположением подъемных машин на копре и с механизированной рабочей площадкой. Этот комплекс оборудуется двумя клетями с противовесами, причем одна клеть — грузовая, другая — грузо-людская. На



Участники беседы «за круглым столом» (слева направо): начальник Ленметростроя В. Капустин, начальник Ленметростроя В. Медейко, начальник СМУ-13 А. Евстратов и начальник СМУ-17 А. Туманов

одной из шахт управление подъемной машиной осуществляет рукоячник с пульта, т. е. высвобожден машинист подъема.

Необходимо дальнейшее совершенствование горных комплексов с точки зрения повышения их производительности.

Возведение станций нового типа — односводчатых глубокого заложения, колонных с обделкой из железобетонных тюбингов, потребовало создания новых и соответствующего приспособления существующих горнопроходческих механизмов. В числе первых — блокоукладочное устройство односводчатой станции, колонноустановщик (для станций колонного типа).

Станционные блокоукладчики модернизированы применительно к условиям проходки боковых станционных тоннелей.

При разработке ядра односводчатой станции экскаватор ЭП-1 оборудовали ковшом активного действия, извлекающим 20 тысяч кубометров грунта. Даже на поверхности работа этого ковша в таких объемах еще не производилась.

На пусковом участке строительства смонтирована и пущена в эксплуатацию компрессорная станция с автоматикой параметров, компрессорамн новой марки НМ-10-100/8 и ГМ-10-50/8. Оборудована лаборатория-автобус, позволяющая производить испытания электрооборудования, кабелей и обнаруживать все виды повреждений кабельных линий 6–10 кв. Лаборатория занята изысканием всевозможных защитных средств.

Г. ФЕДОРОВ: Одним из основных наших достижений считаем сооружение впервые в практике отечественного метростроя большепролетной станции глубокого заложения. «Площадь Мужества» раскрыла не только возможности современной подземной техники, но прежде всего творческие силы ее создателей — ученых, проектировщиков, инженеров, рабочих. Проявление больших потенциальных возможностей коллектива строителей СМУ-17 во многом оп-

ределило успех решения сложной инженерной проблемы. От проходческих бригад зависело, будет ли полностью раскрыто преимущество новой станции — высокая технологичность. И они сумели наладить четкий производственный ритм, постепенно наращивая темпы. Бригада Нила Николаевича Ильина первой добилась наибольшей скорости проходки. Две арки в сутки — такова была задача. Хотелось, чтобы Нил Николаевич рассказал, как работала на «Площади Мужества» его бригада.

Н. ИЛЬИН: Все работали с исключительным интересом, тщательно соблюдая, разумеется, меры предосторожности. Очень ответственно было держать такой забой. Но чем быстрее проходка, тем меньше опасность работ. Поэтому в дальнейшем увеличили заходку на два кольца, изыскивали любые возможности, чтобы повысить скорость. Я постоянно интересовался, как идет заводка кровли, рассчитывал, в каких пределах и насколько обоснованно можно рисковать. На нашей шахте бывали геологи. Они помогли выработать навык чувствовать породу по степени влажности, трещиноватости и т. д.

Чтобы увеличить надежность крепления забоя, металлические вертикальные стойки раскрепляли винтовыми распорками. Определелись и расстановка сил в бригаде. Вруб делали не в одном месте, а в трех.

За сутки иногда удавалось ставить по 2,4 кольца. Однако наши темпы сдерживал завод ЖБК (теперь для станции «Политехническая» завод уже имеет полный свод). Для увеличения скорости, как показывает практика, целесообразно также организовать кольцевую откатку.

Тщательная, кропотливая работа способствовала тому, что на верхнем своде мы имели осадки значительно меньше предполагавшихся. Если на обычных станциях они достигают 100–150 миллиметров, то на «Площади Мужества» их максимальный уровень составил 80 миллиметров.

Первая односводчатая очень помогла сплотить бригаду. Приобретенный нами опыт позволит увереннее сооружать аналогичные станции в будущем.

Г. ФЕДОРОВ: Не все шло гладко на строящейся трассе. Прорыв пльвуна на «Размыве» задержал проходку этого участка. О мерах, принятых для ликвидации последствий прорыва, расскажет главный инженер СМУ-9 Виктор Иванович Хрящев.

В. ХРЯЩЕВ: Если раньше нашему СМУ приходилось выполнять относительно малые объемы специальных методов работ, то в районе обширного «Размыва», где трасса тоннелей пролегает в водонасыщенных супесях, мягкопластичных суглинках и песках с высоким напором воды, мы пробурили около 2000 замораживающих скважин.

И вот невдача: прорыв воды. Пльвун разморозил значительный участок, искривил пробуренные скважины, разгерметизировал большое число колонок и на километр в сторону «Лесной» затопил тоннели. Необходимо было без промедления, в неизмеримо более сложных условиях начинать все сначала. Возникла задача — в зоне 21 метра от забоя сделать «пробку» из мороженого грунта, чтобы под ее защитой откачать воду из тоннеля и завершить строительные работы. Для создания такого ограждения обычным способом пришлось бы промораживать участок «Размыва» около года. Поэтому было принято решение осуществлять низкотемпературное безрасольное замораживание с помощью жидкого азота.

Замечу к тому же, что поврежденные морозильные установки в оттаявшей зоне нужно переоборудовать заново — пробурить в общей сложности 20 километров скважин и обсадить 500 тонн труб.

В решение комплекса проблем, возникших при закреплении и стабилизации массива на «Размыве», включились научно-исследовательские организации. Расчет необходимых параметров по применению азота провел институт холодильной промышленности, проект азотной замораживающей сети сделал НИИХиммаш, термометрическую систему разработал институт прикладной химии. Он же контролировал соблюдение расчетного режима на ЭВМ.

Ежесменный штаб — бригада аппаратчиков, прибористов и теодолетристов — обслуживал рассольную систему. Своими силами мы изготовили детали этой системы — сделали оголовники, выточили фланцы, осуществили монтаж и сварку неожавеющей стали. Когда включили азотную сеть и перешли на испытание, выяснилось, что работы вначале придется вести в газовом режиме. Специалисты института прикладной химии подсчитали, что для получения соответствующей прочности и предотвращения возникновения трещин перепад температур в пределах одного метра массива не должен превышать 140°. Это осложнило замораживание в первый его период (температура жидкого азота минус 196°). Мы закупили в

сеть подогретый газообразный азот и постепенно понижали его температуру. Главное — экономия дефицитного азота, поэтому усилия морозильщиков были направлены на сокращение газового периода и быстрейший вывод скважин на расчетный режим. На шестые сутки температура в контрольной скважине была минус 11,5°, в соседней — минус 8,5°. Тогда оперативное совещание производителей и ученых приняло решение: переходить на жидкий азот. Это ускорило время замораживания и надежность работ. Ледогрунтовая «пробка» на месте прорыва создана.

Основная сложность сейчас — заморозить пльвун оттаявшей зоны и обеспечить непрерывную проходку. Дело в том, что в создавшейся инженерно-геологической обстановке трудно «прицелиться», направить холод точно по назначению. Пробовали вначале «прорыть» пльвун с поверхности вертикально: пробурили обделку, попали в затопленный эректор. Попытки применить наклонное бурение — опять безуспешно: нет станков, которые могли бы проходить скважины под заданным углом (60°), да и при наличии нужного оборудования они непременно «уходили» бы, отклоняясь в многометровой пльвунной толще.

Не опробован еще один путь — горизонтальное замораживание из тоннелей, идущих от станции «Площадь Мужества». Надо надеяться, что применительно к местным условиям будет создана соответствующая замораживающая установка.

Г. ФЕДОРОВ: Тенденция к снижению в конструкциях металлоемкости нашла свое выражение и в разработке и введении станции колонного типа с обделкой из сборных железобетонных тубингов в условиях глубокого заложения. На новом участке три таких станции — «Выборгская», «Лесная» и «Академическая». Опытом возведения «Лесной» поделится начальник СМУ-13 Альберт Дмитриевич Евстратов.

А. ЕВСТРАТОВ: Это первый опыт как с точки зрения конструктивного замысла, так и его выполнения, потребовавшего высокой технической квалификации. Когда станция находилась в процессе проектирования, высказывались опасения по запасу прочности и другие. Вдобавок плохо сделанный макет завалился. Естественно, на таком фоне появилась особая осторожность. Чувство ответственности возросло и потому, что станцию предстояло возводить в районе старой застройки. Пришлось провести большой комплекс мероприятий, направленных на повышение техники безопасности и качества работ.

Мы считаем достигнутые результаты удовлетворительными: в условиях сложной гидрогеологии и плотной городской застройки осадки поверхности не превысили 60 миллиметров. Конструкция выдержала испытание и отвечает самым высоким требованиям технологичности, позволяя механизировать и совершенствовать подземное строительство.

Наш опыт дает богатый материал проектировщикам и с точки зрения схемы производства работ. Практика показала, что при сооружении такого типа станции целесообразна разбивка на два участка: монтажные и горнокапитальные работы. При четкой организации деятельности всех звеньев строительные сроки складываются в сжатый период. Сейчас мы смогли только на одном тоннеле смонтировать 60 колец в месяц. Это позволило соорудить станцию в намеченные сроки.

Мы отработывали не только технологию проходки, но и отделочные работы, осваивая новый тип зонтов. При проектировании не был учтен один фактор — деформативность обделок, и зонты не вмещались. Часть их успели укоротить, но в основном вопросы конструкции, монтажной схемы и методов установки зонтов пришлось решать по ходу дела. Много поработали наши изобретатели и рационализаторы, создавая новые механизмы для перестановки инвентарного крепления путевых тоннелей, монтажа несущих металлоконструкций станции и др.

Рост скоростей лимитирует откатка в условиях наличия поддерживающих конструкций. Назрел вопрос разработки малогабаритных экскаваторов. Словом, новые конструкции влекут за собой новые механизмы, новые методы тоннельного строительства.

Г. ФЕДОРОВ: Внедрение новых типов станций предполагает коренное изменение их конструктивных элементов. Родились новые разновидности обделок. Одно только кольцо диаметром 8,5 метра для бокового тоннеля глубокой колонной станции включает восемь наименований железобетонных тубингов. Односводчатая станция большого поперечного сечения потребовала изготовления необычных утяжеленных армокаркасов. Нельзя не отдать должное работникам завода ЖБКД, оперативно наладившим выпуск новой продукции для наших строек. Об этом — сообщение главного инженера завода Вячеслава Ивановича Гуляева.

В. ГУЛЯЕВ: По сравнению с нынешними заводскими изделиями прошлогодние можно назвать «игрушечными». Начать с отработки новой технологии сборки каркасов сводов. В проекте были заложены нетехнологичные конструкции — пришлось искать, доказывать, спорить. Кто-то реагировал на изменения легко, кто-то болезненно. Но главное — результаты: если вначале мы могли изготовить только арку в сутки, то потом стали выпускать по три. В арматурном цехе создали специальный участок, обновили оборудование для каркасов с арматурным профилем вместо 12—16 36—22—28 миллиметров. Если, случалось, нас подгоняли строители станции «Площадь Мужества» — пар шел от отправляемых блоков — то теперь, с переходом на скользкий график, имеем для «Политехнической» большой запас деталей свода.

Пришлось осваивать и изготовление разнотипных каркасов для колонных станций, с косвенным армированием по 5—8 сеток в каждое кольцо. А когда в зоне «Размыва» понадобилось соорудить железобетонную «рубашку», завод

наладил выпуск особых сварных сеток. Разработали конструкцию специального кондуктора и организовали производство нужных каркасов.

Для повышения качества бетонной смеси, совместно с учеными ЛИИЖТа велись разработки состава полимерного бетона. Смесь предложили изготавливать на цементе завода имени Воровского. Чтобы иметь возможность получать бетон различных марок, реконструировали смесительный узел, разделив бункер на два отсека. Отрабатывали сигнализацию и переключенные бункеров, усовершенствовали узел заполнения, организовали дополнительную промывку щебня. Если раньше при увеличении количества бетона для обоймы приходилось «отрывать» его у тубинговой линии, то после проведенной реорганизации выпуск бетона увеличиваем без сокращения производства тубингов.

Много эффективных новшеств в заводских цехах. Смонтирован и пущен в эксплуатацию вентростол с механикоакустическим параметром колебаний. Уровень шума теперь не превышает 60—70 децибелл. Чтобы ликвидировать заусенцы на спинках тубингов для гладкой обжатой обделки, сконструировали поддоны с боковой фаской. Силами рационализаторов разработаны автоматические счетчики интервалов времени вместо песочных часов. А ПКБ Главстроймеханизации спроектировало весовой бетоноукладчик для формовщиков, пока дозревающих бетонную смесь «на глазок». Укладчик будет изготовлен в 1975 году.

Г. ФЕДОРОВ: Основная наша задача — повышение производительности труда. В авангарде ее решения — Тоннельный отряд № 3. Сегодня здесь самые высокие скорости и наилучшие трудовые показатели. Опытные работы на станции «Академическая» попросим поделиться начальника участка Сергея Алексеевича Смирнова и бригадира Филиппа Никифоровича Пенькова.

С. СМЕРНОВ: Наш первый принцип: «не подготовлен — не начинать работу». Прежде, чем приступить к проходке, изучили все плюсы и минусы сооружения однотипной колонной станции «Лесная». С учетом опыта товарищей разработали мероприятия по проходке боковых тоннелей, требующих особой надежности и высокого качества; провели обучение рабочих установке колонн; изыскали оптимальные варианты укладки блоков; четко разделили между собой проходческие операции, создав специальные бригады гидроизолирующих. Чтобы предупредить простой, продумали вопросы бесперебойного обеспечения порожняком, рассчитали необходимое количество автотранспорта.

Росту производственных показателей способствовали созданные на участке школы передовых методов труда. Сначала сменные скорости не превышали 63—65 сантиметров. Проводимый хронометраж, выяснение причин потери времени на тех или иных проходческих операциях, сравнение полученных результатов, трудовое соперничество помогли достигнуть к концу строительства левого станционного тоннеля устойчивых скоростей — 80 сантиметров в смену.

Обычно важные, ответственные этапы работ проходят с творческим подъемом. На правом тоннеле испытывали комплекс КМ-15, который показал отличные результаты. Комплекс обеспечивает размещение трех вагонов со смесью. Для сокращения числа остановок мы усилили путь — рельсы Р-24 заменили на Р-43. К поставленному укладчику Б-17 рационализаторы участка сконструировали передвижную платформу с двумя домкратами, способную перемещаться на нужное проходчику расстояние.

В дальнейшем скорости проходки возросли до 1 метра 10 сантиметров в смену. Потери рабочего времени не превысили одного процента.

Ф. ПЕНЬКОВ: Хороший темп моя бригада взяла не сразу: на первых порах скорости проходки не превышали 30—40 сантиметров в смену. Когда научились соблюдать эллиптичность кольца, стали сооружать 80 сантиметров тоннеля в смену. Тогда только и слышалось: «Давай порожняк!». 45 кубов породы разрабатывали за один цикл. Кольцо монтировали за полтора часа. Бригады собрались сильные — Строгалева, Воронова, моя. На очередном объекте — односводчатой станции думаем не сбавлять темпы.

Г. ФЕДОРОВ: Внедрение новой техники на горнопроходческих работах возможно только при развитии связей науки с производством. Ленметрострой плодотворно сотрудничает более чем с 25 крупными научными, научно-исследовательскими, проектно-конструкторскими и учебными организациями как Ленинграда, так и Москвы, Киева, Харькова и других городов страны.

Большое внимание уделяется изучению возможных областей применения на стройках метро достижений смежных областей науки — химии, геофизики, электронно-вычислительной техники.

Значительная исследовательская работа приходится на долю ЦНИИСа. От научной лаборатории требуются четкие обоснования путей дальнейшего совершенствования конструкций, повышения эффективности производства, исследования новых материалов и методов возведения подземных сооружений в различных гидрогеологических условиях Ленинграда. Присутствующий среди нас Петр Васильевич Степанов, старший научный сотрудник НИЛ ЦНИИС, расскажет о направлениях научных экспериментов лаборатории.

П. СТЕПАНОВ: В решении новых проблем, возникших перед проектировщиками и строителями пусковой трассы, лаборатория принимает деятельное участие. Совместно с кафедрой «Тоннели и метрополитены» ЛИИЖТа проведены исследования конструкции односводчатой станции на моделях из эквивалентных материалов. Цель исследований — выявление рациональных форм и оптимальных размеров опор под свод станции, проверка различных способов ее сооружения, влияния величины и времени обжатия свода в породе на напряженно-деформированное состояние конструкции и др.

Выполнены испытания блоков верхнего свода станции, в ходе которых определены рациональная конструкция стыка, а также несущая способность элементов сооружения. Коллектив лаборатории принял участие в создании механизма для монтажа верхнего свода и в механизации процесса разработки ядра с помощью экскаватора.

Ученые проводят экспериментальные исследования особенностей статической работы односводчатой станции и реологических свойств протерозойских глин. Эти работы необходимы для анализа нагрузок на конструкцию.

Изучение на моделях станции глубокого заложения колонного типа с железобетонной обделкой ставило своей целью выявление оптимальной технологии сооружения, а также особенностей ее статической работы на разных этапах возведения.

Обжитые на породе обделки, впервые примененные в отечественной практике метростроения на Невско-Василеостровской линии, на строящейся трассе уже использованы в большей части длины перегоиных тоннелей. На опытных участках таких тоннелей удалось создать вид конструкции из ребристых блоков на основе типовой обделки перегоинов Ленинградского метрополитена. В настоящее время новый тип конструкции внедрен на участке в несколько километров. В лаборатории выявлена рациональная конструкция стыков обжатой на породе обделки.

Ленинградские метростроители готовятся сейчас к возведению обделки с узлом разжатия в лотке и гладкими блоками. Это потребовало от нас разработки технического задания на проектирование кассетного блокоукладчика.

Для сооружения перегоиных тоннелей в условиях попадания песчаника необходимо было создать механизированный щит с новым режущим органом. В разработку технического задания на проектирование такого щита, изготовленного на Ясиноватском машиностроительном заводе, сотрудники нашей лаборатории также вложили немало усилий.

Исследования новых конструкций продолжают. Основная задача — выявление изменения напряженно-деформированного состояния односводчатой и колонной станций за длительный период, наблюдения за формированием горного давления на конструкции во времени, дальнейшее исследование реологических свойств протерозойских глин, чтобы знания об основной среде, в которой сооружается метро, были более полны.

В перспективных планах лаборатории — изучение целесообразности и возможности применения открытого способа работ для ленинградских условий и особенностей сооружения тоннелей мелкого заложения в неустойчивых породах закрытым способом.

Записала С. ПОНОМАРЕНКО



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. АВЕРКИЕВ, начальник Ленинградского метрополитена

ПРотяженность линий Ленинградского метрополитена составляет сейчас 44,7 км с 29 станциями. Услугами метро пользуются ежедневно свыше 1500 тыс. человек. Значительно повысилась интенсивность работы метрополитена — напряженность его достигла 12 млн. пассажиров на километр линии в год (по сравнению с 6,6 млн. в 1956 г.). Удельный вес метрополитена в общегородских перевозках с 4,5% в 1956 г. возрос до 21% в 1974 г.

В результате интенсивного роста пассажироперевозок размеры движения возросли в часы «пик» до 36 пар шестивагонных поездов на Московско-Петроградской линии, 34 пар — на Кировско-Выборгской и до 28 пар пятивагонных поездов на Невско-Василеостровской линии.

За время эксплуатации повысились скорости движения поездов: максимальная техническая — до 75 км/час, эксплуатационная — до 40 км/час. Ежедневно для перевозок пассажиров на линиях курсируют 2800 составов.

Претворяя в жизнь исторические решения XXIV съезда КПСС, коллектив метрополитена сосредотачивает усилия на дальнейшем техническом совершенствовании метрополитена; повышении темпов внедрения новой техники, передовой технологии и прогрессивных методов управления с применением электронно-вычислительных машин; улучшении экономической работы; снижении себестоимости пассажироперевозок.

С 1965 года в результате внедрения автоматического ведения поездов, дистанционного управления эскалаторами, телемеханизации санитарно-технического оборудования и других организационно-технических мероприятий на Ленметрополитене было высвобождено 1848 человек.

Ленинградский метрополитен совместно с институтом Гипротрансигналсвязь, Ленметропроектом, Ленметростроем и рядом организаций и предприятий разработал и внедрил на Невско-Василеостровской и Московско-Петроградской линиях централизованную программно-моделирующую систему автоматического управления движением поездов, обеспечивающую:

точность выполнения графика движения поездов в пределах ± 5 сек;

сокращение времени хода и увеличение пропускной способности (по сравнению с ручным управлением) по станциям на 2,5%, по оборотным тупикам — на 7,5%;

повышение производительности труда локомотивных бригад за счет высвобождения помощников машинистов;

торможение и остановку на станции с точностью $\pm 1,5$ м для станций открытого типа и $\pm 0,30$ м для станций закрытого типа;

повышение безопасности движения поездов в результате поддержания заданных режимов скорости и интервалов времени, а также автоматического торможения поездов перед светофорами, имеющими запрещающие показания;

реверсирование и включение тяговых двигателей в оборотных тупиках на конечных станциях со сменной показаний сигнальных огней в начале и конце состава;

экономии электроэнергии на тягу в размере 2,5%; снижению себестоимости перевозок на метрополитене на 2—3%.

Срок окупаемости системы 2,26 года.

Эта система экспонировалась на международной выставке «Интербытмаш-68» и получила диплом за высокий научно-технический уровень разработки и оригинальность технических решений.

Межведомственная государственная научно-техническая комиссия, организованная Государственным комитетом Совета Министров СССР по науке и технике, отметила большой творческий труд коллективов, принимавших участие в разработке, изготовлении и эксплуатации системы автоматического управления движением поездов. Эта работа выдвинута на соискание Государственной премии СССР 1974 года.

Накопленный опыт позволил поставить задачу создания комплексной системы автоматического управления движением поездов метрополитена. В ее разработке принимали участие институты Гипротрансигналсвязь, Ленметропроект и Ленметрострой. Сейчас при участии Ленметростроя система внедряется на Кировско-Выборгской линии.

С помощью этой системы обеспечивается автоматизация управления и регулирование движением поездов с пропускной способностью до 48 пар поездов в час и максимальной скоростью 90 км/час.

Система включает: автоблокировку, маршрутно-релейную централизацию с элементами программного управления, диспетчерскую централизацию типа СКЦ-67 и диспетчерский контроль путевых секций на перегонах, внепоездной контроль скорости и диспетчерскую поездную радиосвязь, устройство программного автоматического ведения поезда и автоматического регулирования скорости (АРС).

Большим достоинством системы является применение на центральном пункте управления электронно-вычислительного комплекса АСВТ-М, вместо программирующей машины индивидуального исполнения.

Все линии Ленинградского метрополитена оснащены диспетчерской централизацией. Причем станции с путевым развитием, построенные до 1967 года, оборудованы диспетчерской централизацией по системе РКЧ (радиальная, частотная, кодовая) на релейно-контактных элементах схемы. В настоящее время на линиях метрополитена внедряется и успешно эксплуатируется система с применением бесконтактных элементов, предусмотренных в станционной кодовой централизации СКЦ-67.

Новая система диспетчерской централизации повышает надежность и долговечность аппаратуры, увеличивает емкость и скорость передачи приказов и извещений, повышает надежность работы путем исключения ошибок и сокращает численность эксплуатационного персонала.

В целях улучшения оперативности руководства движением поездов и создания возможности управления поездами в одно лицо, на метрополитене была внедрена система радиопоездной связи с использованием провода-волновода.

На 17 станциях эксплуатируется система автоматического и дистанционного управления группами эскалаторов, которая позволила:

- автоматизировать процессы пуска, остановки и реверсирования эскалаторов;

- повысить культуру обслуживания пассажиров за счет более оперативного переключения эскалаторов при вынужденных остановках и в зависимости от пассажиропотоков;

- сократить постоянное дежурство персонала в машинных залах эскалаторных станций;

- обеспечить переход на новую технологию текущего обслуживания эскалаторов специализированными бригадами;

- улучшить условия труда персонала эскалаторных станций.

Это дало возможность реорганизовать всю эксплуатационную работу по текущему содержанию эскалаторов и обеспечить значительный экономический эффект. Срок окупаемости системы автоматизации менее трех лет.

Успешная эксплуатация эскалаторных станций, переведенных на автоматическое и дистанционное управление, позволяет перейти к разработке централизованной автоматизированной системы управ-

ления с применением промышленного телевидения, работы над которой ведутся в настоящее время.

Для централизованного управления санитарно-техническим оборудованием и контроля за его работой на метрополитене по проекту, выполненному Ленметропроектом, осуществлена телемеханизация устройств сантехники. Оборудован центральный диспетчерский пункт сантехники (ЦДПС) в доме связи.

Применение устройств автоматики и телемеханики для управления и контроля за работой санитарно-технического оборудования позволило повысить оперативность при переключении агрегатов тоннельной вентиляции, улучшить контроль за их работой, ликвидировать хождение дежурного персонала для переключения режимов работы сантехустановок во время движения поездов и высвободить 40 слесарей-электриков.

Внедрение системы дало годовой экономический эффект в 24 тыс. рублей.

В 1972 г. завершено оснащение тяговых подстанций кремниевыми выпрямителями, что значительно повысило надежность электроснабжения. За счет сокращения потерь энергии, отсутствия водяного охлаждения и увеличения межремонтных сроков получен годовой экономический эффект 50 тыс. руб. Все совмещенные тяговые подстанции на линиях метрополитена переведены на автотелеуправление. Это дало возможность высвободить более 100 человек обслуживающего персонала и сэкономить 150 тыс. руб. в год.

Постоянное внимание уделяется механизации и автоматизации трудоемких процессов. Так, механизирован процесс пропуска пассажиров на станциях. В целях сокращения ручного труда на контрольно-кассовых операциях сконструированы бункерные автоматы для размена монет типа РАБ-72 и автоматы для пропуска пассажиров. 32 вестибюля метрополитена оснащены автоматическими контрольными пунктами и разменными автоматами, счетно-денежными машинами, транспортными тележками для подвоза монет.

Автоматические контрольные пункты высокопроизводительны (в минуту пропускают 45—50 пассажиров), работают устойчиво.

На всех станциях завершена замена малопроизводительных счетно-денежных машин типа «МПП-8» на машины марки «МС-3» Калининградского завода торгового машиностроения.

Внедрение разменных автоматов, счетно-денежных машин, автоматических контрольных пунктов позволило полностью механизировать пропуск пассажиров, перейти на бескассовое обслуживание пассажиров, свести число контролеров до минимума, механизировать процессы подсчета выручки и высвободить 456 человек.

Создан опытный образец полоуборочной машины ПУМА-1, предназначенной для механизированной уборки сжиженной смеси снега и грязи в вестибюлях. Применение подметальных машин нового типа дало возможность высвободить 120 работников.

Механизируется труд путейцев. Состояние пути проверяется вагоном-дефектоскопом и вагоном-путизммерителем. За период эксплуатации параметры

вагона-дефектоскопа значительно улучшены: скорость движения вагона при контроле пути увеличена до 40—45 км/час. Контролю подвергается все сечение рельса, кроме перьев подошвы. Работу автоматизирует магнитный датчик без установки скоб у болтовых стыков.

Проводятся работы по созданию нового скоростного вагона-дефектоскопа на базе вагона типа ЕМ, способного проверять состояние двух рельсовых шпик одновременно со скоростью до 60 км/час.

Силами рационализаторов для очистки путей электродепо смонтирован снегоочиститель роторного типа на базе мотодрезины ДМ. Машина удобна, маневренна, проста в обслуживании и успешно применяется для очистки от снега депоовских и подъездных путей.

Работниками службы сооружений сконструированы и внедрены станки для полировки вертикальных мраморных поверхностей, что повысило производительность труда в восемь раз и улучшило качество работы.

Комплексный метод ремонта станций, vestibule, наклонных ходов с применением новых синтетических материалов (полвинилацетатных составов, перхлорвиниловых красок, силикатных составов) позволил увеличить межремонтные сроки в 5—7 раз. Ремонт ведется специализированными бригадами. Для централизованной доставки материалов на участке сконструирован и эксплуатируется специальный вагон-раздатчик.

С целью устранения ручного труда при мойке кузова вагонов в электродепо смонтированы высокопроизводительные вагномоечные машины, каждая из которых позволяет одному человеку — оператору — управлять всем процессом мойки.

Полностью механизирована и уборка мусора из тоннелей.

Внедрение посоставного депоовского ремонта позволило уменьшить количество перецепок вагонов в эксплуатационных депо, уменьшить время простоя вагонов в ремонте, повысить качество подвижного состава и улучшить его техническое состояние, увеличить межремонтные пробеги.

Поточико-конвейерный метод ремонта способствовал организации подъемочного ремонта вагонов на основе применения сетевых графиков планирования и управления ремонтным производством, высокой технологической дисциплины, современных стендов и оборудования.

Поточная линия подъемочного ремонта разбита на пять стационарных позиций, для каждой из которых в соответствии с сетевым графиком ремонта определен жесткий фронт работ как по объему, так и по номенклатуре и срокам. Окраска и сушка вагонов вынесена с поточной линии в отдельный цех, что значительно разгрузило основную линию ремонта.

Внедрение такого метода дало возможность увеличить программу подъемочного ремонта вагонов с семи единиц до семнадцати. В дальнейшем производительность поточной линии может быть доведена до 24 и более вагонов в месяц.

Большая работа ведется на метрополитене по изысканию и мобилизации технических резервов с целью уменьшения эксплуатационных затрат при высокой культуре обслуживания, комфортабельности и безопасности перевозок пассажиров.

В 1969 г. технико-экономический совет метрополитена принял решение о целесообразности отключения освещения в тоннелях. Специалисты-психологи, исследовавшие условия работы машинистов, отметили, что мелькание бликов от светильников рабочего освещения оказывает вредное влияние на психику и зрение машиниста. Аналогичные выводы были сделаны также специалистами при исследованиях на Московском метрополитене.

После большой работы, проведенной коллективами электродепо «Автово» и службы электроподстанций и сетей, был введен режим отключенного освещения на Невско-Василеостровской линии. Сейчас движение поездов на всех трех линиях переведено на режим отключенного рабочего освещения тоннелей. Это значительно улучшило условия работы машинистов и дало ежегодную экономию электроэнергии свыше 3 млн. квт. часов.

Для улучшения условий труда машинистов весь эксплуатационный парк подвижного состава метрополитена оборудован схемой резервного управления (обеспечивающей сохранение управления из головной кабины поезда при неисправностях электрической схемы).

К настоящему времени на метрополитене создан ряд систем автоуправления различными технологическими процессами и устройствами: автоуправление поездами, тяговыми подстанциями и сантехагрегатами, дистанционное управление эскалаторами, телеуправление стрелками и сигналами. Это дает основание в ближайшие годы создать единую автоматическую систему управления метрополитеном (АСУ—М), которая позволит с наименьшими затратами обеспечить максимальные удобства для пассажиров, снизить контингент обслуживающего персонала и повысить эффективность эксплуатации. Над этим вопросом работает созданный на Ленметрополитене специальный отдел АСУ.

В ноябре 1975 года Ленинградский метрополитен отметит 20-летие своей деятельности. Коллектив метрополитена многое делает для повышения производительности труда, эффективности производства. Вместе с тем у нас еще имеются организационные трудности. В частности, необходимо централизовать разработки в конструкторско-технологическом отделе, производство нестандартного оборудования, приспособлений, средств малой механизации, испытательных стендов, оснастки.

Будучи разобитыми и не имея единого руководящего, технически направляющего и координирующего центра, метрополитенцы страны занимаются разработками одних и тех же вопросов, тратят много сил на доведение своего опыта и новой техники до совершенства и широкого практического применения. Это приводит к распылению мощностей экспериментальных баз, затрудняет создание образцов новой техники и их быстрее доведение до мировых стандартов.



АВТОМАТИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

РЕКОМЕНДОВАНО ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НА МЕТРОПОЛИТЕНАХ СТРАНЫ

В. ЕЛСУКОВ, главный инженер Ленинградского метрополитена, канд. техн. наук;
М. ЛЕБЕДЕВ, начальник технического отдела

ЛЕНИНГРАДСКИЙ метрополитен совместно с Гипротрансигнальсвязью, Ленметропроектом, Ленметростроем и рядом организаций и предприятий в период с 1959 по 1972 гг. разработал и внедрил на Невско-Василеостровской и Московско-Петроградской линиях автоматическое управление движением поездов.

Система предусматривает: автоматизацию всех операций, выполняемых машинистами при ручном управлении поездами; переход при необходимости на ручное управление; подачу звукового сигнала в кабине машиниста за 5 сек. до наступления графического времени отправления поезда со станции; смену режимов движения поездов по перегонам и продолжительности стоянок на станциях в течение суток в зависимости от пассажиропотока; ликвидацию опоздания, вызванного различными характер-

стиками поездов или в результате возникшей задержки поезда на станции при высадке и посадке пассажиров: увязку режимов отведения с показаниями выходных и проходных светофоров, а также с маневровыми светофорами в оборотных тупиках станций.

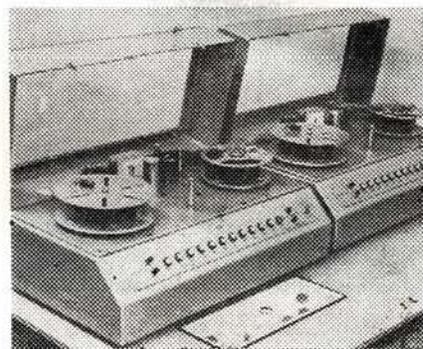
Для выполнения указанных функций система содержит центральный пост, напольные устройства и поездное оборудование.

На центральном посту, предназначенном для выработки сигналов отправления поездов с конечных и промежуточных станций, а также сигналов времени программного прохождения поездами контрольных точек на перегонах, имеются электрические вторичные сигнальные часы типа ЭВЧС-24, устройства управления (релейный статив), устройство ввода, программно-задающие машины (ПЗМ), устройства стыковки, устройства передачи в линию (релейный статив), пульт ручного управления.

Электровторичные часы обеспечивают включение в действие устройств центрального поста.

Устройство управления предназначено для получения командных сигналов: тестовой проверки программно-задающих машин перед началом движения поездов на линии; управления устройствами ввода; дешифрирования сигналов, поступающих с устройства ввода, хранения команд и передачи их в программно-задающую машину; переключения режимов движения поездов по линии и других вспомогательных сигналов по управлению устройствами центрального поста.

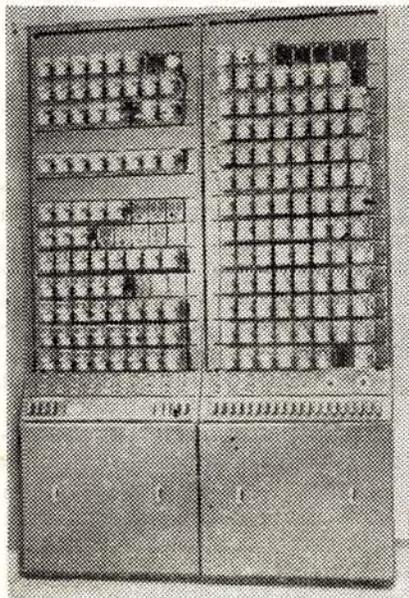
Устройство ввода состоит из лентопотяжного механизма с фотосчитывающей головкой и блоков усилителей, предназначенных для считывания с перфолен-



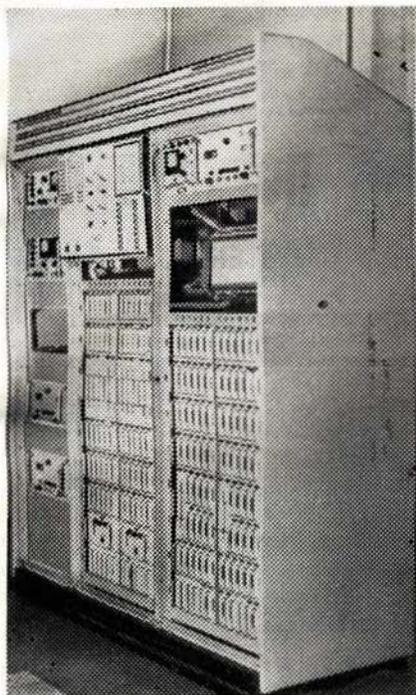
Устройство ввода

ты графика движения всех поездов по начальным станциям каждого пути линии и прочих команд по управлению движением поездов и аппаратурой центрального поста (переключение режимов движения, проверка синхронного продвижения перфолен, переключение устройств ввода и пр.), а также фиксирования информации на реле. Считывание осуществляется дискретно один раз в 30 сек по команде устройства управления с вводом графика в ПЗМ.

Программно-задающая машина служит для выдачи сигналов программного времени отправления поездов с начальных и промежуточных станций линии и прохода составами контрольных точек на перегонах, а также для отсчета времени и выработки тактовых управляющих сигналов. ПЗМ имеет систему предварительного и непрерывного контроля для проверки исправности перед началом движения поездов и сигнализации неисправности с отключением цепей выходных сигналов при соответствующем повреждении в процессе работы. Для каждой линии на центральном посту установлены две ПЗМ, которые работают параллельно,



Релейные стативы



Программно-задающая машина

но команды в линию подает лишь одна из них, являющаяся в данное время ведущей.

Устройство стыковки вырабатывает управляющий сигнал для работы устройств передачи в линию от той или другой ПЗМ. При возникновении сбоя в основной машине ее выходы отключаются, и включаются в работу выходы резервной машины.

Устройство стыковки, синхронизирующее работу обеих ПЗМ, имеет пульт управления и индикации; пульт позволяет произвести ручное переключение машин.

Устройство передачи сигнала в линию транслирует командные и контрольные сигналы, поступающие от ПЗМ на станции и на контрольные точки перегонов.

Пульт ручного управления обеспечивает ввод в ПЗМ сигналов на отправление поездов, не предусмотренных графиком, с начальных станций или отмены их поездным диспетчером линии.

Напольные устройства служат для приема сигналов с центрального поста, выработки и передачи команд управления в поездные устройства. К напольным устройствам относятся путевые программы, устройства контрольных точек и стивы путевых устройств.

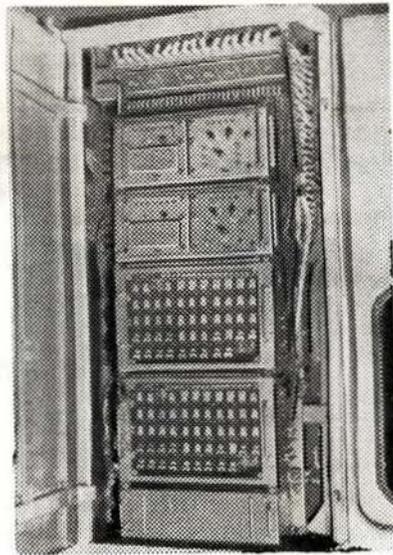
Путевые программы передают индуктивным способом сигналы управления с пути в аппаратуру автоведения, установленную на поезде. Для этого в системе используются два типа программ, из которых одна в виде одновитковой, вытянутой вдоль пути петли (программа хода, открытия дверей и подтормаживания) и другая, представляющая собой одновитковую перекрещенную петлю (программа торможения).

«Ходовые» программы имеют два участка: первый от места остановки поезда до места отключения двигателей (обозначается знаком стрелы) и второй — на длине пути, принятом для дополнительного включения тяги на данном перегоне при опоздании. «Дверные» программы располагают на станциях в местах нахождения соответствующих индукторов. при остановке головного вагона поезда в заданном месте. Тормозные программы устанавливаются на станциях, в оборотных тупиках, а также перед перегонными светофорами; перед последними эти программы включаются в действие только при запрещающих показаниях светофоров. Работоспособность станционных тормозных программ постоянно фиксируется индикатором, установленным в тоннеле и сигнализирующим машинисту о включенном состоянии программы.

Устройства контрольных точек (фотоэлектрические реле или изолирующие стыки рельсовой цепи автоблокировки) предназначены для фиксации моментов прохода поездами определенного места пути на перегоне.

Стивы путевых устройств (СПУ) вырабатывают команды управления движением поездов в увязке с устройствами центрального поста, автоблокировки, электрической централизации, станционными дверями. СПУ содержат: генераторы частоты, реле приема сигналов от центрального пункта, контрольных точек, автоблокировки и т. п., блоки регулирования тягового режима (блоки хода), преобразователи переменного тока в постоянный. СПУ устанавливают в типовых шкафах в тоннелях и на станциях.

Поездное оборудование сосредоточено в головном вагоне и со-



Поездной шкаф автоведения

стоит из приемных индукторов, шкафа автоведения, сигнального пульта машиниста, выключателей и кнопок различного назначения, педалей безопасности, светильника открытия станционных дверей. Поездное оборудование автоведения воспринимает сигналы с пути и воздействует на схему управления поездом.

Индуктор представляет собой две катушки индуктивности, расположенные в специальной конструкции. Индукторы устанавливаются на буксах первой тележки головного вагона и соединяются со шкафом специальными кабелями. Каждый индуктор принимает два сигнала с путевых программ. На головном вагоне находится четыре приемных индуктора.

Поездной шкаф устанавливают в салоне вагона. Он содержит аппаратуру, предназначенную для выделения и усиления сигналов, поступающих от индукторов и для преобразования этих сигналов в команды автоматического управления поездом. Сигнальный пульт контролирует работу схемы поезда.

В принятой системе применен принцип ступенчатого прицельного торможения поездов, при котором на первой ступени скорость снижается до 3—4 м/сек, а на второй ступени осуществляется прицельная остановка с заданной точностью. Для обеспечения заданной точности программируется на пути начальная точка

торможения поезда в зависимости от его скорости. Для выбора точки включения тормозных средств сравнивается фактическая скорость движения поезда с программной. При превышении фактической скорости включаются тормозные средства.

Опоздание поездов из-за их задержки на станциях и перегонах ликвидируется в системе сокращением стоянки на станциях и времени движения по перегонам. Так, если поезд прибыл на станцию с опозданием, то стоянка его соответственно сокращается. При этом время стоянки ограничивается до величины, требующейся для обеспечения выхода пассажиров из состава. Ликвидация опозданий поездов осуществляется соответствующим увеличением времени включенного состояния двигателей после прохода составов на перегонах мест нормального отключения двигателей, где устанавливается аппаратура контрольной точки. Увеличение времени включенного состояния тяговых двигателей происходит в результате сравнения программного и фактического времени проследования поездом контрольной точки. По выявленной величине опоздания устройствами хода выдается команда на дополнительное включение двигателей в тяговый режим. По истечении этого времени отключается вторая часть программы.

Если поезд проходит контрольную точку одновременно с тем, как в ее аппаратуру поступает сигнал с центрального поста, то происходит отключение второй части программы хода и поезд переходит в режим движения на «выбег».

Для большей надежности системы и безопасности движения поездов и пассажиров при работе одного машиниста, сотрудники метрополитена, совместно с Гипротрансигналсвязью выполнили сложный комплекс работ по модернизации поездного оборудования и улучшению схем и конструктивных решений основных узлов поездной аппаратуры и напольных устройств.

К важнейшим техническим мероприятиям относится внедрение: схемы резервного управления поездом; педали безопасности для контроля физического со-

стояния машиниста; системы, контролирующей посадку и высадку пассажиров с применением на станциях зеркал обзора; радиосвязи диспетчера движения с машинистами поездов, на основе использования воловода; автоматического радиоповещения пассажиров в поездах; измененной схемы сигнализации дверной блокировки с применением активного сигнала; схем задержки отправления поезда и закрытия дверей; световых индикаторов контроля уровня сигнала в тормозных программах; схемы синхронизации хода реостатных контроллеров для повышения точности остановок поездов; надежного способа гидроизоляции шлейфов путевых программ, разработанного совместно с Ленметропроектом, и ряд других мероприятий.

Межведомственная государственная научно-техническая комиссия, принимавшая систему, установила, что она выполнена на высоком научно-техническом уровне, отвечает современным требованиям к устройствам железнодорожной автоматики, перспективна, комплексно решает поставленные перед ней задачи и может быть рекомендована для внедрения на метрополитенах СССР.

Принятая система обеспечивает: точность выполнения графика движения поездов в пределах ± 5 сек на всем пути их следования; сокращение времени хода и увеличение пропускной способности в сравнении с ручным управлением, по станциям на 2,5% и по оборотным тупикам на 7,5%; повышение производительности труда локомотивных бригад в два раза (высвобождение помощников машинистов); снижение себестоимости перевозок на метрополитене на 2—3%; повышение безопасности движения поездов в результате поддержания заданных режимов скорости и интервалов времени, а также автоматического торможения поездов перед светофорами, имеющими запрещающие показания; экономию электроэнергии на тягу в размере 2,5% благодаря стабильному выполнению оптимальных по тяге режимов движения поездов; увеличение ритмичности движения поездов по линии, в ре-

зультате централизованной автоматизации управления.

Внедрение автоматики в управление движением поездов в корне изменяет характер труда машинистов, освобождая их от выполнения утомительных и напряженных операций по управлению поездом.

Срок окупаемости системы 1,5 года.

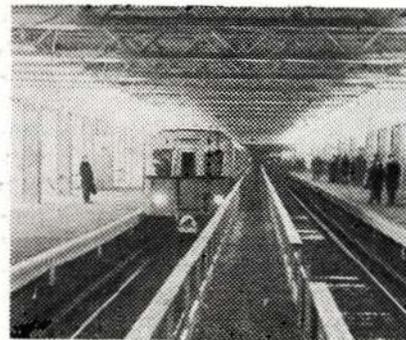
Надежность функционирования состава, оборудованного устройствами автоматического управления, составляет в среднем 2000 ч. на отказ. Центральный пункт управления и напольные устройства, при существующей системе обслуживания за 3,5 года эксплуатации отказов не имели.

Система экспонировалась на международной выставке «Интербитмаш-68» и получила диплом за высокий научно-технический уровень разработки. Она отличается оригинальностью технических решений, защищена двумя авторскими свидетельствами на изобретения и запатентована во Франции и Италии.

В результате сокращения времени движения поездов, при существующих размерах перевозок, достигается экономия общественно полезного времени пассажиров более 150 тыс. условных рабочих дней в год.

Наиболее активное участие в разработке и внедрении системы автоведения поездами приняли следующие работники Ленметрополитена, Гипротрансигналсвязи и ЦШ МПС: К. Кривицкий, В. Аверкиев, В. Азетов, Б. Анашкин, В. Герасенков, Н. Севастьянов, Н. Семенов, В. Сорокин, И. Фишман, И. Шаненков.

Накопленный Ленинградским метрополитеном опыт позволит Гипротрансигналсвязи и Лен-



На станции «Купчино»

метропроекту разработать комплексную систему автоматического управления поездами метрополитена, которая внедряется в настоящее время на Кировско-Выборгской линии. Эта система обеспечит автоматизацию управления и регулирование движения составов при более высокой степени безопасности движения с пропускной способностью до 48 пар поездов в час и максимальной скоростью движения 90 км/ч. Система включает: автоблокировку переменного тока; маршрутно-релейную централизацию с элементами программного управления; диспетчерскую централизацию типа СКЦ-67; диспетчерский контроль путей секций на перегонах; внепоездной контроль скорости и диспетчерскую поездную радиосвязь; устройство программного автоматического ведения поезда (центральный пост, станционные, путевые и поездные устройства, линии связи); устройства автоматического регулирования скорости (АРС).

Большим достоинством этой системы является применение на центральном посту вычислительного комплекса АСВ ТМ, который в начале будет использоваться для управления движением поездов Кировско-Выборгской линии, а затем и других линий метрополитена. Комплекс АСВ ТМ является одновременно основой для создания в дальнейшем информационно-вычислительного центра автоматизированной системы управления (АСУ) метрополитена.

Уместно отметить, что над вопросами авторегулирования и автоведения поездов в метрополитенах длительное время разрозненно работает ряд организаций. Очевидно целесообразно проанализировать, принять и утвердить единые для метрополитенов страны принципы, которые явились бы обязательными как для проектирующих и строящих организаций, так и для ведомств-поставщиков. Это позволило бы сберечь много государственных средств и добиться от промышленности регулярной поставки совершенных серийных вагонов и другого оборудования для автоматизации, отвечающего современному техническому уровню и требованиям эксплуатации.

НОВОЕ В УПРАВЛЕНИИ ЭСКАЛАТОРАМИ



АВТОМАТИЧЕСКОЕ, ДИСТАНЦИОННОЕ, ДИСПЕТЧЕРСКОЕ

В. ПЕТРОВ, главный инженер
эскалаторной службы
Ленметрополитена

В НАСТОЯЩЕЕ время на станциях Ленинградского метрополитена работает 101 эскалатор, преимущественно большой высоты подъема. Предполагается, что с вводом в действие новых участков к 1990 г. число их увеличится вдвое.

Действующие эскалаторные станции имеют значительные пассажиропотоки особенно в центральной части города, при вокзальных и в районах нового жилищного строительства.

Каждый эскалатор станции автономен и приводится в движение электродвигателем, в цепь управления которого включены предохранительные устройства, отключающие эскалатор при технических неисправностях. Кнопки включения и отключения электродвигателей находятся в машинном зале, на верхней и нижней входных площадках. Кроме того, на оголовниках балюстрад установлены аварийные выключатели «стоп» для остановки эскалатора при падении пассажиров или в других случаях, угрожающих безопасности перемещения.

Надзор за работой и состоянием оборудования осуществляет дежурный персонал эскалаторной станции, который выполняет ревизионные работы по очистке и смазке узлов, осуществляет пуск, остановку и переключение эскалаторов в зависимости от пассажиропотока. При такой системе управления и обслуживания дежурный персонал должен постоянно находиться в машинном зале. За безопасностью перемещения пассажиров на эскалаторах наблюдает дежурный службы движения с нижней входной площадки, а за порядком в предэскалаторном зале — дежурный по автоматическим пропускным пунктам.

Таким образом, обслуживание эскалаторов и перемещающихся на них пассажиров в каждую смену производится тремя лицами, двое из которых — машинист и помощник машиниста находятся в машинном зале и один — дежурный у нижней входной площадки.

В течение дня режим работы группы эскалаторов станции обычно стабилен и устойчив. При трех эскалаторах один работает непрерывно на спуск, другой на подъем, а третий находится в резерве. В утренние и вечерние часы максимальных пассажи-

ропотоков третий (средний) эскалатор работает на спуск или подъем, в зависимости от основного направления движения пассажиров.

Режим работы эскалаторных станций, конструкция и электрические схемы их управления позволяют при сравнительно простых и экономичных решениях перейти на автоматическое управление. Функции по управлению эскалаторами с помощью системы местной автоматики в этом случае передаются дежурному, находящемуся на нижней входной площадке.

Автоматическое и дистанционное управление группой эскалаторов станции, являющееся первым этапом работ по внедрению автоматизированной системы управления эскалаторами метрополитена, позволяет:

автоматизировать процессы пуска, остановки и реверсирования эскалаторов;

повысить культуру обслуживания пассажиров в результате более оперативного включения и переключения эскалаторов, с сокращением затрат времени на ожидание;

упразднить постоянное дежурство персонала в машинных залах, улучшив за счет этого условия их труда;

обеспечить переход на новую технологию текущего обслуживания специализированными бригадами;

повысить качество текущего содержания и ремонта эскалаторов, надежность и бесперебойность их работы.

В основу работы системы автоматического и дистанционного управления эскалаторами положено разделение остановок аварийными выключателями «стоп» и предохранительными защитными устройствами (технические остановки).

Направление работы эскалаторов станции на главном приводе при системе автоматизации остается обычным: один крайний на спуск, второй крайний на подъем, средний как на спуск, так и на подъем.

Система автоматизации допускает два режима управления — ручной и автоматический. Переключение производится индивидуально для каждого эскалатора из машинного зала.

Питание автоматизации управления эскалаторами осуществляется переменным током напряжением 380 В от первой секции шпн с автоматическим переключением на вторую секцию в случае потерь питания от первой.

Все три ленты эскалаторов оборудованы перекрывателями, которые имеют у крайних эскалаторов ручной привод, а у среднего — электрический.

Релейная аппаратура и ключи управления смонтированы на отдельной панели, находящейся в машинном зале эскалаторов. Аварийные выключатели, сигнальные устройства и кнопки дистанционного управления установлены на пульте оператора, размещенном в кабине на нижней входной площадке; здесь же имеются средства связи и информации.

Электрическая схема системы управления эскалаторами обеспечивает автоматическое замещение средним эскалатором, находящимся в резерве любого крайнего, остановившегося по технической причине, а также переключение среднего работающего эскалатора на направление остановившегося по технической причине крайнего. При этом переключение среднего эскалатора на спуск происходит только при работе всех трех эскалаторов, а на подъем — как при работе трех, так и при работе двух из них.

Порядок переключения среднего эскалатора следующий: закрываются его перекрыватели на площадке входа, но эскалатор продолжает работу в прежнем направлении до полного вывоза пассажиров, находящихся на нем; после этого эскалатор останавливается и перекрыватели на площадке схода закрываются; затем он автоматически запускается в обратном направлении и перекрыватели также автоматически открываются. При остановке по технической причине двух крайних эскалаторов средний продолжает работать на подъем или переключается на это направление. В случае если при автоматическом включении и переключении среднего эскалатора не откроются перекрыватели, он автоматически останавливается.

При размещении в наклонном тоннеле станции четырех эскалаторов происходит взаимное автоматическое замещение остановившегося по технической причине другим, работающим в направлении остановившегося эскалатора.

С пульта оператора, установленного в кабине на нижней входной площадке, выполняются следующие операции: включение эскалаторов в начале работы метрополитена; при необходимости остановка каждого из них аварийным выключателем; пуск эскалатора в иском направлении после остановки; переключение среднего эскалатора в зависимости от направления максимального пассажиропотока; реверсирование эскалаторов толчками для изъятия попавших в гребенку входной площадки посторонних предметов. Причем реверсирование производится при повернутом на пульте оператора аварийном выключателе и нажатии на специальную кнопку. Движение эскалатора в обратном направлении продолжается не более чем на $\frac{1}{2}$ ступени (200 мм) за каждый цикл реверса и не зависит от продолжительности нажатия на кнопку.

Кабина облицована декоративной фанерой под цвет балюстрады и име-

ет защитные от сквозняков экраны из органического стекла. На пульте оператора, кроме аппаратов пуска и остановки эскалатора, установлены табло, сигнализирующие о режиме управления, об остановке эскалатора аварийными выключателями или предохранительными устройствами, о неисправности автоматических перекрывателей. Кроме того имеется промпункт диспетчерской связи и аппарат местной телефонной связи с верхней входной площадкой и машинным залом.

Перекрыватели входа на эскалатор имеют створки трубчатой конструкции и привод. В закрытом положении створки перекрывают всю ширину прохода на эскалатор, а в открытом положении они утоплены в корпус перекрывателя и не мешают свободному проходу пассажиров. Перекрыватели крайних эскалаторов с ручным приводом имеют фиксаторы открытого положения створок, а среднего — с электрическим приводом — муфту скольжения. Корпус перекрывателей также облицован декоративной фанерой под цвет балюстрады.

Система автоматического дистанционного управления в настоящее время уже внедрена на 17 станциях Ленинградского метрополитена, что позволило реорганизовать на них эксплуатационную работу по текущему содержанию эскалаторов и обеспечило значительный экономический эффект. Срок окупаемости системы автоматизации менее трех лет.

При автоматическом управлении периодический контроль за работой эскалаторов и устранение технических неисправностей осуществляется дежурным машинистом, обслуживающим в смену две-три эскалаторные станции. Ревизионные работы, согласно установленной периодичности, обеспечивает бригада текущего обслуживания на каждой станции. Ревизию и ремонт электрической аппаратуры системы автоматизации и электропривода эскалатора производит специализированный участок по защите и автоматике.

Положительный опыт эксплуатации станций, переведенных на автоматическое и дистанционное управление, позволяет приступить к проектированию второго этапа работ по внедрению автоматизированной системы управления эскалаторами метрополитена — диспетчерского телеуправления.

Диспетчерское телеуправление группой эскалаторных станций с применением прикладного телевидения должно привести к дальнейшему сокращению обслуживающего персонала эскалаторной службы и после накопления опыта работы к ликвидации поста дежурного на нижней входной площадке. Диспетчерский пункт будет объединять группу станций, расположенных в радиусе действия телевизионных установок до 5 км. Первый опытный образец диспетчерского телеуправления предполагается внедрить в 1976 г. на узле Невский проспект — Гостинный двор, объединяющем шесть станций с 19 эскалаторами.



КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ПРОПУСКА ПАССАЖИРОВ

И. ЛЕСОХИН, Ю. ЮРКОВ, инженеры

● Полтора миллиона пассажиров в сутки ● Современные монеторазменные автоматы и пропускная способность ● Новый вид проездных билетов — с использованием магнитных пленок и пластин.

НА ЛЕНИНГРАДСКОМ метрополитене завершена автоматизация кассово-контрольных операций: 32 вестибюля полностью оснащены автоматическими контрольными пунктами и разменными автоматами, счетно-денежными машинами для подсчета выручки и транспортными тележками для подвоза монет; 300 монеторазменных автоматов типа РАВ-64 и 290 автоматических контрольных пунктов установлены на станциях.

Четкая работа этих устройств обеспечивает хорошее обслуживание, а их вид соответствует высоким эстетическим требованиям, предъявляемым к отделке метрополитенов.

Автоматические контрольные пункты и разменные автоматы сконстру-

ированы, изготовлены и установлены работниками Ленинградского метрополитена.

Внедрение комплексной механизации по обслуживанию пассажиров на контрольных пунктах Ленинградского метрополитена началось с 1961 г., когда вместо ручного контроля на всех станциях установили турникеты. Однако это была малопродуктивная механизация, которая вскоре не стала обеспечивать растущий пассажиропоток.

Для увеличения пропускной способности станций в период с 1965 по 1967 гг. турникеты были заменены автоматическими контрольными пунктами — АКП. АКП высокопроизводительны — в минуту пропускают 45—50 пассажиров, работают устойчиво и вполне отвечают требованиям автоматизации. Если бы вновь перейти на прежнюю технологию пропуска пассажиров, то потребовалось бы дополнительно 300 контролеров.

В 1963—1964 гг. применили первые разменные автоматы типа АРМ производства Ленинградского завода торгового машиностроения. Но при эксплуатации их выявились существенные недостатки, поэтому в дальнейшем от них отказались.

Объединенными мастерскими Ленинградского метрополитена были разработаны и изготовлены разменные автоматы РАВ-64, которые в 1967—1968 гг. установили на всех станциях метрополитена. Скорость размена монеты достоинством 10—15—20 коп. составляет примерно 2 сек.

В 1973 г. на станциях заменили малопродуктивные, громоздкие счетно-денежные машины типа МПМ-8 на высокопроизводительные машины марки МС-3 Калининградского завода торгового машиностроения. Машина МС-3 подсчитывает монеты достоинством 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 50 коп. и 1 руб. Она проста по устройству, компактна, долговечна, высокопроизводительна — обрабатывает 1800 монет в мин.

Изготовление устройств автоматизации в Объединенных мастерских Ленинградского метрополитена позволяет эксплуатационникам поддерживать тесный контакт с производителями, быстро внедрять рационализаторские предложения и усовершенствования. Так, конструкция современных монеторазменных автоматов была предложена работникам Объединенных мастерских А. В. Носовым и Н. Д. Корсуновым, а в совершенствовании их принимали участие эксплуатационники А. Суханов, Е. Александров, В. Коляда и многие другие.

В 1973 г. на всех станциях введена система сигнализации монеторазменных автоматов, которая позволяет непосредственно из помещения оператора наблюдать за работой автоматов на пульте и сигнализировать в охрану об открытии автомата, что исключает возможность хищения денег.

Продолженная на Ленинградском метрополитене большая работа по автоматизации контроля и опыт экс-

плуатации устройств в течение 19 лет позволяет дать некоторые рекомендации.

Сведения о количестве принятых пятикопеечных монет автоматами в настоящее время операторы со станций передают по телефону диспетчеру, который суммирует общий итог. Целесообразно внедрить систему автоматизированного учета на любой момент суток. Так, чтобы по запросу диспетчера табло показывало число учтенных пятикопеечных монет отдельно на каждой станции или суммарно на всех станциях.

Необходимо разработать и внедрить систему учета пассажиров, что даст возможность диспетчеру в любое время иметь данные о числе перевезенных пассажиров не только за сутки, но и за период от начала года и следить за выполнением годового плана перевозок.

Над этими проблемами в настоящее время работают сотрудники метрополитена.

Внедрение разменных автоматов, счетно-денежных машин и автоматических контрольных пунктов позволило перейти на бескассовое обслуживание пассажиров, свести число контролеров до минимума и механизировать трудоемкие процессы подсчета выручки в кассах метрополитена. Уровень механизации труда операторов разменных автоматов и счетных машин составляет 80,5%; обслуживание пассажиров по пропуску через контрольный пункт механизировано на 77,7%, штат контролеров и кассиров сокращен на 290 чел., а годовой фонд зарплаты на 364 тыс. руб.

Рост пассажиропотоков на всех станциях метрополитена требует постоянного увеличения их пропускной способности. Только за прошедшие пять лет пассажиропоток увеличился более чем на 100 млн. чел. В настоящее время Ленинградский метрополитен перевозит в сутки 1 млн. 500 тыс. пассажиров. Разменные автоматы и автоматические контрольные пункты должны обеспечивать пропускную способность, соответствующую максимальным пассажиропотокам с учетом необходимого резерва, а также быстрое, удобное и безопасное выполнение всех операций, связанных с обслуживанием пассажиров.

В настоящее время требуется решить ряд назревших проблем, направленных на совершенствование автоматизации контрольных операций на станциях метрополитенов. К ним относятся: создание автоматических устройств для проверки всех видов проездных документов, подсчета пассажиров на станциях и переходах, размена бумажных и металлических денег многооплаченного исполнения; разработка принципиально нового вида проездных билетов с использованием магнитных пленок или пластин, позволяющих производить пропуск пассажиров с наличием такого билета через специальные автоматические контрольные пункты и другие проблемы.



СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ВАГОНОВ

К. КОРОЛЕВ, зам. начальника
службы подвижного состава

ВНЕДРЕНИЕ на Ленинградском метрополитене автоматического вождения электропоездов, оснащенные подвижного состава устройствами автоведения, радиооповещения и радиосвязи, создали предпосылки для формирования сцепов из моторных вагонов как самостоятельных подвижных единиц и их комплексного обслуживания.

На основании анализа системы ремонта моторвагонного подвижного состава Министерством путей сообщения службы подвижного состава и сигнализации и связи разработали применительно к условиям метрополитена новую систему депоовского ремонта, максимально использующую работоспособность оборудования по продолжительности и пробегам между ремонтами и предусматривающую комплексное и посоставное обслуживание и ремонт подвижного состава.

Внедрение новой системы дало возможность повысить качество ремонта, улучшить техническое состояние моторвагонного подвижного состава, увеличить межремонтные пробеги и повысить интенсивность использования электровагонов благодаря сокращению продолжительности их нахождения в ремонте.

Посоставной ремонт подвижного состава в депо уменьшает число перецепок вагонов, обеспечивает хорошую подготовку составов к работе на линиях, облегчает выполнение ревизионных работ по устройствам автоведения, радиосвязи и радиоповещения и позволяет перейти на посоставный подъемочный ремонт.

Принятая система осмотра и ремонта моторвагонного подвижного состава заключается в следующем.

Технический осмотр, который производится через 8—12 ч работы состава и занимает 35—50 мин, обеспечивает содержание электровагонов в исправном состоянии между плановыми видами ремонта, особый контроль за ходовыми частями, тормозами и работой дверных механизмов. С техническим осмотром совме-

щается уборка подвижного состава. Работа выполняется в специально оборудованных пунктах технического осмотра на линиях метрополитена или в электродепо.

Текущий ремонт, выполняемый через 15 суток работы состава (продолжительность 4 ч), предусматривает осмотр, проверку работы вагонного оборудования, аппаратуры автосведения, радиосвязи и радиооповещения, а также регулировку времени хода и синхронности работы реостатных контроллеров и раздвижных дверей. Составы ремонтируются в электродепо.

Малый периодический ремонт производится через каждые 45 суток (продолжительность ремонта 12 ч) для осмотра, ремонта, регулировки, смазки и частичной ревизии вагонного оборудования, аппаратуры автосведения, поездной радиосвязи и радиооповещения. Ремонт состава выполняется в электродепо с расцепкой и прокаткой вагонов. Через два малых периодических ремонта на третий, т. е. через 75 тыс. км пробега, дополнительно измеряются основные параметры колесных пар: величина проката бандажей в трех равноотстоящих точках с выявлением неравномерности; толщина бандажа и его гребня; расстояние между внутренними гранями бандажей.

Большой периодический ремонт, который выполняется через 150 тыс. км пробега состава (продолжительность двое суток), включает осмотр и выполнение ревизионных работ по всем видам оборудования со снятием

приборов с вагонов, а также, при необходимости окраску вагонов, смену дефектных тяговых двигателей, колесных пар и ремонт рам тележек. На колесных парах измеряются основные параметры и производится ультразвуковой контроль осей. Работы выполняют в электродепо с расцепкой и прокаткой вагонов. После выполнения всех ремонтных, ревизионных и регулировочных работ состав обкатывают на линии.

Подъемочный ремонт производится через 300 тыс. км пробега состава (время выполнения для вагонного состава — 18,5 суток) для ремонта узлов и агрегатов моторвагонного подвижного состава, замены изношенных деталей, производства плановых ревизионных работ и модернизации в соответствии с утвержденными правилами подъемочного ремонта. Этот вид ремонта производится в электродепо «Дачное».

Заводской ремонт I и II объемов выполняется после пробега соответственно 900 и 3600 тыс. км для восстановления основных частей кузова, механического, электрического и пневматического оборудования вагонов, замены новыми и ремонта износившихся частей, согласно правилам заводского ремонта. Ремонт обычно производили на электровагоноремонтном заводе, а в настоящее время его осваивает депо «Дачное».

Все виды деповского ремонта электровагонов предусмотрены рабочими графиками технологического процесса, составленными на основании типовых графиков, разработанных

службой подвижного состава и утвержденных Управлением метрополитена.

Типовые графики технологического процесса определяют последовательность и продолжительность производственных операций по каждому виду оборудования электровагонов и затраты рабочей силы по группам работ, исходя из их объема. Типовыми графиками предусматривается:

выполнение работ на электровагонах по осмотру и ремонту механического, пневматического, электрического и специального оборудования — автосведения поездной радиодиспетчерской связи и радиооповещения пассажиров;

организация ремонта состава на основе предварительной заготовки деталей, узлов и аппаратов, т. е. максимальное использование агрегатного метода ремонта;

применение средств механизации, приспособлений, измерительной и регулировочной аппаратуры, согласно требованиям ремонта;

обеспечение рабочих мест материалами, запчастями и деталями в количестве, предусмотренном нормами неснижаемого технологического запаса.

Каждое электродепо разрабатывает рабочие графики технологического процесса с учетом местных условий. На основании рабочих графиков в электродепо «Дачное» составлены сетевые графики планирования работ при ремонте подвижного состава.

МЕТРО В КАЛЬКУТТЕ

(по материалам зарубежной командировки)

К. ЯНЧЕВСКИЙ, инженер

Публикуя статью инженера К. Янчевского о строительстве метрополитена в Калькутте, напомним, что немногим более трех лет назад комиссия Моссовета, в составе которой был начальник Ленметропроекта В. Меденко, знакомилась с городским хозяйством крупного промышленного центра Индии. Одним из вариантов улучшения развития общественного транспорта Калькутты и ликвидации существующей разобщенности районов города явилось предложение о строительстве метрополитена. Тогда тов. Меденко представил схему с характеристикой общего направления первой линии. Среди других обсуждавшихся вариантов решения транспортной проблемы: был избран советский.

Созданный в Калькутте Институт по проектированию (МТП) разработал технический проект, который получил положительную оценку советских специалистов. Инженеры Ленметропроекта В. Рюмин, Н. Кулагин, Г. Скобенинов, Ю. Пестов, инженеры Московского метрополитена Д. Суриков и Метротранспроанса Ф. Гусев совместно с индийскими коллегами представили заключение, позволившее правительству Индии принять решение о строительстве метрополитена и его финансировании. Делегация ознакомила индийских коллег с опытом харьковчан, москвичей и ленинградцев.

Ряд наших предложений позволит значительно удешевить сооружение метро. Если первая очередь его будет прокладываться в основном открытым способом, то вторая магистраль, которая свяжет крупнейшие вокзалы на западе и востоке города, потребует подземной проходки, широкого применения щитов.

Советские специалисты вместе с индийскими коллегами занимаются проблемами организации строительства. Трудностей придется преодолеть немало. Первая — выбор оптимальных путей раскрытия котлованов с учетом движения транспорта на узких улицах Калькутты. Заранее были решены проблемы отвода дождевых вод, которые обрушиваются на город во время продолжительного сезона муссонов. Сложнейшим оказался вопрос отчуждения строительных участков в условиях частной собственности на землю.

Сейчас, когда началось строительство метрополитена в Калькутте, советские метростроители помогают осваивать индийским друзьям технику проходки первой трассы метро.



СВЫШЕ восьми с половиной миллионов жителей насчитывает крупнейший в Индии портовый город Калькутта. Она основана около трех столетий назад и до 1912 года была столицей страны. Калькутта расположена в Западной Бенгалии по берегам реки Хугли. Город строился бессистемно, в центре 3—4-этажная застройка, ближе к окраинам ветхие одно- и двухэтажные здания. В городе есть водопровод, сеть электроснабжения, канализация и водостоки. Со страной Калькутта связана несколькими железными и шоссейными дорогами, а также авиационными линиями. Внутригородской транспорт поражает контрастами. Рядом с автомобилями последних марок по улицам движутся конные двухколесные повозки, повозки с буйволами в упряжке; вслед за трамвайными вагонами — колонны велосипедистов, увешанные пассажирами, автобусы самых различных марок — от небольших машин до 2-этажных гигантов. Немалую роль играют рикши — это и мотоколяски, это и велоколяски, это и коляски, в которые запряжен человек. На окраинах можно увидеть слона, возвышающегося над уличным потоком.

Вся эта пестрая транспортная масса плотно заполняет узкие улицы, являясь трудноуправляемой в силу своих различных скоростей, маневренности и т. д.

Проблема занятости населения — одна из наиболее острых в сегодняшней Калькутте. Значительная часть работающего населения города затрачивает много времени для проезда к месту работы и обратно, испытывая из-за несовершенства городского транспорта, высокой температуры и влажности воздуха большие неудобства и утомление.

Создание скоростного внеуличного вида транспорта в Калькутте стало настоятельной необходимостью. Основные положения проекта и смета на строительство первой линии метрополитена в городе, разработанные специально созданной государственной организацией «Метрополитан Транспорт Проект» Министерством железных дорог Индии, были рассмотрены и одобрены последним совместно с Министерством финансов и в марте 1972 г. утверждены парламентом Индии.

В ближайшем будущем в Калькутте намечено построить три линии метрополитена:

первую, север—юг, в основной левобережной части города — 17,5 км с последующим ее продолжением от южного конца в район Гарин — еще на 8 км;

вторую, с запада на восток, с пересечением первой линии в центре и проходом под рекой Хугли в правобережную часть города (Ховру) — 17 км;

третью — в основной левобережной район, восточнее первой линии — 25 км.

Предполагается, что эти три линии общей протяженностью 67,7 км должны быть построены к 1990 г.

Трасса первой линии с 17 станциями проходит под улицами шириной до 15 м, на северном ее конце будет со-

ружаться депо. На этой линии вначале предусматривается частота движения поездов через 2,5 мин, т. е. 24 пары в час, при максимальной технической скорости движения составов 30 км и эксплуатационной — 33 км в час. Это позволит проезжать всю линию за 30 мин и обеспечить провозную способность 1,3—1,4 млрд. пассажиров в сутки.

К 1990 году намечается довести частоту движения до 40 пар поездов в час.

Все станции колонного типа, за исключением наземной «Дам-Дам», которая будет совмещена с железнодорожной станцией. Платформы — островные. Исключение составляет станция «Центр», на которой предусмотрено сооружение трех платформ, одной — островной и двух — боковых, для пересадки на будущую станцию второй очереди.

Первая линия в северной части начинается эстакадным участком, примыкающим к ст. «Дам-Дам» и имеющим протяженность около 1,7 км. Эстакада состоит из 10-метровых пролетных строений с опорами, расположенными на свайном ростверке. Все элементы эстакады выполняются на месте из монолитного железобетона.

Участок закрытого способа расположен под сортировочными железнодорожными путями ст. «Читпур» и Окружным каналом и имеет протяженность 945 метров. Применение закрытого способа обусловлено здесь необходимостью пересечения этих объектов в условиях тесной застройки подходов. Два однопутных тоннеля, имеющие кривые в профиле и плане, намечено соорудить с применением чугунной обделки при наружном и внутреннем диаметрах соответственно 5,5 и 5,1 м. Глубина заложения — 10—12 м до шельфы свода.

Кольца из чугунных тубингов запроектированы шириной 0,7 м из шести нормальных, одного смежного и одного замкового сегментов.

Участок открытого способа расположен на остальной части трассы, общая его протяженность составит около 15 км. Тоннели прямоугольного очертания, двухпутные, их перекрытия заглублены на 3—5 м от поверхности. На подходах к станциям эти тоннели переходят в однопутные.

Конструкции тоннелей из монолитного железобетона, гидроизоляция — оклеечная, защищенная штукатуркой.

Станционные комплексы состоят из платформенной части длиной 170 м, подземных вестибюлей по концам станций (на некоторых один в центре), совмещенных с подулочными переходами, противодутьевых сбоек и понзительных подстанций. Все конструкции запроектированы в монолитном железобетоне.

Путь имеет ширину колеи 1676 мм с укладкой по отдельным железобетонным шпалам.

При сооружении 1 очереди предстоит выполнить следующий объем основных видов работ:

Разработка грунта	2 млн. м ³ ,
Укладка монолитного железобетона и бетона	700 тыс. м ³ ,
Монтаж чугунных тубингов	10,5 тыс. т.
Забивка металлического шпунта для крепления котлованов	12,5 тыс. т.

То же, свай	3,25 тыс. т.
Установка мет. «оконструкций» крепления котлованов	17,7 тыс. т.
Изготовление стальной арматуры для железобетонных конструкций	1,4 тыс. т.

Гидрогеологические условия строительства исключительно сложные. Под культурным слоем мощностью около 2 м залегают водонасыщенные, так называемые «калькуттские почвы», состоящие из чередующихся слоев слабых глин и мелкозернистых песков с большим содержанием ила и торфа, имеющие коэффициент фильтрации 10^{-3} — 10^{-4} м в сутки. Мощность слоя «калькуттских почв» колеблется от 15 до 25 м. Затем идет слой плотной глины с галькой мощностью до 6 м. Далее на большую глубину простираются водоносные пески с коэффициентом фильтрации 10^{-2} м в сутки.

В соответствии с проектом на участке эстакады сваи погружаются паровыми и дизельными молотами с использованием копров башенного типа. Котлованы разрабатываются вручную. Бетонные и железобетонные конструкции бетонруются в деревянной опалубке. На рамповом участке используется металлическая инвентарная опалубка.

Бетон приготавливается бетоносмесительными узлами, расположенными непосредственно на строительных площадках.

На участке глубокого заложения намечено применение горнопроходческого щитового комплекса ШД-1 при кессонном способе работ с давлением до 2 атм. Откатка предусмотрена аккумуляторными электровозами. Ввиду того, что ожидается выделение из грунта метана, электрооборудование должно быть выполнено во взрывобезопасном варианте. Особое внимание уделяется вентиляции.

Тоннели и станции открытого опоса будут сооружаться с креплением котлованов сваями, шпунтом, а в непосредственной близости от зданий — с применением бетонных стен в грунте. Стены котлованов должны быть раскреплены двумя или тремя ярусами прогонов и расстрелов.

Грунт предполагается разрабатывать экскаваторами, оборудованными обратной лопатой и грейферами.

Понижение уровня грунтовых вод при строительстве не предусматривается, за исключением коротких участков, проходящих в грунтах с достаточным коэффициентом фильтрации.

Движение городского транспорта на время строительства намечено частично переключать на другие магистрали, частично пропустить по временным настилам — мостам над котлованами.

Вся трасса первой очереди разбита на семнадцать участков примерно одинаковой протяженности.

Строительство каждого участка будет осуществляться государственная или частная фирма, получившая подряд от «МТП» по результатам конкурса. В настоящее время работы ведутся лишь на двух из семнадцати участков — эстакадным и рамповым. Намеченный срок сдачи в эксплуатацию первого участка протяженностью 17,5 км с 17 станциями — 1979 г.

В НОМЕРЕ:

Дорогой технического прогресса	1
К. КАПУСТИН. Ленметрострой в определяющем году пятилетки	2
Г. ФЕДОРОВ. В содружестве с наукой	5
Н. КУЛИКОВ. Комбайн КТ-1-5,6	7
А. ТУМАНОВ, А. ЛАПИН, Н. КУЛАГИН. Одноводчатая станция глубокого заложения	8
С. СИЛЬВЕСТРОВ, О. АНТОНОВ, С. МАНДРИКОВ. Исследование статической работы свода станции «Площадь Мужества»	11
В. МЕДЕЙКО, Г. СКОБЕННИКОВ. Новая конструкция станции ко- лонного типа	14
М. СИНИЧКИН, М. ВАСИЛЬЕВ. Замораживание грунтов на «Размыве»	16
За «круглым столом» — участники экспериментальной стройки	18
В. АВЕРКИЕВ. Совершенствование техники эксплуатации	22
В. ЕЛСУКОВ, М. ЛЕБЕДЕВ. Автоматизация движения поездов	25
В. ПЕТРОВ. Новое в управлении эскалаторами	28
И. ЛЕСОХИН, Ю. ЮРКОВ. Комплексная автоматизация и механи- зация контроля и пропуска пассажиров	29
К. КОРОЛЕВ. Система организации ремонта вагонов	30
К. ЯНЧЕВСКИЙ. Метро в Калькутте	31

В подготовке номера к печати приняли участие инженеры
Ленметростроя **В. Белоликов** и **Н. Теленков**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Издательство «Московская правда»

Адрес редакции сборника «Метрострой»: ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11, тел. 228-16-71.

Фото **В. Дьяконова** и **А. Праведнова**.

Технический редактор **А. Милиевский**

Л121287 Сдано в набор 8/X—74 г. Подписано к печати 18/XI—74 г. Тир. 4000 экз.
Объем 4 п. л. Бумага тифдручная 60X90¹/₈. Зак. 3637 Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

22-22

Цена 30 коп.

Индекс 70572

