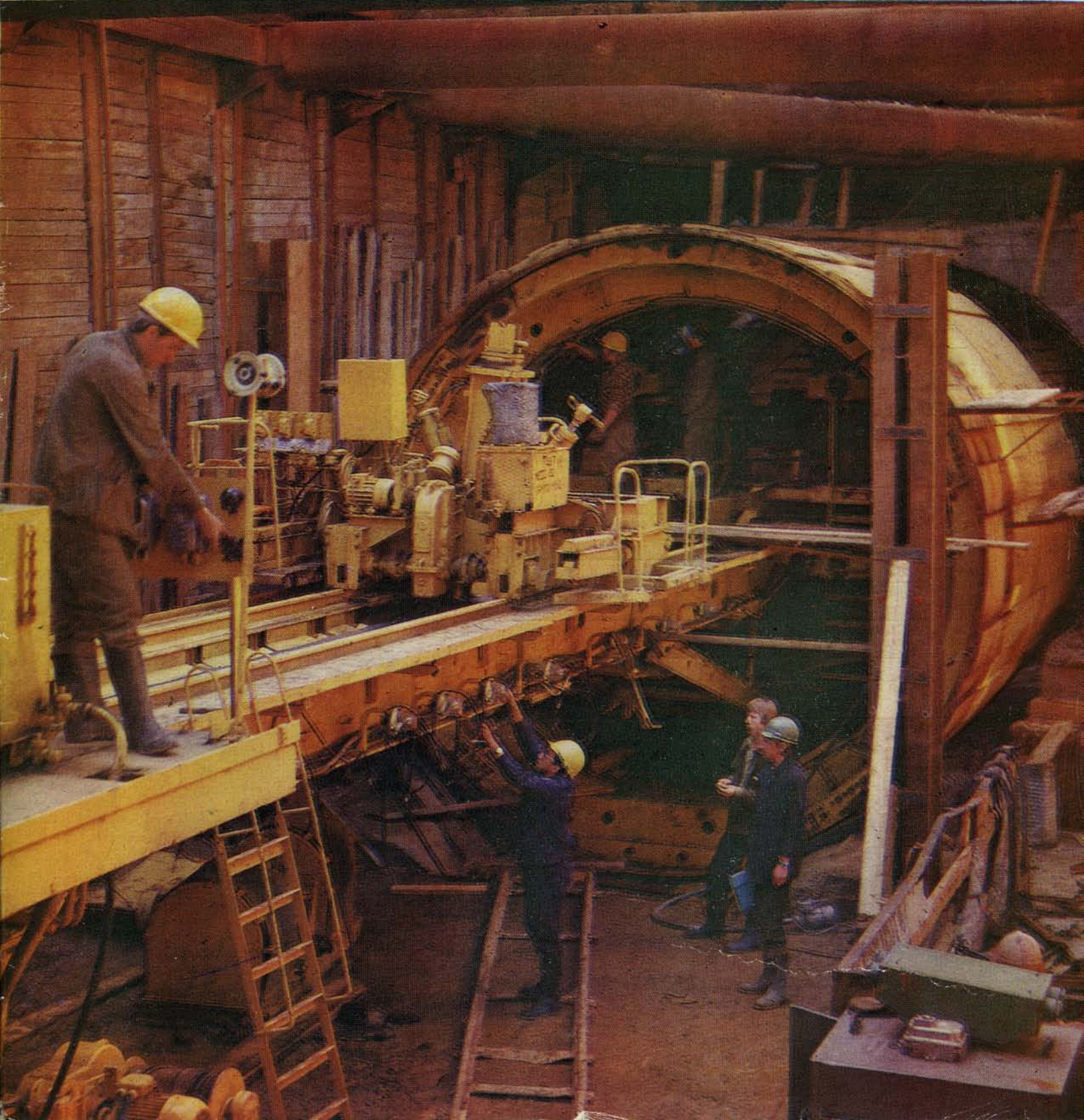




МЕТРОСТРОЙ



МЕТРОСТРОЙ

7 1980

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

В НОМЕРЕ:

Предсъездовское соревнование метростроителей	1
П. Семенов. Досрочно на 5 месяцев. Оценка — «отлично»	2
В. Горбунов. Решая проблемы сейсмостойкости	4
Г. Штерн. Внедрение эффективных новшеств	5
И. Лысый. По бригадному подряду	5
Ю. Атаманчук. Победитель социалистического соревнования	6
Л. Токарчук. План года — к празднику Октября	7
Х. Гафуров. «Сабира Рахимова» — «Максима Горького»	7
А. Прокудин, Ю. Плотников. Минск: из опыта организации комплексного строительства	9
В. Зборовский, В. Осидак. Всесоюзный рекорд проходки	12
В. Храпов, В. Сергеев. Сетевое планирование в тоннельном строительстве	14
Н. Елисеев. Совершенствование опережающей крепи	15
И. Василенко. Зонт эскалаторных тоннелей	17
А. Колузаев. Возврат в первичную сеть тормозной энергии поездов	19
В. Пикуль. Рождение первого тоннеля	21
А. Векслер. В энциклопедии «Москва» — история Метростроя	26
Б. Сосунов, В. Кочетков. Советская проходческая техника в Калькутте	27
Основные показатели работы метрополитенов мира	29
М. Карамышев, С. Черняховская. Автодорожный тоннель Сен-Готард	32

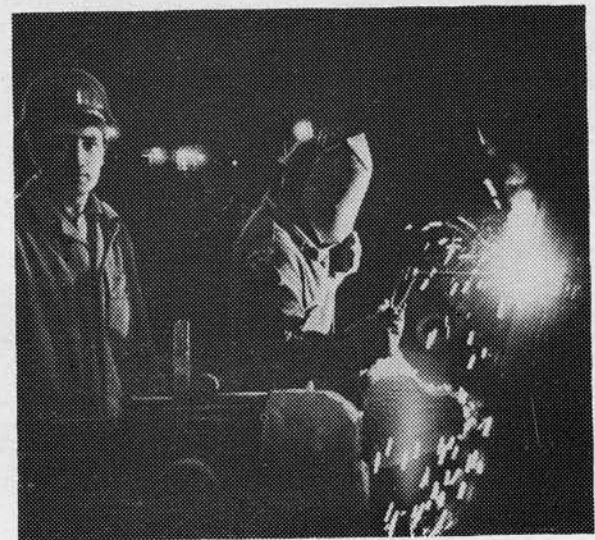
Редакционная коллегия:

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

БУДНИ НАШИХ СТРОЕК



Маркшейдерский контроль на Ташметрострое.



Электросварка на Серпуховском радиусе Московского метро.



Проходчики Минского метрополитена.

ПРЕДСЪЕЗДОВСКОЕ СОРЕВНОВАНИЕ МЕТРОСТРОИТЕЛЕЙ

«Максимум энергии — и это стоит подчеркнуть — нужно приложить к тому, чтобы успешно выполнить и перевыполнить план завершающего года десятой пятилетки, своевременно ввести в строй пусковые объекты, обеспечить устойчивую работу народного хозяйства в 1981 году — первом году одиннадцатой пятилетки. Здесь, разумеется, должно сыграть свою роль социалистическое соревнование в честь съезда».

(Из доклада Л. И. БРЕЖНЕВА на июньском 1980 года Пленуме ЦК КПСС).

Стало доброй традицией встречать съезды ленинской партии трудовыми свершениями, новым размахом социалистического соревнования. Вот и сейчас единодушную всенародную поддержку получил лозунг «Пятилетке — ударный финиш. XXVI съезду КПСС — достойную встречу». Тысячи последователей нашла в стране инициатива москвичей — выполнить годовые задания к 63-й годовщине Великого Октября.

Главное внимание соревнующихся сосредоточивается на достижении наибольших практических результатов, создании хорошей основы для работы в XI пятилетке. Коллективы Главтоннельметростроя приняли повышенные социалистические обязательства и включились во всенародное предсъездовское соревнование.

Досрочно — к 63-й годовщине Октября — завершил пятилетний план строительно-монтажных работ по генподряду коллектив Московского метростроя. 7 ноября (вместо 25 декабря 1980 г.) с высоким качеством работ сдана 115 станция столичного метрополитена — «Шаболовская» без перерыва движения поездов на Калужско-Рижской линии. Среди обязательств москвичей — оказание практической помощи коллективу Армтоннельстроя в подготовке к вводу в эксплуатацию на финише года первой линии метро в Ереване. Армтоннельстрой соревнуется, чтобы открыть восьмой в нашей стране метрополитен в дни празднования 60-летия установления Советской власти в Армении.

На пять месяцев раньше срока — ко дню строителя, 10 августа — пущен второй участок первой линии Ташкентского метрополитена протяженностью 4,5 км с тремя станциями. Участок принят с оценкой «отлично». Сегодня на трудовом календаре Ташметростроя — июнь 1981 г.

Развивая социалистическое соревнование под девизом «От высокого качества работы каждого

к высокой эффективности труда всего коллектива», Ленметрострой обязался на полгода ранее установленного срока во II квартале 1981 г. ввести в строй действующих участок Невско-Василеостровской линии длиной 3,84 км до станции «Обухово», закончить возведение основных конструкций станций «Пролетарская» и «Обухово» ко дню открытия съезда.

Ознаменовать предстоящий партийный форум новыми трудовыми свершениями стремятся все коллективы, занятые на строительстве метрополитенов: киевляне продлевают Куреневско-Красноармейскую линию на 4,7 км, Тбилтоннельстрой успешно осуществляет проходку подземной трассы в районы жилых массивов Глдани и Варкетили.

Полным ходом идет сооружение метрополитена в Минске — пройдено 50% перегонных тоннелей первого пускового комплекса, возводятся 6 станций из 9.

Набирает темпы строительство Горьковского метрополитена. Проложено свыше 3,5 км перегонных тоннелей, ведутся работы на 6 из 8 станций первого участка. На перегоне «Ленинская» — «Заречная» установлен новый всесоюзный рекорд проходки механизированным щитом ТЩБ-7 с монолитно-прессованной бетонной обделкой: бригадой Ю. Торопкова пройдено за месяц 134,6 пог. м тоннеля.

Новосибирские метростроители обязались пройти к открытию съезда 700 м первого перегонного тоннеля с цельносекционной обделкой.

Полнится семья советских метрополитенов. Началось сооружение скоростной подземной дороги в Куйбышеве, сделаны первые практические шаги в Свердловске. Множится вклад участников соревнования за успешное выполнение принятых обязательств и встречных планов, совершенствование методов хозяйствования. Чем эффективнее будут использованы рычаги соревнования, тем увереннее будет старт пятилетки. □

НОВАЯ ЛИНИЯ ТАШКЕНТСКОГО МЕТРО ДЕЙСТВУЕТ!



**ДОСРОЧНО НА 5 МЕСЯЦЕВ.
ОЦЕНКА — «ОТЛИЧНО»**

П. СЕМЕНОВ,
управляющий трестом Ташметрострой

МЕТРОСТРОИТЕЛИ столицы Узбекистана успешно выполнили повышенные социалистические обязательства: на пять месяцев раньше срока сдали в эксплуатацию второй участок первой линии метрополитена протяженностью 4,5 км с тремя станциями. Что способствовало успеху ташкентских метростроителей? Прежде всего, социалистическое соревнование, широко развернувшееся во всех подразделениях генподрядного треста, в коллективах субподрядных строительных и монтажных организаций. Ташметрострой успешно справился с заданием семи месяцев нынешнего года. За это время план строительно-монтажных работ выполнен на 111,2%. Задание собственными силами метростроители перевыполнили на 4,7%.

Начиная с четвертого квартала 1978 г., наш коллектив в седьмой раз подряд завоевывает переходящее Красное Знамя Министерства транспортного строительства СССР за победу во Всесоюзном социалистическом соревновании среди родственных организаций. По итогам республиканского

социалистического соревнования Ташметрострой в 1979 г. удостоен переходящего Красного Знамени ЦК Компартии Узбекистана, Совета Министров республи-

ки, Узсовпрофа и ЦК ЛКСМ Узбекистана.

Отлично встретили метростроители 110-ю годовщину со дня рождения В. И. Ленина. 22 апреля 1980 г. они рапортовали о досрочном выполнении плана десятой пятилетки. По итогам Всесоюзного социалистического соревнования в честь знаменательной даты трест, 7 его подразделений, 5 участков, 7 бригад и 95 передовиков производства награждены юбилейными Ленинскими грамотами. Сегодня на трудовом календаре Ташметростроя — июнь 1981 г.

Большим подспорьем в работе явилось поддержание коллективом патриотических починов и инициатив. Так, в движении за коммунистическое отношение к



Габаритная рама на станции «Максима Горького».



Символический ключ от нового участка Ташкентского метрополитена вручен кандидату в члены Политбюро ЦК КПСС, первому секретарю ЦК КП Узбекистана тов. Ш. Р. Рашидову.

труду участвуют свыше 1 800 человек, из них 933 — ударники коммунистического труда. А бригад, носящих это звание, в Ташметрострое — 24. Широко поддержан почин свердловчан о выполнении пятилетнего задания меньшим составом. Свыше 50 строителей были направлены из передовых бригад в отстающие. Успешно внедряется в тресте почин ростовчан «Работать без отстающих». Его поддержали свыше 1800 человек, 15 участков и 32 бригады.

Сокращению сроков строительства пускового участка в значительной мере способствовало внедрение в производство новой техники и технологии. Ташметрострой перешел на массовое изготовление и монтаж перегонных

тоннелей из блоков цельносекционной обделки. Разработана новая технология строительства станции, притоннельных и пристанционных сооружений с высокой индустриализацией всех производственных процессов, в том числе и отделки. Это позволило в сжатые сроки уложить 75 тыс. м³ монолитного бетона и железобетона, гидроизолировать 70 тыс. м² конструкций, смонтировать 8,6 км верхнего строения пути, облицевать гранитом и мрамором 15,5 тыс. м² поверхности.

Во всем этом немалая заслуга наших передовиков — опытных бригадиров И. Лысого и А. Тухина из СМУ № 1, которые весь объем работ 1980 г. выполнили методом бригадного подряда. Отлично потрудились бригады

отделочников З. Абдуллаева, проходчиков В. Леонова, К. Виноградова и Г. Люстера, слесарей-монтажников Е. Коробкова, водителей И. Саюрова; электросварщица Н. Шишкина, крановщица Н. Богоявленская и многие другие.

Хочется поблагодарить за ударный труд организации заказчика, проектировщиков, субподрядчиков из трестов «Ташсантехмонтаж», «Узпромвентиляция», «Узэлектромонтаж», рабочих второго завода железобетонных изделий, Газалкентского камнеобрабатывающего комбината, ССП № 901, наших шефов — трудящихся города.

Сейчас основные силы Ташметростроя сосредоточиваются на возведении первого участка второй линии метрополитена протяженностью 5,6 километра, который свяжет станцию «Пахтакор» первой линии с железнодорожным вокзалом. □



РЕШАЯ ПРОБЛЕМЫ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

В. ГОРБУНОВ,
главный инженер Ташметростроя

СЛОЖНЫЕ инженерно-геологические и сейсмологические условия Ташкента потребовали разработки и создания новых конструкций, материалов и механизмов.

В широком масштабе внедрена обделка из цельносекционных железобетонных элементов при строительстве перегонных тоннелей и притоннельных сооружений открытого способа работ.

Решая проблемы сейсмостойкости, ташкентские метростроители в тесном содружестве с проектировщиками разрабатывают конструкцию станции нового типа. Внедрена технология сооружения лотка колонной станции «Пушкинская» из укрупненных сейсмостойких железобетонных блоков.

Важное значение имеет повышение темпов строительства пе-

регонных тоннелей закрытого способа. Для увеличения проходческих скоростей в условиях Ташкента необходимо создание облегченного механизированного щита для слабых водонасыщенных грунтов. Разработаны варианты щита, но предстоит исследовательская работа и их опробование.

Впервые в практике отечественного метростроения в Ташкенте осуществлена проходка перегонных тоннелей закрытого способа работ под действующими железнодорожными путями в условиях обводненных галечниковых грунтов.

Особо следует отметить КЭПРО треста. За период строительства второго участка она освоила десятки наименований деталей верхнего строения пути и полностью обеспечила потреб-

ность подразделений треста в защитных коробах контактного рельса. Механический и арматурный цеха полностью обеспечили потребность строительства в металлоконструкциях и армоизделиях.

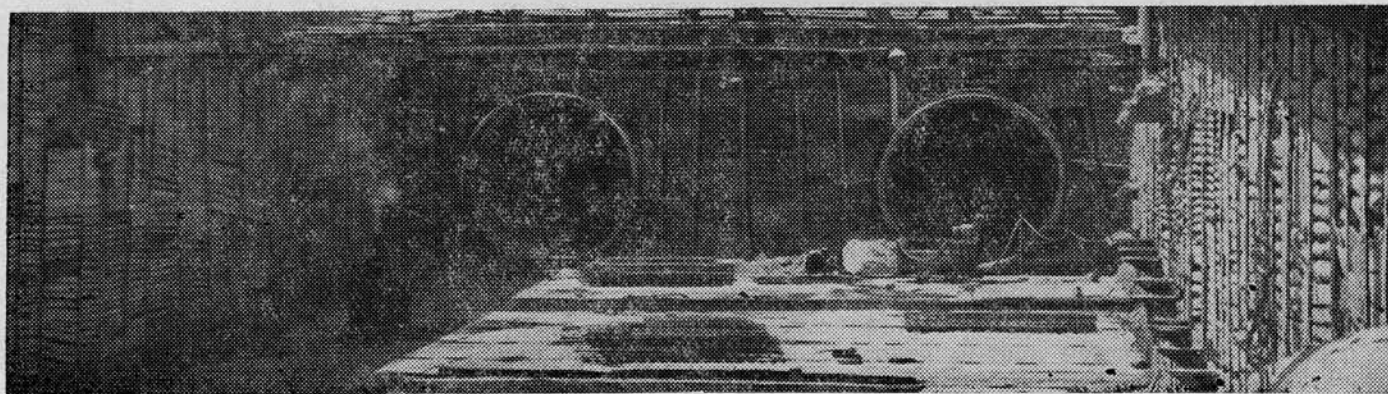
Немалый вклад в успешное и досрочное завершение строительства нового участка внесли рационализаторы треста. Большая и плодотворная работа позволила выполнить пятилетний план по экономическому эффекту от внедрения рационализаторских предложений к 110-й годовщине со дня рождения В. И. Ленина.

В достигнутых успехах важную роль сыграло движение за коммунистическое отношение к труду, распространение передовых починов: «Пятилетнее задание бригады — меньшим составом», «Ни одного отстающего рядом», «Пятилетнее задание — к 110-й годовщине со дня рождения В. И. Ленина».

За семь месяцев текущего года по методу бригадного подряда работало 11 бригад. Ими выполнено 50% от общего объема строительно-монтажных работ (выполненных собственными силами).

В подразделениях треста неоднократно проводились конкурсы профессионального мастерства. По результатам последнего 24 рабочим присвоено звание «Лучший по профессии». □

ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Станция «Максима Горького». Подготовка под вентсбойку.



ВНЕДРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ НОВШЕСТВ

Г. ШТЕРН,
начальник СМУ № 1 Ташметростроя

НАШЕ СМУ строило станцию «Пушкинская», перегон «Пушкинская» — «Максима Горького» и вело комплекс работ по устройству верхнего строения пути.

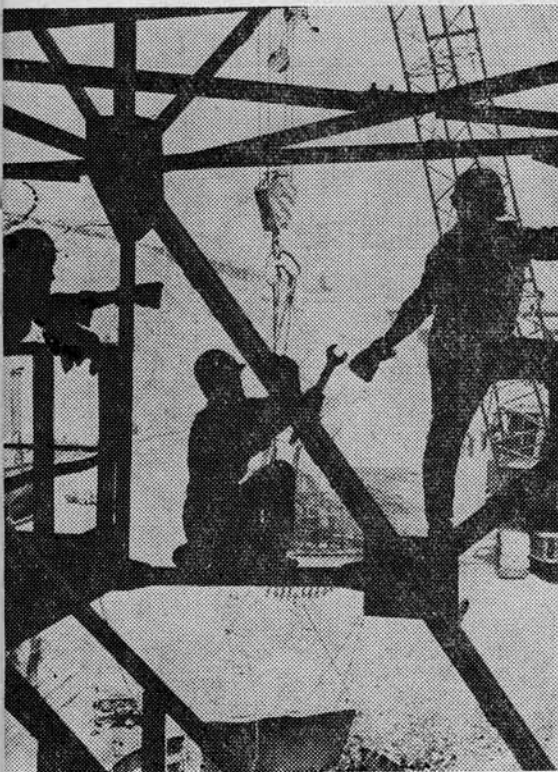
Станция колонного типа возводилась в котловане с откосами в сложных гидрогеологических условиях с предварительным водопонижением. При сооружении

платформенной части и вестибюля № 1 впервые применен сейсмостойкий лоток новой облегченной конструкции из железобетона М-400. В результате этого трудозатраты сократились почти вдвое, расход арматуры и бетона уменьшен на 40%. Отделочные работы выполнены своими силами.

Проходка под железнодорож-

ной станцией Салар с восемью путями велась без остановки движения поездов в несвязных галечниках с линзами конгломератов на известняковом цементе. Проходка осложнялась высоким уровнем грунтовых вод. Если на первом участке устройство верхнего строения пути выполняли москвичи, ленинградцы, киевляне, харьковчане и бакинцы, то на втором — путейцы СМУ № 1 Ташметростроя. Шпалы монтировали в цехе, плиты ходового и контактного рельса сваривали на специальном комплексе, установленном на эстакаде через реку Салар.

Сокращению сроков строительства во многом способствовало внедрение бригадного подряда. По этому методу работали коллективы — проходчиков И. Лысого, А. Тухина, В. Маглева, П. Клименкова; путейцев Р. Загруднинова, отделочников З. Абдуллаева, облицовщиков В. Плеханова и А. Халимонова. □



На участке открытого способа работ.



ПО БРИГАДНОМУ ПОДРЯДУ

И. ЛЫСЫЙ,
бригадир комплексной бригады проходчиков
СМУ № 1

МЫ РАБОТАЛИ на сооружении станции «Пушкинская» по новой форме хозрасчета — бригадному подряду. Построили венткамеру, СТП, вентсбойку, вестибюль № 1, сходы № 1 и № 2 с КМК, а также выполнили комплекс работ по монтажу подвесного потолка. Все объекты сдавали с оценками «отлично» и «хорошо».

Бригада сэкономила материалов на 44000 руб. Каждый станционный объект был сдан досрочно в среднем на 8 дней. За

экономии материалов, сокращение сроков строительства, сохранность сборных конструкций и деталей получено 22000 руб. денежной премии. Хорошо потрудились проходчики В. Шегай, В. Белов, Р. Ромазанов, А. Кузьмин, М. Яппаров и другие.

Несмотря на трудности, бригада с честью выполнила обязательства по возведению «Пушкинской». Это способствовало досрочному завершению II очереди первой линии Ташкентского метрополитена. □



ПОБЕДИТЕЛЬ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ

Ю. АТАМАНЧУК,
начальник КЭПРО Ташметростроя

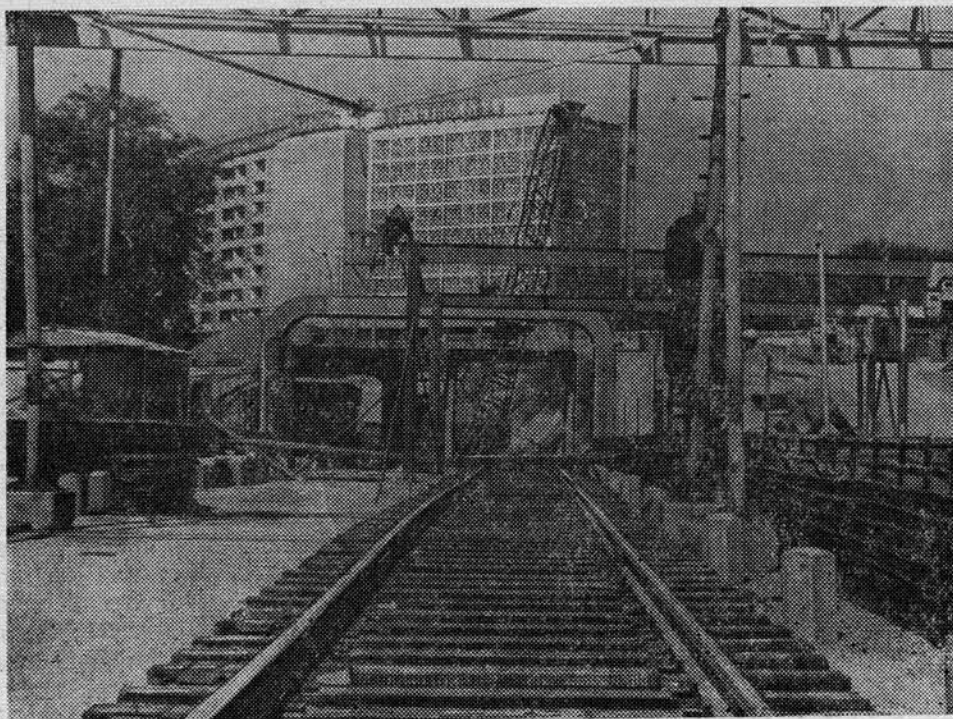
ПЕРЕД нашим подразделением стояли ответственные задачи: своевременная разработка грунта на станциях, бесперебойное обеспечение сжатым воздухом и бетоном, изготовление армоконструкций, обширная номенклатура изделий по верхнему строению пути, деталей и конструкций СЦБ и автоведения, металлоконструкций постоянных сооружений, а также качественный ремонт горношахтного оборудования. Все это требовало четкой, слаженной работы. Прав-

да, не раз давала знать нехватка станочного оборудования, не всегда оперативным было снабжение.

За время строительства участка мы освоили более 30 наименований новых деталей верхнего строения пути, изготовили 15 новых штампов, 3 гидравлических прессы, построили и ввели в действие бетонно-растворный узел, арматурный и деревообрабатывающий цеха. КЭПРО полностью обеспечивала строящуюся линию металлоконструкциями и армо-

каркасами. Большую роль в выполнении возложенных на КЭПРО задач сыграли политико-воспитательная работа, наставничество, социалистическое соревнование и рационализаторская деятельность. За 10 кварталов, предшествовавших досрочному пуску, КЭПРО 8 раз выходила победителем социалистического соревнования среди вспомогательных производств треста. Два года подряд коллектив удерживает первое место по рационализаторской работе. В предпусковой год КЭПРО присуждено I место по состоянию охраны труда и техники безопасности.

Особо следует отметить передовиков производства — бригадиров Л. Куляева (комсомольско-молодежной бригады коммунистического труда) и Е. Коробкова (чья бригада получила Почетную Ленинскую грамоту); машинистов экскаваторов В. Лебедева, М. Зарипова, В. Кушакова, удостоенных звания «Лучший механизатор транспортного строительства»; столяра А. Булиха, слесарей-ремонтников Д. Записного и В. Цуканова. □



ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Монтаж рельсостварочного цеха на метрозастакаде через канал Салар



ПЛАН ГОДА — К ПРАЗДНИКУ ОКТЯБРЯ

Л. ТОКАРЧУК,
бригадир проходчиков Тоннельного отряда № 2

ТАШКЕНТСКИЕ метростроители, как и весь советский народ, с воодушевлением восприняли постановление Центрального Комитета КПСС «О социалистическом соревновании за достойную встречу XXVI съезда КПСС». Мы успешно справились со своими обязательствами по досрочному вводу в эксплуата-

тацию нового участка ко Дню строителя, 10 августа.

Для бригады, которой я руковожу, 10-я пятилетка была особенной: мы построили станцию «Максима Горького» и прилегающие перегонные тоннели. Производственных успехов коллектив достиг благодаря внедрению передовых методов труда.

Товарищи поддержали почину: «Работать без отстающих», «Пятилетнее задание — меньшим составом». Все строительномонтажные работы выполнили методом бригадного подряда. Коллективу присвоено звание «Бригады коммунистического труда». Это высокое звание обязывает нас еще бережнее относиться к материалам, крепить производственную и трудовую дисциплину.

Мы приняли новые обязательства — план 1980 года выполнить к 63-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции. Наша бригада укладывала по 150 пог. м в сутки путевого бетона вместо 75.

Хочется назвать наших передовиков: Калатушкина, Эшмуратова, Джаббарова, Ткаченко, сменного инженера Ермакова. После сдачи нового участка бригада начала сооружать пересадочную станцию «Пахтакор» второй линии метрополитена. □



«САБИРА РАХИМОВА» — «МАКСИМА ГОРЬКОГО»

Х. ГАФУРОВ,
главный инженер Ташкентского метрополитена

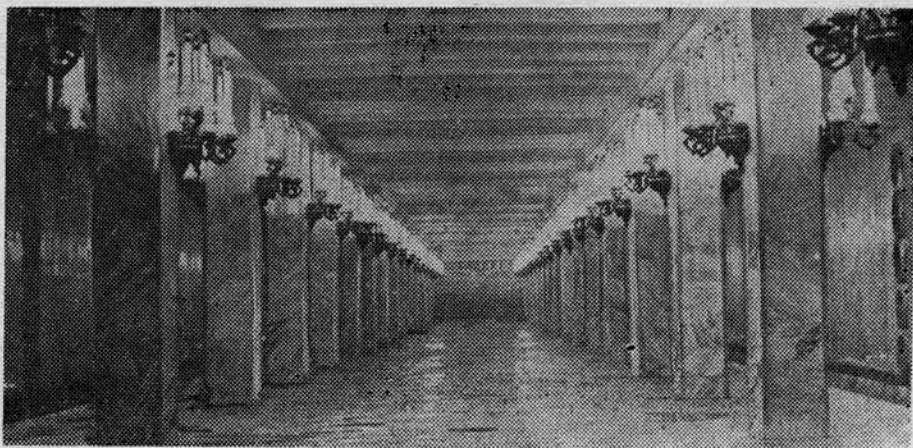
наземного транспорта и автомобильными стоянками. Решением Исполкома Ташгорсовета изменены некоторые маршруты автобусов и троллейбусов. Жилые массивы Карасу-2, тракторостроителей и др. имеют теперь прямое сообщение до метровокзала «Максима Горького».

Представляет интерес архитектурное оформление трех новых станций. Свод станций «Хамида Алимджана» прорезают восемь ярких вставок (по длине платформы), выполненных из сборных бетонных плит, инкрустированных смальтой и утоп-

С ВВОДОМ нового участка Ташкентского метрополитена имени В. И. Ленина объем пассажироперевозок увеличился на 40—50 тыс. человек в сутки. Улучшено транспортное обслуживание жителей Академгородка, Луначарского и других прилегающих к новым станциям районов.

Время следования от станции «Сабира Рахимова» до «Максима Горького» — 24 минуты.

Решен ряд транспортных и градостроительных задач. Вестибюли, подземные залы, переходы с разветвленной системой расположены рядом с остановками



Станция «Пушкинская».



Станция «Хамида Алимджана». На снимках: высеченный в камне бюст поэта (вестибюль № 1); фрагменты отделки из стеклосмальты.

ленных в монолит конструкции. Путевые стены облицованы светлым мрамором. По оси платформы установлены десять светильников, каждый из которых напоминает цветок со стеблем из резного газганского мрамора и чашечкой из орнаментального литого стекла голубоватого цвета. В архитектурно-художественном решении интерьеров авторы стремились выразить колорит узбекской поэзии. В одном из вестибюлей станции установлен бронзовый бюст поэта Хамида Алимджана.

Впечатляет архитектурный облик «Пушкинской». Уширенные колонны облицованы дымчатым мрамором с углубленными в них овальными вставками из литого алюминия, анодированного под бронзу; вдоль ригеля по обе стороны — бра из литого стекла. Это создает светлый и сдержанный фон. Путевые стены облицованы газганским мрамором теплых тонов, платформа — гранитом серого цвета. В торцах вестибюлей выполнены

светящиеся художественные витражи по произведениям великого русского поэта.

Символика темы «Горький — буревестник революции» получила отражение в архитектуре односводчатой станции «Максима Горького». На путевых стенах, облицованных светлым мрамором, установлены вставки из красного гранита. На торцах — бронзовые панно по известным произведениям писателя.



Станция «Максима Горького». Торцевая стена

В части технического оснащения на новом участке внедрена комплексная система автоматического управления движением поездов, электронные интервальные и суточные часы. Чтобы создать нужный микроклимат, на каждой станции предусмотрены камеры орошения для очистки и увлажнения воздуха, подаваемого мощными вентиляторами. На станциях установлены новые пиктограммы.

Скоро на втором участке появятся новые электропоезда из комфортабельных вагонов с большей вместимостью.

Коллектив Ташкентского метрополитена добился определенных успехов в повышении эффективности эксплуатационной работы при одновременном достижении высоких темпов в выполнении и перевыполнении всех плановых показателей. Так, досрочно, 16 июня выполнен полугодовой план перевозки пассажиров. Сверх ожидаемого количества перевезено 2,5 млн. человек. В общегородских перевозках удельный вес метрополитена составил 10 процентов. От внедрения мероприятий по новой технике, научной организации труда и рационализаторских предложений получен экономический эффект в 131 тыс. руб.

Сейчас наш коллектив включился в социалистическое соревнование за достижение высокой эффективности и образцового общественного порядка, за присвоение звания «Предприятия высокой культуры производства». □

МИНСК: ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А. ПРОКУДИН,
начальник Минскметростроя,
Ю. ПЛОТНИКОВ,
начальник Минскметропроекта

РАДИАЛЬНО - КОЛЬЦЕВАЯ планировка Минска обусловила схему линий метрополитена в виде трех пересекающихся диаметров. Они объединяют наиболее крупные пассажирообразующие узлы и создают треугольник в центре города с тремя пересадочными станциями: «Октябрьская», «Площадь Ленина», «Юбилейная».

Ввод в эксплуатацию трех линий общей протяженностью около 50 км намечен на 2000 г.

Годовой объем пассажироперевозок составит 363 млн. пассажиров, нагрузка на 1 км сети — около 7,3 млн. человек. Доля перевозок метрополитеном в системе городского общественного транспорта составит 26%.

Первый пусковой комплекс — участок метрополитена протяженностью 8,57 км от «Института культуры» до «Московской» с девятью станциями.

Сегодня, когда пройдено более 50% перегонных тоннелей и возводится 7 станций из 9, можно заключить, что фактические инженерно-геологические условия строительства метрополитена в Минске значительно сложнее, чем показали изыскания. Широкое распространение валунов, гравийно-галечниковых грунтов, цементированных песков затрудняет устройство свайного крепления котлованов и ведение щитов. Обилие подземных вод (которые по условиям залегания подразделяются на верховодку, грунтовые воды спорадического распространения и межпластовые) также осложняет щитовую проходку и удержание лба забоя. По трассе широко представлены

сильно перемятые четвертичные породы. В значительных по количеству понижениях кровли лесовидных супесей и суглинков скапливается вода, которая затем неожиданно (изыскания не всегда позволяют выявить водопоры) появляется в забое.

В зоне строительства обнаружены подземные склады со взрывчатыми веществами и выработки времен войны.

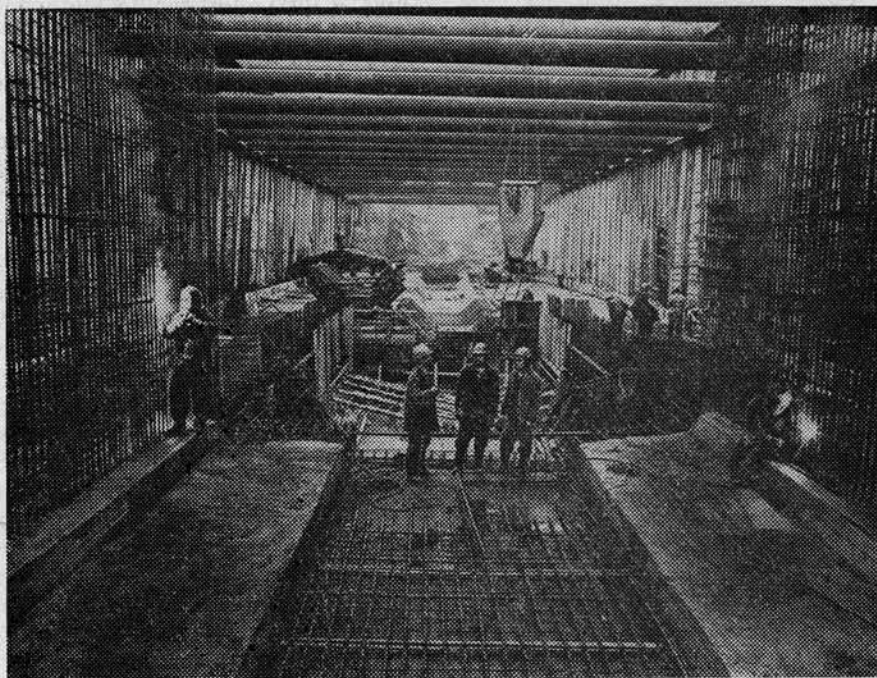
Встречаются отдельные участки с включением крупных фракций более 50%, в том числе валуны диаметром до 1,5 м и притоками воды в забой от 2 м³/час до 6 м³/час с выносом боль-

шого количества песка, гравия и глинистых частиц (например, при проходке тоннеля между станциями «Парк Челюскинцев» и «Академия Наук», сооружаемого механизированным комплексом ТЩБ-7).

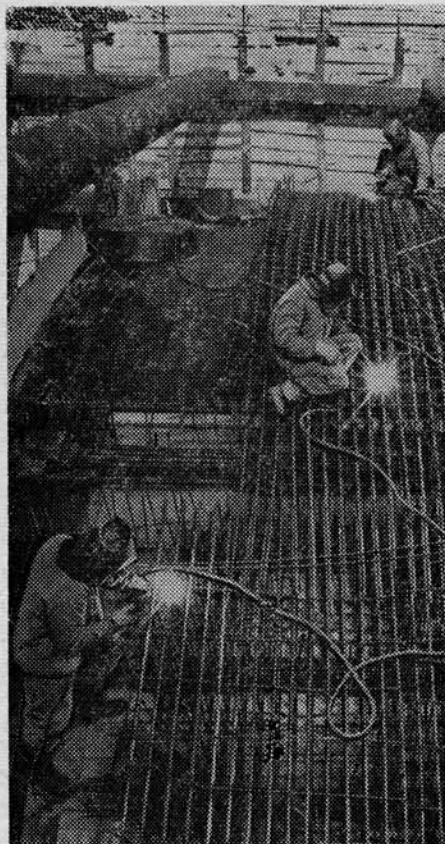
В настоящее время закончено строительство перегонных тоннелей между станциями «Парк Челюскинцев» и «Московская» обычным и механизированным щитами со сборной железобетонной обделкой; «Парк Челюскинцев» — «Академия Наук» комплексом ТЩБ-7 с монолитно-прессованной обделкой; «Институт культуры» — «Площадь Ленина» обычным и механизированным щитами со сборной железобетонной обделкой, обжимаемой в породу.

Следует особо выделить сооружение перегонных тоннелей под 17 действующими железнодорожными путями в районе вокзала между станциями «Институт культуры» и «Площадь Ленина».

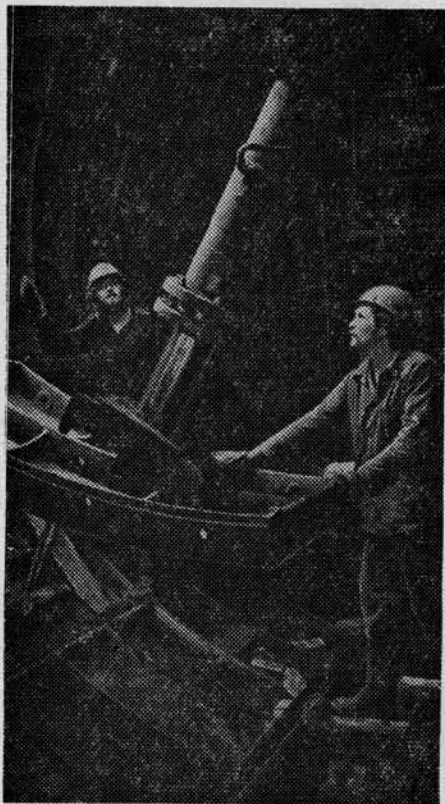
Гидрогеологические условия строительства — пески с включением крупных фракций, грунты естественной влажности. Расстояние от уровня головки рельса железной дороги до шельги тоннелей было незначительным. Проект предусматривал устройст-



Момент строительства станции «Академия Наук».



Сварка и монтаж каркасов станционного свода «Парка Челюскинцев».



Укладка последнего тубинга в левом перегонном тоннеле от станции «Академия Наук».

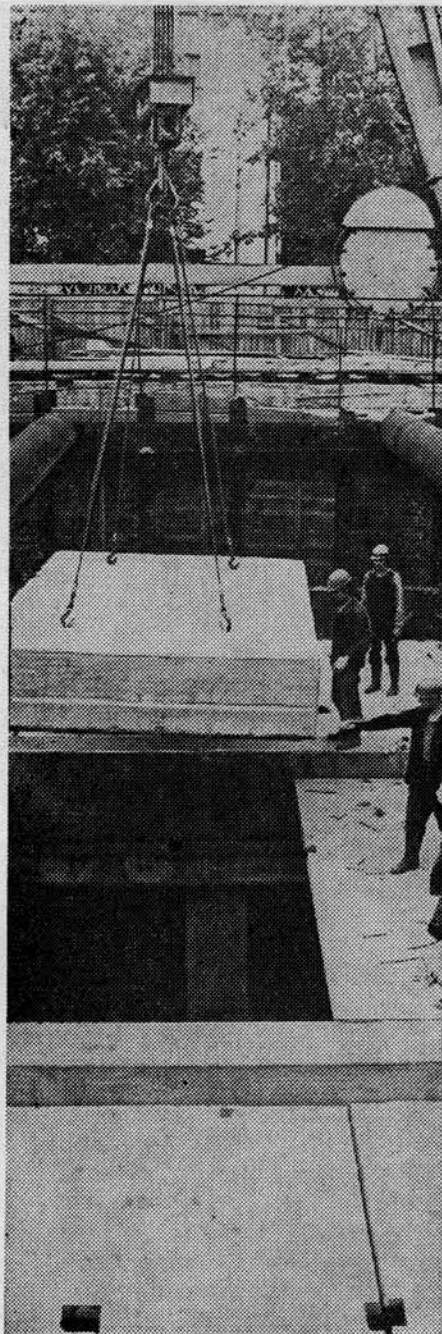
во в зоне проходки предохранительных пакетов. Однако строители отказались от дорогостоящих пакетов за счет применения нагнетания раствора в оболочку щита за первое смонтированное кольцо с постоянной подвижкой щита и постоянной подбивкой балласта под шпалы. С ближайших к забою двух путей сняли движение поездов.

Между станциями «Академия Наук» и «Площадь Якуба Коласа» тоннели сооружают комплексами ТШБ-7 с монолитно-прессованной обделкой, «Площадь Ленина» и «Октябрьская» — обычными щитами со сборной железобетонной обделкой.

Все станции, за исключением «Комсомольской», возводятся открытым способом. По последней, исключенной при утверждении технического проекта, ставится вопрос о возможности в дальнейшем соорудить станцию на действующей линии без перерыва движения поездов.

При забивке свай станционных котлованов строители испытывали большие трудности. Так, на станции «Парк Челюскинцев» 12% свай практически вышло из строя, пришлось дополнительно укреплять котлован бетонной стенкой. На «Академии Наук», где встречены сцементированные пески и валуны, бурили скважины и опускали в них сваи. На станции «Институт культуры» часть свай попала в подземную выработку военных лет. При разработке грунта в котловане был обнаружен склад боеприпасов. Сваи зависли в мягко-пластичных глинах. Пришлось ставить дополнительные расстрелы и укреплять основание.

Проектировщики совместно со строителями, учитывая специфику местных инженерно-геологических условий, постоянно ищут пути, позволяющие надежно решать возникающие инженерные задачи. Одним из принятых направлений является создание постоянных несущих конструкций метрополитена методом «стена в грунте». Первым шагом в решении этой задачи было возведение торцевой стены на станции «Московская» до вывода щитов с перегона. Получив положительный результат, выполнили



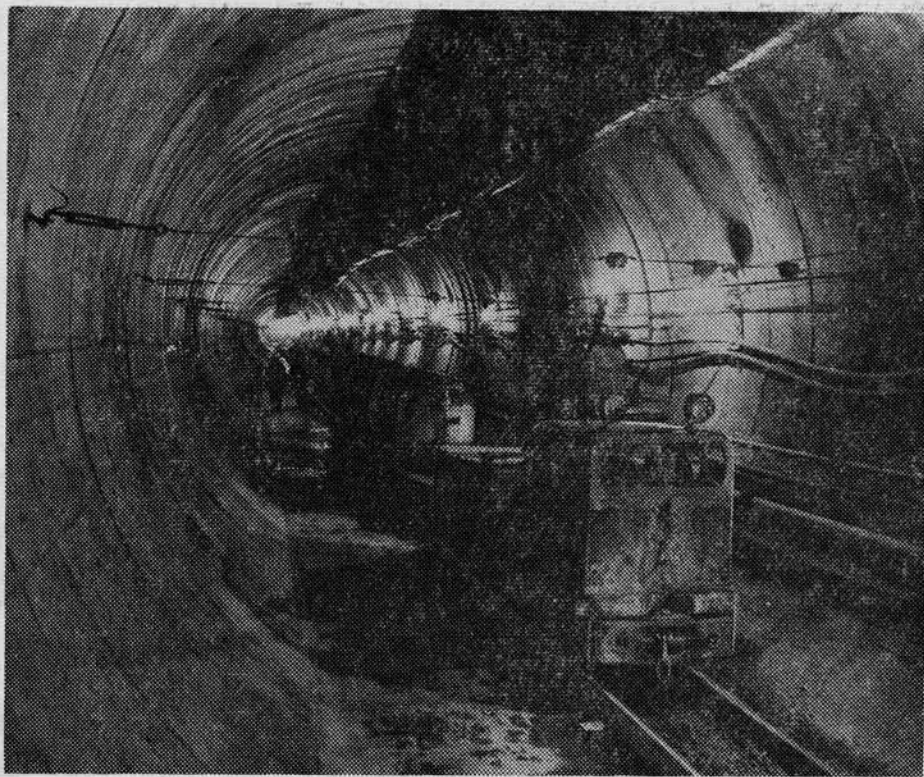
Последняя плита платформенного участка станции «Московская».

стены тупиков за станцией на участке 96 м методом «стена в грунте» в качестве постоянной конструкции. Накопленный опыт перенесен проектировщиками и строителями на возведение стен платформенного участка станции «Площадь Ленина» как постоянной несущей конструкции. Это позволило создать качественно новый архитектурно-конструктивный образ.

Серьезной народнохозяйственной задачей является снижение металлоемкости обделок метрополитена. Один из путей решения этой задачи — расширение области применения монолитно-прессованной обделки. Для улучшения ее качества в местах сопряжений конструкции перегонных тоннелей с притоннельными сооружениями запланировано армирование обделки. Последнее предусматривается также на десятиметровом участке ввода щита ТЩБ-7. Важно, на наш взгляд, увеличение водонепроницаемости монолитно-прессованной обделки путем использования бетона на напрягающем цементе. Возведение такой обделки предусматривается на перегоне «Площадь Якуба Коласа» — «Площадь Победы».

Хорошо зарекомендовал себя метод откатки грунта и доставки сборного железобетона в забой колесным транспортом взамен рельсового. Однако на развитии данного метода сказывается отсутствие малогабаритных самосвалов большой производительности.

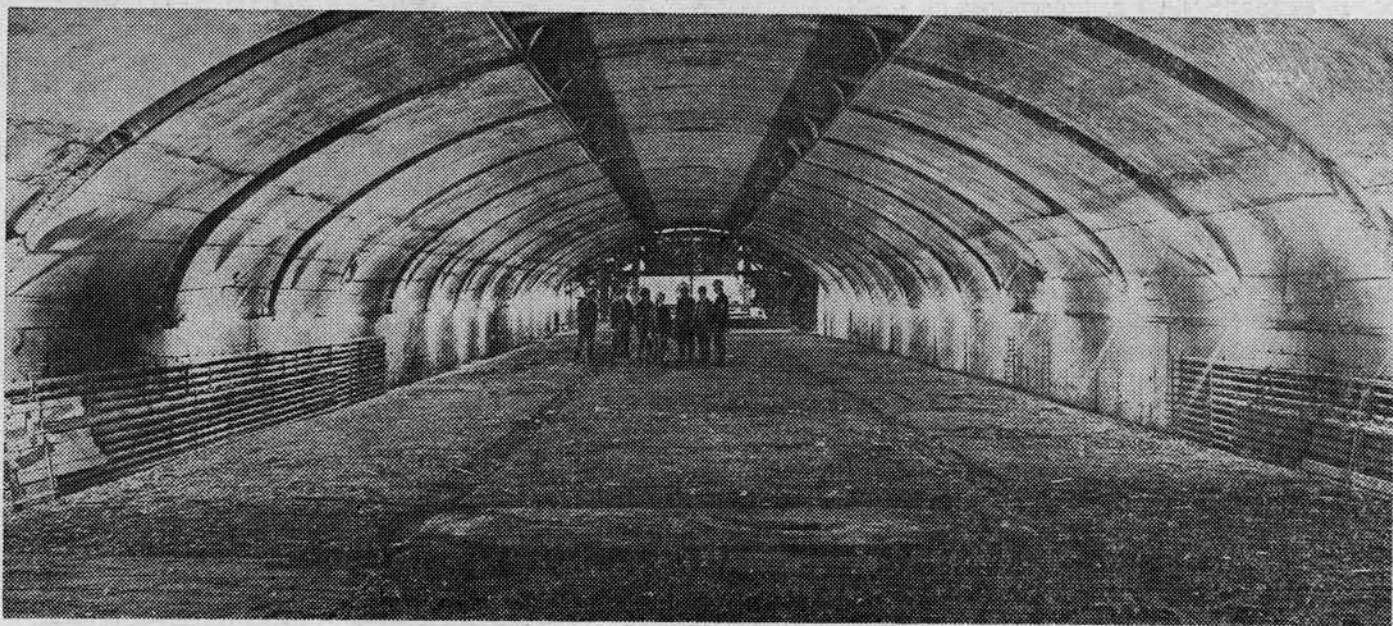
Взятые строителями темпы работ позволят уже в 1982 г. высвободить на участке первой линии ряд щитов и щитовых комплексов, поэтому уже сегодня проек-



Тоннель, связывающий станции «Парк Челюскинцев» и «Академия Наук», в монолитно-прессованной обделке.

тировщики работают над технико-экономическим обоснованием второй линии (Запад — Центр — Юго-Восток) протяженностью 13,5 км от «Проспекта Пушкина»

до «Автозаводской» с 10 станциями и второго участка первой линии между станциями «Московская» и «Восток» протяженностью 1,75 км. □



Одноводчатая станция «Парк Челюскинцев».

Фото П. КОСТРОМЫ.

ВСЕСОЮЗНЫЙ РЕКОРД ПРОХОДКИ

В. ЗБОРОВСКИЙ,
главный инженер Горьковского метростроя,
В. ОСИДАК,
начальник ТО № 20

НАБИРАЕТ темпы строительство Горьковского метрополитена. Пройдено свыше 3,5 км перегонных тоннелей, ведутся работы на 6 из 8 станций первого участка.

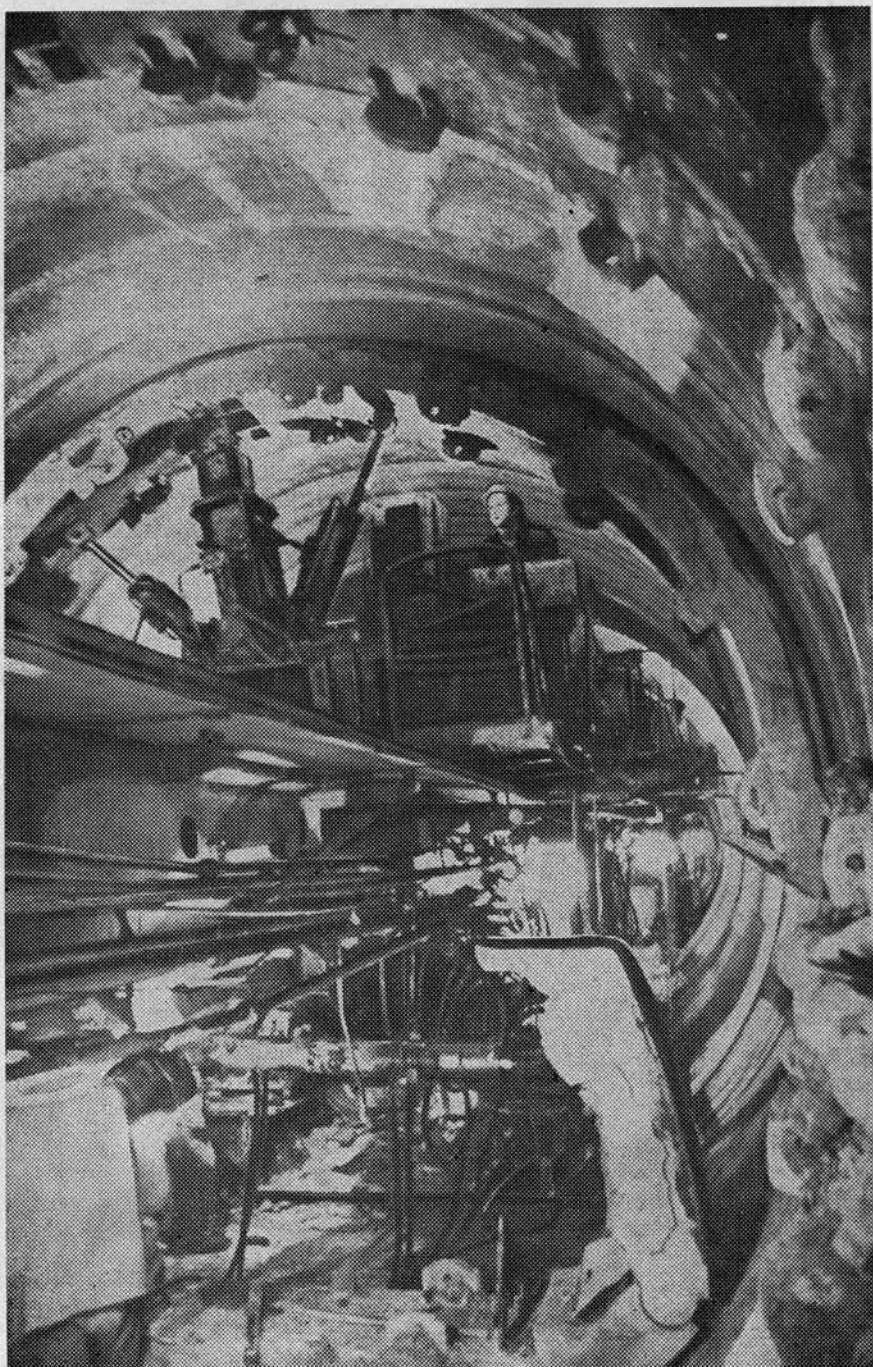
Основным типом обделки перегонных тоннелей принята монолитно-прессованная. Это позволяет наряду с уменьшением стоимости осуществлять безосадочную проходку на небольших глубинах под улицами города без остановки движения транспорта.

На автозаводской линии строительство ведется в обезвоженных искусственным водопонижением песках механизированными проходческими щитами ТЩБ-7. Первый щит запущен в июне 1979 г. на перегоне «Ленинская» — «Заречная» (по левому тоннелю), второй (по правому) — в декабре. В феврале 1980 г. приступил к работе третий щит в левом забое перегона «Заречная» — «Двигатель Революции». Однако ТЩБ-7 развивает недостаточно высокую скорость проходки — до 90 пог. м в месяц. Между тем горьковские метростроители решили добиться скоростей свыше 100 пог. м в месяц и начали подготовку к взятию этого рубежа.

Бригады проходчиков Ю. Торопкова, В. Нестеренко, В. Булиха постоянно обмениваются опытом, добиваются взаимозаменяемости во всех звеньях, овладевают навыками по управлению щитами, отрабатывают все операции так, чтобы уменьшить норму

времени на каждый пройденный метр.

Рационализаторы Тоннельного отряда № 20 внесли принципиальные изменения в схему подачи бетонной смеси за опалубку. Конструкция комплекса предусматривала доставку смеси в пневмобетоноподатчиках ПН-0,5. Во время транспортировки бетона по тоннелю в нижней горловине пневмобетоноподатчиков оседал щебень крупной фракции, что нередко приводило к «пробкам» в горловине и бетоноводе; каждый вновь доставленный пневмонагнетатель необходимо



Съемка колец пневмоустройств в правом тоннеле между станциями «Заречная» и «Ленинская».

было вручную подсоединять к жесткому бетоноводу.

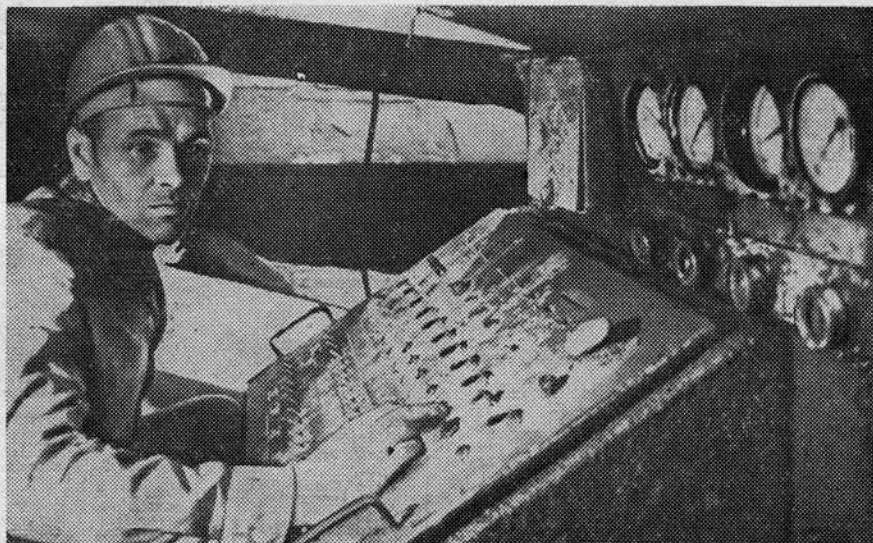
Предложенная схема проста: бетон подается в вагонетках и

низационные и технические мероприятия принесли определенный успех. В феврале 1980 г. комсомольско-молодежная брига-

да и в дальнейшем не снизила темпов проходки. В параллельном правом тоннеле коллектив проходчиков под руководст-



На снимке (слева направо): проходчики В. Глухов, В. Тихонов, звеньевой В. Вансович, Н. Сидоров, А. Сагдеев.



Оператор А. Астафьев.

Фото Л. ДМИТРИЕВА.

через смонтированную на проходческом комплексе тележку ТН-16 перегружается в установленный на ней и постоянно соединенный с бетоноводом пневмонагнетатель.

Слаженная работа коллектива проходчиков, проделанные орга-

да В. Нестеренко в левом забое перегона «Ленинская» — «Заречная» прошла 105 пог. м, а уже в марте — 120,8, показав высший результат проходки по стране для этой марки механизированных щитов. Сохраняя высокую организацию трудового процесса,

вом Ю. Торпокова установил новый всеюозный рекорд, пройдя за месяц 134,6 пог. м.

Сейчас в Горьком работают уже четыре механизированных щита ТЩБ-7. Метростроители ищут новые пути ускорения темпов проходки. □

СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В ТОННЕЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

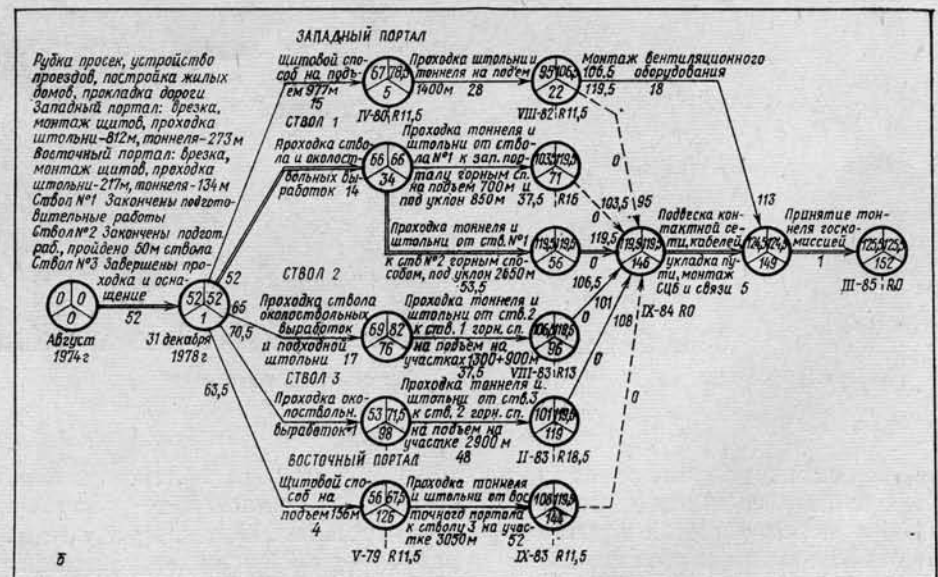
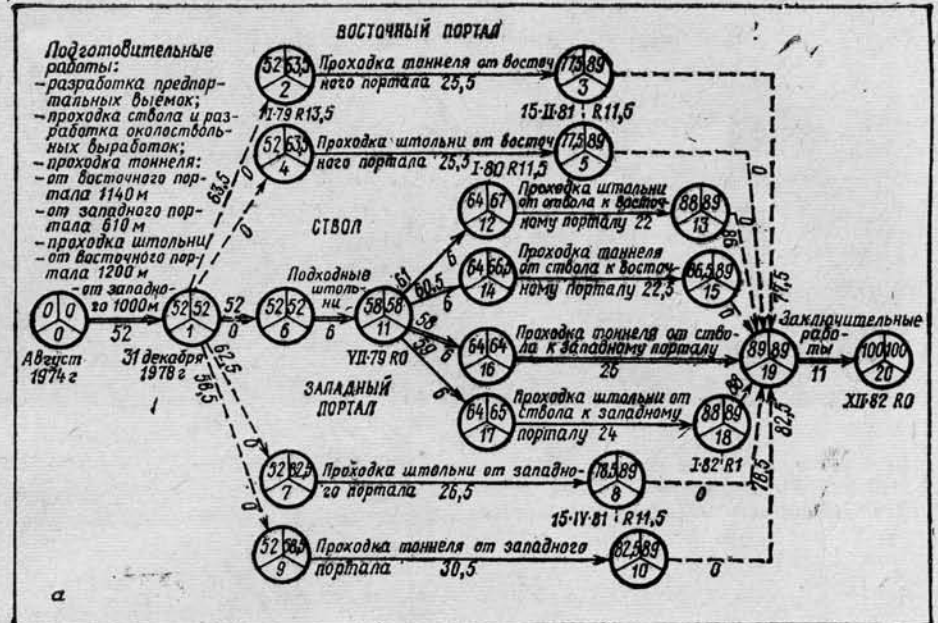
В. ХРАПОВ, профессор;
В. СЕРГЕЕВ, канд. техн. наук

СЕТЕВОЕ планирование, зародившееся в конце пятидесятых годов, в настоящее время широко применяется при планировании сложных производственных процессов. Используется оно и в подземном строительстве.

Отличительные особенности сооружения тоннелей закрытым способом — узость фронта работ и поточность строительных процессов. Они влекут за собой сравнительно простые взаимосвязи между отдельными работами и их комплексами, а следовательно, и сетевые планы для процессов сооружения тоннеля горным или щитовым способом также будут сравнительно несложными. Исключением являются планы строительства станций метрополитена, большая сложность конструкций которых влечет за собой соответствующее усложнение плановых работ.

Кафедра «Тоннели и метрополитены» МИИТа имеет опыт в составлении сетевых планов тоннельных работ. В течение последних четырех лет здесь ежегодно составляются детальные варианты сетевых планов строительства Байкальского и Северо-Муйского тоннелей Байкало-Амурской магистрали. На их основании разрабатываются укрупненные сетевые планы (рисунки, а и б).

При внедрении сетевых планов и непосредственной работе по ним возникают определенные трудности, связанные главным образом с изменением в процессе строительства сроков, предусмотренных сетевым планом. Фактически каждое изменение срока даже одной работы требует немедленного пересмотра всего плана, если эта работа лежит на «критическом» пути или, как минимум, отдельной ветви плана для работ, не находящихся на «критическом» пути. Это усложнение не компрометирует сетевое планирование, оно лишь подчеркивает чувствительность метода ко всем изменениям сроков. Для сетевого плана тоннельных работ в процессе произ-



Укрупненные сетевые планы строительства тоннелей БАМА:
а — Байкальского; б — Северо-Муйского.

водства требуется по крайней мере ежемесячная его корректировка. Очевидно, составители такого плана должны быть

современны и полностью информированы о ходе работ и их материальном обеспечении.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ КРЕПИ

Н. ЕЛИСЕЕВ,
канд. техн. наук

В ПРАКТИКЕ сооружения тоннелей горным способом в трещиноватых скальных породах наиболее широкое распространение получили в основном три типа конструкций временной крепи — арочные, анкерные и набрызг-бетонные. Каждая из них применяется как в отдельности, так и в сочетаниях одна с другой.

Недостаток этих крепей заключается в том, что они устанавливаются не сразу после обнажения поверхности сооружаемой выработки, а через определенный промежуток времени, в течение которого, как правило, успевают образовываться вывалы в трещиноватых скальных породах. В результате часто приходится отказываться от прогрессивного метода

проходки тоннелей на полный профиль.

В хрупких скальных породах вывалы и отслоения могут происходить мгновенно, в стадии прохождения упругих деформаций, т. е. до того, как будет установлена крепь. Поэтому основная задача в совершенствовании временных крепей для указанных пород — максимальное сокращение разрыва во времени между обнажением контура выработки и закреплением его поверхности.

Наиболее отвечает этим требованиям так называемый «новоавстрийский» метод проходки тоннелей, заключающийся в быстром нанесении шприц-бетона на закрепляемую поверхность с усилением его в необходимых случаях анкерами с сеткой или металлическими арками.

Известны конструкции крепи с применением опережающих элементов — металлических штанг (анкеров), устанавливаемых по контуру выработки впереди забоя в заранее пробуренные шурупы до начала выломки пород и обеспечивающих поддержание поверхности выработки сразу же после ее обнажения. Разрыв во времени между вскрытием закрепляемого контура и установкой крепи в этом случае равен нулю.

В отечественной практике такие анкеры используются в сочетании с арочной крепью. Однако из-за несовершенства узлов соединения опережающих штанг с арками и значительной металлоемкости арочной крепи она не нашла широкого применения.

За рубежом известен способ применения опережающих штанг в сочетании с обычными анкерами. Сущность его заключается в том, что выступающие в выработку концы опережающих элементов закрепляются не к аркам, а к обычным анкерам. Такое сочетание обеспечивает наилучшие условия для совместности работы системы крепь — массив. Но имеющиеся конструктивные недостатки крепи не позволяют широко внедрить ее в практику.

Разработана и предложена конструкция бесстоечной опережающей крепи. Она представляет собой систему из трех основных элементов — опережающих продольных штанг (анкеров), подхватов и обычных радиальных анкеров (см. рисунок). Опережающие анкеры на выступающих в выработку концах имеют отверстия, с помощью которых их крепят к радиальным анкерам. Аналогичные отверстия предусмотрены на концах подхватов.

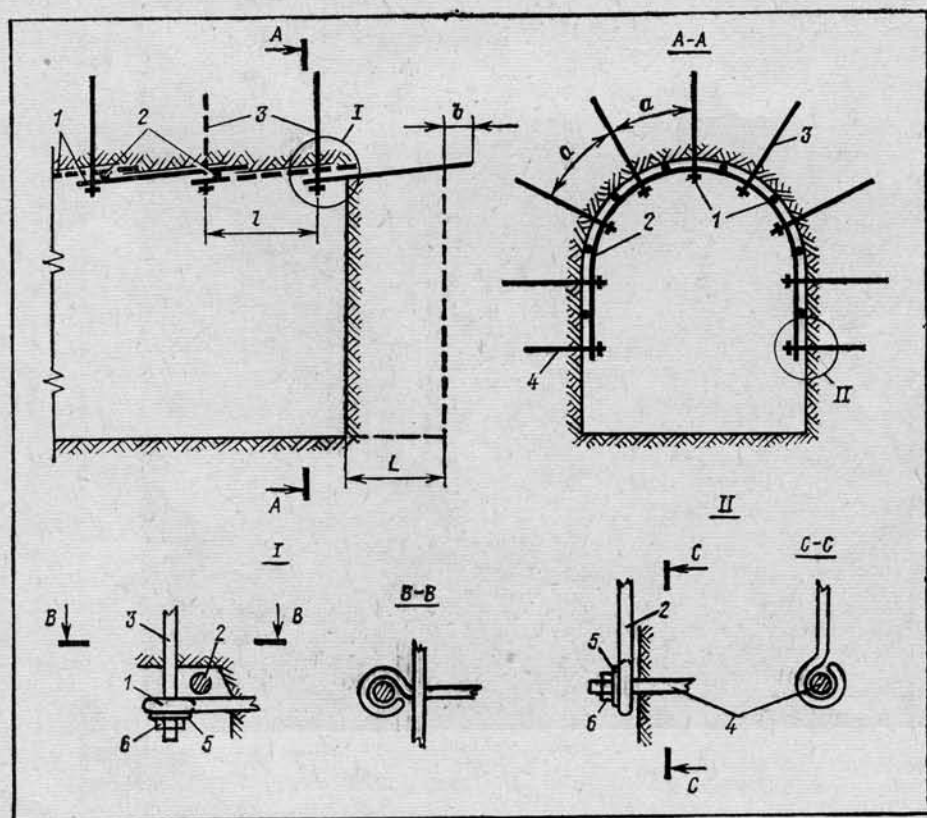
Конструкция крепи и способ ее выполнения перед началом каждой заходки на длину «L» таковы:

бурятся опережающие скважины по контуру закрепляемой выработки, и в них устанавливаются продольные опережающие анкеры 1 с заделкой их в породном массиве известными способами;

устанавливается по контуру выработки подхват 2 таким образом, что, опираясь на выступающие в выработку концы опережающих анкеров, предназначенных для новой очередной заходки, он поддерживает концы предыдущего комплекта крепи, опережающие забой на величину «b»;

бурятся скважины через отверстия опережающих анкеров (или рядом с ними), в них устанавливаются обычные радиальные анкеры 3 с заделкой в массиве;

крепятся к радиальным анкерам выступающие концы опережающих продольных — шайбой 5 и гайкой 6;



бурятся скважины через отверстия подхвата, и в них устанавливаются аналогичные радиальные анкеры для предотвращения выдергивания его при загрузке.

Затем производится выломка породы на длину заходки «L». По мере проходки цикл повторяется.

Таким образом, по всей длине закрепляемой выработки создается единая взаимосвязанная система крепи, в которой все элементы вступают в работу по поддержанию возможных отслоений и вывалов немедленно после выломки породы. Опережающие анкеры и подхваты находятся в непосредственном и плотном соприкосновении с обнаженной поверхностью выработки и обеспечивают максимальную совместность работы крепи с окружающим массивом. Применение для поддерживающих элементов гибких профилей металла обеспечивает необходимую податливость всей крепи, что очень ценно для создания возможности некоторых смещений нарушенных слоев внутрь выработки вместе с элементами крепи. В результате достигается самоупрочнение массива.

Расстояния между опережающими продольными анкерами «а», радиальными анкерами вдоль выработки «l», ве-

личина опережения продольных анкеров при каждой заходке «b», а также размеры, сечения, виды материалов элементов крепи и способы заделки их в массиве пород определяются соответствующими обоснованиями и расчетами, в зависимости от геологических условий и способов проходки.

Для удобства производства работ по бурению скважин и креплению узлов опережающие анкеры каждого последующего комплекта устанавливаются со смещением в ту или другую сторону по отношению к предыдущему комплекту.

Предлагаемая конструкция крепи позволяет в случае необходимости устанавливать дополнительные затяжки или клинья между поддерживающими поверхностью выработки элементами и породой, а также не исключает возможность устанавливать дополнительно сетку или сооружать набрызг-бетонную обделку после стабилизации напряжений на обнаженной поверхности выработки. Кроме того, обеспечивается сохранение заданного контура выработки, что исключает необходимость трудоемкого гладкого взрывания с целью уменьшения переборов.

Для определения несущей способности новой крепи в сопоставлении с дру-

гими, в институте «Оргэнергострой» проведены с участием автора исследования на моделях из эквивалентных материалов. Моделировались 4 способа проходки — без крепления, с установкой 5 и 7 радиальных анкеров, а также с применением 7 опережающих анкеров в сочетании с радиальными (без подхватов).

Нагрузки, при которых происходили разрушения выработки, соответственно составили: 75, 175, 250 и 400 т/м².

Таким образом, несущая способность опережающей крепи примерно в 1,6—1,7 раза выше по сравнению с аналогичной крепью из радиальных анкеров.

Следует заметить, что при нагрузке в 400 т/м² в выработке с опережающей крепью разрушение началось с незакрепленной части стен, а в своде появились только трещины без нарушения системы крепи. Во всех остальных случаях разрушения начинались со свода. Последнее свидетельствует о более значительном упрочении массива при применении опережающей крепи.

Облегчая технологию работ при сооружении тоннелей на полный профиль, предлагаемая конструкция крепи может способствовать увеличению скорости проходки и значительному удешевлению стоимости сооружения тоннелей. □



Салон аккумуляторного электровоза.

ЗОНТ ЭСКАЛАТОРНЫХ ТОННЕЛЕЙ

И. ВАСИЛЕНКО,
инженер

ПРИ ПРОХОДКЕ эскалаторных тоннелей чаще всего применяется асбоцементный водозащитный зонт. Недостаток его — значительные трудозатраты на изготовление элементов, монтаж которых не поддается механизации. Такой зонт чувствителен к деформациям обделки и температурным колебаниям, которые приводят к образованию трещин и затрудняют его эксплуатацию.

Более прогрессивным является алюминиевый водозащитный зонт, смонтированный в эскалаторных тоннелях московских станций «Тургеневская» и «Колхозная». Однако он имеет большое количество металлических элементов, т. е. требует значительных затрат материала и ручного труда при сборке.

Коллективом авторов Метротранса и Метростроя разработана новая конструкция водозащитного зонта. При этом ставились цели: достичь высокой степени механизации изготовления и монтажа элементов, максимально сократить их количество, уменьшить материалоемкость, снизить трудозатраты при создании и эксплуатации зонта, а также придать ему более эстетичную форму.

В 1979 г. произвели экспериментальную сборку такой конструкции в пересадочном эскалаторном тоннеле станции «Марксистская» Калининского радиуса Московского метрополитена (рис. 1).

Зонт (рис. 2) состоит из девяти водозащитных элементов 1, по протяженности равных длине эскалаторного тоннеля. Материал водозащитного элемента — се-

рийно выпускаемые дюралевые ленты (можно алюминиевые) толщиной 1 мм, шириной 1,19 м. Они заведены во встречные пазы 2 подвесных опор 3, 3'. Опоры ленточного типа из алюминиевого составного профиля подвешены к обделке тоннеля через кольцо и расположены параллельно продольной оси тоннеля. Длина каждой опоры равна длине водозащитного элемента. Опоры подвешивают через крепежные детали 4, ввинчиваемые в просверленные отверстия в обделке.

Водонепроницаемость стыка водозащитных элементов зонта с ленточной опорой обеспечивается резиновой прокладкой 5, зажимаемой винтом 6.

Для придания устойчивости водозащитным элементам и зонту эстетической формы расстояние между смежными опорами принято несколько меньшим ширины водозащитного элемента зонта, поэтому в поперечном сечении он представляет собой многосферный свод, составленный из арок. Во избежание электрокоррозии места соприкосновения подвесок из черного металла с алюминиевой ленточной опорой изолируются. Подвески покрывают антикоррозийным лаком, а ленточные опоры анодируют.

Сборка зонта осуществлялась с помощью специального устройства, которое заанкеривалось к полу вестибюля (рис. 3). Оно выполнено в виде поворотной, радиально направленной телескопической штанги 1, на верхней части которой шарнирно закреплена рама 2, обеспечивающая высотное положение ленты зонта на входе в пазы опор. Она имеет вращательный барабан 3 и формирующую часть 4 для придания необходимого прогиба ленте в поперечном направлении. Нижний конец штанги снабжен катушкой, на ось которой надевают свернутые в рулон водозащитные элементы 5. Для уравнивания телескопической штанги в процессе монтажа зонта преду-



Рис. 1. Водозащитный зонт в пересадочном эскалаторном тоннеле станции «Марксистская».

смотрен контргруз 6 из набора металлических листов. Поворачивают штангу в радиальной плоскости с помощью ручной лебедки. В нужном положении штанга фиксируется штырем к неподвиж-

затем поочередно с правой и левой стороны. Перед монтажом ведутся разметка, сверловка, нарезка резьбы и установка деталей, к которым крепят линейные опоры отрезками до 3 м. В этих

направляющую рамку, зачеленную за трос от нижней лебедки и заводят в пазы опор. Ленту протягивают на всю длину эскалаторного тоннеля, снимают направляющую рамку вместе с тросом и возвращают ее к монтажному устройству. Затем ленту отрезают, монтажное устройство поворачивают на определенный угол и повторяют проделанное. Водозащитные элементы в линейных опорах зажимают винтами. В местах сопряжения зонта с натяжной камерой и вестибюлем устанавливают декоративные арки с водоприемным лотком.

Для сравнения трех типов зонтов в таблице приведены их технико-экономические показатели для трехленточных эскалаторных тоннелей длиной 20 м.

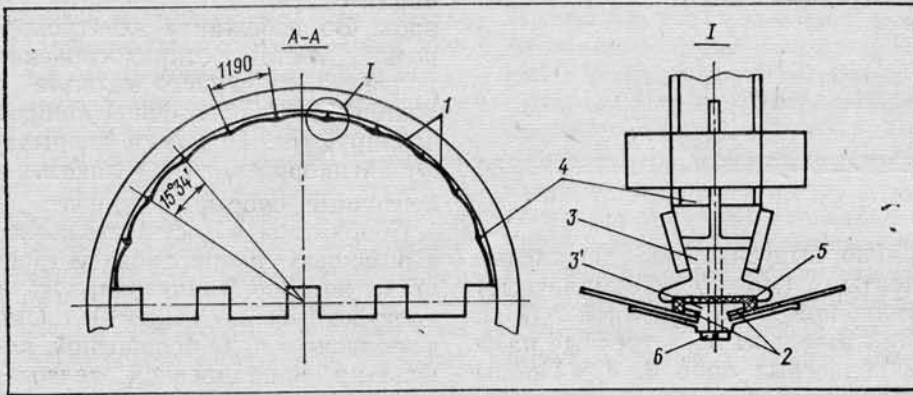


Рис. 2. Схема подвески зонта и узла опоры.

ному сектору 7, установленному на опорной раме 8 устройства.

Водозащитные элементы монтируются сверху вниз. Лента подается с помощью монтажного устройства и протягивается через пазы линейных опор ручной лебедкой, установленной в натяжной камере. Вначале собирается элемент в шельге свода,

работах участвует маркшейдерская служба (отрезки должны находиться в одном створе и занимать правильное плано-высотное положение, а опоры между собой — параллельны).

Конец ленты с барабана на монтажном устройстве заводят на верхнюю раму в формирующую часть, прикрепляют к ней

Таблица

Наименование показателей	Единица измерения	Типы зонтов		
		Новая конструкция	Алюминевый зонт («Турневская»)	Асбоцементный зонт
Материалоемкость, в том числе алюминиевой конструкции	кг	1020	2393	14901
Затраты труда	чел.-ч.	549	2160	—
Общая стоимость	руб.	1377	6074	1002
				1534

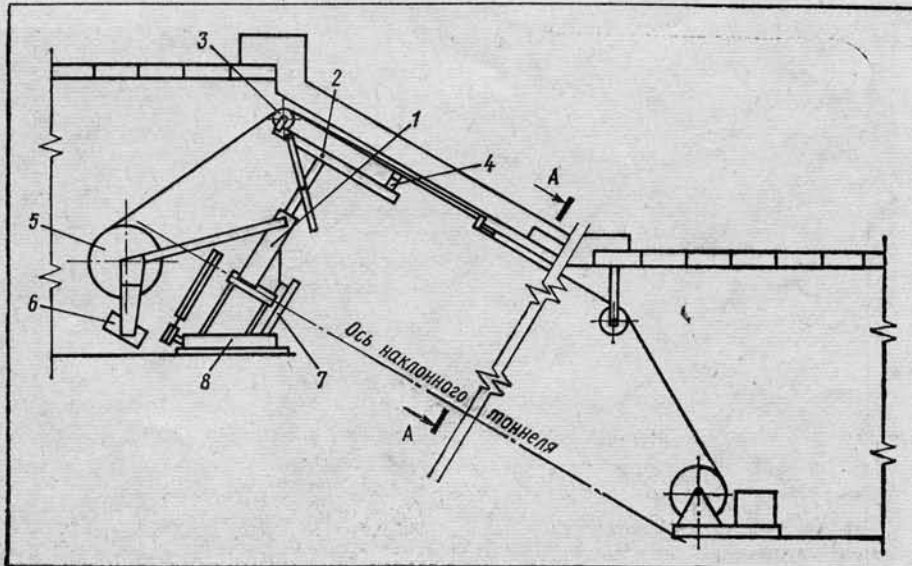


Рис. 3. Монтажное устройство.

В процессе проектирования и монтажа новой конструкции накоплена информация, необходимая для усовершенствования некоторых узлов, в частности, увеличения глубины пазов на линейных опорах. Анализ технико-экономических данных показывает, что по материалоемкости, трудозатратам и стоимости он более эффективен по сравнению с асбоцементными и другими металлическими зонтами. Экспериментальный монтаж зонта в эскалаторном тоннеле станции «Марксистская» это подтвердил. Новый водозащитный зонт может найти широкое применение в эскалаторных тоннелях малой протяженности. Использование его в эскалаторных тоннелях большой длины, видимо, потребует предварительной проверки. □

ВОЗВРАТ В ПЕРВИЧНУЮ СЕТЬ ТОРМОЗНОЙ ЭНЕРГИИ ПЕЗДОВ

А. КОЛУЗАЕВ,
инженер

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ на ближайшую перспективу уровень пассажироперевозок на Московском метрополитене и начатое внедрение вагонов с более мощными двигателями определили необходимость резкого увеличения энергоемкости системы электроснабжения. Достигать ее обычными методами — за счет замены оборудования, усиления кабельных линий, строительства дополнительных подстанций — представляется нерациональным, а по некоторым линиям почти неосуществимым.

Это объясняется тем, что неизбежные потери в элементах электросистемы, особенно в поездах, слишком значительны. И тогда возникают дополнительные, в настоящее время еще не имеющие решений вопросы, связанные с увеличением норм потенциалов на ходовых рельсах, а следовательно, и на вагонах, а также проблемы защиты электрооборудования вагонов и тяговой сети от различного рода коротких замыканий и перегрузок.

Анализ расхода электроэнергии на Московском метрополитене показал, что непроизводительные потери для тяги поездов составляют порядка 40÷45%, при этом в электросетях и преобразователях 10% и 30÷35% в подвижном составе. Из рисунка видно, что непроизводительные потери 1980 г. равны всему расходу электроэнергии на тягу поездов в 1965 г.

Следует отметить, что на железнодорожном транспорте при определенных размерах движения и потребления электроэнергии наиболее эффективными способами усиления системы энергоснабжения и уменьшения непроизводительных потерь явились повышение напряжения в тяговой сети и внедрение рекуперативного торможения.

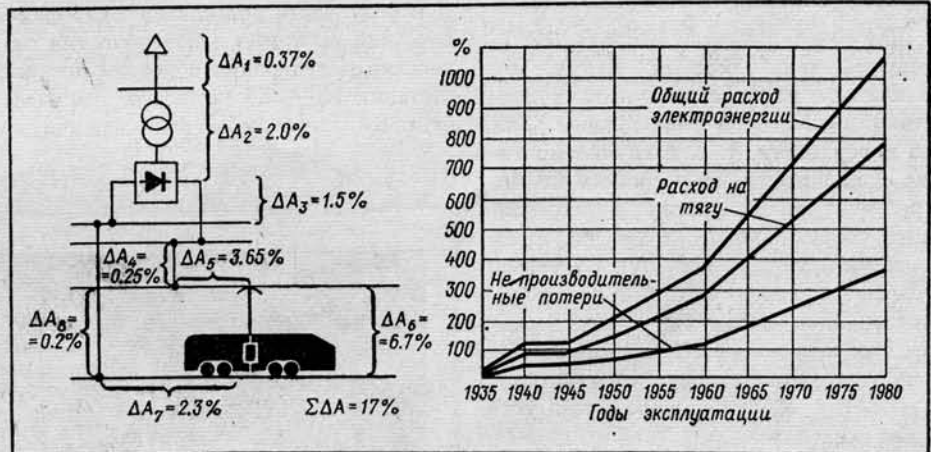
Существующие системы электроснабжения метрополитенов позволяют за счет переключения анцапф тяговых трансформаторов изменять напряжение в контактной сети только в пределах $\pm 5\%$ от номинального уровня. Для большего изменения напряжения требуется замена основного оборудования и даже реконструкция тоннелей.

При эксплуатации подвижного состава, где тяговое усилие создается электрическим двигателем, который по природе своей является обратной машиной (т. е. может быть не только

вопрос при резком увеличении потребляемой энергии по линиям.

Возможность и целесообразность применения рекуперативного торможения и инвертирования энергии связаны с анализом работы подвижного состава, организации движения, передачи энергии поездам, находящимся в режиме тяги, а избыточной энергии — приемникам ее и собственно самого инвертирования.

Реализация избыточной энергии рекуперации посредством инвертирования сопряжена с рядом технических трудностей. Они определяются



двигателем, но и генератором), вопрос рекуперации и передачи энергии в сеть при электрическом торможении рассматривался уже неоднократно. Однако решение его откладывалось, так как схемы управления двигателями подвижного состава не предусматривали генераторного режима и отсутствовал гарантированный потребитель избыточной энергии рекуперации. Особенно острым стал этот

сложной зависимостью характеристик тягового двигателя, работающего в режиме рекуперации, инвертора и выпрямителей тяговой подстанции.

Выбор типа и месторасположения приемников энергии рекуперации на конкретной линии определяется количеством тяговых подстанций, работающих в режиме рекуперации, расчетом величин избыточного тока на этих подстанциях, полной и избы-

точной энергии рекуперации, а также расчетом дополнительных капитальных вложений в систему энергоснабжения по оборудованию приемников (инверторов) и по реконструкции контактной сети в связи с изменениями месторасположений токоразделов, если таковое потребуется.

Подробные аналитические расчеты произведены для двух линий Московского метрополитена. Параллельно реализована программа внедрения и проверки всех решений в условиях эксплуатации на действующих линиях и подстанциях.

Выполнить макет комплекса устройств (подвижного состава, тяговой сети, подстанций и первичных источников питания) оказалось сложно. При этом нельзя было исключить сомнения в достоверности результатов, поскольку во взаимодействии элементов сложного комплекса системы электроснабжения метрополитенов решающими могли быть: мощность системы, расстояния между источником и потребителем, конструкция пути, тоннеля, питающих связей и т. д. С другой стороны, несмотря на очевидность экономии электроэнергии при рекуперативном торможении, все попытки дать технико-экономическую оценку основывались на ориентировочных данных. Поэтому выводы, зачастую, были противоположными.

Для эксперимента выбрали Кольцевую линию, которая имеет минимальное количество тяговых подстанций (шесть), и расположены они на поверхности, т. е. в случае монтажа дополнительных устройств не потребуется строительство дорогостоящих сооружений. К тому же здесь эксплуатируются все типы тяговых трансформаторов, которые после реконструкции могли быть использованы для инверторов. Кольцевая линия имеет двухкилометровую соединительную ветку, оборудованную всеми устройствами для изолированного движения поездов. Путьевые устройства линии и ветки располагают всеми характерными элементами локомотивной сигнализации и связи.

Разработаны три схемы инверторно-выпрямительных агрегатов: на базе трансформатора ТМП с вольтодобавочным; схемы зигзаг на основе ТМПВ и с вольтодобавочным резистором на базе трансформатора УТМРУ. В эксперименте на четырех подстанциях исследовалась последняя схема и на двух — на базе трансформаторов ТМП и ТМПВ.

Использовали подвижной состав типа «Е», специально переоборудованный для рекуперативного торможения, а также первые образцы вагонов типа «И». Общая наработка инверторных преобразователей составила порядка 500000 часов при токах нагрузок до 5 кА. Токи рекуперации и инвертирования — до 3000 А.

Для объективной оценки результатов эксперимента режимы движения (максимальные и средние скорости при следовании по перегонам, скорости и места начала торможения) выдерживались в соответствии с заданными в теоретических тяговых расчетах. Самопишущими приборами регистрировались тяговые и токи рекуперации, а также напряжения на шинах 825 В.

Удельный расход электроэнергии определялся на основании сравнительных испытаний шестивагонных составов «Еир» с тиристорным регулированием и «Ежз» — контакторно-реостатным пуском. Вес составов: «Еир» — 201 т; «Ежз» — 195 т. При челночном движении на перегоне в 2100 м со средней скоростью 60 км, максимальной — 75 было совершено 11 идентичных циклических ездов. Расход электроэнергии регистрировался как при помощи счетчиков киловаттчасов, так и по осциллограммам.

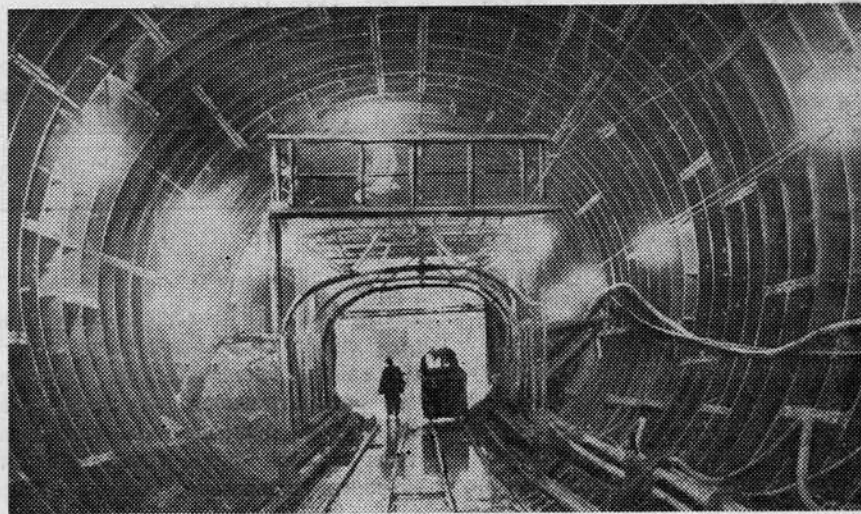
В результате установлено, что фактическая экономия электроэнергии от режима рекуперации с учетом потерь составит 15—17% от всего расхода на тягу. При этом энергия межпоезд-

ного обмена — до 15%, избыточная и энергия инвертирования всего до 2%. Она характеризуется кратковременными импульсами тока на всех подстанциях до 6 кА.

Снижения избыточной энергии можно достигнуть за счет повышения напряжения на подвижном составе в период рекуперации и регулирования графика движения. При этом следует учитывать, что схемы контактной сети выполнялись без учета рекуперативного торможения и непрерываемые разрывы её в большинстве своем находятся в зоне активного торможения. Кроме того, нельзя не учитывать вероятность отключения приемников избыточной энергии. Поэтому подвижной состав необходимо оборудовать резисторами для обеспечения надежного торможения.

Таким образом, снижение расхода электроэнергии на тягу поездов за счет рекуперативного торможения до 15% можно считать практически опробованным. Это позволит увеличить размеры движения поездов на 15÷20% на действующих линиях без строительства дополнительных подстанций.

При технико-экономическом обосновании установки приемников избыточной энергии следует исходить из возможного повышения экономии электроэнергии до 2%. Приемники необходимы на всех подстанциях, их мощность должна быть соизмерима с выпрямителями. Установка приемников не исключает необходимости тормозных резисторов на вагонах. □



Участок готового тоннеля на перегоне «Чертановская» — «Южная» (СМУ № 3 Мосметростроя).

РОЖДЕНИЕ ПЕРВОГО ТОННЕЛЯ

В. ПИКУЛЬ,
канд. техн. наук

ПОДОБНО разлившейся мощной реке, начинающей жизнь из маленького родника, отечественное метростроение берет свое начало от небольшого тоннеля, теперь затерявшегося в 200-километровой сети Московского метрополитена. Длина этого тоннеля немногим более одной тысячной общей протяженности линий, поездка минует его менее чем за 15 секунд, а из пассажиров едва ли кто знает, где он проходит.

Но в истории нашего поступательного движения значение этого первенца первой пятилетки не меньше, чем других знаменитых сооружений, реликвий и памятников. Вот уже полстолетия тоннель, положивший начало отсчету протяженности и времени существования всех наших метрополитенов, исправно несет свою службу. Его начали строить почти одновременно с организацией Метростроя, еще даже не создавшего проекта первой трассы.

Не прошло и двух месяцев, как на месте будущего первого тоннеля началось освоение строительной площадки.

Как же возник проект этого тоннеля? Почему явилось необходимым и возможным начать работы до появления и утверждения основной проектной документации? Почему тоннель оказался звеном действующей трассы, еще окончательно не выбранной в натуре?

Первый начальник Московского метростроя Павел Павлович Ротерт, руководивший ранее строительством таких выдающихся сооружений, как Днепрострой, Дом промышленности в Харькове (первое высотное здание в стране), Дом правительства в Москве, считал необходимым сразу же поставить осуществление метрополитена на прочную научно-техническую основу. Не удивительно, что в числе

первых специалистов оказались люди высокой квалификации, в том числе и профессора. Среди них Виктор Леопольдович Николаи, назначенный в 1931 г. начальником технического отдела Метростроя, и Семен Николаевич Розанов, работавший на 1 очереди консультантом, заместителем начальника технического отдела, а затем главным инженером Метростроя по тоннельным работам.

Исполнителями проектных и изыскательских работ (это входило в функции технического отдела) на будущей трассе были все, от маститых до молодых еще специалистов, в число которых входил и автор статьи. Работали много, часто уходили домой за полночь. Если требовалось, профессор не чурался копировки чертежей, не говоря уже о конструировании или расчетах.

Вначале полагали, что грунты в верхних слоях Москвы достаточно устойчивые и необводненные, подходящие для того, чтобы строить тоннели открытым способом, тем более, что срок начала строительства предписан очень близкий. Своей специальной тоннелепроходческой техники, например, щитов, еще не было, а при устройстве котлованов можно было применять имеющееся обычное землеройное оборудование — экскаваторы, скреперы, свайное ограждение. Всю трассу 1 очереди — от Сокольников до Крымской площади — начали проектировать под мелкое заложение. На некоторых участках, где могла возникнуть необходимость проходки без вскрытия поверхности, намечалось применять закрытый «парижский» способ на временном деревянном креплении. Почему же «парижский» (ранее известен как «бельгийский», а впоследствии стал называться способом «опертого свода»)?

Опыт производства земляных ра-

бот, по своему характеру близких к открытому способу, имелся у многих наших инженеров. А один из них — И. С. Шелюбский — до поступления в Метрострой работал на постройке линий Берлинского метро.

Но вот с закрытым способом сооружения тоннелей мелкого заложения знакомы были далеко не все. «Парижский» способ хорошо знали В. Л. Николаи и С. Н. Розанов.

В 1900 г. к открытию Всемирной выставки в Париже пущена 1 линия метрополитена. Как лучший из студентов-выпускников Виктор Леопольдович был в 1900 г. командирован Петербургским институтом инженеров путей сообщения (его имя — единственного из 177, окончивших в 1901 г., занесено на мраморную доску) в Париж для ознакомления с этой первой линией метрополитена от ворот Майо до Венсена. По возвращении Николаи составил подробный отчет об этом сооружении, свидетельствующий о всестороннем изучении вопроса. Как он сам писал позднее, «работы по метро чрезвычайно заинтересовали меня».

Вскоре, уже будучи на строительстве Московской Окружной железной дороги, он был приглашен на заседание московской городской Думы, состоявшееся 7(20) августа 1902 г. На этом заседании выступил инженер П. И. Балинский с первым проектом метрополитена в Москве. По его проекту путь почти по всему городу должен был идти на металлических эстакадах, не исключая и Красной площади, подобно тому, как это сделали накануне нашего столетия американцы в Чикаго, Нью-Йорке и Бостоне.

Учившийся в одном потоке с Николаи С. Н. Розанов после окончания института работал инженером Юго-Восточной железной дороги, где в октябре 1905 г. принял активное участие в революционном движении в качестве председателя революционного железнодорожного Комитета Восточно-Донецкой линии Юго-Восточной железной дороги. Как руководитель забастовки он был арестован и заключен в тюрьму. Не имея шансов продолжать работу в царской России после освобождения из заключения, он в 1906 г. эмигрировал во Францию, где принял деятельное участие в сооружении Парижского метрополитена в должностях инженера по производству работ и начальника технических служб метрополитена.

По возвращении в 1917 г. в Россию Розанов оказался единственным

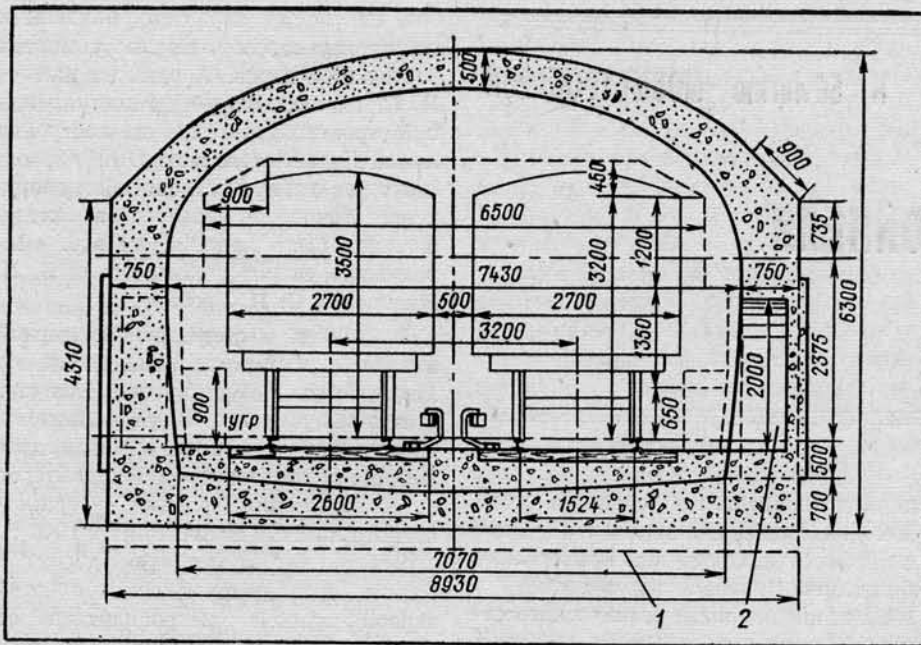


Рис. 1. Обделка опытного тоннеля, тип А-1-а-1

у нас специалистом, в совершенстве знакомым с практикой строительства городских тоннелей. Он возобновляет работу на железной дороге, а в 1919 г. переезжает в Ленинград, где занимается научно-преподавательской деятельностью в политехническом институте им. Калинина по специальности метростроения.

С 1924 г. и до перехода в 1931 г. в Метрострой С. Н. Розанов работал в Управлении Московских городских железных дорог, или МГЖД (так тогда называлась московская трамвайная сеть), где ему официально поручили разработать строительную часть первого советского проекта московского метрополитена. Одновременно С. Н. Розанов возглавлял кафедру подземных и подводных сооружений инженерно-строительного факультета Московского Высшего Технического училища (ныне имени Н. Э. Баумана).

В МГЖД был разработан обстоятельный проект метрополитена в Москве, включая трассу 1 очереди, которая на участке между Сокольниками и площадью Свердлова почти полностью совпала с первым вариантом линии мелкого заложения, составленным техническим отделом Метростроя в начале 1932 г. Это и не удивительно: основные авторы проекта МГЖД — С. Н. Розанов, К. С. Мышенков, М. Н. Мошков, В. Г. Цирес, А. М. Горьков, Л. В.

Миткин, А. Д. Алексеев стали сотрудниками Управления Метростроя с первых дней его организации и при исключительно сжатых сроках на подготовку к началу строительства обратились к уже выполненным в 1930 г. разработкам.

Среди таких разработок был сводчатый двухпутный тоннель типа А-1-а-1 (рис. 1), запроектированный С. Н. Розановым. По трассе МГЖД местоположение этого тоннеля предусматривали на перегоне между будущими станциями «Сокольники» и «Красносельская». Чтобы не прерывать железнодорожного движения, проходка тоннеля под путепроводом и на прилегающем отрезке общей длиной около 240 м намечалась закрытым «парижским» способом, рекомендованным Розановым.

Когда задумываешься, заимствовали ли русские при этом французский опыт, учитывая непосредственный вклад Розанова в постройку Парижского метрополитена, хочется сказать совсем наоборот...

Профессор Розанов шел своим путем. Он критически воспринял практиковавшиеся в Париже расчеты обделок по методам Коммереля и Сюке и предложил свою схему. При расчете тоннельных стен Коммерель не учитывал сил трения, развивающихся по основанию стены, поворачивающейся под воздействием распора свода. Розанов учел эти силы S_1 (рис. 2)

и уточнил распределение напряжений отпора грунта, что позволило облегчить обделку. Метод Розанова блестяще оправдался на практике в конструкции тоннеля А-1-а-1, находящегося в хорошем состоянии до сих пор.

Начали с опытного участка. Ротерт считал, что «скоростное» проектирование можно вести только параллельно с исследованием в производственных условиях наименее изученных операций, познавая московские грунты в процессе строительства.

Для консультации в Метрострой был приглашен ленинградский профессор Александр Николаевич Пассек, известный специалист по сооружению горных тоннелей. Со 2 по 4 ноября 1931 г. он осматривает трассу по намечаемому направлению и приходит к выводу, что наилучшим местом и объектом для организации опытного участка с целью изучения особенностей проходки закрытым способом в натуральных условиях будет тоннель А-1-а-1. Местоположение его соответствовало проекту МГЖД, а проектирование производства работ уже велось в Метрострое. Это проектирование, с его дальнейшими модификациями, осуществлялось автором статьи при консультациях С. Н. Розанова и А. Н. Пассека.

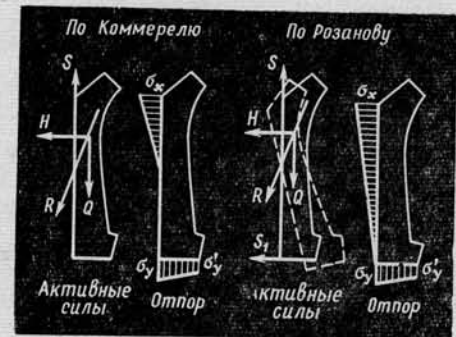


Рис. 2. Расчетные схемы обделки

Для опытных работ решили применить двухшпальтовой способ опертого свода («бельгийский»), а свод и даже всю обделку выполнить из бутовой кладки (рис. 3). Зарезервировали карьеры бутового камня в Подольске и гравия в деревне Поярково у станции Сходня. Предпочтение бутовой кладке перед бетоном было оправдано возможностью более быстрого раскруживания свода.

Тоннель круто, под уклоном 35%, спускался под насыпь, имея над сводом слой насыпного грунта, песка и моренной глины.

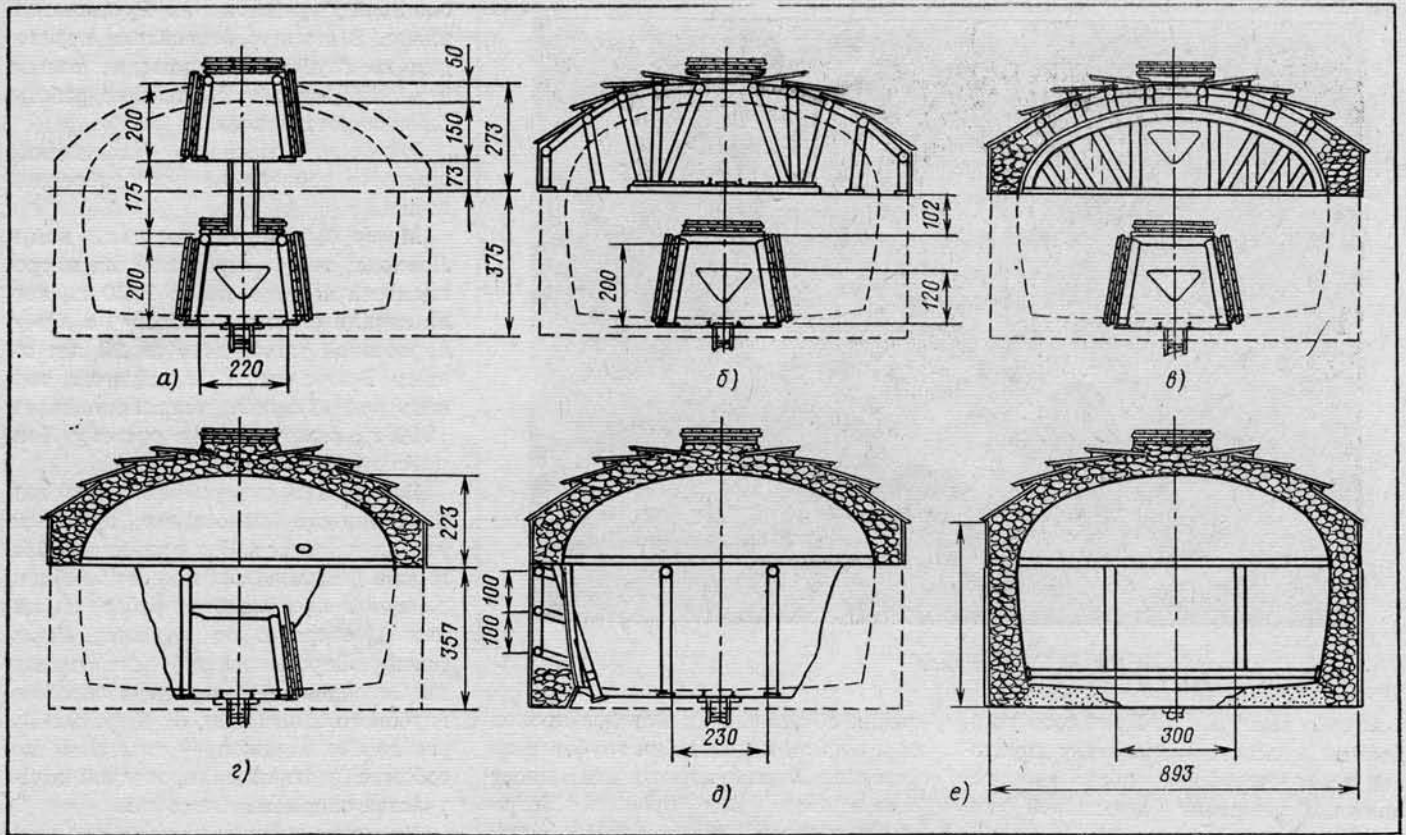


Рис. 3. Фазы разработки тоннеля способом «опертого свода»

а) нижняя и верхняя штольни; б) расширение калотты; в) установка кружал и кладка свода; г) разработка штроссы; д) кладка стены; е) устройство лотка.

Первоначально длину опытного участка назначили в 100 м. На строительной площадке в ноябре 1931 г. появились первые рабочие, принявшиеся сооружать деревянную эстакаду и наклонный бремсберг (рис. 4) для подъема с помощью лебедки и троса грузовых вагонеток с уровня рельсовых путей нижней штольни. Таким образом, никакого сооружения, напоминающего вертикальную шахту, сначала не было. Да и деления объектов на «шахты» тогда еще не было. По первому варианту мелкого заложения, предложенному Метростроем в Моссовет 15 декабря 1931 г., трасса делилась на «строительные участки», самый большой из которых — 5-й между Сокольниками и Каланчевской площадью (так именовали тогда Комсомольскую площадь), включал опытный тоннель.

Первые лопаты грунта из заглублявшегося в землю бремсберга были вынуты 10 декабря 1931 г. в присутствии руководителей Московского областного и городского комитетов ВКП(б) и Моссовета.

Наклонный бремсберг достиг подшвы нижней штольни тоннеля к январю 1932 г. Необходимо было опробо-

вать многие варианты, выдвигаемые жизнью. Проходку вели на подъем.

Коллектив Метростроя набирал силу. К 1 января 1932 г. он насчитывал 365 человек, из которых примерно $\frac{1}{3}$ приходилось на опытный уча-

сток, включая 70 горняков из Донбасса.

Первые 20 м нижняя штольня имела однопутное сечение подобно наклонному бремсбергу, затем перешли, согласно проекту, к двухпутной штольне. Проходка стала трудной, так как вопреки прогнозу, низ штольни оказался на 30 см не в глинах, а

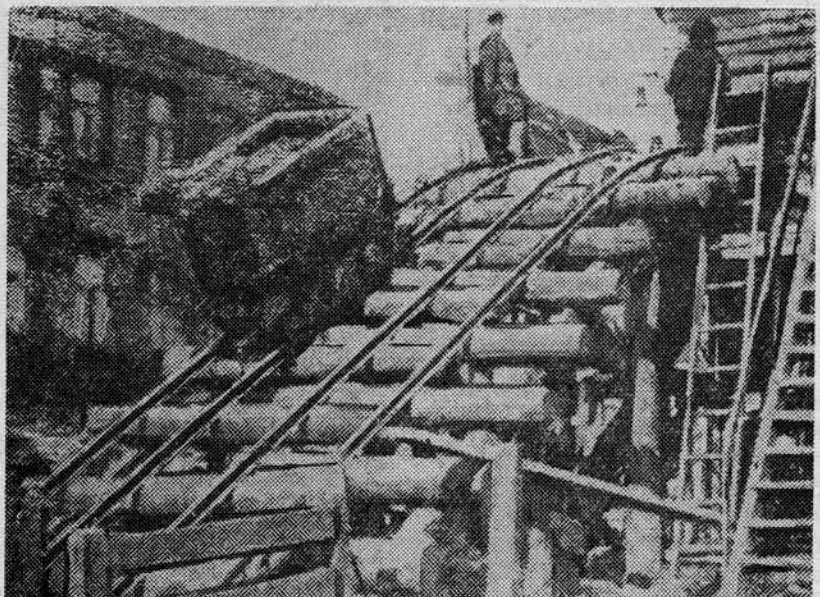


Рис. 4. Наклонная эстакада-бремсберг к тоннелю



С. Н. Розанов (слева) и Е. Т. Абакумов

в водоносных песках. Пришлось установить 3 насоса, но откачку грунтовой воды из зумпфа постоянно осложняло засорение дренажной канавки песком. Вследствие деформации крепи произошел разрыв расположенной выше водопроводной трубы, и штольно затопило. После перекрытия трубы и откачки воды, длившейся почти сутки, произошла осадка поверхности.

Из нижней штольни, продвижение которой приостановили, через каждые 8 м (из расчета 4-м «колец», по которым раскрывали калотты) пробивали фурнели и начали проходку верхней штольни в сухой моренной глине. Скорость достигла 2,5 м/сутки — на 0,5 м больше предусмотренной графиком. Так как отрезок нижней штольни был небольшим, вскоре стало неудобно транспортировать грунт, сыпавшийся через фурнели по нижнему горизонту, и верхнюю штольню соединили с наклонным бремсбергом. Кладку бутового свода и подводку стен в шахматном порядке осуществляли на цементном растворе 1:3.

Приток грунтовой воды ставил вопрос о необходимости устройства надежной изоляции тоннеля. Необходимость этого была усилена и тем, что развернувшаяся вскоре проходка неглубоких шахт по трассе от Комсомольской площади в сторону центра неожиданно показала, что город подстилают мощные прослойки пльвунов.

В марте 1932 г. статьей инженера Маковского в «Правде» началась дис-

куссия об изменении методов проходки и полном переходе на глубокое заложение. Были организованы иностранные экспертизы проекта Метростроя, давшие предложения каждая на свой лад (английская — за глубокое заложение и щитовой способ, германская — мелкое с открытым способом, французская — за мелкое с закрытым горным способом). Английские эксперты в июне осмотрели

опытный участок на Русаковской улице. В связи с возможным переходом на глубокое заложение только что развернувшиеся опытные работы были приостановлены.

Возникла опасность выпадения опытного тоннеля из первоочередной линии.

Могло бы получиться так, как в Лондоне: отсчет строительства метрополитена ведется там с 1860 г., когда начали строить «дорогу в ад» с паровой тягой, хотя за 20 лет до этого Брюнелем был закончен тоннель под Темзой, впоследствии, в 1869 г., включенный в систему Лондонского метрополитена.

Но начатый постройкой первый тоннель мелкого заложения в Москве устоял на трассе. Это произошло благодаря решению партии о комбинированном производстве работ на линии 1 очереди: от Красных Ворот (ныне Лермонтовская) до площади Свердлова — закрытым способом глубокого заложения, от Красных Ворот до Сокольников — открытым способом с частичной проходкой этого участка закрытым способом.

Проходка опытного тоннеля на трассе была возобновлена. Теперь он имел вертикальную шахту с клетьевым подъемом и откаткой на обе стороны (рис. 5), получившую номер 29. В связи с переходом на «комбинированный» способ строительные участ-

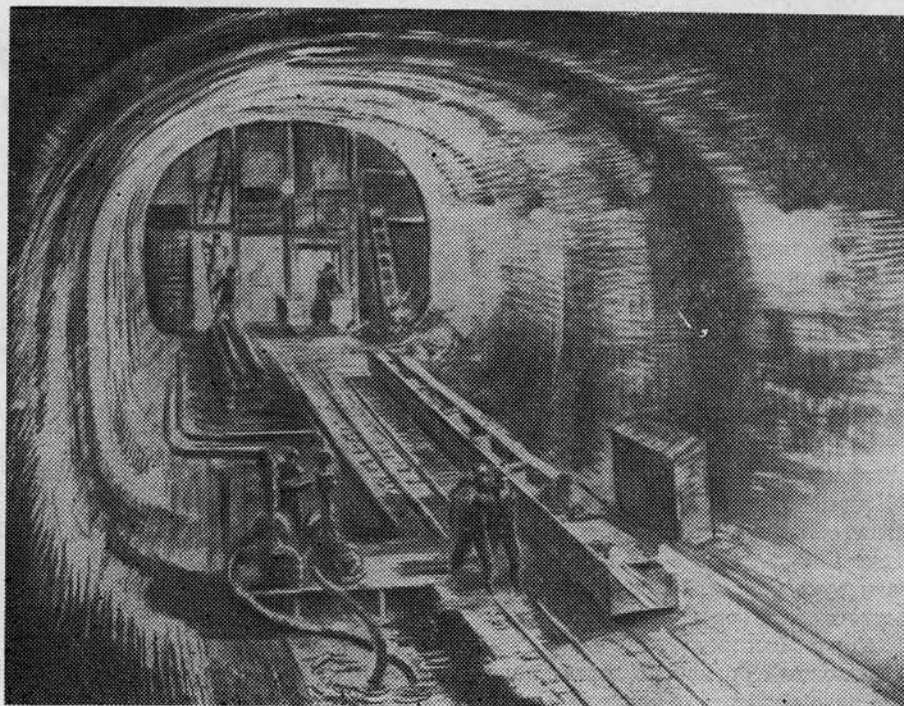


Рис. 5. Клетьевой подъем на шахте № 29

ки на открытых работах стали именоваться «дистанциями», а на закрытых — «шахтами» (свой далекий номер шахта первого тоннеля получила потому, что отсчет на трассе велся от площади Свердлова в сторону Сокольников).

Начальником шахты № 29 был назначен опытный инженер-горняк Ф. И. Кузьмин. Непосредственное наблюдение за всеми горными работами осуществлял С. Н. Розанов. К тому времени Метрострой уже имел большое пополнение: на 1 мая 1933 г. его коллектив превышал 8,7 тыс. чел., а в результате массового призыва комсомольской молодежи он увеличился в этом месяце более чем в 8 раз! Благодаря приходу молодых энтузиастов шахта № 29 стала перевыполнять месячные планы. В июне 1933 г. тоннель имел полную готовность на длине 50 м.

Сохранились чертежи, где представлены первые варианты изоляции обделки опытного тоннеля.

Аварийное происшествие в феврале 1932 г. подсказало, что, несмотря на обнаружение грунтовой воды только в нижней части, обделка должна быть заизолирована по всему контуру. Прежде всего задались целью создать наружную гидроизоляцию, охраняющую само тело тоннеля. Однако при горном способе производства работ на временном деревянном креплении это связано с большим перебором грунта и многodelьностью. Были рассмотрены варианты наружной изоляции из слоев гудронированного толя, асфальтированного войлока, оцинкованного железа, свинцового цинка.

Вариант № 4 (рис. 6) представлял собой изоляцию внутренней поверхности обделки, поддерживаемую специальной железобетонной оболочкой, рассчитанной на восприятие гидростатического давления воды. В опыт-

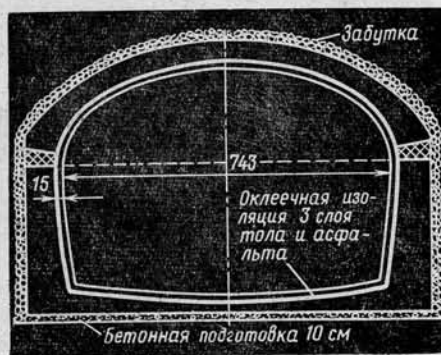


Рис. 6. Вариант гидроизоляции тоннеля

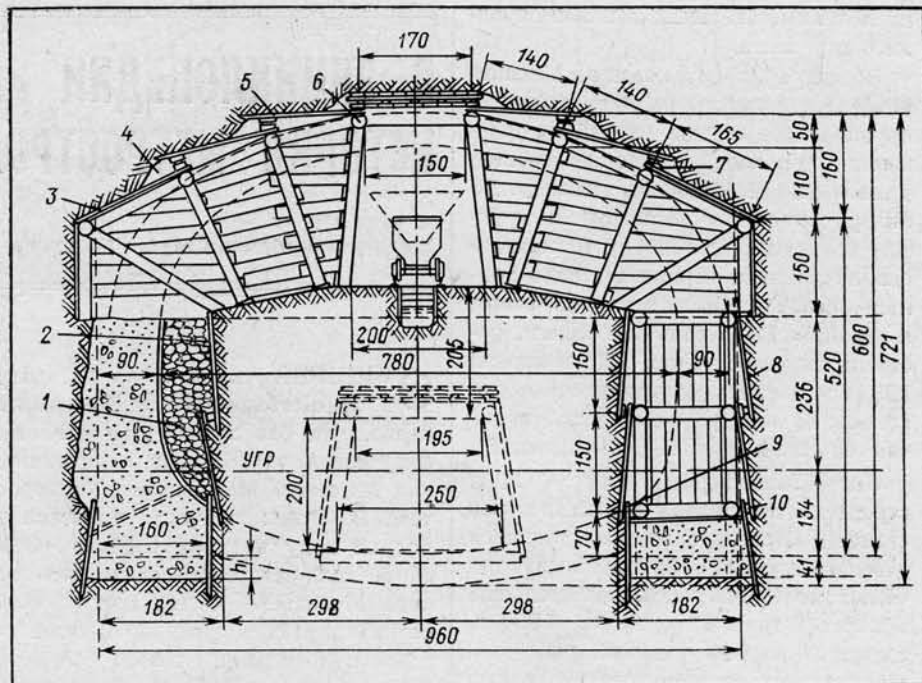


Рис. 7. Разработка тоннеля с бетонированием стен в колодцах



Рис. 8. Готовый тоннель и автор проекта производства строительных работ В. С. Пичуль

ном тоннеле железобетонная оболочка, поддерживающая несколько слоев оклеечной гидроизоляции, имеет толщину 17 см. Это вызвало необходимость изменения габаритов и формы обделки А-I-a-1.

По примеру опытного тоннеля на участках глубокого заложения в однопутных и двухпутных тоннелях 1 очереди, сооруженных закрытым горным (и даже щитовым) способом, была сделана многослойная оклеечная изоляция, поддерживаемая железобетонными оболочками толщиной 20 см, а в станционных тоннелях — в 35 см.

Опасения обрушения крепей и обделки опытного тоннеля в неустойчивом грунте потребовали изменения по-

рядка возведения стен и полного раскрытия профиля. Если ранее, надеясь на устойчивость грунта, стены подводили в шахматном порядке под готовый свод из раскрытой центральной строссы, то в изменившейся гидрогеологической обстановке ее решили не раскрывать и бетонировать стены в колодцах.

Такой вариант (рис. 7), отработанный в тоннеле шахты № 29, нашел в скором времени применение на пльвунном участке, начинающем заглубление трассы от Комсомольской площади в сторону центра. Там же, в условиях проходки под сжатым воздухом, внедрена модификация этого варианта с проходкой внутри тон-

неля вспомогательных штолен среднего горизонта.

В январе 1934 г., когда по Мясницкому (Кировскому) радиусу были сооружены все шахты глубокого заложения, проходка в тоннеле общей длиной 224 м близилась к концу. 25 января комсомольцы нагрузили грунтом последнюю вагонетку и, пригласив начальника строительства в тоннель, сказали: «Кати, товарищ Ротерт, к стволу!» Март был рекордным, работы шли круглосуточно. К 1 апреля 1934 г. тоннель был полностью закончен. В нем уложили путь, включая опытный третий рельс (рис. 8).

После завершения в июле 1934 г. строительства первой на Метрострое станции «Красносельская» открылся сквозной путь от «Сокольников» до «Комсомольской», находившихся еще в лесах. Утром 15 октября 1934 г. совершил первый учебный рейс состав из двух вагонов красного цвета: моторного № 0001 и прицепного № 1001.

Сквозные пусковые рейсы по всей первой линии начались 6 февраля 1935 г. Это стало возможным после того, как первый советский щит закончил 16 декабря 1934 г. проходку 428-м перегона между площадями Дзержинского и Свердлова.

15 февраля 1935 г. состоялась многолюдная собрания метростроителей, посвященные окончанию 1 очереди, а 15 мая 1935 г. метрополитен, как известно, был официально открыт для нормальной эксплуатации.

**

Путешествие по трассам метро — это путешествие по страницам его истории.

Одни участки сооружены открытым способом, другие — закрытым горным или щитовым, наиболее близкие к нам по времени — самыми эффективными методами с применением индустриальных конструкций и высокопроизводительной тоннелепроходческой техники.

По сравнению с участками 1 очереди трудозатраты снизились, а скорости проходки возросли во много раз. Тяжелые работы легли на плечи мощной техники. Но первопроходцы такой техникой еще не располагали. Они проявляли смелость, а зачастую и героизм, вручную преодолевая сопротивление Земли. Первым всегда труднее. И мы не должны забывать об этом, ибо они начинали движение вперед. □

В ЭНЦИКЛОПЕДИИ «МОСКВА» — ИСТОРИЯ МЕТРОСТРОЯ

А. ВЕКСЛЕР,

заведующий отделом Музея истории и реконструкции Москвы

ОБШИРНА справочная литература о столице СССР. Небезынтересно, что без малого два столетия тому назад, в 1782 году, один из первых питомцев Московского Университета В. Рубан выпустил универсальное по тому времени издание «Описание императорского столичного города Москвы...» С тех пор созданы сотни книг, посвященных Москве, но единого фундаментального справочника от «А» до «Я» не существовало.

В канун Олимпиады-80 вышла в свет однотомная энциклопедия «Москва»*. Издание содержит гигантский информационный материал — около 5 тысяч статей, всесторонне освещающих прошлое и настоящее, важнейшие исторические события многовековой жизни столицы и его сегодняшнюю топографию, транспорт и городское хозяйство, торговлю и службу быта.

Обзорные статьи снабжены необходимой библиографией. Тексты дополнены десятками карт и схем, составленных на основе новейших научных данных, иллюстрированы многочисленными цветными и черно-белыми фотографиями. Гордость столицы — метрополитен им. В. И. Ленина — нашел достойное отражение в энциклопедическом издании. Историю проектирования Московского метро от первого из известных проектов до современных содержит статья «Метрополитен имени В. И. Ленина». В ней раскрыт подход советских архитекторов к строительству станций как пространственно протяженному архитектурному комплексу монументальных сооружений большого общественного значения. Приводятся впечатляющие данные о сегодняшнем дне столичного метрополитена, среднесуточные перевозки которого составляют свыше 6 млн. человек, или более 40% от общего объема пассажиров, обслуживаемых всеми видами городского транспорта. В статье со-

держится не только обзор современного состояния метро, но и рассказывается о его людях, названы имена передовиков производства, удостоенных высоких правительственных наград. Статью «Метрострой» открывает дата — 1931 г., когда появилась первая шахта на Русаковской улице, где ныне во дворе дома № 13 установлена мемориальная доска со словами: «...Здесь началась борьба за строительство лучшего в мире метро». Оно стало Всесоюзной ударной комсомольской стройкой. В годы Великой Отечественной войны 1300 метростроителей ушло на фронт, 32 из них присвоено звание Героя Советского Союза (бывший слесарь Метростроя, впоследствии генерал авиации А. К. Рязанов, дважды удостоен этого звания). О многом узнают читатели из статьи энциклопедии.

Отдельные справочные материалы имеются о каждой из 114 станций Московского метрополитена. Помещена точная информация с указанием времени сооружения, описанием облицовочных материалов, названы имена авторов проектов и художников.

Свыше 1000 статей в книге рассказывают о знаменитых москвичах, именами которых названы улицы и площади, предприятия и научные учреждения, в память о них установлены мемориальные доски. Одна из статей посвящена В. Д. Полежаеву, прошедшему путь от бригадира проходчиков до руководителя Метростроя, чье имя носит станция метро. Ряд других материалов — о видных советских архитекторах, принимавших участие в проектировании лучших метровокзалов.

Сведения о вкладе метростроителей в историю Москвы, указания на важнейшие находки, обнаруженные при сооружении подземных трасс, можно найти в статье «Археологические наблюдения», где особо отмечены открытия последних лет при закладке станций Калужско-Рижского диаметра в центре города. □

* Издательство «Советская Энциклопедия», М., 1980 г., стр. 688.

СОВЕТСКАЯ ПРОХОДЧЕСКАЯ ТЕХНИКА В КАЛЬКУТТЕ

(По материалам зарубежной командировки)

Б. СОСУНОВ, В. КОЧЕТКОВ,
инженеры

В КРУПНОМ промышленном центре Индии — Калькутте сооружается первая линия метрополитена протяженностью 16,43 км с 17 станциями, 15 из которых подземные, возводимые открытым способом, и 2 наземные. Трасса пересекает город с севера на юг от района Дам-Дам до Таллиганж. Выделены средства и ведутся проектно-изыскательские работы по подготовке к строительству второй линии длиной 17,1 км с 16 станциями. Она пересечет город с запада на восток и свяжет два городских вокзала — Хаура и Селда. Станция «Централ» первой линии будет пересадочным узлом.

Первая линия строится в основном открытым способом. Конструкции станций и перегонных тоннелей — из монолитного железобетона. Единственный участок, сооружаемый закрытым способом, — между станциями «Бельгачиа» и «Шиамбазар» — включает в себя два отрезка длиной 786 и 321 м. По горногеологическим условиям проходка первого участка будет вестись под сжатым воздухом. Сюда поставлены два советских проходческих немеханизированных комплекса КМ-34Т, включающие в себя щиты ЩН-1 СТ, укладчики блоков тоннельной обделки ТУ-3ГТ, тележки для нагнетания ТН-16Т, подвижные платформы ПП-8 и звенья пути, а также четыре породопогрузочные машины I ППН-5. Для оказания технической помощи в монтаже и наладке комплексов и для подготовки кадров индийских специалистов в Калькутту направлена группа советских специалистов.

Сооружение всей линии метрополитена в Калькутте ведет «Метрорейлвей» — государственное предприятие, входящее в состав Министерства железных дорог Индии и осуществляющее в основном проектные работы и

авторский контроль за их выполнением. Проходку же перегона между станциями «Бельгачиа» и «Шиамбазар» ведет индийская частная фирма «Хиндустан Констракшн Компани», имеющая опыт ведения кессонных работ, но не имеющая практики строительства тоннелей метрополитена щитовым способом. В этой связи «ХКК» заключен договор с венгерской торговой фирмой «Никекс» на оказание помощи в технологии изготовления железобетонной обделки и в маркшейдерском ведении щитов. Чугунная обделка будет использоваться только на первых 100 метрах и при проходке под каналом. Монтажная шахта сооружена методом опускного колодца. Ее размеры оказались недостаточными для сборки двух механизмов комплекса — щита и укладчика. Фирмой «Никекс» была предложена организация работ по монтажу проходческого комплекса КМ-34Т (рис. 1), предусматривающая для этой цели установку в шахте горизонтальных ярусов. Затем, по мере продвижения щита, агрегаты комплекса должны быть смонтированы поочередно на полукольца обделки. Работы предполагалось производить с помощью ручных лебедок.

В связи с большой металлоемкостью конструкции горизонтальных ярусов и сложностью спуска полностью собранных укладчика и тележки для нагнетания в шахту группа советских специалистов предложила организацию работ, обеспечившую монтаж в шахте щита и укладчика. Для этого по оси тоннеля в передней и задней стенках шахты, имеющих толщину 2 м, выработали ниши глубиной по 1 м, диаметром 6 м. После изготовления основания для монтажа щита в шахте на расстоянии 0,5 м от передней стенки смонтировали щит ЩН-1СТ без верхней группы щито-

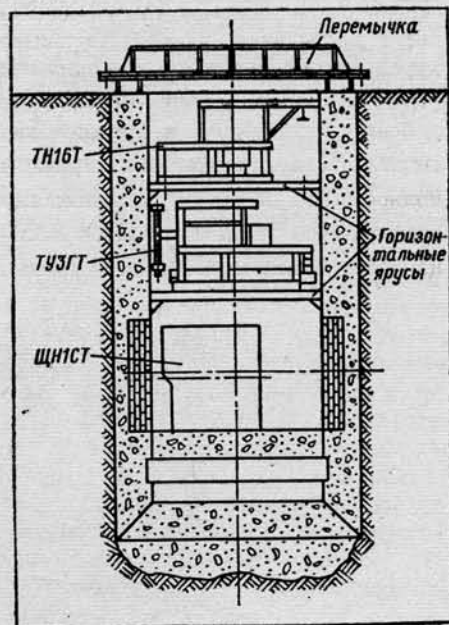


Рис. 1

вых гидроцилиндров и без трех верхних сегментов оболочки. Нижнюю группу щитовых гидроцилиндров включили по временной гидросхеме и после того, как установили полукольца тоннеля, щит передвинули в переднюю нишу, в результате чего высвободили место для монтажа в камере тоннельного укладчика ТУ-3ГТ (рис. 2).

Одновременно на поверхности были собраны полукольца обделки; на них смонтировали тоннельный укладчик ТУ-3ГТ и тележку для нагнетания ТН-16Т (рис. 3). На полностью

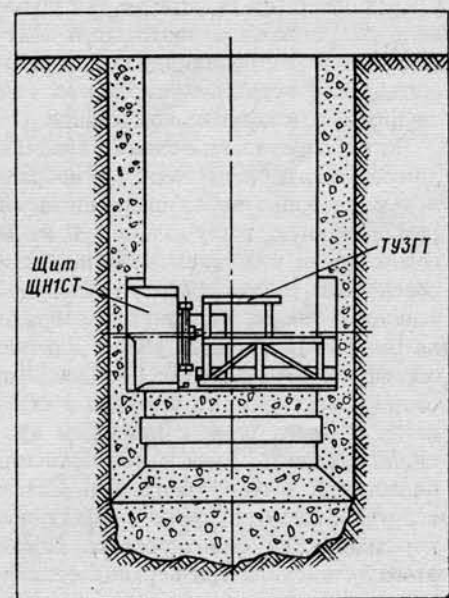


Рис. 2

собранном и отлаженном укладчике после проведения соответствующего курса лекций советские специалисты проводили практическое обучение индийских машинистов и проходчиков. Первые два кольца смонтированы полностью индийскими машинистами (проверялась геометрия, затем кольца разбирались и собирались вновь).

в верхнем сегменте оболочки в последнюю очередь смонтирован рычаг укладчика.

В связи с тем, что щит пойдет под сжатым воздухом и сварочные работы в дальнейшем будут невозможны, на оболочке, в зоне башмаков щитовых гидроцилиндров предусмотрена щитовая стяжка для возможности исправления геометрии оболочки. До

первых 10—12 м проходки погрузка и транспортировка породы будут осуществляться вручную. После выхода из камеры тележки для нагнетания через материальный шлюз доставят в трех частях (ходовая часть, транспортер и стрела с рабочим органом) в монтажную зону погрузочную машину I ППН-5. В монтажной камере установят поворотный круг и породу бу-

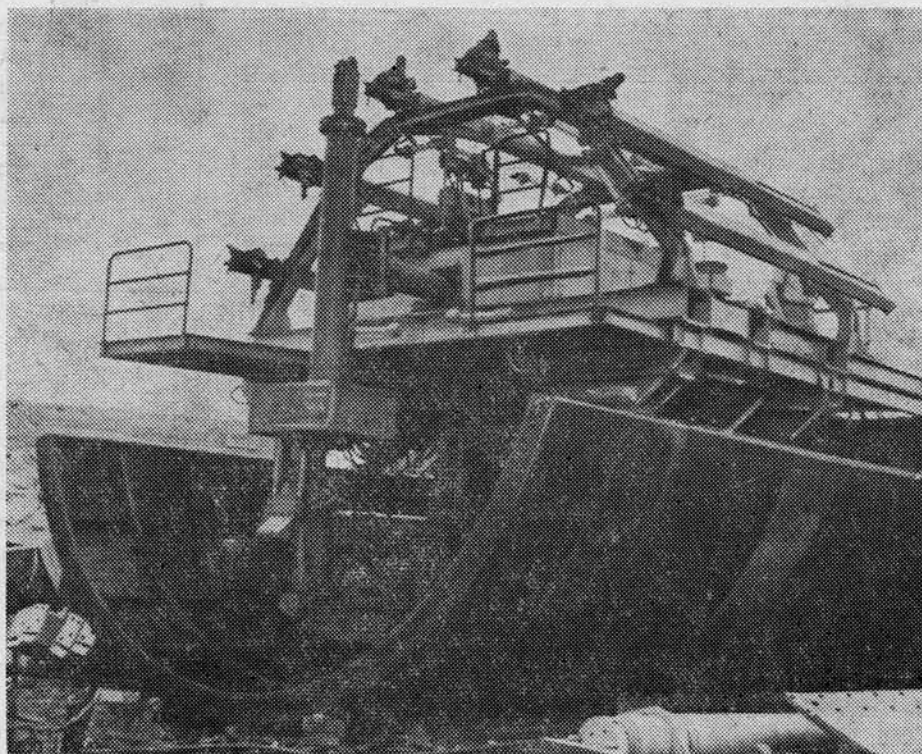


Рис. 3

Гидросистему укладчика использовали для испытания щитовых и платформенных гидроцилиндров как первого, так и второго комплексов на специально изготовленном стенде.

По первоначальной схеме укладчик должен был монтироваться в собранном виде после передвижки щита в разработанную нишу длиной 1 м. В связи с тем, что заказчиком не были обеспечены работы краном грузоподъемностью 40 тс, укладчик разобрали на шесть укрупненных узлов: нижнее основание, опорные и выдвижные балки с механизмами шагания и стойками, верхняя рама с приводом вращения рычага, арка с выдвижными балками и рычаг укладчика. Затем все узлы были спущены в шахту и в короткий срок смонтированы. После этого установили три верхних сегмента оболочки и верхнюю группу щитовых гидроцилиндров. Через отверстия

вывода агрегата из монтажной камеры и перекрытия ее временной кессонной перемычкой здесь разместятся узлы тележки для нагнетания, которая после выхода из камеры укладчика будет смонтирована при помощи двух лебедок.

Для возможности транспортировки породы из забоя и подачи туда материалов в процессе вывода щита из камеры в тоннельной обделке оставлен проем, а в конструкции укладчика демонтирована правая насосная станция и правый раскос. На период монтажа кольца укладчик продвинется вперед, а на время транспортировки породы и подачи в забой материалов передвинется назад, обеспечив свободный пропуск последних к материальному шлюзу, для чего длина соединительных гидро- и электрокоммуникаций между щитом и укладчиком увеличена до 5 м. На

дуг транспортировать в вагонетках емкостью 1,5 м³.

При содействии группы советских специалистов полностью смонтированы и отлажены щит и укладчик в шахте № 1 (рис. 4), но в связи с задержкой проходки из-за отсутствия сборной железобетонной обделки, поставленной фирмой «Никекс», а также неподготовленностью к эксплуатации кессонного оборудования начало проходки отложено. В настоящее время советские специалисты осуществляют монтаж второго комплекса в шахте № 2. В соответствии с их предложением на подготовленном основании монтируется второй щит ЩН-1СТ без верхней группы гидроцилиндров и без трех верхних сегментов оболочки. Затем до начала проходки в шахте № 1 при помощи временных металлических распорок щит выдвигается в заранее разрабо-

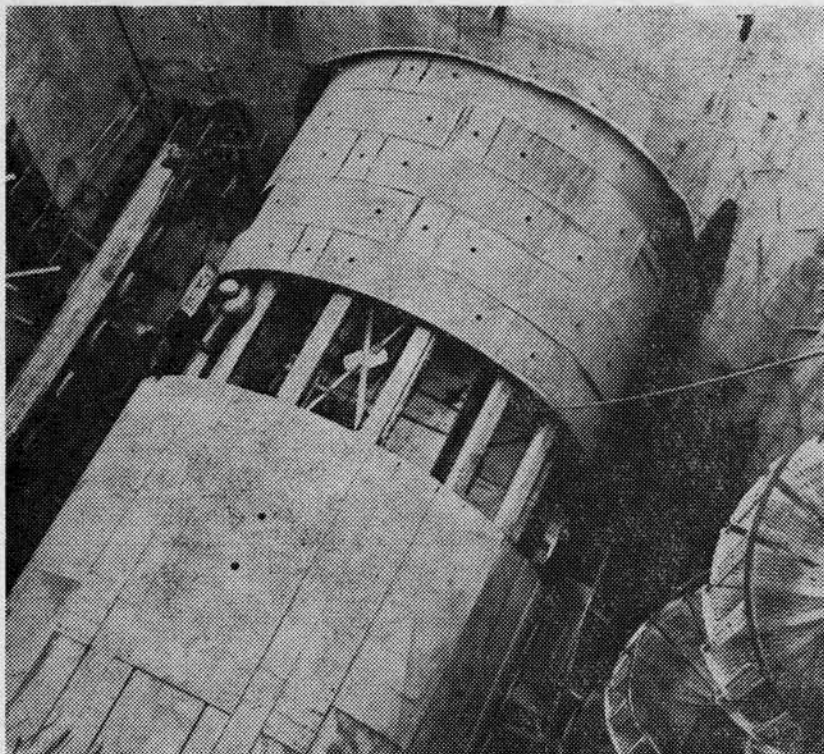


Рис. 4

танную нишу длиной 1 м и \varnothing 6 м, освобождая место для транспортировки породы и материалов в шахте.

Параллельно с монтажом щита по поперечной оси шахт на поверхности монтируется укладчик, который будет опущен в собранном виде с помощью тельферной эстакады грузоподъемностью 35 т, смонтированной к этому времени фирмой «ХКК».

Работа группы советских специалистов была осложнена тем, что оборудование, хранившееся на открытом складе, было в значительной степени подвержено воздействию воды в результате наводнения в Калькутте. Пришлось провести полную ревизию всего гидро- и электрооборудования обоих комплексов. Обнаруженные дефекты ликвидировались до поступления узлов на монтаж.

Несмотря на отсутствие четкой организации работ из-за сложных отношений между государственным и частным секторами, по плану заказчика участок подземного сооружения тоннелей между станциями «Бельгачиа» и «Шиамбазар» должен быть сдан в эксплуатацию не позднее 1986 г. □

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ МИРА

В НАСТОЯЩЕЕ время метрополитены эксплуатируются в 60 городах 27 стран мира. В ближайшие годы они появятся еще в 16 городах.

Небезынтересны соотношения некоторых основных показателей Московского метрополитена с показателями наиболее развитых зарубежных. По годовым пассажирским перевозкам за 1978 г. он занимает первое место — 2173,1 млн. чел.; Токио — 1830,2; Париж — 1281,7; Нью-Йорк — 1060,6 млн. чел. По максимальной пропускной способности — первое место: 45 пар поездов в час, в то время как Нью-Йоркский метрополитен достиг 40 пар поездов в час.

По протяженности сети Московский метрополитен вышел на пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км, Лондон — 387,9 км, Париж — 278,0 км, Токио — 175,2 км, Москва — 172,6 км.

Основные показатели метрополитенов мира за 1978 г. представлены в таблицах № 1 и № 2, составленных по данным Международного Совета общественного транспорта.

Строящиеся метрополитены

Страны, города, территории		Население	Количество линий	Протяженность линий, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями	Инвентарный парк подвижного состава	Напряжение контактной сети
Финляндия	Хельсинки	0,8	1	11,2	9	1400	90	750
Франция	Лилль	1	1	12,7	17	800	76	750
Великобритания	Ньюкасл	1,3	1	54	42	1300	180	1500
Болгария	София	1	1	7,5	7	1250	—	600
США	Балтимора	2,5	1	12,9	9	1600	72	650
	Майами	1,5	1	33	20	1700	136	—
Гонконг		4,7	2	26,3	25	1115	430	1500
Индия	Калькутта	9	1	16,4	17	1025	72	675
Венесуэла	Каракас	2,2	1	21	23	950	242	750
Италия	Неаполь	3,4	1	11,1	15	790	—	1500
Испания	Севилья	0,9	1	10,5	16	700	—	—
Япония	Факуока	1	2	14,8	—	—	—	—
	Киото	1,5	1	10,5	11	1050	36	1500
Иран	Тегеран	4,5	1	15,5	18	870	192	750
СССР	Минск	—	1	8,6	8	1000	—	825
	Горький	1,1	1	9,6	8	—	—	825
	Ереван	—	1	11,5	10	—	—	825

58 Метрополитены мира (по данным МСОТ за 1978 г.)

Страна, город	Население, млн. чел.	Год пуска в эксплуатацию	Количество линий	Их протяженность, км	Радиус зоны обслуживания, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями, м	Инвентарный парк подвижного состава	Напряжение контактной сети, в	Плата за проезд	Результаты работы за год			Минимальный интервал между поездами, мин.	Техническая скорость, км/ч	Максимальное количество вагонов в составе	Число обслуживающего персонала
											перевозка пассажиров, млн. чел.	ман. вагонов-километров	потребление электроэнергии, млн. квт-ч				
ФРГ	2,1	1902	8	96	13	105	776	914	750	един.	311,1	64,1	147,7	2-30	31,3	8	5437
	2,5	1912	3	89,5	22	80	1052	849	750	дифф.	175,8	49,2	86	2-00	31,4	9	1938
	2,1	1971	2	16	8	20	880	144	750	"	97,4	10,5	52	2-30	34	6	473
ГДР	0,8	1972	1	9,3	-	14	715	60	750	един.	25	-	-	3-00	31	4	-
	1,6	1902	2	15,8	7	23	772	314	750	"	75	-	-	2-00	24/33	8	-
Бельгия	1,1	1976	1	11,7	4	18	607	90	750	"	34,8	5	-	3-00	29,1	4	650
	3,5	1919	8	67	6	100	550	763	600	"	420	70	204	2-30	23/30	6	4620
Испания	2,9	1924	5	48,2	6,5	72	686	404	1300/1500	"	257	31	102,3	3-30	23/27	4	3031
	7,4	1900	15	185,8	12,5	355	540	3434	750	"	1103,5	189,1	528,4	1-35	23,6	6	13137
	1	1938	2	92,2	26,5	57	1278/2061	502	1500	дифф.	178,2	48,9	190,2	3-00	40,7/48	9	-
Австрия	1,1	1978	3	11,8	5,5	17	675	66	750	един.	20,5	3,7	13,4	3-10	22,8	3	342
	1,6	1976	2	11,2	-	14	935	172	750	"	25,4	2,6	-	3-30	29	3	300
Великобритания	7	1863	9	387,9	40	248	1300	4255	600	дифф.	569	338	618	1-45	32,8	8	21000
	2,5	1896	1	10,5	-	15	700	33	600	един.	-	-	-	3-00	29	3	-
Греция	2,5	1925	1	25,7	12,5	20	1350	135	600	дифф.	86	13,1	23	3-30	35	5	-
	2,4	1970	2	14,8	7	17	1000	175	825	един.	-	-	-	2-15	33,3	5	-
Венгрия	3,6	1955	1	11	8,5	11	1100	56	1500	"	32,3	4,1	22,5	6-00	37,3	4	470
	3,9	1964	2	40,3	17	50	655/1498	354	750/1500	"	174,4	22	83,8	2-00	27/40	6	1585
Норвегия	0,5	1966	1	35,5	13	43	815	169	750	"	38	9,9	41,5	2-30	32,3	6	500
	0,7	1977	1	14,5	-	15	900	74	750	дифф.	15	3	18,2	3-45	32/35	8	220
Нидерланды	0,8	1968	1	17,1	11,5	12	1545	142	750	"	35,4	6,4	23,3	3-00	33/42	8	265
	2,3	1959	1	12	4,5	20	630	80	750	един.	98,5	6,9	31,6	3-15	28	4	1290
Португалия	1,5	1950	3	103,6	18	94	1000	885	650/750	дифф.	189	64	200	2-00	33/40	10	2500
	1,2	1974	2	11,3	4,5	16	825	158	750	един.	102,8	-	-	2-30	33	4	-
Швеция	8,9	1913	5	34	7	57	600	414	600/1500	един.	198	-	-	2-00	18/26	6	4000
	11,5	1974	2	19,3	11	28	900	198	750	"	190,3	35,4	-	2-30	33	6	2100
Аргентина	2,1	1954	2	52,7	11,5	58	757	632	600	"	196,5	61,4	-	2-15	29/37	8	1002
	2,7	1965	3	38,1	10	45	900	735	750	"	153,4	47,9	139,3	2-00	36	9	1020
Бразилия	13	1969	3	42,2	7,4	49	846	852	750	"	736,9	82,6	339,6	2-05	34,6	9	4657
	4	1975	2	20,5	6	28	720	195	750	"	62,6	-	40,4	2-50	32	5	700

Страна, город	Население, млн. чел.	Год пуска в эксплуатацию	Количество линий	Их протяженность, км	Радиус зоны обслуживания, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями, м	Инвентарный парк подвижного состава	Напряжение контактной сети, в	Плата за проезд	Результаты работы за год			Минимальный интервал между поездами, мин.	Техническая скорость, км/ч	Максимальное количество вагонов в составе	Число обслуживающего персонала	
											перевозка пасса-жиров, млн. чел.	млн. вагоно-километров	потребление электроэнергии, млн. кВт-ч					
США	17,2	1868	—	371,1	17	458	800	6424	600	един.	1018,8381	1423,7	2-00	48	11	24863		
	17,2	1908	1	22,4	15	13	2115	297	650	"	41,8	65,8	1-30	34,4	7	1005		
	7	1892	5	144,8	20	142	1000	1100	600	"	139,9	—	2-30	38/45	8	—		
	4	1907	2	39,2	11	54	800	459	600	"	62,3	21,4	2-00	29/32	6	663		
	4	1969	1	23,3	18,5	13	1940	75	600	дифф.	10,9	6,3	2-00	60	6	286		
	2,8	1897	3	50	14	50	1100	339	600	един.	—	—	3-00	27/39	4	—		
	2	1955	1	30,5	16	18	1790	116	600	"	10,7	—	3-30	48	6	—		
	2,4	1972	1	114	48	34	3700	450	1000	дифф.	44,6	—	6-00	70	10	2186		
	2,5	1976	2	49,5	14,5	34	1500	300	750	"	48,1	—	6-00	56	8	—		
	8	1971	1	23,6	—	17	1475	—	750	един.	35	—	5-00	38	4	—		
	7	1974	1	9,5	6	9	975	60	1500	"	—	—	3-30	35	6	—		
	24,3	1927	7	127,6	18	118	1100	1566	600/1500	дифф.	1533	155,4	1-50	25/44,9	10	10381		
			1960	3	47,6	15,5	53	952	386	1500	"	297,2	37,5	2-30	31,4	6	4643	
		7,6	1933	6	75,6	10	75	1000	733	750/1500	"	761	62,6	2-15	29/33	8	5730	
	1,3	1971	2	24,2	—	27	1000	248	750/1500	"	—	—	4-00	32/38	4	—		
	6,6	1957	4	51,7	12	56	1000	407	600/1500	"	—	—	2-00	33/35	6	2800		
	2,6	1972	2	11,5	—	11	1150	—	750	"	—	—	5-00	—	5	—		
	1,4	1977	1	5,8	—	4	1900	24	1500	"	—	—	8-00	43	8	—		
	7,4	1935	7	172,6	15	107	1700	2517	825	един.	2173,1	1384,3	1-20	47,8	7	18000		
	4,1	1955	3	54,4	7	37	1750	923	825	"	645,9	110,7	1-35	46,4	7	5924		
	1,7	1960	2	20,5	6	17	1280	250	825	"	237,2	29,6	1-35	45,1	5	2495		
	1	1966	1	12,6	—	11	1150	95	825	"	119,9	12,1	2-30	45,9	4	1440		
	1,3	1967	2	18,7	—	11	1800	108	825	"	137,4	13,07	2-10	45,7	4	2046		
	1,8	1975	1	17,3	—	13	1810	162	825	"	130	16,9	2-30	48,2	5	2014		
	1,7	1977	1	11,3	—	9	1400	75	825	"	51,5	8	1-4-00	45,5	4	1704		
Метрополитены, вступившие в эксплуатацию в 1979 г.																		
Румыния	1,6	1979	1	17	—	13	1420	—	700	—	—	—	1-30	40	6	—		
Бразилия	9	1979	1	5,1	—	5	1000	20	750	един.	—	—	6-00	25	4	—		
США	1,7	1979	1	10,8	10	7	1800	30	750	един.	—	—	15-00	55	4	—		

Примечание. Кроме перечисленных в таблице, метрополитены эксплуатируются в городах: Бонне, Франкфурте, Ганновере, Штутгарте, Кельне (ФРГ).

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ СЕН-ГОТАРД

М. КАРАМЫШЕВ, С. ЧЕРНЯХОВСКАЯ,
инженеры

ТРАНСАЛЬПИЙСКИЙ тоннель Сен-Готард длиной 16,3 км (самый длинный автомобильный тоннель в мире) обеспечил связь между северной и южной Швейцарией и создал прямое автомобильное сообщение между ФРГ и Италией. Ранее такая связь осуществлялась через двухпутный железнодорожный тоннель Сен-Готард длиной 15 км (в эксплуатации с 1882 г.). По нему проходили поезда, груженные автомашинами, каждые 10 минут. Также функционировал сезонно перевал пропускной способностью до 20 тыс. машин в день.

Выдвигались два альтернативных проекта, разница между которыми заключалась в системе вентиляции: первый предусматривал проходку специальной вентиляционной штольни, второй — размещение вентканалов в сводовой части главного тоннеля. Был принят второй вариант, разработанный швейцарской фирмой «Электро-Ватт Лтд.» (Цюрих).

На первой стадии сооружали тоннель сечением в проходке 70—90 м² и шириной в свету 10 м с двухполосной проезжей частью, а также параллельную штольню сечением 6—8 м², удаленную от основной на 30 м. Штольня предназначалась для выявления осложненных участков, а также в качестве пилот-тоннеля для строительства в будущем второго двухполосного автомобильного тоннеля. Расчетная максимальная пропускная способность главного тоннеля — 1800 машин в час, в том числе до 10% грузовых. Комплекс сооружений включает: 4 вентиляционных ствола — 2 вертикальных и 2 наклонных (под 45° и под 80°) сечением 30—45 м², 66 ниш с поперечными сбойками между основным тоннелем и вспомогательной штольней и подземные служебные помещения.

Инженерно-геологические условия,

определенные на основании опыта строительства железнодорожного тоннеля и по данным разведочного бурения, представлены устойчивыми гранитами, гранитогнейсами и сланцами. При выборе трассы исходили из необходимости:

обхода ряда сложных геологических формаций, встретившихся при проходке железнодорожного тоннеля;

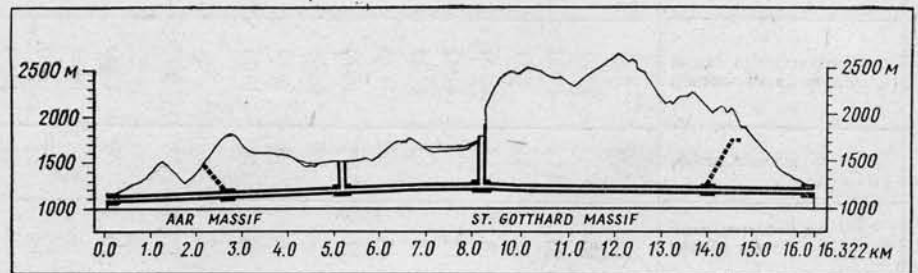


Рис. 1. План трассы автомобильного тоннеля

размещения устьев вентиляционных стволов вблизи наземных путей сообщения;

уменьшения глубины заложения тоннеля;

обхода существующих подземных сооружений гидроэнергетического назначения.

Поэтому трасса тоннеля, в отличие от существующего железнодорожного, проходит не по кратчайшему пути между конечными пунктами, а по дуге, отходящей от прямой на максимальное расстояние — 2400 м. Дуга включает четыре криволинейных участка радиусами кривизны по 2000 м и два припортальных криволинейных радиусами 700 и 750 м. Уклон трассы в профиле на южном участке 0,3‰, на северном — 1,4‰. Максимальная глубина заложения — около 1 км.

Строившийся тоннель был разбит на два участка длиной 6,8 км и

9,5 км. Проходку первого участка вело объединение под руководством фирмы «Конрад Цшокке» (Женева), второго — фирмы «Вало Бертшигер» (Цюрих).

Основной способ производства работ — буровзрывной на полное сечение. Для обурирования в каждом забое главного тоннеля использовали по две буровые рамы на шасси грузовиков: в северном 5- и 6-стреловая фирмы «Ингерсолл-Рэнд» (США), в южном — две 4-стреловые типа «Промек» фирмы «Атлас Копко» (Швеция). Для проходки штолен предназначались 4-стреловые самоходные буровые установки фирмы «Монтабер» (Франция), для сооружения поперечных сбоек — 2-стреловые буропогрузочные установки типа «Бумер» фирмы «Атлас Копко». В южном забое для обурирования сводовой части главного тоннеля применялся порталный агрегат на рельсовом ходу с двумя бурильными машинами, смонтированными на консольной площадке-козлырке длиной 38 м. Она предназна-

чалась для защиты работающих внизу проходчиков от вывалов породы, а также для устройства анкерного крепления свода.

Породу грузили ковшовыми погрузчиками на пневмоколесном ходу. В северном забое использовали безрельсовый транспорт (автосамосвалы емкостью кузова 15 м³), в южном забое и штольне — локомотивную откатку. Кроме того, здесь применяли передвижную пятисекционную технологическую платформу-разминовку длиной 241 м и весом около 800 т.

Средние скорости проходки в благоприятных условиях при двухсменной работе составляли около 7 м в день и редко превышали 9 м (3 заходки по 3 м). В то же время наличие на трассе ряда участков с осложненными горногеологическими условиями вынудило перейти на разработку забоя по частям. Это вызвало значительные задержки в ходе стро-

ительства и привело к срыву проектных сроков.

У северного портала встретился участок длиной 150 м в отвале породы, насыпанном еще в период строительства железнодорожного тоннеля. Здесь вручную прошли опережающие штольни с арочной крепью, затем применили щит. Сооружение участка заняло 5 месяцев. Далее в северном забое находился участок слабых пород, где пришлось перейти на уступный способ работ. Строительство данного участка продолжалось 4 месяца.

При проходке под лотком железнодорожного тоннеля (участок длиной 45 м), где толщина пласта породы над выработкой составляла лишь 5,1 м, применили многостольневый метод. Поскольку работы были начаты до подхода главного забоя с использованием для транспорта пилотштольни, особых задержек здесь не возникло.

Наибольшие трудности возникли при строительстве отрезка тоннеля в 300 м, характеризующегося наличием песка с тальком. Разработку основного забоя продолжали в обход. Пройти на этом сложном участке пилот-тоннель не удалось из-за выпучивания подошвы выработки под действием горного давления. Поэтому тоннель сооружали двумя забоями с бетонированием опор свода в боковых штольнях сечением по 25 м² и последующей проходкой калотты с немеханизированной шандорной крепью с устройством временных арок с металлической листовой затяжкой. Работы здесь велись 2,5 года. Далее разработка в северном забое шла уступным способом с установкой в зонах ослабленного гнейса арочной крепи.

В южном забое сразу после начала проходки началась зона слабых пород. Этот отрезок тоннеля сооружался по частям: вначале калотта сечением 30 м² с опережением в 50 м и комбинированной арочной, анкерной и набрызгбетонной крепью, затем боко-

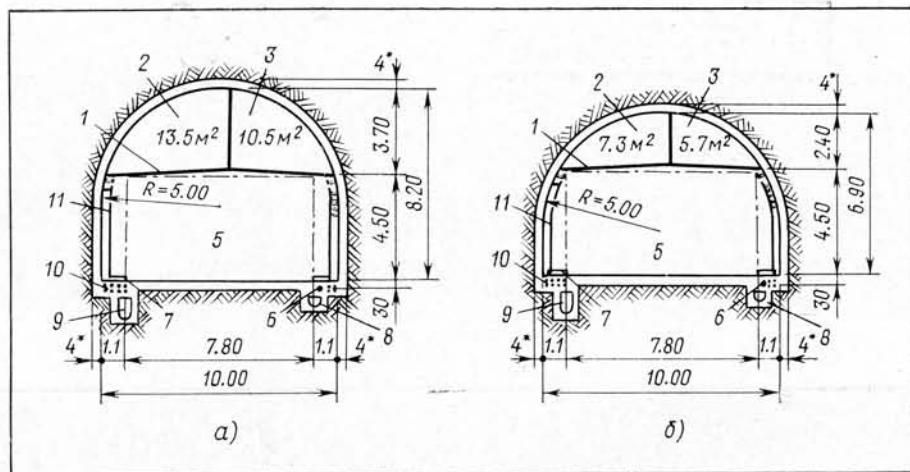


Рис. 2. Сечение южного (а) и северного (б) участков тоннеля Сен-Готард:

1 — промежуточное перекрытие; 2 — свежий воздух (13,5 м² и 7,3 м²); 3 — отработанный воздух (10,5 м² и 5,7 м²); 4 — переменный размер; 5 — транспортная зона; 6 — трубопровод для воды под давлением; 7 — тротуар; 8 — вспомогательный коллектор; 9 — главный коллектор; 10 — каналы для прокладки кабелей; 11 — элемент облицовки

вые штроссы сечением по 7,5 м² и центральная сечением 45 м². Темпы проходки при этом не превышали 2,8 м/день. Работы продолжались до июля 1971 г. Значительные трудности были связаны с большим горным давлением. Арочная крепь толщиной 50 см, заанкеренная в породу на глубину до 15 м, не выдерживала давления и прогибалась. После прекращения деформаций через 1,5 года эти арки пришлось заменить.

В южном забое и в дальнейшем приходилось переходить на разработку забоя по частям. Из 4,78 км к апрелю 1975 г. таким способом было пройдено в общей сложности 1692 м, в том числе с арочной крепью — 963 м. К тому же часто прорывалась вода — с расходом до 200 л/с.

Самый сложный и самый протяженный участок в этом забое был представлен ослабленными парагнейсами. Из пилот-штольни пройдены поперечные выработки, откуда вели разработку сводовой части главного тоннеля и временное крепление. Затем сооружали нижнюю часть сечения тоннеля с бетонированием опор свода в опережающих штольнях.

Сбойка пилот штольни состоялась в начале 1976 г.

Вертикальные стволы сооружали буровзрывным способом с подъемом породы грейферами, наклонные — роторным тоннелепроходческим комбайном Вирт диаметром 3 м с последующим расширением до диаметра 6,64 м.

Обделку тоннеля и стволов возводили с помощью механизированных опалубок и бетононасосов.

Сбойка главного тоннеля состоялась в 1977 г.; к концу 1979 г. строительные работы были окончены. Объект сдан в эксплуатацию в сентябре 1980 г., т. е. с опозданием на 2 года по сравнению с проектным сроком. Стоимость строительства впятеро превысила предварительную оценку. Значительный перерасход средств и срыв расчетных сроков строительства специалисты объясняют тем, что возможность наличия ослабленных участков, весьма вероятная при сооружении горных тоннелей такой протяженности, не была предусмотрена ни проектом производства работ, ни сметой. □

На 1-й и 4-й стр. обложки: Монтаж механизированного щита ТЩБ-7М на станции «Нахимовский проспект» в Москве. Бетонирование стен на станции «Южная».

Фото А. СПИРАНОВА

Художественно-технический редактор Е. К. Гарнухин

Сдано в набор 15.09.80. Подписано в печать 31.10.80. Л—56360
Формат 60×90¹/₈. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная и литературная. Печать высокая. 4,0 печ. л.
4,66 уч.-изд. л. Тираж 4790 экз. Заказ 2968. Цена 30 коп.

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

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

нр.

