

ISSN 0130—4321

4 1982

МЕТРОСТРОЙ

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР



МЕТРОСТРОЙ

4 1982

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

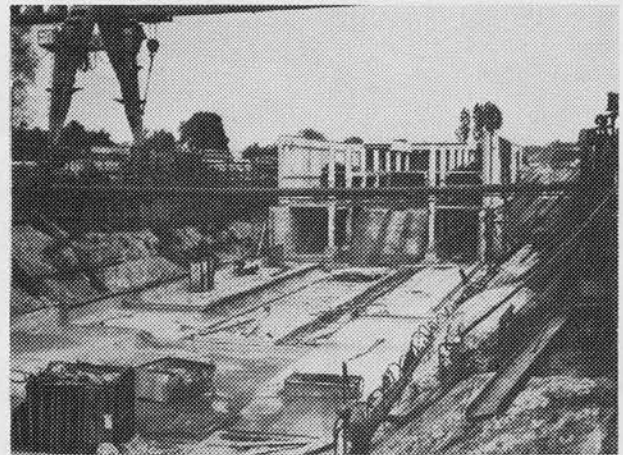
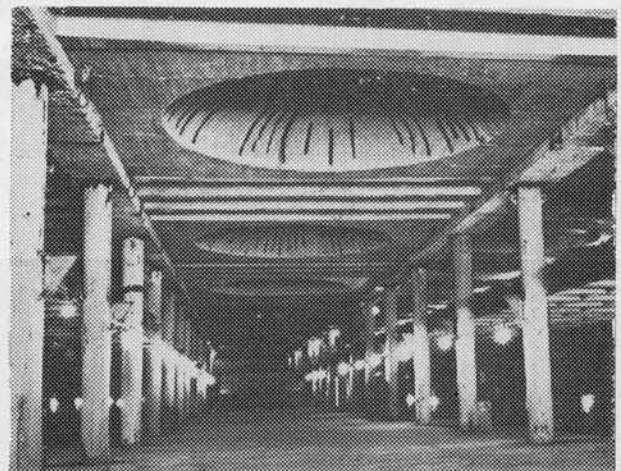
В НОМЕРЕ:

| | |
|--|----|
| Резервы проходческой техники | 1 |
| Э. Рубинчик. Механизированные комплексы на перегоне «Нахимовский проспект» — «Севастопольская» | 2 |
| А. Полосин, И. Бучинский. Продавливание тоннелей на участке Серпуховского радиуса | 3 |
| И. Фишман, В. Ауэрбах, К. Зенин, В. Татаринский. Тоннелепроходческий комплекс КТ-5,6 Д2 | 6 |
| Х. Абрамсон. Комбайновый способ проходки тоннеля с обделкой из монолитного бетона | 8 |
| Ю. Молчанов, В. Самойлов, Т. Садовский. Универсальные щиты экскаваторного типа | 11 |
| В. Ходош, Л. Савельев, В. Сидорцев, Г. Макаревич. Восстановление геометрии корпуса щита | 14 |
| Т. Целиковская. Архитектура пусковых станций Куреневско-Красноармейской линии | 16 |
| В. Коровин. Метромост в Новосибирске | 19 |
| Ю. Кошелев. Не властно время | 20 |
| П. Конопатов, В. Свитин. О динамической работе обделок | 21 |
| Метрополитены мира | 22 |
| А. Жигарев. Заботы путейские | 26 |
| О. Вольдемаров. Движущиеся тротуары, подъемники, модульные эскалаторы | 27 |
| А. Кутьин, В. Гарсия, Е. Павлов. Телевидение на метрополитене | 28 |
| Обзор зарубежных журналов | 31 |

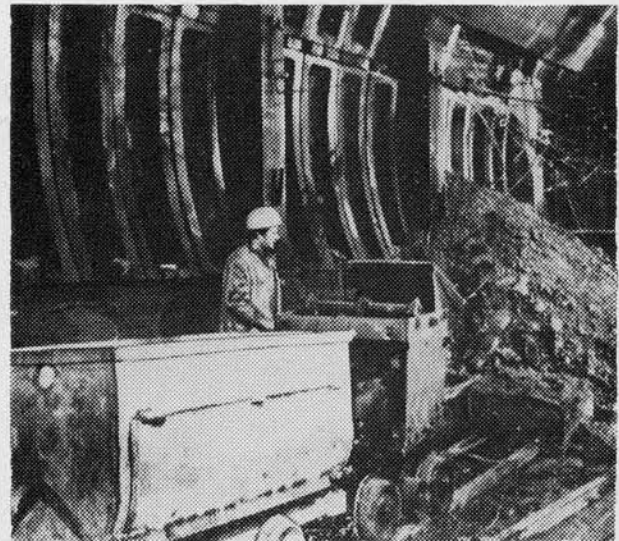
Редакционная коллегия:

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. П. ПА-
ЧУЛИЯ, В. Г. ПРОТЧЕНКО, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО,
А. И. СЕМЕНОВ, Г. А. ФЕДОРОВ, И. М. ЯКОБСОН

СТРОЙКИ ПЯТИЛЕТКИ



Станции «Дзержинская» и «Барабашова» Харьковского метрополитена (из хроники строительства)



Станция «Красноармейская» глубокого заложения из сборного железобетона в Киеве

РЕЗЕРВЫ ПРОХОДЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

ПОВЫШЕНИЮ уровня механизации проходческих работ в метростроении, выявлению организационно-технических резервов увеличения строительных скоростей в каждой конкретной инженерно-геологической обстановке посвящена обширная подборка статей, публикуемых в настоящем номере.

Одновременно двумя механизированными комплексами прокладывается участок перегонных тоннелей между станциями «Нахимовский проспект» и «Севастопольская» Серпуховского радиуса метро столицы. Так же, как на подземной трассе в Горьком, применяя агрегат ТЩБ-7 с комплексом оборудования для возведения монолитно-пресованной бетонной обделки производства Ясиноватского машиностроительного завода, москвичи усовершенствовали способ подачи бетона за опалубку, добились значительного сжижения трудозатрат. В параллельном тоннеле испытан опытный образец механизированного щита ЦНЭ-1 с экскаваторным оборудованием, изготовленным по проекту СКТБ Главтоннельметростроя на Московском механическом заводе. Максимально достигнутая скорость сегодня — 77 пог. м тоннеля в месяц. Для полного использования потенциальных возможностей экскаваторного органа с телескопической стрелой и поворотным ковшом, позволяющим работать в диапазоне грунтов от песков до моренных глин, необходим соответствующий технологический комплекс, считают строители. Выявленные ими конструктивные недостатки следует учесть при выпуске серийных образцов.

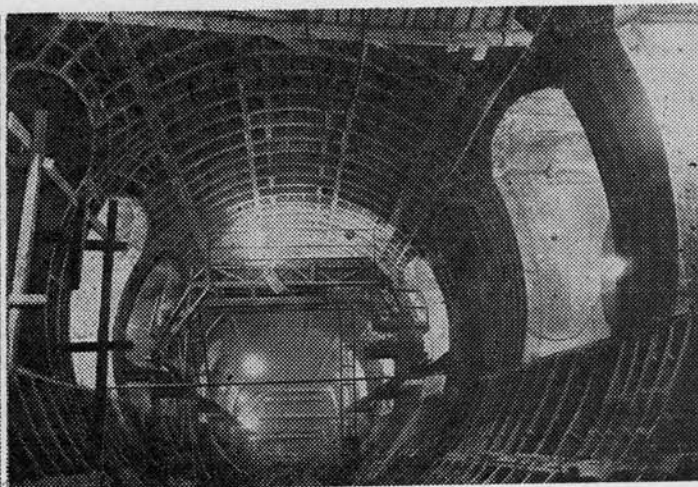
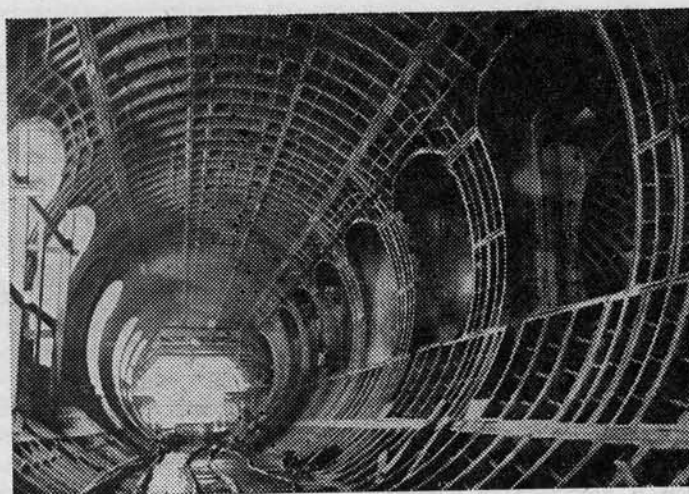
Один из материалов подборки рассказывает об опыте продавливания протяженного участка тоннеля на пересече-

нии Серпуховского радиуса метрополитена и действующих путей Московской Окружной железной дороги. Заслуживают внимания выдвинутые авторами рекомендации по дальнейшему повышению эффективности способа продавливания.

Комплексы, оснащенные сменными исполнительными органами избирательного действия и средствами для удержания забоя в слабоустойчивых и смешанных грунтах, создаваемые в тесной научно-производственной смычке, — тема другой публикации номера.

Далее обосновывается экономическая целесообразность впервые предложенной технологии и оборудования для сооружения тоннелей комбайновым способом в сочетании с монолитной бетонной обделкой. Рассматриваются основные направления механизации разработки забоя в различных грунтах щитами малого диаметра, повышения надежности, производительности и уровня универсализации экскаваторных агрегатов, в частности, оснащением их системой активных поворотно-подвесных забойных плит. В заключительной статье раздела приводятся результаты работ по восстановлению геометрии корпуса щита в сложных геологических условиях строящегося участка Серпуховского радиуса без сооружения специальной выработки над ним с созданием упругих зон в лотке и своде.

Отработка технологических схем механизированной проходки перегонных тоннелей — часть развернутой программы технического перевооружения отрасли в текущей пятилетке. □



Строится станция «Серпуховская» Московского метрополитена

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ПЕРЕГОНЕ «НАХИМОВСКИЙ ПРОСПЕКТ» — «СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ»

Э. РУБИНЧИК,
инженер

СТРОИТЕЛЬСТВО перегонных тоннелей между станциями «Нахимовский проспект» и «Севастопольская» Серпуховского радиуса поручено СМУ № 5 Мосметростроя, участку Г. Гликина. Проходка осуществляется одновременно двумя механизированными комплексами. Левый тоннель в монолитно-прессованной обделке сооружается щитом ТЩБ-7 Ясиноватского машиностроительного завода; правый — ЩНЭ-1 с экскаваторным оборудованием. Последний является опытным образцом, изготовленным по проекту СКТБ на Московском механическом заводе. Он представляет собой составную часть комплекса КМ-42, куда входят также самоходный транспортер, созданный на базе породопогрузочной машины I ППН-5, блокоукладчик ТУ-3гп, тележка для нагнетания ТН-16 и платформа со стрелой ПП-8. Устранены некоторые недостатки, бывшие в экспериментальном образце этого щита.

Агрегат подобного типа применяется в Москве вторично. Проходка ведется в районе Азовской улицы в условиях плотной городской застройки с густой сетью подземных коммуникаций. Геологические условия на трассе изменялись от песков естественной влажности с прослойками моренных суглинков до плотных глин прочностью до 80—100 кг/см². К настоящему времени щитом ТЩБ-7 пройдено свыше 800 пог. м, а ЩНЭ-1 — 450 пог. м тоннеля.

Щит ТЩБ-7 достаточно хорошо производил разработку и погрузку плотных глин челюстными машинами, лишь на особо плотных участках приходилось вести подработку отдельных мест при помощи отбойного молотка. Погрузочная машина дважды выходила из строя из-за недостаточно надежной конструкции узла, обеспечивающего поступательное движение погрузчика к забою. Направляющие изнашивались, их приходилось

дважды заменять. В процессе эксплуатации щита произошло несколько серьезных поломок: по сварному шву по три раза происходили разрывы пресс-кольца и оболочки. К слабым узлам следует отнести шарнир, соединяющий боковую и лотковую секции опалубки.

Так же, как на строительстве метрополитена в Горьком, было решено отказаться от пневмобетоноподатчиков, введя дополнительную конструкцию передвижного бетоноподающего узла, созданного на базе тележки ТН-16. Для подачи бетона за опалубку на тележке установлен пневмобетоноподатчик ПН-0,5 емкостью 0,5 м³. Бетон от завода, смонтированного в щитовой камере, доставляется по тоннелю в опрокидных вагонетках емкостью 1,1 м³. Кузов вагонетки при помощи тельфера поднимается на тележку, опрокидывается и по наклонной течке подается в ПН-05. Думается, необходимо наладить выпуск этих тележек на Ясиноватском заводе, поскольку преимущество такой подачи бетона за опалубку по сравнению с передвижными ПБУ очевидно: сокращается время бетонирования, упрощается обслуживание.

Следует отметить трудоемкость операций по перестановке секций опалубки, наличие механического воздействия на бетон, не набравший достаточной прочности, хвостовой частью щита при поворотах и — как следствие — недостаточная водонепроницаемость монолитно-прессованной обделки.

Средняя месячная скорость проходки ТЩБ-7 на участке — 45,2 пог. м, максимальная — 55 пог. м. Состав звена — 7 человек (из них 2 машиниста щита: один ведет разработку породы верхними челюстными машинами и управляет перестановщиком секций опалубки, другой — грузит грунт на транспортер и передвигает щит). Пятеро проходчиков производят остальные процессы в соответ-

ствии с принятой технологией. Оператор бетонного завода в состав звена не входит.

Фотография рабочего дня, проведенная специализированным филиалом по НОТ ВПТИТрансстроя, выявила непроизводительные потери рабочего времени, устранив которые, можно повысить скорость проходки щитом ТЩБ-7 в однородных геологических условиях до 75—80 пог. м в месяц при пятидневной рабочей неделе и до 100—110 пог. м — при непрерывной.

На кривых радиусом до 400 м и при уклоне до 25% щит был хорошо управляем, чему в немалой степени способствовало отличное качество домкратов: за весь период работы ни один не вышел из строя. Возводимая обделка при проектной марке бетона 300 приобретала прочность 200—250 кг/см² в возрасте 7 дней. После 90 дней ее прочность возрастала до 400 кг/см². Вывалов и видимых трещин не обнаружено.

За возможными деформациями обделки после проходки осуществляется постоянный маркшейдерский надзор. Целесообразнее, однако, применять установленные в характерных точках обделки тензометрические датчики, что позволит контролировать изменение ее напряженного состояния в случае возможного частичного разуплотнения окружающих грунтов.

Проходка 800 пог. м щитом ТЩБ-7 (по сравнению с обычным немеханизированным — ЩН-1С) на СМУ № 5 позволила снизить трудозатраты на 4980 чел./дней.

Учитывая возможность ведения безосадочной проходки в условиях города, исключение первичного и контрольного нагнетания, чеканки, очистки тубинговых ячеек от грязи, а также 100%-ю экономию дорогостоящего металла, очевидна перспективность дальнейшего использования щита ТЩБ-7 в строительстве Московского метрополитена.

Опытный образец щита ЦНЭ-1 создан на ММЗ Главтоннельметростроя. Два экскаваторных органа с телескопической стрелой и поворотным ковшом позволяют полностью механизировать разработку и погрузку грунта (от песков до моренных глин) в ячейках агрегата. При этом полностью исключается ручной труд в зоне забоя, резко повышается производительность труда без значительных затрат на переоборудование.

Проходческая бригада состоит из 7 человек (на щите ЦН-1С — из 10), включая 2 машинистов щита, управляющих экскаваторными органами. При существующих условиях на разработку 1 пог. м тоннеля должно уходить 20—30 мин., однако на это затрачивается 2—2,5 часа, поскольку погрузка породы предусмотрена в отдельные вагонетки с откаткой вручную на 20 м. Для полного использования потенциальных возможностей экскаваторного органа необходим соответствующий технологический механизированный комплекс. Средняя скорость, достигнутая щитом ЦНЭ-1 за 5 месяцев проходки при пятидневной рабочей неделе, — 66 пог. м тоннеля в месяц, максимальная — 77 (5,33 м/сутки).

На втором этапе заводских испытаний и в процессе дальнейшей эксплуатации выявлен ряд конструктивных недостатков: размеры горизонтальных перегородок не обеспечивают крепление лба забоя естественным откосом при проходке в песках, расположение экскаваторных органов не позволяет вести нормальную погрузку на транспортер, гидромотор при повороте ковша постоянно ударяется о металлоконструкцию агрегата и выходит из строя. Компоновка гидравлики выполнена неудачно, затруднены замена и ремонт части щитовых домкратов, сложно обслуживать гидрокommunikации, проходящие внутри телескопической стрелы экскаваторного органа. При кручении щита невозможна нормальная погрузка породы.

Все это необходимо учесть при выпуске серийных образцов. Значительно затрудняет скорейшую доводку узлов невысокое качество их исполнения Московским механическим заводом.

Между тем внедрение нового щита необходимо для обеспечения важнейшей народнохозяйственной задачи — повышения производительности труда. □

ПРОДАВЛИВАНИЕ ТОННЕЛЕЙ НА УЧАСТКЕ СЕРПУХОВСКОГО РАДИУСА

А. ПОЛОСИН, И. БУЧИНСКИЙ,
инженеры

НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ трассы Серпуховского радиуса Московского метрополитена и путей Московской Окружной железной дороги тоннели длиной 45,67 м сооружены методом продавливания чугунной тубинговой обделки Д-6 м с подъемом 40‰ в мелких и среднезернистых водонасыщенных песках с прослойками супеси и суглинки.

Продавливание осуществляется коллективом СМУ № 1 Мосметростроя — агрегатом, изготовленным на Московском механическом заводе Главтоннельметростроя. Он состоит из ножевой секции, размещенной впереди продвигаемой обделки, и домкратной установки с гидросистемой.

Ножевая секция представляет собой опорное кольцо с двумя основными (работающими) горизонтальными и тремя вертикальными перегородками из листовой стали. Для сбрасывания грунта вниз на горизонтальных перегородках предусмотрены «окна».

В кольцевой металлоконструкции размещаются щитовые гидравлические домкраты. В средней ее части имеется ступенчатая горизонтальная перегородка с выдвижными площадками, с которых велся монтаж обделки. При выдвижении штоки упираются в распределительное кольцо, подвешенное на четырех домкратах.

Гидросистема включает в себя 2 установки с насосами Н-401 производительностью 18 л/мин, и Н-403 — 36 л/мин., бак, сеть трубопроводов и аппаратуру управления.

Техническая характеристика агрегата

| | |
|-------------------------------------|------|
| наружный диаметр ножевой секции, мм | 6015 |
| длина ножевой секции, мм | 1700 |
| домкратной установки, мм | 3300 |
| ее наружный диаметр, мм | 6250 |
| количество домкратов, шт. | 30 |

| | |
|---|--------|
| суммарное усилие домкратной установки, т | 3000 |
| ход плунжера домкратов, мм | 1200 |
| рабочее давление в сети, кг/см ² | 200 |
| скорость продавливания, см/мин | 1,2—3, |

Продавливание производилось в рабочей камере со свайным креплением стен. Ее размеры приняты из расчета продвижения двух тоннелей одной установкой с последующим перемещением.

В сводовой части опорной конструкции предусмотрен прямоугольный люк для пропуска шахтных вагонеток с грунтом. В опорной стене заложено сварное анкерное кольцо из листовой стали для крепления рамы домкратной установки. Последняя крепилась к анкерному кольцу и частично покоилась на бетонном лотке. Нижняя часть ее сечения от уровня откаточных путей до горизонтального диаметра использовалась для пропуска вагонеток.

В направляющий лоток, расположенный между опорной стеной и стенкой камеры, укладывались рельсы (по два на каждую сторону). Положение их строго выверялось маркшейдерами с целью обеспечения точности монтажа колец. Внутренняя поверхность лотка имела в сечении круговое очертание. На этом его участке монтировали кольца обделки, устанавливали их в проектное положение и задавливали в нужном направлении в массив грунта.

Перед началом проходки свайное ограждение в лобовой части котлована вырезалось по наружному контуру ножевой секции агрегата.

Продавливание тоннельной обделки осуществлялось следующим образом. По окончании монтажа очередного кольца включались гидравлические домкраты и начиналось продвижение тоннеля. В результате рабочие

| Наименование работ | Объем работ | Норма времени, чел/ч | Состав звена, чел | Ч а с ы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|-------------------|-------------|------------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
| | | | | 1 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | | 4 | | | | | |
| | | | | М и н у т ы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | | | | |
| Снятие инвентарных щитов с откосов грунта на площадках | — | — | — | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Продавливание щита на заходку в 1 м | 28,3 м ³ | 4,52 | 4 | | 68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Погрузка грунта машиной ППН-1с | 28,3 м ³ | | | | 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Установка инвентарных щитов на откосы грунта на площадках | — | — | — | | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Монтаж чугунной обделки Фб м укрупненными блоками | 1 кольцо | 6 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Временное уплотнение стыков обделки (временная чеканка) | 29,7 м | 4,45 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Контроль за состоянием пути железной дороги | — | — | — | | Текущий контроль | | | | | | | Проверочный | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выправка пути в «профиль с разгонкой и горба» до 20 см | 50 м | 30 | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ликвидация превышения одной нитки пути | — | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Регулировка рельсашпальной решетки вручную | 50 м | 7,5 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

★ Закрытие перегона

★ Открытие перегона

площадки ножепорного кольца внедрялись в грунт, который располагался на них под углом естественного откоса. Задавливание велось до тех пор, пока режущие кромки ножевой секции и горизонтальные площадки не продвигались на 30—40 см. После этого домкратная установка выключалась.

Через люки в рабочих площадках избыточная порода вручную сыпалась в нижний отсек, затем машиной ПМЛ-5 грузилась в шахтные вагонетки емкостью 1,5 м³ с откидными бортами. Краном К-161, находящимся вблизи бровки котлована, вагонетки поднимались на поверхность и ставились на рельсы, проложенные по верху бункера. Затворы открывались вручную, и порода под собственным весом высыпалась в бункер. Такой цикл повторялся затем дважды. В завершающей стадии разработки породы в забое кромки площадок находились в грунте на расстоянии не менее чем 15 см.

Обделка также монтировалась краном. Кольцо набиралось укрупненными блоками. Вначале укладывали в лоток полукольцо из пяти нормальных тубингов, предварительно сбол-

ченных на поверхности. Затем с каждой его стороны устанавливали по одному тубингу. Сборка заканчивалась установкой верхнего полукольца из двух нормальных, двух смежных и замкового элементов. Сбалчивание велось с выдвинутых площадок домкратной установки.

В процессе продавливания осуществлялся постоянный технический надзор за состоянием забоя. При остановке агрегата откосы грунта на площадках крепились деревянными щитами.

В числе мероприятий, обеспечивших безопасность работ и бесперебойность движения железнодорожных поездов в условиях малого заглубления трассы метро, были следующие:

установка страховочных пакетов длиной 25 м из рельсов Р-50 на железнодорожные пути;

снижение уровня грунтовых вод двумя комплектами ЛИУ, расположенными в домкратной и демонтажной камерах;

задавливание тоннеля в «окна» продолжительностью до 3 часов. За этот период осуществлялось продавливание на 1 пог. м, закрепление откосов породы на разделительных пол-

ках ножевой секции, необходимая выправка пути в плане и профиле. Циклограмма работ по сооружению 1 м тоннеля показана на рисунке;

заготовка на строительной площадке аварийного запаса материалов и инструмента;

организация круглосуточного дежурства опытных путевых рабочих для контроля за состоянием пути;

создание аварийных ремонтных бригад;

постоянный маркшейдерский надзор;

организация прямой телефонной связи места работ с дежурными по станциям и поездным диспетчером;

внедрение обустройства от горизонтального смещения путей. В случае необходимости после задавливания очередного кольца путь выправлялся в «окна» лебедкой грузоподъемностью 3 т с полиспастом.

Однако Управление московской железной дороги выделило «окна» только для проходки левого тоннеля. Правый задавливали заходками до 10 см в коротких интервалах движения поездов. Предварительно производили уборку породы с горизонтальных площадок ножа с частичным вы-

пуском грунта насыпи. Это делалось для исключения его выпучивания в зимний период. В противном случае продавливание тоннеля прекращалось и принимались меры по уменьшению лобового сопротивления.

Мы допускали некоторый выпуск грунта из кровли, рассчитывая, что промороженная песчаная призма железнодорожного полотна имеет достаточную несущую способность. Эти расчеты оправдались, просадок пути практически не наблюдалось в процессе всего периода сооружения правого тоннеля.

После задавливания на 1 пог. м одновременно с монтажом кольца производили вскрытие шпальных ящиков в местах продвижения ножа и тщательное заполнение имеющихся пустот щебнем.

На правом тоннеле наблюдались значительные отклонения от проекта, что потребовало перепроектирования трассы на соседнем участке длиной 50 м.

Кроме того, правый тоннель при

задавливании имел тенденцию смещения вверх и вправо. Это можно объяснить тем, что этому тоннелю был задан первоначально некоторый подъем относительно левого. На смещение также оказали влияние большие валуны, которые извлечены с правой стороны в процессе проходки.

Выводы:

опыт строительства показал эффективность способа при пересечении действующих железнодорожных путей. Ежедневно бригада из 8—9 человек проходила 1 пог. м тоннеля, выполняя одновременно необходимые работы по выправке железнодорожного пути;

продавливание на протяженных участках необходимо производить ножевыми секциями, управляемыми промежуточными домкратами;

при проектировании следует предусмотреть большую глубину заложения продавливаемого тоннеля во избежание деформации железнодорожного пути (при использовании нагнетания в

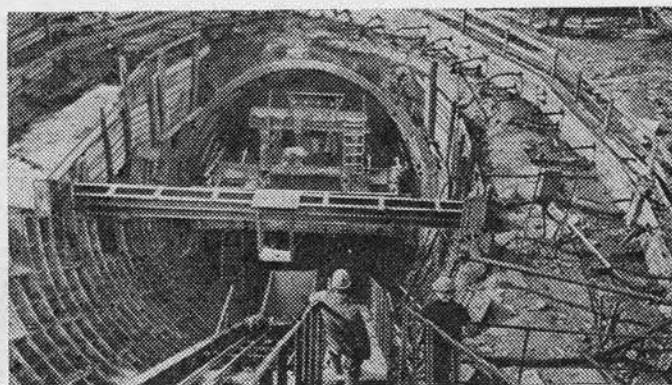
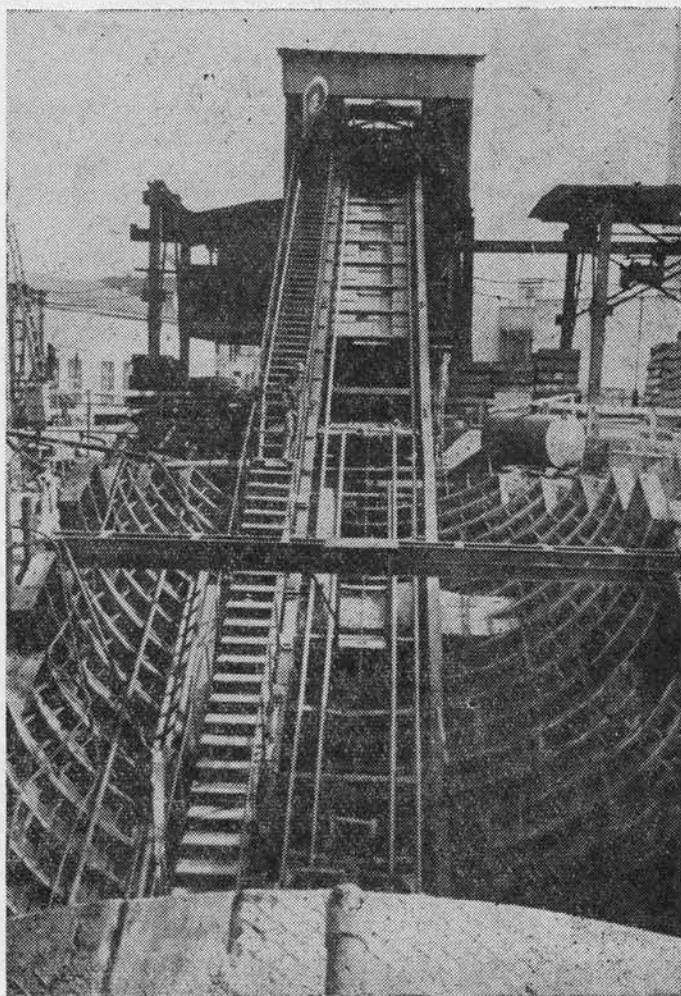
строительный зазор раствора бентонитовой глины);

целесообразно применение экрана из стальных лент или труб со смазкой их внутренней поверхности между грунтом и обделкой для снижения общего сопротивления продавливанию и его влияния на окружающий грунтовой массив и расположенные вблизи сооружения;

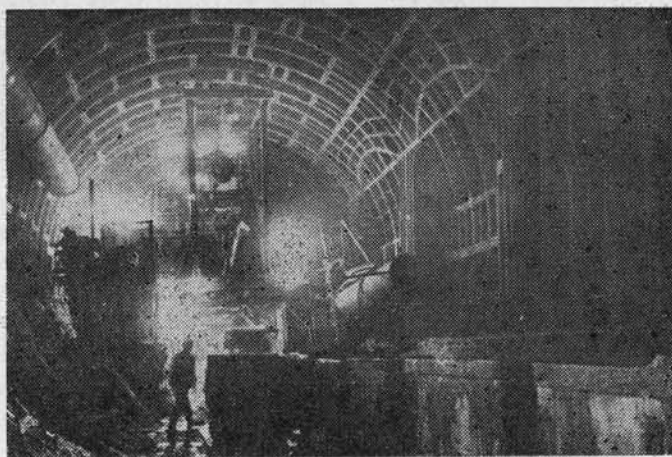
необходимо предусмотреть усиление конструкции ножевого кольца и устройства для изменения направления продавливания тоннеля;

увеличить длину домкратной камеры до 12—13 м с учетом усиления упора, размещения устройств водопонижения, обеспечения нормального грузового подъема и людского прохода к месту работ (для аналогичных условий);

при продавливании чугунной тубинговой обделки следует установить на уровне горизонтального диаметра жесткие распорки, способствующие сохранению формы тоннеля и исключению его деформации. □



Сооружение наклонного хода станции «Полянка» Московского метрополитена



Первые кольца «Полянки»

ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КТ-5,6 Д2

И. ФИШМАН, В. АУЭРБАХ, кандидаты техн. наук;
К. ЗЕНИН, В. ТАТАРИНСКИЙ, инженеры

Для распространения области применения механизированной проходки тоннелей на слабоустойчивые и смешанные грунты необходимы комплексы, оснащенные сменными исполнительными органами избирательного действия и средствами для удержания забоя.

На строительстве метрополитенов в Москве и Новосибирске начали эксплу-

ацию при участии СКТБ Главтоннельметростроя (рис. 1 и 2).

Комплекс КТ-5,6 Д2 предназначен для механизированного сооружения перегонных тоннелей как мелкого, так и глубокого заложения и на переходных участках с возведением сборной железобетонной и чугунной обделок. Инженерно-геологические условия его применения: при работе с экскаваторным орга-

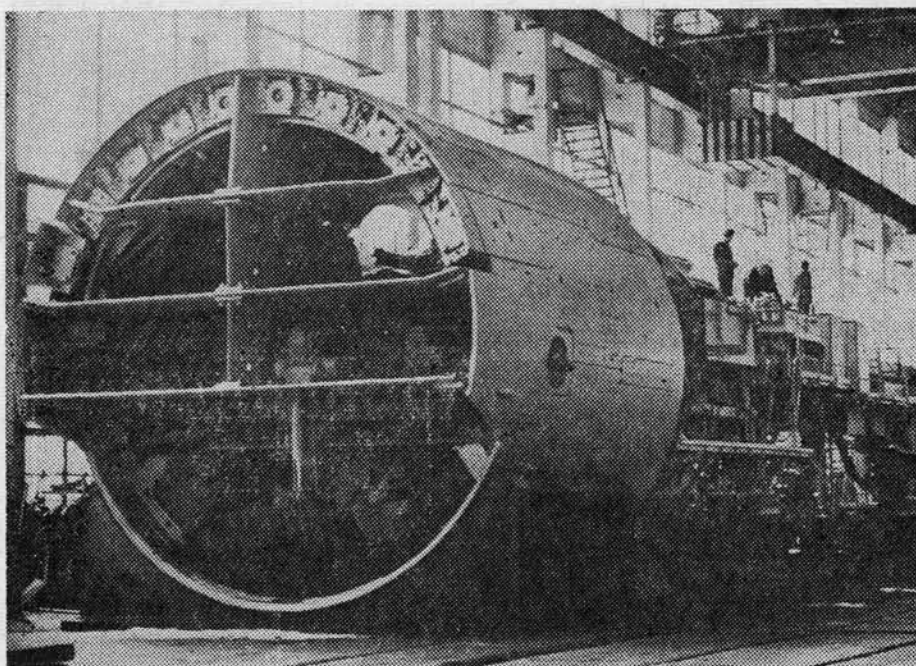


Рис. 1. КТ-5,6 Д2 с экскаваторным органом

тироваться агрегаты КТ-5,6 Д2 со сменным стреловым оборудованием (экскаваторным и фрезерным) Ясиноватского машиностроительного завода, созданные на основании технического задания ЦНИИСа по проекту Ясиноватского филиала института «Гипромашобогаше-

ном супеси, суглинки, глины с включениями гравия, гальки и валунов; с фрезерным — плотные глины, мергели, известняки прочностью на одноосное сжатие от 80 до 500 кгс/см² (от 7,8 до 49 МПа) и абразивностью до 15 мг.

Техническая характеристика комплекса КТ-5,6 Д2

| | |
|--|--------------|
| Диаметр сооружаемого тоннеля в свету, мм | 5100 |
| Наименьший радиус кривизны тоннеля, м | 400 |
| Уклон тоннеля, %, не более | 60 |
| Ширина кольца сборной обделки тоннеля, м | 1 |
| Диаметр щита, наружный (без шандор), мм | 5630 |
| Длина корпуса щита, мм | 5570 |
| Щитовые гидроцилиндры: | |
| общее максимальное усилие, кН (тс) | 21600 (2200) |
| максимальный ход, мм | 1200 |
| количество, шт. | 21 |
| Шандоры ножевой части: | |
| общее максимальное усилие, кН (тс) | 3900 (400) |
| максимальный ход, мм | 600 |
| количество, шт. | 10 |
| Техническая производительность щита по разработке забоя, м/ч: | |
| экскаватором, не менее | 1 |
| фрезерным органом, не менее | 0,8 |
| Эксплуатационная производительность комплекса, м: | |
| сменная | 1,5 |
| месячная (при 100 рабочих сменах) | 150 |
| Усилие на кромке ковша при максимальном выдвиге экскаваторного органа: | |
| общее, кН (тс) | 29,4 (3) |
| удельное, кН/см (кгс/см) | 0,98 (100) |
| Забойная выдвижная площадка: | |
| максимальный ход, мм | 500 |
| количество гидроцилиндров, шт | 2 |
| общее максимальное усилие, кН (тс) | 1960 (200) |
| Номинальное напряжение, В: | |
| питания | 6000 |
| силовых цепей | 380 |
| цепей управления, сигнализации | 36 |
| освещения | 12 |
| Частота тока питающей сети, Гц | 50 |
| Длина комплекса, м | 55 |
| Суммарная трансформаторная мощность, кВа | 500 |
| Общая масса комплекса, т | 350 |

Комплекс (рис. 3) состоит из проходческого щита 2, укладчика блоков 13, транспортного моста 14, шарнирно закрепленного на перегородке корпуса щита. По транспортному мосту проходит ленточный конвейер, доставляющий горную массу в бункер 26 и далее в вагонетки 21. На ленточный конвейер породы с погрузочной машины 8 подается щитовым транспортером 9.

Особенность механизированного проходческого щита — наличие сменных исполнительных органов: экскаваторного 5 или фрезерного. Предусмотрена возможность замены одного органа другим в процессе сооружения тоннеля без демонтажа щита.

Экскаваторный орган выполнен трехзвенным. Он перемещается в вертикальной плоскости с помощью гидроцилиндров, рабочее давление в которых составляет 130—200 кгс/см² (12,7—19,6 МПа). Минимальное усилие на режущей кромке 3 тс (29,4 кН). Для эффективной разработки различных забоев экскаваторный орган снабжен комплектом сменных ковшей, имеющих разные длину режущей кромки и конфигурацию.

Фрезерный орган устанавливается на ту же турель 3, что и экскаваторный. Для нормальной его работы увеличивается давление в гидроцилиндрах поворота турели с помощью предохранительного клапана.

Фрезерный орган заимствован от хорошо зарекомендовавшего себя комбайна 4ПП-2. Для получения круглого сечения выработки на ножевой части щита монтируется специальное устройство.

С целью поддержания устойчивости забоя щит снабжен десятью шандорами 4 с ходом выдвижения 600 мм и рабочими площадками (выдвижной 6 и неподвижными 7). Усилие внедрения достигает 40 тс (392 кН). Для предотвращения поломки гидроцилиндра гидросистема шандор снабжена предохранительными клапанами. Поэтому при передвижке щита возможна их автоматическая уборка.

В процессе работы агрегат перемещается с помощью 10—15 домкратов 10 при давлении в гидроцилиндрах 200 ат (19,8 МПа). Суммарное усилие передвижки может достигать 2200 тс (21600 кН). При этом осуществлялось оконтуривание забоя и частичное вдавливание щита в грунт. Порода поступает в погрузочную машину челюстного типа производительностью 60 м³/ч, установленную в нижней его части. Затем щитовым транспортером подается на ма-

гистральный конвейер и разгружается в вагонетки.

Конструкция укладчика блоков позволяет производить монтаж элементов сборной обделки тоннеля (как без обжатия, так и с обжатием в грунт), не прекращая разработки забоя и отгруз-

секции транспортного моста. В Новосибирске он собирался в открытой предпортальной выработке (далее приводятся некоторые результаты его испытания).

За период работы комплекса достигнуты следующие скорости проходки:

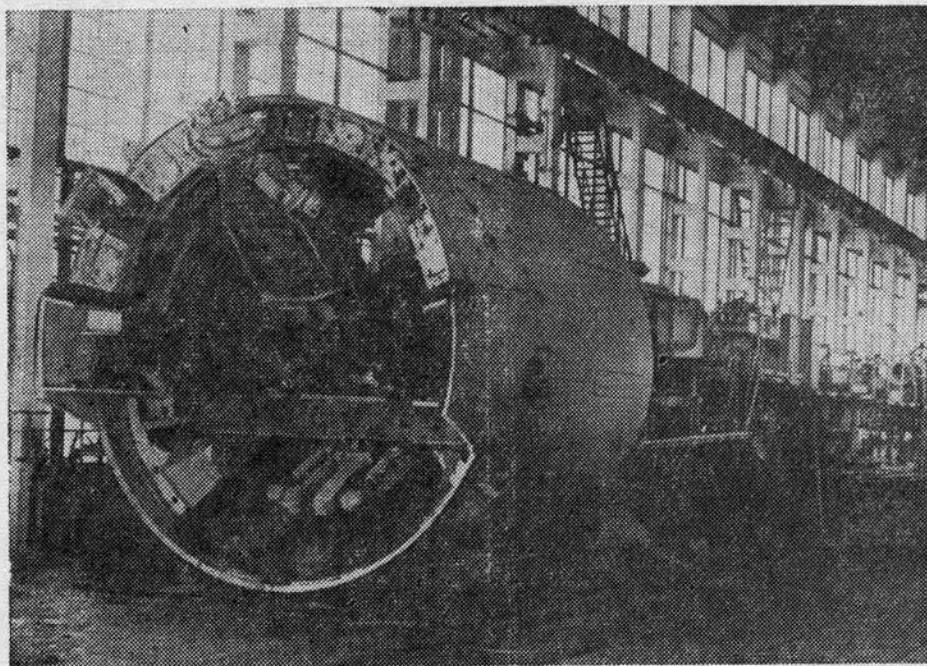


Рис. 2. КТ-5,6 Д2 с фрезерным органом

ки грунта. Укладчик блоков состоит из двух манипуляторов 11, установленных на корпусе, снабженном механизмом шагания. Для поддержания элементов обделки в процессе монтажа используются балки 1 с ходом выдвижения 1000 мм. Блоки 19 для монтажа подаются рольгангом 12, к которому доставляются на блоковозах 17, и укладываются на него краном-перегрузателем 18.

В состав проходческого комплекса входят технологическая платформа 16 с растворонагнетателем 15, промежуточные платформы 20, 22, 25 и 29, опорная 24 для транспортного моста, а также трансформаторная 28 и кабельная 30.

Комплекс оснащен системой пылеподавления 23, гидравлическим и электрическим оборудованием, троллейными барабанами 27.

На Мосметрострое комплекс монтировался в котловане длиной 24 м; после разработки забоя на 6—8 м наращивали

максимальная — 3 м в смену и 8,5 м в сутки; средняя — 1,5 м в смену и 6 м в сутки. Наибольшая месячная производительность составила 152 м. На это затрачено 27 рабочих дней или 93 шестичасовые рабочие смены. Реальная эксплуатационная производительность в данных горно-геологических условиях с исключением устранимых потерь может быть: 3 м в смену, 9 м в сутки и 180 м в месяц. Доля машинного времени в период наблюдений достигла 72%.

Разработка забоя велась экскаваторным рабочим органом с ковшом шириной 500 мм и усилием по режущей кромке 3 тс. За время проходки тоннеля потери устойчивости забоя не происходило.

В зависимости от сопротивления грунта и требований маркшейдеров время передвижки щита на длину 1 м составляло от 5 до 10 мин, при этом суммарное усилие, развиваемое домкратами, не превышало 800 тс (7850 кН).

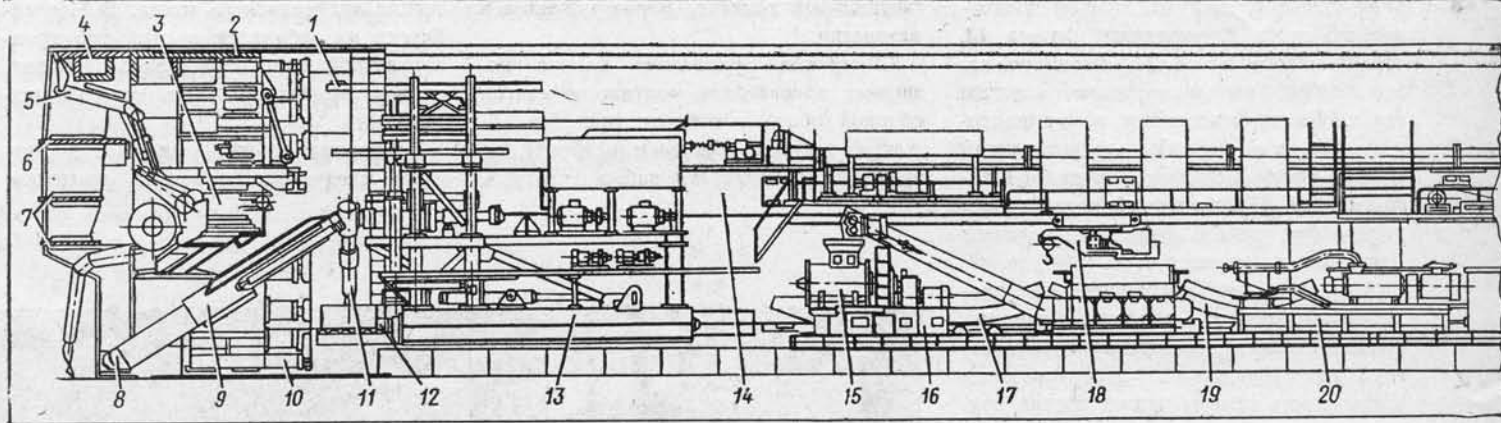


Рис. 3. Схема щитового комплекса КТ-5,6 Д2 с экскаваторным органом

Укладчик блоков показал хорошую работоспособность на сооружении участка тоннеля протяженностью свыше 500 м с креплением его чугунными тьюбингами (на длине 15 м) и железобетонными блоками, обжатыми в грунт.

Средняя продолжительность сборки кольца, обжатого в породу, с предварительным разжатием — 20 мин.

Обслуживала комплекс бригада из

6 человек (машинист, помощник машиниста щита, машинист укладчика блоков и 3 проходчика).

Во время эксплуатации опытного образца выявлен ряд недостатков, большая часть которых устранена в процессе доводки: в частности, скребковый щитовой транспортер заменен на ленточный, усилен экскаваторный орган, улучшена гидравлическая система.

По результатам приемочных испытаний КТ-5,6 Д2 рекомендован к серийному производству, а опытные образцы переданы в промышленную эксплуатацию.

В феврале 1982 г. проходка участка длиной 950 м была успешно завершена. В настоящее время производится ремонт комплекса на другой участок.

В процессе доводки комплекса вместе

КОМБАЙНОВЫЙ СПОСОБ ПРОХОДКИ ТОННЕЛЯ С ОБДЕЛКОЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Х. АБРАМСОН,
канд. техн. наук

ОПЫТ применения монолитно-прессованного бетона в метростроении показывает, что монолитные обделки более целесообразны и экономически эффективны по сравнению со сборными. Однако для возведения обделки из прессбетона используются громоздкие и дорогостоящие комплексы, что удорожает производство работ и снижает эффективность технологии.

Полувековой опыт эксплуатации первой линии метрополитена Москвы, где обделка была выполнена из монолитного бетона, является убедительным примером долговечности и надежности ее службы.

Возврат к применению монолитных бетонных обделок в метростроении

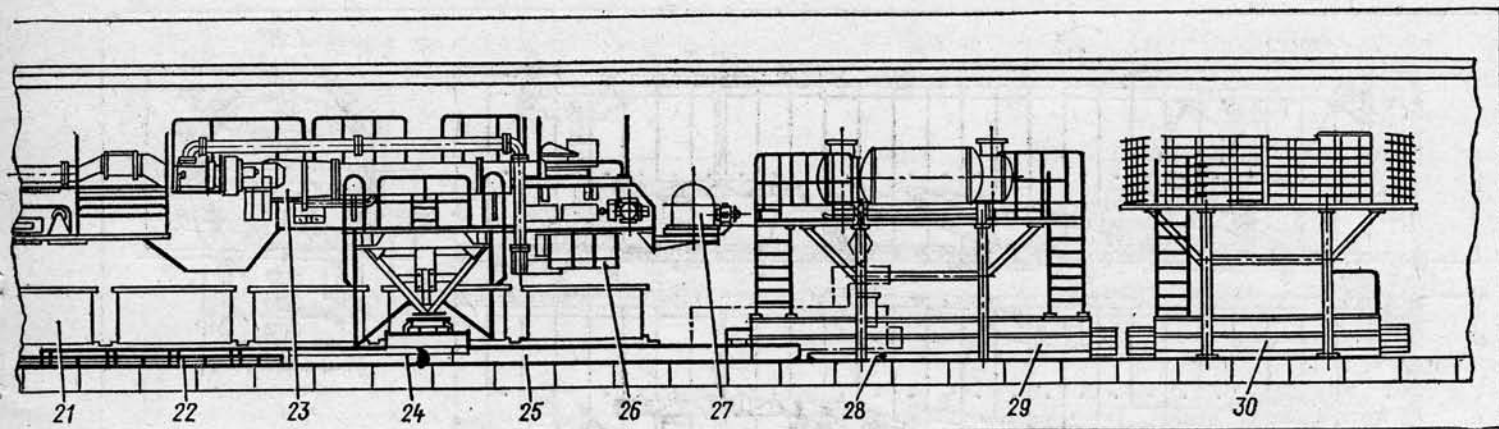
должен базироваться на качественно новых технических решениях с комплексной механизацией процессов опалубочных работ и укладкой бетонной смеси, с улучшением составов этих смесей, обеспечивающих необходимые прочностные параметры, повышенную плотность и водонепроницаемость бетона. Должна существовать также технологическая взаимосвязь процессов разработки-погрузки породы и возведения обделки.

Следует учитывать, что область применения монолитных бетонных обделок ограничена геологическими и гидрогеологическими условиями трассы, устойчивостью или водоносностью пород.

Современная горнопроходческая

практика шахтного строительства дает доказательства успешного решения этой задачи. Разработка забоя полностью механизуется проходческими комбайнами со стреловидным рабочим органом, а возведение крепи из монолитного бетона осуществляется в инвентарных переставных опалубках, подача бетонной смеси за опалубку — пневмобетонукладочными машинами.

По результатам промышленного внедрения комбайна 4ПП-2 в метростроении при проведении подходной выработки и сооружении участков перегонных тоннелей в направлении к станции «Серпуховская», а также комбайна ГПК в районе станции «Полянка» (СМУ № 6 и СМУ № 8 Мосметростроя при участии ЦНИИПодземмаша) разработана технологическая схема сооружения перегонного тоннеля комбайновым способом с обделкой из монолитного бетона. Предложен комплекс тоннелепроходческого оборудования 4ПП-2т на базе комбайна 4ПП-2 производства Ясиноватского машиностроительного завода. Стреловидный рабочий орган агрегата оснащен удлиняющей вставкой, которая позволит разрабатывать породу на полное сечение тоннеля (изготовлена Скуратовским эксперименталь-



со строителями приняли участие конструкторы Ясиноватского филиала института «Гипромашобогашение» и СКТБ Главтоннельмостростроя. В период опытной эксплуатации агрегата ЦНИИСом, СибЦНИИСом и ВПТИТранстростроем проведен широкий круг исследований, результаты которых будут учтены при корректировке проекта. На основании тензометрических измерений определены

действующие нагрузки в гидросистеме и напряжения в металлоконструкции экскаваторного оборудования; измерены мощности, потребляемые электродвигателями комплекса; путем виброакустических испытаний установлены уровни шума и вибраций на рабочих местах; обследована система освещения; проанализированы свойства разрабатываемых грунтов; выявлены трудозатраты и по-

тери рабочего времени при сооружении тоннеля.

Опытная проходка подтвердила правильность основных научных предпосылок и конструкторских решений, а также целесообразность использования проходческих комплексов КТ-5,6 Д2 в сложных условиях подземного строительства. □

ным заводом института ЦНИИПодземмаш). Опытный образец комбайна 4ПП-2т с удлиняющей вставкой успешно прошел испытания на одной из шахт в Донбассе.

На рис. 1 приводится схема разработки тоннельного забоя рабочим

органом комбайна с удлиненной стрелой. В настоящее время Мосметрострой располагает двумя такими комбайнами.

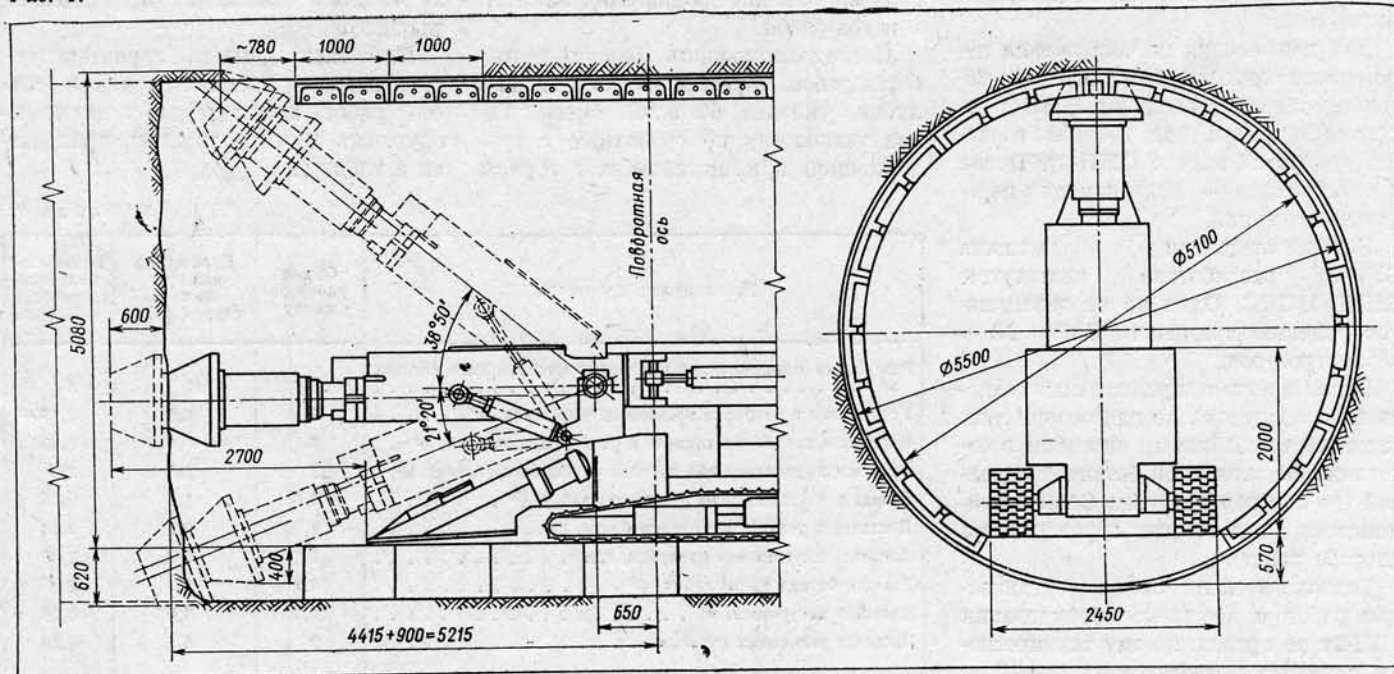
В основу горнотехнического решения положена циклическая организация работ, при которой обделка из монолитного бетона возводится отдельными секциями, по мере разработки за-

боя на полный профиль с шагом продвижения на метр.

В комплекс предлагаемого оборудования, кроме комбайна с удлиненной стрелой, входят переставная металлическая опалубка ОМП-2 и бетоноукладочная машина БУК-2.

Инвентарная металлическая опалубка ОМП-2 прошла широкую про-

Рис. 1.



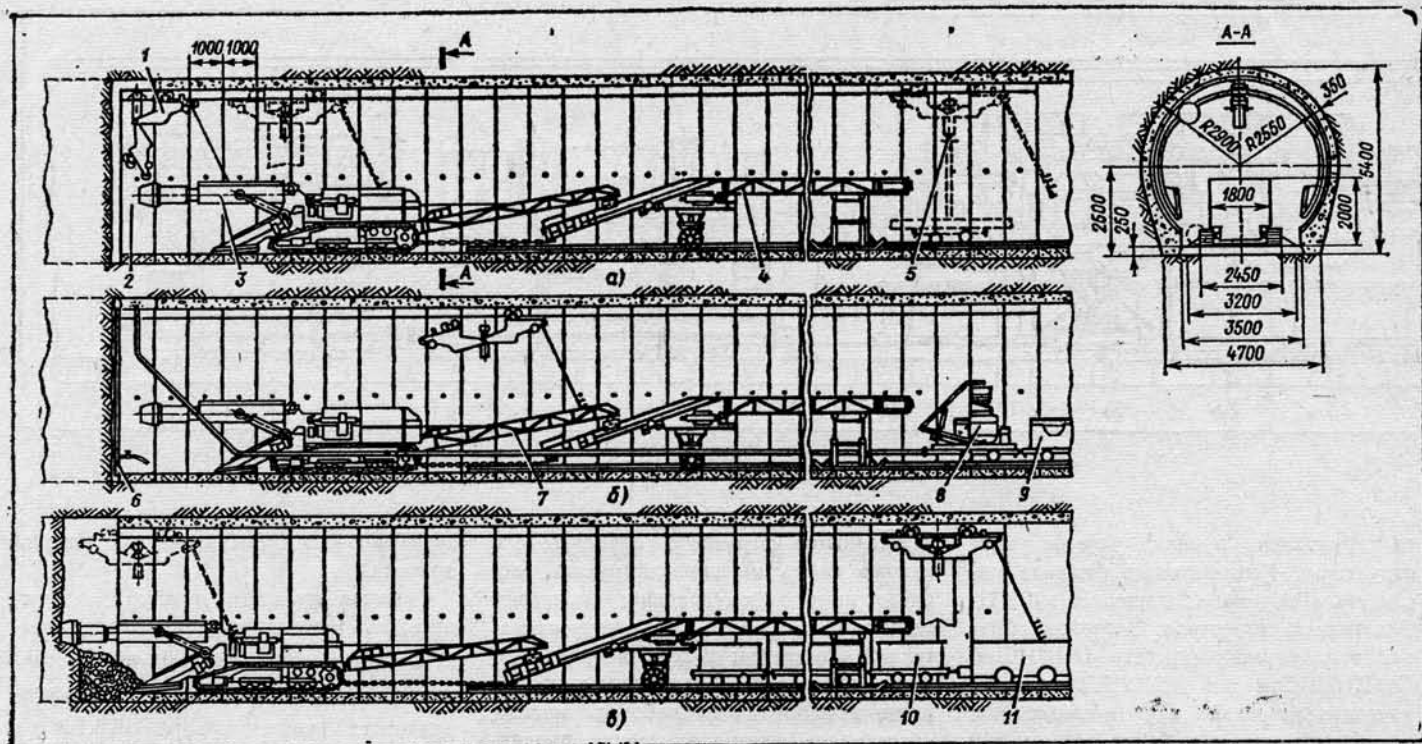


Рис. 2.

1 — консольная тележка; 2 — секция опалубки ОМП-2; 3 — комбайн 4ПП-2; 4 — прицепной перегружатель; 5 — ручная таль; 6 — торовое устройство; 7 — мостовой перегружатель; 8 — БУК-2; 9, 10 — вагонетки; 11 — электровоз.

мышленную проверку. С ее помощью на шахтах-новостройках Кузбасса, Караганды, Печорского и других угольных бассейнов, а также в горнорудной промышленности закреплено более 20 км капитальных горных выработок.

Для применения на сооружении перегонного тоннеля с монолитной бетонной обделкой опалубку ОМП-2 перепроектировали под габарит тоннеля, придав ей индекс ОМП-2т. Новое в конструкции — механизм для перестановки секций.

Бетоноукладочная машина БУК-2 разработана институтом ВНИИОМШС. Один из ее экземпляров успешно применен СМУ № 6 Мосметростроя.

Итак, впервые предложены технология и оборудование для сооружения тоннелей комбайновым способом в сочетании с монолитной бетонной обделкой (до сих пор опалубка ОМП-2 применялась только при буровзрывном способе работ).

Технологическая схема организации работ и комплекс оборудования 4ПП-2т по предлагаемому техническому решению приводятся на рис. 2.

Принят вариант комбинированной конструкции обделки (использование в лотковой части железобетонной плиты). При этом тоннель имеет подковообразную форму. Предполагаемую форму тоннеля и обделку можно рассматривать как один из вариантов технического решения по совершенствованию конструкций перегонных тоннелей метрополитена. Схема соответствует организации работ исходя из условий продвижения на метр в глубь забоя.

Последовательность цикла: разработка забоя, перестановка секций опалубки, укладка бетонной смеси. Такая технология по сравнению с традиционной при щитовом или горном

способах сооружения перегонных тоннелей со сборной обделкой характерна меньшим числом рабочих процессов и небольшим количеством механизмов.

Предусмотрено сооружение 1 м тоннеля в смену (при трехсменной работе — 3 м в сутки). Состав звена — забойная группа из 4 проходчиков. Ограниченный этот состав в смене возможен благодаря комплексной механизации основных проходческих процессов.

Расчетные данные, характеризующие затраты времени, труда и объемы работ, выполняемых в цикле сооружения 1 метра тоннеля, приводятся в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование процессов | Объем работ на смену | Количество чел./час на весь период работ | Время выполнения работ, час., мин. |
|---|----------------------|--|------------------------------------|
| Разработка породы, погрузка горной массы, обмен состава, м ³ | 25,7 | 11 | 3 |
| Устройство и разборка временных подмостей, м ² | 2 | 1,1 | 0,15 |
| Временное крепление тоннеля и разборка крепления, м ² | 5 | 1,6 | 0,40 |
| Временное крепление лба забоя и разборка крепления, м ² | 12 | 2,5 | 1,5 |
| Ручная подкидка породы и зачистка забоя, м ³ | 0,6 | 1,1 | 0,35 |
| Доставка и укладка лоткового блока, шт. | 1 | 0,6 | 0,20 |
| Доставка и установка опалубки, шт. | 1 | 6 | 1,45 |
| Укладка бетона за опалубку, м ³ | 7,1 | 6 | 2 |
| Доставка материалов, т | 11,9 | 0,5 | 0,30 |
| Настилка рельсовых путей, м | 2 | 0,5 | 0,30 |

Таблица 2

| Показатели | Варианты | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | I | II | III | IV | V |
| | комбайн, блочная обделка | комбайн, монолитная обделка | щит, блочная обделка | щит, пресс-бетонная обделка | горный способ, блочная обделка |
| Диаметр тоннеля в проходке, м . . . | 5,5 | 5,7 | 5,5 | 5,7 | 5,5 |
| Диаметр тоннеля в свету, м | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 |
| Крепость пород, <i>f</i> | 4-6 | 4-6 | 4-6 | 4-6 | 4-6 |
| Основное проходческое оборудование | 4ПП-2т ТУ-3ПП | 4ПП-2т ОМП-2т БУК-2 | КМ-24-0 | ГЩБ-3 | Т-3ПП ПР-30ВБ ППМ-49 |
| Обделка | железобетонные блоки | монолит. бетон | железобетонные блоки | пресс-бетон | железобетонные блоки |
| Темпы сооружения, м/см | 1,5 | 1,1 | 2 | 1,5 | 1 |
| Количество смен в сутки | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Состав звена в смене, чел. | 8 | 4 | 8 | 8 | 9 |
| Длина тоннеля—плечо, м. | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 |

сти приведены в табл. 2 (приняты одинаковые горно-геологические условия, диаметры тоннелей и другие показатели).

С результатами расчета приведенных затрат на сооружение 1 метра тоннеля по каждому технологическому варианту можно ознакомиться в табл. 3.

Таблица 3

| Варианты | Удельные капитальные вложения, | Себестоимость, | Приведенные затраты, |
|----------|--------------------------------|----------------|----------------------|
| | руб. | | |
| I | 124,21 | 566,52 | 585,15 |
| II | 130,51 | 337,67 | 357,25 |
| III | 545,94 | 605,34 | 687,13 |
| IV | 1331,68 | 585,33 | 785,08 |
| V | 81,82 | 612,13 | 624,31 |

Исходя из приведенных данных производительность труда рабочих забойной группы составляет 0,275 м тоннеля на 1 чел./день затрат труда или 5,6 м³ чел./смену.

Для определения экономической целесообразности проходческого комплекса 4ПП-2т и монолитной бетонной

обделки сравнили эффективность различных технологических схем сооружения перегонного тоннеля, отличающихся как основным проходческим оборудованием, так и типом обделки.

Исходные данные для выполнения расчета экономической эффективно-

Анализ показывает, что наиболее эффективен вариант II.

Сравнение технологических схем проходки с применением комбайна 4ПП-2 показывает, что только за счет замены железобетонной блочной обделки на монолитную бетонную себестоимость сооружения 1 метра тоннеля снижается в 1,7 раза. □

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЩИТЫ ЭКСКАВАТОРНОГО ТИПА

Ю. МОЛЧАНОВ, В. САМОЙЛОВ, Т. САДОВСКИЙ

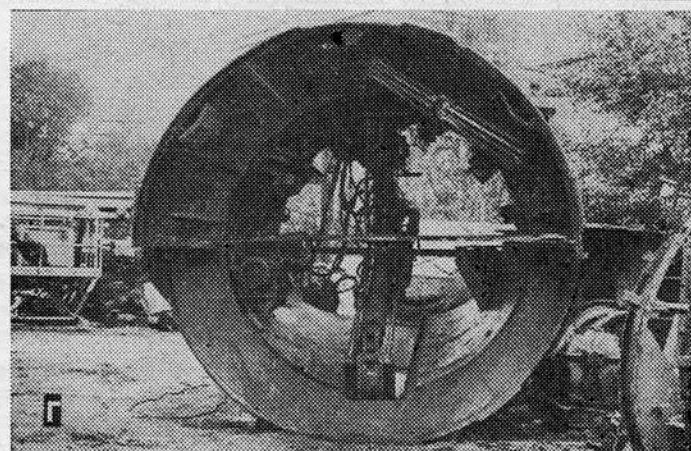
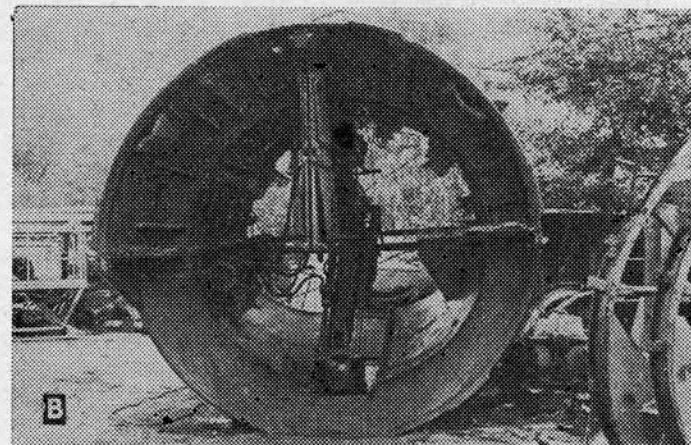
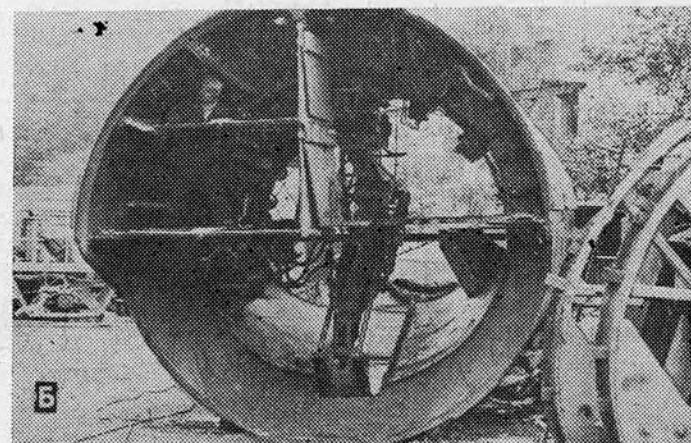
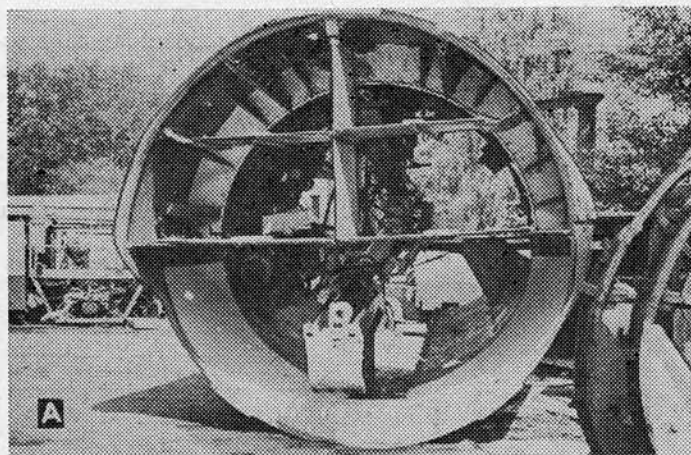
В ПРОШЛОМ пятилетии в Москве сооружено щитовым способом 135 км коллекторных тоннелей диаметром от 2 до 4 м. В 1981 г. этим методом построено 32,3 км. Начата щитовая проходка коллекторов диаметром 5,5 и 5,2 м. К концу XI пятилетки годовой объем такой проходки достигнет 45 км. Сооружение тоннелей будет вестись, в основном, в четвертичных отложениях (песках, супесях, суглинках и глинах) как при однородном, так и смешанном забоях. На проходке тоннелей большого диаметра предполагаются плотные суглинки и глины мелового периода.

Основным направлением механизации разработки забоя в различных грунтах и погрузки породы первоначально являлось использование роторных рабочих органов в виде дисков и лучевых баровых конструкций. Но в щитах диаметром свыше 3,6 м они оказались работоспособными только в незалипающих глинах. В песках давлением грунта эти органы заклинивались. Щиты малого диаметра с дисковыми органами (например, КЩ-2,1 Б) эффективно работали лишь в песках и супесях. В глинах погрузка породы оказывалась затруднительной: щитовой конвейер нередко заштыбовывался.

После успешного применения в песках щитов с горизонтальными полками для создания агрегата, способного работать в различных мягких грунтах, был предложен принцип сменности рабочих органов. Этот принцип оправдал себя при сооружении Трестом горнопроходческих работ № 1 тоннеля Ø3,6 м в районе Рублевского шоссе. Щит оснастили роторным кольцевым органом с трехлучевым баром и ковшами, а также секционным аванбеком со съёмными полками. Но из-за повышенной трудоемкости переналадки и недостаточной надежности узлов роторного органа в налипающих глинах практическое использование нового агрегата было приостановлено.

В настоящее время в Главмоснижстрое экскаваторными органами с телескопической стрелой оснащено 22 щита диаметром от 2,56 до 4 м. При этом в значительной степени удалось устранить ручной труд на разработке и погрузке грунта. Использование горизонтальных полок в головной части экскаваторных щитов позволило механизировать проходку в смешанных грунтах.

Так же, как и щит Мосметростроя, примененный на Калининском радиусе, эти щиты стали универсальными для всего диапазона грунтов четвертичных отложений в условиях однородного и смешанного забоя. Одно из важных достоинств агрегатов — обеспечение легкого и удобного доступа к забюю и осмотра его во время проходки. Существенные их преимущества — невысокая трудоемкость и особенно стоимость изготовления как экскаваторных органов, так и щитов в целом. Благодаря этому оказалось возможным осуществить выпуск оборудования на небольшом заводе по ремонту дорожных машин (ЗРДМ Главмоснижстроя). Установку же экскаваторов и узлов гидросистемы взяли на себя мастерские спецуправлений трестов ГПР. В результате с минимальными затратами сил и средств в короткие сроки удалось модернизировать «ручные» щиты с переводом их в разряд механизированных.



Организациями и специалистами ГМИС совместно с трестами ведется работа по улучшению конструкции и повышению надежности, производительности и уровня универсализации экскаваторных щитов.

Основные усовершенствования экскаваторных органов сводились к усилению корпуса стрелы и других узлов, приведению в соответствие активных и реактивных давлений в гидроцилиндрах, а также увеличению скоростей перемещения стрелы и ковша. Создание усилия на стрелу, действующего вертикально, осуществлялось рычагом, шарнирно укрепленным на опорном блоке, выполняющем одновременно роль маслобака. Опорный блок экскаваторного органа ЭЩ-4 для щитов $\varnothing 4$ и $3,6$ м крепится к корпусу шарнирно с возможностью поворота в вертикальной плоскости. Последнее позволяет изменять положение сферы обработки забоя и ускорять монтаж экскаватора. В результате более чем в 3 раза повышено усилие, фактически реализуемое на ножевой кромке лопаты, что позволило применять экскаваторы в тяжелых глинах.

Модернизированные экскаваторные органы ЭЩ-4 и ЭЩ-2,6 имеют следующую техническую характеристику:

| | ЭЩ-4 | ЭЩ-2,6 |
|---|------------|------------|
| Рабочее давление в гидросистеме, МПа (кг/см ²) | 10 (100) | 10 (100) |
| Максимальное усилие на режущей кромке рабочей лопаты, кН (тс) | 35,3 (3,5) | 35,3 (3,5) |
| Ее ширина, мм | 550 | 550 |
| Ход выдвижения телескопа, мм | 1200 | 800 |
| Габаритные размеры, мм | | |
| длина | 3010 | 2345 |
| ширина | 790 | 790 |
| высота | 1890 | 1110 |
| масса, кг | 2400 | 1900 |

В 1980—1981 гг. на заводе по ремонту дорожных машин ГМИС изготовлено 25 усовершенствованных экскаваторов ЭЩ-4 и ЭЩ-2,6м; восемь из них использованы при сооружении около 2 км тоннелей. Темпы проходки доведены до 5 м и более в смену. Два экскаваторных органа ЭЩ-4 установлены на комплексе КТ 1-5,6; с него снят роторный орган, и он используется на проходке тоннеля в районе Балаклавского проспекта. Один экскаватор внедрен в Киеве, другой в Ленинграде.

На основе накопленного опыта ведется работа по уменьшению массы узлов, повышению их надежности и износостойкости, а также улучшению гидросистемы.

С целью быстрого изменения схемы крепления забоя без производства переналадки предложено заменить обычные жесткие полки, закрепленные сваркой или болтами в ножевом кольце корпуса щита, на новые — складные. Система включает: вертикальную перегородку, закрепляемую верхним продольным брусом в продольных рельсовых направляющих, жестко присоединенных внутри к ножевому кольцу в верхней его точке, и два яруса полок. Каждая полка снабжена двумя продольными шарнирами — в месте контакта с вертикальной перегородкой и в середине пролета. После

Рис. 1. Экскаваторный щит со складными полками (вид спереди):

А — складные полки разложены; Б — полки с одной стороны перегородки сложены и прикреплены вертикально к ней; В — все полки сложены и прикреплены к вертикальной перегородке; Г — перегородка со сложенными полками отведена назад и приведена в наклонное положение.

раскладывания каждой полки пролетный шарнир фиксируется с помощью болтов и продольной полосы, жестко укрепленной на одном из ее листов. Другой лист последней крепится болтами к продольному ребру ножевого кольца или к откидному фартуку (рис. 1а).

При встрече по трассе с глинами производится постепенное складывание и закрепление полок на перегородке (рис. 1б и 1в). В случае необходимости вертикальная перегородка со сложенными полками отводится назад и оснащенная верхним продольным шарниром отклоняется от вертикали и крепится нижним концом к ножевому кольцу (рис. 1г). Забойное пространство полностью освобождено от элементов крепления, что создает благоприятные условия для свободного маневрирования стрелой экскаваторного органа, обеспечивая повышение производительности разработки забоя. В песчаных грунтах перегородка приводится в вертикальное положение, продвигается вперед, и полки снова раскладываются (рис. 1а).

Экскаваторный щит \varnothing 4 м со складными полками применен СУ-17 треста ГПР-1 при прокладке двух участков подводящего канала к Ново-Курьяновской станции аэрации (НКСА). На первом (длиной 596 м), сложенном смешанными грунтами, трижды в процессе проходки производилась переналадка системы складных полок.

Экономический эффект составил около 75 тыс. руб.

По инициативе СКТБ ГМИС решено оснастить экскаваторный щит \varnothing 4 м системой поворотных-подвесных забойных плит. Эти плиты в количестве 6 штук (каждая имеет вид сектора) крепятся к ножевому кольцу с возможностью поворота в радиальных плоскостях с помощью шарнирно соединенного гидроцилиндра.

Чтобы установить плиту в необходимое положение, достаточно повернуть соответствующую ручку гидрораспределителя. В дальнейшем работу плит можно автоматизировать. Недостаток систем зарубежной конструкции — быстрое отклонение плит грунтом в процессе продвижения щита, сопровождаемое потерей контакта с забоем.

Особенность плит конструкции ГМИС — оснащение их упорно-распределительными элементами, управление которыми осуществляется тем же домкратом поворота плиты (рис. 2а и б). Это позволяет распределять контакт с забоем на ряд площадок, чем обеспечивается возможность удержания забоя, сложенного из глин с прослойками песков и супесей.

При продвижении щита до начала поворота всей плиты происходит поворот упорно-распределительных элементов, что обеспечивает создание контакта с забоем.

Система забойных плит новой конструкции имеет следующую техническую характеристику:

| | |
|---|------------|
| Угол поворота плиты от вертикального положения, град: | |
| на забой | 20 |
| от забоя | 65 |
| Усилие приводного гидроцилиндра, кН (тс) | 114 (11,4) |
| Давление рабочей жидкости в гидросистеме МПа (кгс/см ²) | 10 (100) |

Щитом с забойными плитами, смонтированными непосредственно в шахте, сооружено около 200 м тоннеля подводящего канала \varnothing 4 м к НКСА. Проходка велась в насыпных грунтах с включениями в виде резины, металлических и железобетонных плит и балок. Около 30 м тоннеля проходили при значительном водопритоке. Фактическое давление в гидросистеме не превышало 58 кгс/см².

Целесообразность и эффективность использования — впервые в стране — забойных плит в щите подтверждены результатами: экономический эффект составил около 20 тыс. руб.

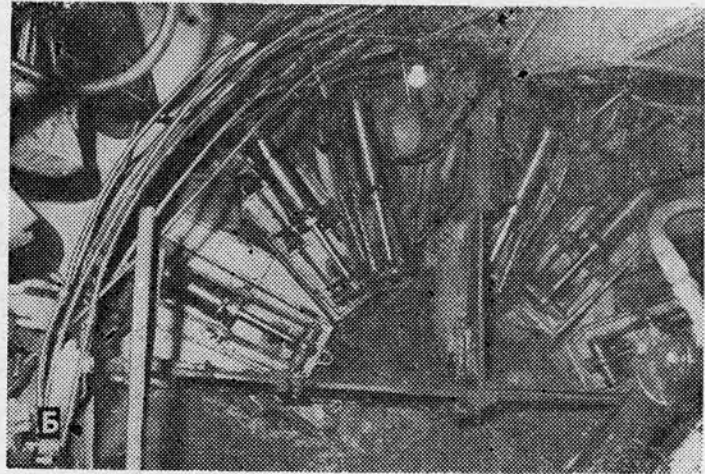
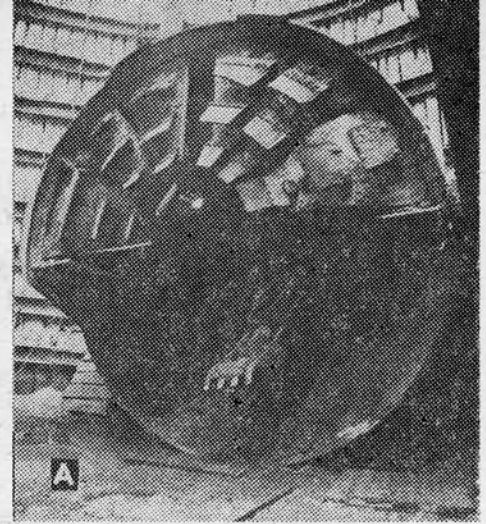


Рис. 2. Экскаваторный щит с поворотными-подвесными забойными плитами, оснащенными упорно-распределительными элементами:

А — вид спереди; Б — вид из тоннеля.

После создания и внедрения отдельных видов мобильных средств крепления забоя было предложено объединить их в единую универсальную систему, пригодную практически для всех грунтовых условий. Согласно этому предложению забойные плиты крепятся к ножевому кольцу с возможностью поступательного движения, осуществляемого либо с помощью специальных, либо непосредственно щитовых домкратов. Такая система мобильного крепления изготовлена в прошлом году на ЗРДМ и передана для монтажа в щите \varnothing 3,6 м.

Дальнейшее усовершенствование мобильных средств крепления забоя конструкторы видят в превращении рассматриваемых плит в активные породоразрабатывающие органы. Такие плиты уже созданы в процессе модернизации комплекса КТ 1-5,6. Агрегат оснащен двумя экскаваторными органами ЭЩ-4, а блокоукладчик — средствами поддержания блоков обделки. В комплекс введены два наклонных конвейера — короткий щитовой и удлиненный тоннельный. Всего установлено в верхней половине щита четыре забойные плиты, средние из них, выполненные из двух частей, оснащены режущими зубьями. Эффективность разрушения супесчаного и суглинистого грунтов режущими зубьями обеих частей каждой активной плиты экспериментально доказана. Однако из-за близкого размещения плит к обрезу щита, большого зазора между периферийным краем и ножевым кольцом, а также недостаточной прочности соединительных узлов плиты пришлось демонтировать.

Для дальнейшего внедрения активных забойных плит необходимо проведение более тщательных конструкторско-экспериментальных работ. □

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ КОРПУСА ЩИТА

В. ХОДОШ,
канд. техн. наук;
Л. САВЕЛЬЕВ, В. СИДОРЦЕВ, Г. МАКАРЕВИЧ,
инженеры

В ПРАКТИКЕ строительства перегонных тоннелей метрополитенов приходится сталкиваться с разными сочетаниями нагрузок от горного давления на корпус щита. Наиболее невыгодные из них возникают на участках трассы при переходе с глубокого на мелкое заложение. В момент выхода из твердых пород в мягкие на щит может действовать вертикальный столб вышележащих пород при отсутствии бокового давления (рис. 1 а).

Статический расчет щита показывает, что при наличии одной верхней горизонтальной перегородки его корпус выдерживает нагрузку от действия столба вышележащих пород. При неполной подработке породы на отдельных участках контура выработки на щит могут действовать значительные дополнительные нагрузки, неучтенные расчетом.

Эксплуатация агрегата на переходных участках трассы требует большой осторо-

жности и зачастую временной установки дополнительных горизонтальных стяжек в ножеопорном кольце и оболочке. Характер эпюр изгибающих моментов в корпусе щита при одной и двух горизонтальных стяжках показан на рис. 1 б. Деформации корпуса, особенно оболочки, могут превысить 50 мм, что приводит к сборке колец с недопустимыми нарушениями геометрии, выходящими за пределы допуска, ± 25 мм. Это случается в сложных геологических условиях, когда разработать монтажную камеру для переборки (восстановления) или замены щита не представляется возможным.

Важно накопление опыта исправления геометрии щита в тоннеле.

Конструкторское бюро Московского механического завода Главтоннельметростроя еще в шестидесятые годы разработало мероприятия, которые предусматривали создание свободного про-

странства между наружным диаметром корпуса и выработкой, обеспечивающего его выдавливание изнутри до прежних размеров с помощью короткоходовых гидравлических домкратов в вертикальной плоскости и винтовых горизонтальных стяжек — с последующей фиксацией ими же исправленной геометрии щита.

Аналогичное решение осуществлено затем Метрогипротрансом и успешно внедрено (щит $\varnothing 6060$ мм) на проходке гидротехнического тоннеля для орошения Яванской долины в Таджикской ССР.

В 1981 г. производились работы по восстановлению геометрии корпуса щита при сооружении тоннеля Серпуховского радиуса Московского метро силами ТО № 6. В процессе проходки этот агрегат получил деформацию корпуса по вертикальному диаметру до -120 мм, горизонтальному — до $+70$ мм. Разработка калотты над щитом ввиду сложности геологических условий без специальных методов не представлялась возможной. Вариант использования способа замораживания грунтового массива был связан с большой трудоемкостью работ, увеличением сроков строительства, а также сложностью его применения в условиях плотной городской застройки.

СКТБ Главтоннельметростроя и Метрогипротранс совместно с ТО № 6 предложили произвести восстановление геометрии корпуса щита без сооружения специальной выработки над ним с созданием упругих зон в лотковой и сводовой частях выработки (рис. 2). В лотковой части перед щитом сделали настил из нескольких слоев досок 1 и брусьев 2 толщиной по 40 мм. Кровлю крепили марчеванками 3 с расклинкой их в породе короткими досками 4 и деревянными клиньями 5. Это повторяли перед каждой передвижкой щита на расстояние 6 м, равное его длине.

Предварительно устанавливали вертикальные стойки 1 и 2 (рис. 3), комплект фиксирующих прокладок 7, горизонтальные винтовые стяжки. Утягивали их через вращающиеся гайки с использованием специального ключа 10. Между вертикальными стойками и нижними башмаками установили гидравлические домкраты 9, создающие усилия порядка до 500 тс каждый при давлении в гидросистеме домкратов до 30 МПа. Последние подсоединены к насосной установке укладчика через гидравлические трубопроводы. Имеются также опорные башмаки 3 и 4 ножеопорного кольца, опорные башмаки 5 и 6 оболочки.

На щите предусмотрены три стяжки:

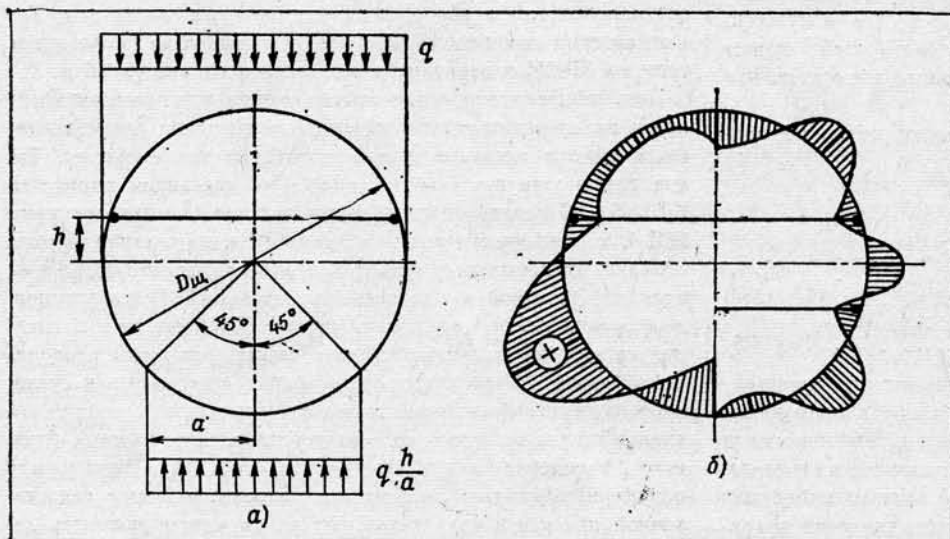


Рис. 1.
а) расчетная схема щита; б) характер эпюр изгибающих моментов при одной и двух стяжках (соответственно слева и справа от оси).



ВЛАДИМИРУ ИВАНОВИЧУ РАЗМЕРОВУ — 80 лет. Крупный специалист в области отечественного тоннелестроения, горный инженер-механик, активно участвовавший в создании первого советского метрополитена, В. И. Размеров продолжает научную работу по совершенствованию техники подземного строительства.

Метростроевский путь он начал в 1933 г. главным механиком шахты 21-21 бис, строившей станцию «Красные ворота» («Лермонтовская»). Затем — «Площадь Маяковского» и перегонные тоннели до «Белорусской», где на проходке одновременно использовались два станционных и два перегонных щита. Здесь особенно ярко проявился талант передового инженера-механика. Впервые на Метрострое уборка породы от щита осуществлялась транспортером и бесконечной откаткой; на погрузке грунта была применена породопогрузочная машина. Заготовка фасонных частей из нержавеющей стали для отделки станции выполнялась силами шахты под руководством главного механика.

За несколько месяцев до начала Великой Отечественной войны Размеров получает назначение заместителем начальника, главным инженером-механиком строительства № 5 НКПС (ныне Ленметрострой). Пройдя несколько десятков стволов шахт и околоствольных выработок, пришлось переключиться на сооружение оборонительных рубежей и железнодорожных веток к «Дороге жизни».

В мае 1942 г., когда были усилены работы по строительству Московского метрополитена, Владимир Иванович был назначен на должность главного инженера-механика Московского метростроя. Первой срочной работой было окончание участка «Площадь Свердлова» — «Автозаводская» без промежуточных станций. Она была выполнена досрочно.

Размеров стал в 1947 г. лауреатом Государственной премии за совершенствование и внедрение на метрополитене щитового метода проходки.

В 1964 г. Владимир Иванович перешел на научную работу в ЦНИИС, где долгие годы возглавлял лабораторию тоннельных машин.

Под руководством кандидата технических наук Размерова разработаны проекты многих тоннелепроходческих агрегатов, в частности, ЦМ-8, ЦН-1, ЦМР-1, ЦМ-15 диаметром 8,7 м, щита открытого способа работ и многие другие.

Редколлегия желает ему доброго здоровья, успехов в работе и дальнейшей крепкой связи с родным ему Метростроем.

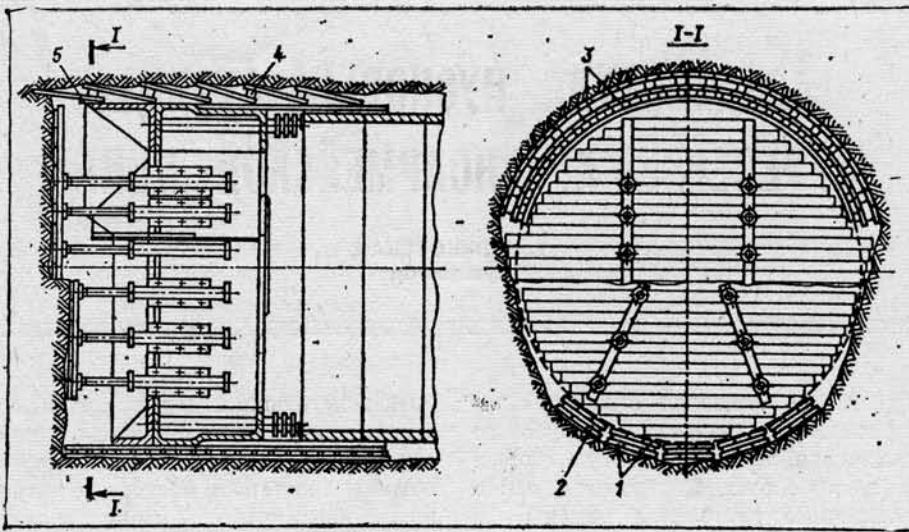


Рис. 2. Создание упругих зон вокруг щита.

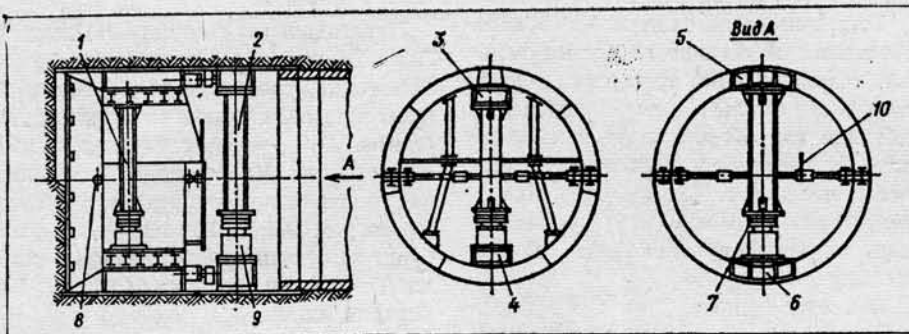


Рис. 3. Установка вертикальных стоек и горизонтальных стяжек в щите.

одна в ножевой части опорного кольца и две в оболочке. Для исключения возможности работы стяжек в распор при увеличении вертикального диаметра агрегата их крепили к оболочке через двухшарнирное звено.

Были ослаблены все болтовые крепления перегородок и ножеопорного кольца, по мере выдвижения штоков домкратов между головкой штока и цилиндром устанавливались фиксирующие прокладки. Каждая из них состояла из двух полуколец.

Работы по исправлению щита производил бригада слесарей Б. Андрияшина и главный механик А. Банников в такой последовательности: попеременно в гидравлические домкраты подавалось по трубопроводу давление рабочей жидкости от насосной установки укладчика ТУЗГп. Одновременно подтягивались стяжки с помощью специального ключа и лебедки.

До снятия давления с домкратов сделано усиление горизонтальной и вертикальной перегородок, произведена установка и перетяжка всех болтов крепления щита, заполнены зазоры в стыках

верхних сегментов оболочки металлическими полосами с последующей их фиксацией.

После окончания работы сняли приспособления, кроме стяжек. Щит успешно продолжал проходку. Таким образом постепенно была восстановлена геометрия щита и его размеры доведены до +10 мм по вертикальному диаметру и до +30 мм — по горизонтальному.

Выводы:

Изменение геометрии корпуса щита, образовавшееся в процессе проходки в сложных геологических условиях участка Серпуховского радиуса, можно восстановить до прежних размеров без сооружения специальных выработок над агрегатом, для чего между наружным его диаметром и выработкой должна быть создана упругая среда. Для сохранения восстановленной геометрии в процессе дальнейшей эксплуатации рекомендуется устанавливать одну или несколько съемных винтовых стяжек в ножеопорном кольце и оболочке в районе горизонтального диаметра корпуса щита. □

АРХИТЕКТУРА ПУСКОВЫХ СТАНЦИЙ КУРЕНЕВСКО-КРАСНОАРМЕЙСКОЙ ЛИНИИ

Т. ЦЕЛИКОВСКАЯ,
архитектор



В ЗОНУ тяготения Курневско-Красноармейской линии Киевского метрополитена входят большие жилые и промышленные районы, речной вокзал, спортивные комплексы и другие объекты общегородского значения.

В конце первого года XI пятилетки сданы в эксплуатацию на этой линии в сторону жилого массива «Теремки» две станции — «Площадь Льва Толстого» и «Республиканский стадион». В текущем году вступят в строй действующих две станции на окраине одного из самых крупных жилых районов Киева — Оболони: «Минская» и «Героев Днепра». В 1984 г. будут построены «Красноармейская» и «Дзержинская».

На новых станциях приняты современные конструкции, влияющие на формирование облика подземных сооружений и являющиеся одним из главных средств организации интерьера. Умело используются вспомогательные и органически вливающиеся в общий пространственный объем элементы акустики, информации и приемы освещения.

В основу создания архитектурных образов легли также традиционные для советского метростроения приемы индивидуального художественно-тематического решения, увязанного с историей и культурой обслуживаемого района и построенного на синтезе искусств.

Недавно пущенная станция «Республиканский стадион» — глубокого заложения, трехсводчатая, из сборного железобетона. Центральный зал и посадочные платформы решены в ритме строгого чередования пилонов и проходов-порталов, в облицовке которых использован мрамор «уфалей».

Торцевая стена центрального зала выполнена в технике глубокого рельефа с мозаикой на тему олимпийского огня. Сочный цвет сине-красной мозаики как бы замыкает в перспективе серо-голубую цветовую гамму всего интерьера. На фоне скульптуры — пять литых металлических колец, символизирующих пять континентов.

В центре путевых стен с глубокими продольными подрезами — композиция из металла.

Динамичность интерьера подчеркивают крупные люстры, выполненные из элементов нержавеющей стали и светильников цилиндрической формы.

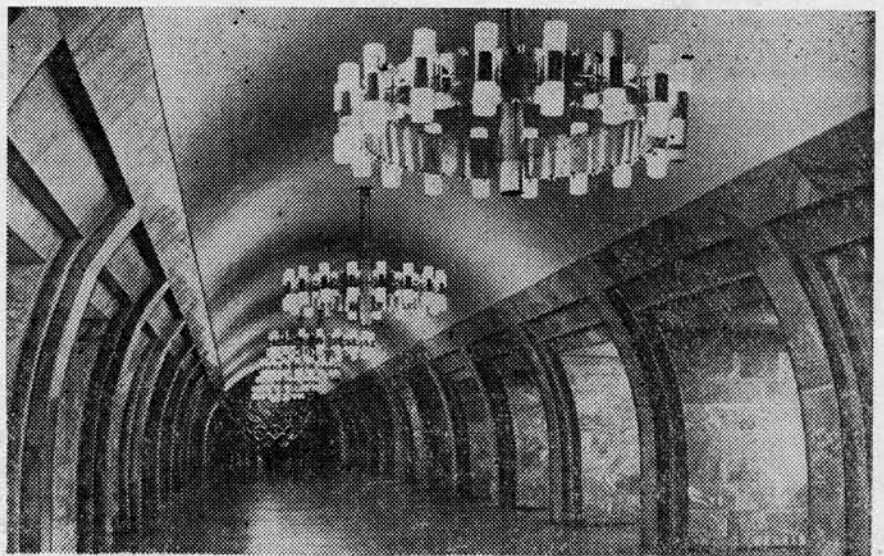
Планировка кассового и эскалаторного залов учитывает прежде всего четкое разграничение движения пассажиров на вход и выход.

В конструкциях использованы повторно применяемые элементы. Стены облицованы светло-розовым «газганом». В просторном вестибюле размещены керамическое панно на тему футбола и хоккея и витраж из цветного литого стекла в обрамлении кованого металла.

Пересадочная станция «Площадь Льва Толстого» — также глубокого заложения, трехсводчатая, с применением чугунных и железобетонных туннингов. Это — единственная пилоная станция Киевского метрополитена, сооруженная со средним тоннелем диаметром 9,5 м. Пересадочный узел будет завершен одновременно со станцией «Дворец спорта» Сырецко-Печерской линии.

Пилоны облицованы белым мрамором «коелга». В отделку их с большим тактом введен алюминиевый литой золотистый профиль.

Архитектурный замысел решен в стиле «ретро». Облик станции созвучен прекрасному женскому образу, созданному Л. Н. Толстым. Подземный зал «дворца» украшен праздничными



«Республиканский стадион»

сверкающими люстрами и бра из латуни и напоминает атмосферу первого бала Наташи Ростовской.

Художественная выразительность достигается в данном случае пластичностью форм и эмоциональным сочетанием отделочных материалов.

Строящаяся станция «Минская» — первая в Киеве одноводчатая станция мелкого заложения. Она сооружается из сборных железобетонных полуарок открытым способом работ.

В отделке станции, вестибюлей и переходов применены керамика, естественный камень, металл.

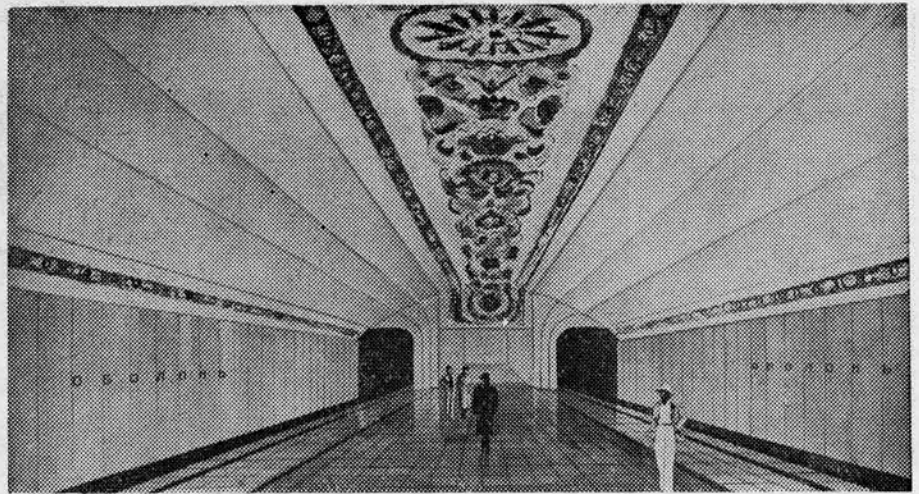
Путевые стены и полы платформы облицованы теплыми по цвету плитами шлифованного травертина и серого гранита. Свод украсит орнаментальная роспись в технике энкастики.

Освещение станции — закарнизное; светильники расположатся в два ряда вдоль свода, способствуя равномерному распределению света.

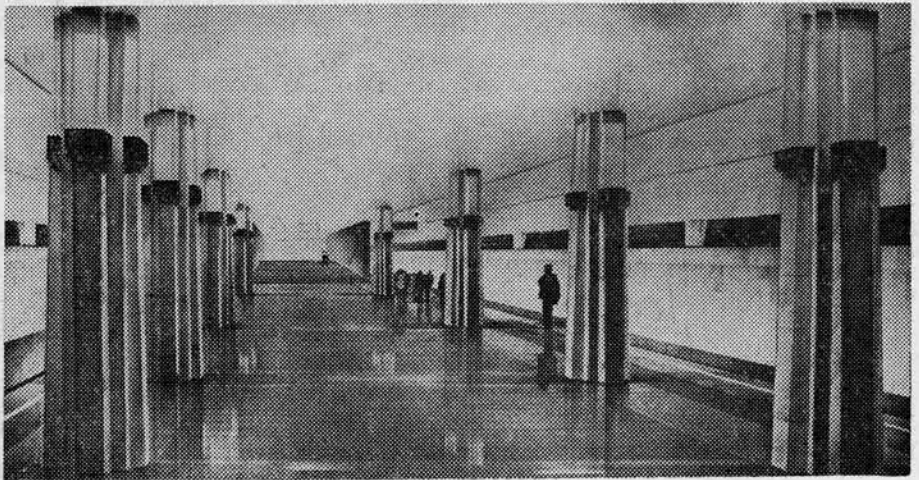
Станция «Героев Днепра» — мелкого заложения, колонного типа. Название и расположение ее определили образное решение, характер художественно-декоративных работ, цветовую гамму отделочных материалов.

Колонны зала задуманы как факелы — символы памяти. Облицовка — полированные плиты красного мрамора Новоселицкого месторождения.

Светильники на колоннах также выполняются в форме факела из металла и рельефного стекла. Общее освещение станции предусматривается спрятанными за плоскость подшивного потолка люминесцентными лампами.



Проект станции «Минская» (первоначальное название «Оболонь»)



«Героев Днепра»

Полированными плитами мраморов светлых тонов будут облицованы путевые стены, вдоль которых протянется «Лента славы»; на объемных

выступах стен — эмблемы родов войск, принимавших участие в сражении за Днепр. В местах кабельных шкафов разместятся декоративные панно в металле.

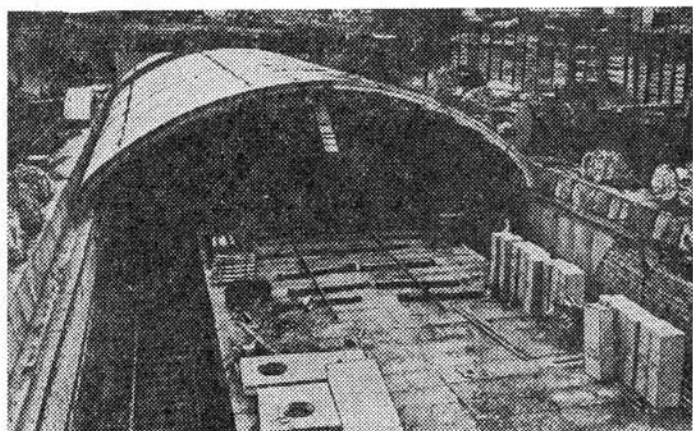
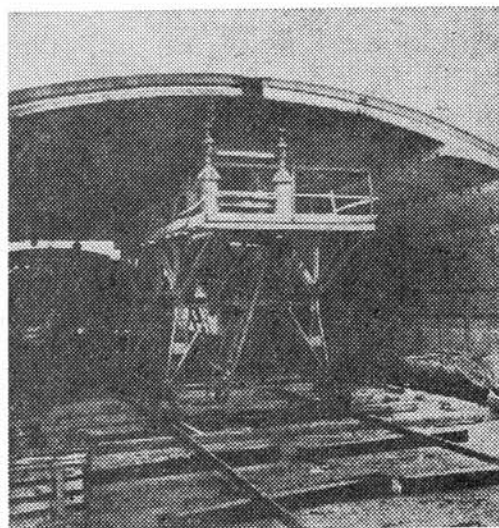
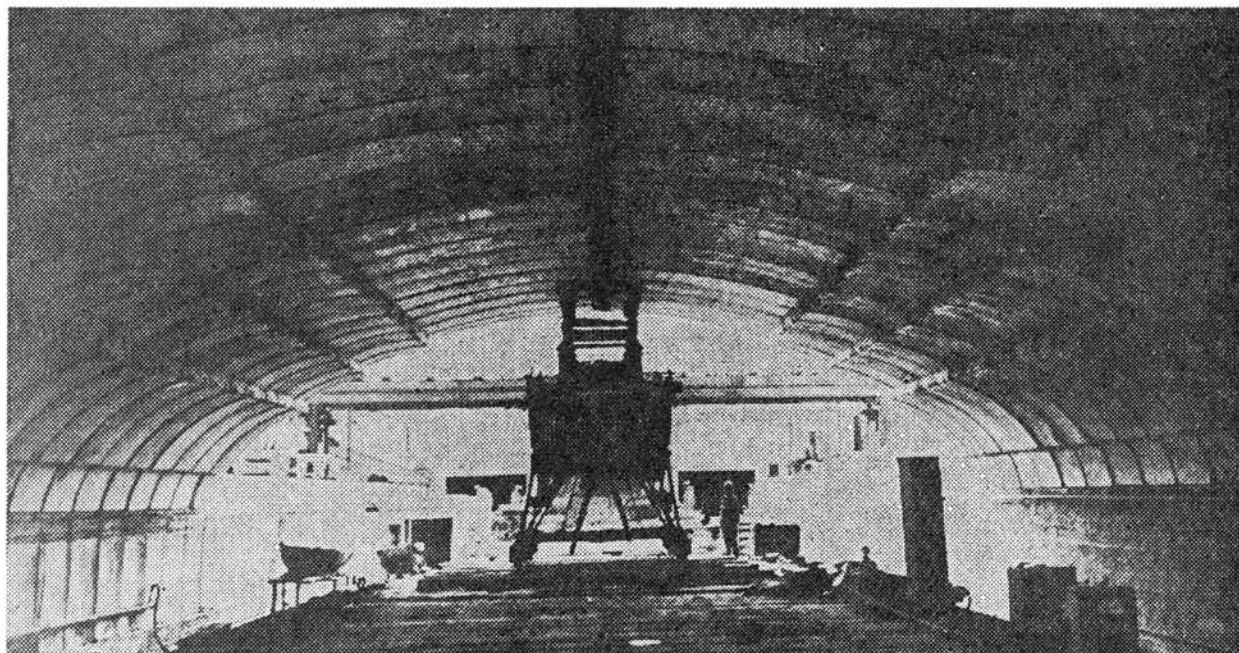
Полы платформы будут выложены полированными гранитными плитами темно-красного и светло-красного тонов.

Аналогичны конструкции станции «Республиканский стадион» центрального участка Куреневско-Красноармейской линии конструкции будущих станций «Красноармейская» и «Дзержинская», которые намечены к сдаче в эксплуатацию в конце пятилетки.

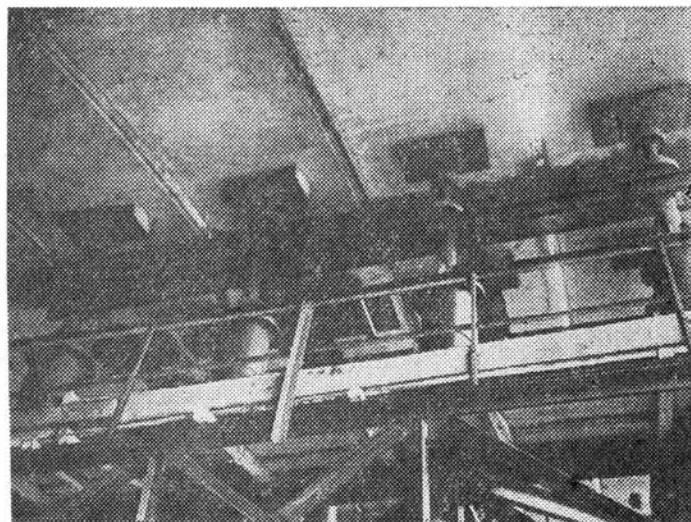
Архитекторы работают над созданием запоминающихся индивидуальных образов этих станций, в которых, в частности, отразится их соседство с такими замечательными сооружениями современного Киева, как Дворец культуры «Украина» и комплекс общественных зданий на площади Дзержинского. □



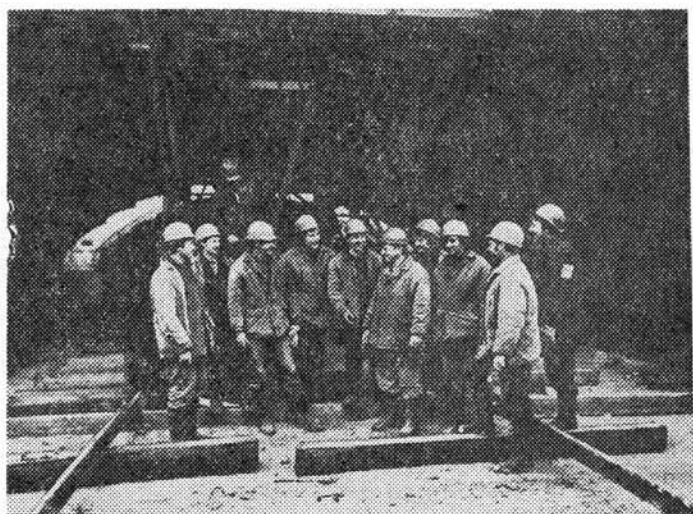
«Площадь Льва Толстого»



Одноводчатая станция «Минская» из сборного железобетона



Монтаж блоков БСВ



Комплексная комсомольско-молодежная бригада проходчиков, возглавляемая В. Кудриком (СМУ № 6), на строительстве станции «Минская»

МЕТРОМОСТ В НОВОСИБИРСКЕ

В. КОРОВИН,
инженер

МОСТОВОЙ переход через реку Обь — составная часть первой очереди метрополитена в Новосибирске. Проект разработан институтом «Ленгипротрансмост». Возводит его Мостоотряд № 38 треста Мостострой-2.

Эстакадная часть метромоста перекрывается железобетонными балками длиной 33 м, русло реки — металлическим пролетным строением, которое запроектировано в виде неразрезной балки коробчатого сечения.

Для успешной эксплуатации метрополитена в суровых климатических условиях Сибири на эстакадной части предусмотрено устройство защитной галереи из легких железобетонных конструкций и армоцементных тонкостенных сводчатых блоков БК-49 по проекту ЛенЗНИИЭП. Поезда будут следовать внутри коробки пролетного строения, полностью защищенной от

атмосферных воздействий. В настоящее время проектировщиками решается проблема эффективной теплоизоляции таких пролетных строений и разрабатываются мероприятия по снижению шума и вибрации от подвижного состава.

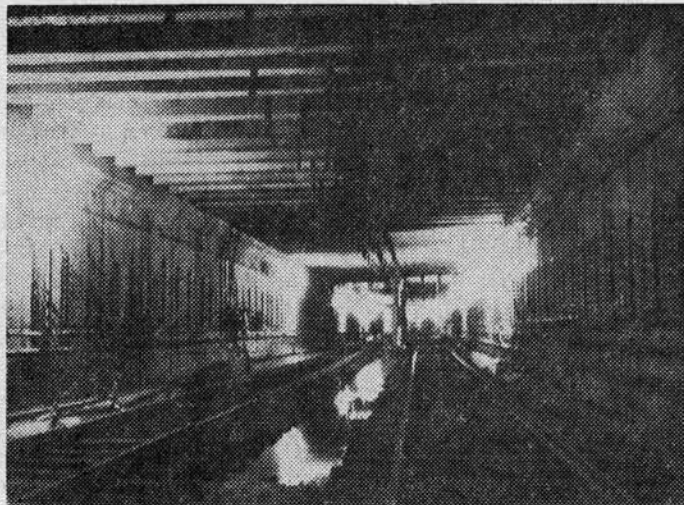
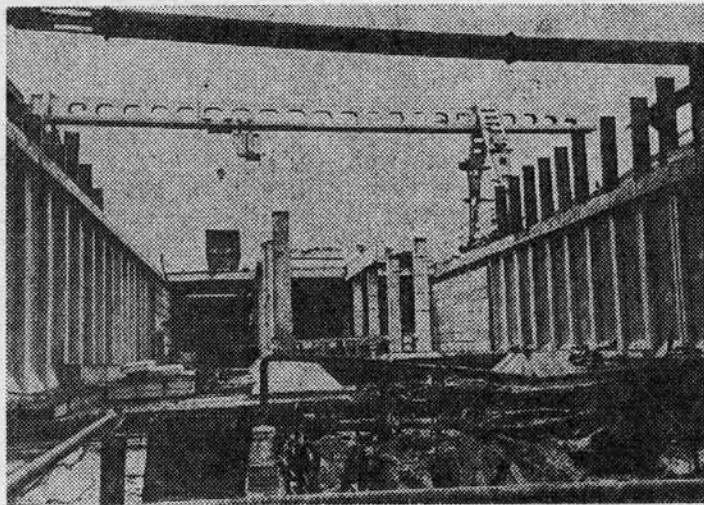
Отчетливо выраженное непостоянство инженерно-геологических условий, неровная поверхность скальных грунтов предопределили различные виды фундаментов опор: на естественном основании, на сваях-оболочках диаметром 1,6 м с погружением их в предварительно пробуренные лидирующие скважины, на буровых столбах с применением агрегата «КАТО», на призматических сваях различной длины и сваях-оболочках диаметром 0,6 м. Разнообразие типов фундаментов обусловило использование на строительстве различных механизмов и оборудования — от свабойных агрегатов до реактивных турбобуров

для проходки скважин в скальных грунтах диаметром до 1,36 м.

Тело опор эстакады и русловой части выполняется из монолитного железобетона, устои — из унифицированных контурных блоков с заполнением из армированного монолитного бетона.

Мостостроители успешно сооружают опоры эстакадной части, применяя поточно-скоростной метод; близится к завершению устройство фундаментов русловых опор. В этом году планируется монтаж пролетных строений эстакады и навodka металлического пролетного строения в русловую часть метромоста.

Пусковой комплекс первой очереди метрополитена протяженностью 10,1 км, включающий мостовой переход через реку Обь, сибирские мостостроители обязались ввести в эксплуатацию в 1985 г. □



Станция «Героев Днепра». Камера съездов

НЕ ВЛАСТНО ВРЕМЯ

[к 75-летию со дня рождения
Константина Александровича Кузнецова]

ПАМЯТЬ о прошлом — всегда добрый повод, чтобы оглянуться на пройденный жизненный путь, заново осмыслить его, пережить каждую ушедшую встречу.

Потревоженная воспоминаниями человеческая память заставляет мысленно вернуться к тем волнующим дням, когда Константин Александрович Кузнецов, отдавший жизнь развитию отечественного метростроения, своим примером помогал познавать истинную ценность инженерного творчества и вдохновения.

Кузнецов принадлежал к тому поколению, которое формировалось у истоков новой отрасли, вынесшему на своих плечах все трудности ее зарождения и становления, вынесшему тяжесть фронтальной жизни в Великой Отечественной войне. Он был воплощением мужества, активности, жизнеутверждающей силы.

Никто не умел так, как Константин Александрович, прислушиваться к свежей инженерной мысли. Он любил одаренных инженеров, поддерживал их. Редко кто мог так упорно добиваться осуществления ценных начинаний. И вместе с тем не помню случая, чтобы Кузнецов был когда-либо полностью доволен достигнутым.

История строительства Московского метрополитена хранит образ порывистого молодого человека, мечтателя, пришедшего в начале тридцатых годов в коллектив Метростроя. Он обратил на себя внимание особым темпераментом, технической смекалкой, склонностью к поиску. Через несколько месяцев Кузнецов — уже старший прораб на шахте № 22. Ему поручают проходку вертикальной выработки в сложных инженерно-геологических условиях. Осваивали опускную крепь. С этой работой справились отлично.

Шли годы. Росло инженерное мастерство Константина Александровича. Он становится авторитетом не только среди зачинателей специальных способов, главным образом искусственного замораживания грунтов, но и инициатором скоростной проходки на перегоне «Белорусская» — «Динамо».

Вскоре Кузнецов назначается начальником шахты. Проявляются новые качества: смелость и откровенность при защите прогрессивных технических решений.

Когда в 1938 г. в Киеве началось строительство подземных сооружений и руководителем его был назначен выдающийся метростроевец Михаил Александрович Терпигорев, главным инженером стройки он предложил Кузнецова. Его энергия, теперь уже богатый инженерный опыт и глубокие знания помогли ему в кратчайший срок занять ведущее положение на этом сложнейшем строительстве. Он никогда не жалел себя, находясь в кессоне, как правило, дольше других.

С первых дней Великой Отечественной войны и до полной победы над фашизмом он был на фронте, возглавляя специальное инженерное подразделение в составе Управления военно-восстановительных работ Юго-Западного



К. А. Кузнецов (в центре) среди первостроителей Московского метро — инженеров шахты 22-22 бис.

фронта. Под его руководством восстановлено более сорока больших и внеклассных мостов, в том числе через реки Днепр, Днестр, Волгу, Южный Буг, Яхрому.

Наибольший взлет творческой инженерной мысли и расцвет таланта руководителя проявился у Кузнецова в период его работы начальником строительства Ленинградского метрополитена. Как и раньше — самоотверженность, несчетные часы в забоях, беспощадность к себе. Детищами инженера стали: механизированный проходческий щит с «закрытой грудью», унифицированная железобетонная обделка, основы скоростной проходки ленинградских метростроителей.

С начала шестидесятых годов К. А. Кузнецов — член коллегии Министерства транспортного строительства, начальник Главтоннельметростроя. Двенадцать лет руководил он отечественным метро- и тоннелестроением. За эти годы введены в эксплуатацию новые линии метрополитенов в Москве, Ленинграде, Киеве, Баку, Тбилиси.

На протяжении многих лет Константин Александрович избирался в партийные органы, был депутатом, делегатом XX съезда КПСС. Ему, кавалеру многих орденов, были присвоены звания лауреата Государственной премии СССР и Заслуженного строителя РСФСР.

В последние годы жизни резко ухудшилось здоровье: титаническая сила воли, умение владеть собой, чтобы не дать болезни себя одолеть, начинали порой слабеть. Возвращаясь часто с Константином Александровичем после работы домой, продолжая обсуждение возникших за день проблем, я видел, как он, охваченный сильной болью, внезапно уходил в себя. Это была неравная борьба с недугом человека, для которого труд и творчество были основой жизни и не смирившегося с тем, что не все еще сделано.

До сих пор перед глазами тех, кто его знал, рядом работал, испытал его доброжелательность, стоит образ этого замечательного человека: горячее умное слово, обширная эрудиция, сила личного примера...

Память об Инженере с большой буквы глубоко чтят метростроевцы. Передавая из поколения в поколение эстафету творческого подвига, они продолжают его, умножая свои ряды, совершенствуя технику метростроения.

Ю. КОШЕЛЕВ.

О ДИНАМИЧЕСКОЙ РАБОТЕ ОБДЕЛОК

П. КОНОПАТОВ, В. СВИТИН,
инженеры

ИССЛЕДОВАНИЯ влияния динамических воздействий подвижного состава на конструкцию тоннельной обделки проведены ЛИИЖТом на 400-метровом участке Ленинградского метрополитена, сооруженном в зоне «размыва». Он представляет собой древнее русло реки в толще протерозойских глин, заполненное обводненными мелкозернистыми и пылеватыми песками и супесями. Обделка — многослойная конструкция из чугунных колец наружным диаметром 6 м, полимержелезобетона толщиной до 70 см, внутренней сплошной гидроизоляции толщиной 8 мм из стальных листов, соединенных сваркой.

Скорость поездов здесь ограничена — 40 км/час. Проведенные исследования могут служить основанием для назначения оптимальной скорости на этом участке.

Были использованы три метода: натурный, модельный и теоретический. Натурный — основной — состоял из нескольких экспериментов:

определение виброперемещений различных точек сечений тоннелей: используя маркшейдерские данные, в каждом тоннеле найдены точки, в которых устанавливались датчики. На береговых участках «размыва», где комбинированная обделка с теми же динамическими характеристиками заведена в плотные протерозойские глины, выбрали по одному сечению тоннелей, установив в них вибродатчики — измерители вертикальных и горизонтальных виброперемещений точек обделки. Для повышения надежности данных применили комплекты И-001 и АВ-43 с осциллографами Н-700 и Н-115, а также другую аппаратуру;

определение динамических напряжений в металлических листах гидроизоляции: в этих же сечениях уста-

навливали по два стредра (съёмные тензорезисторные датчики), сигналы от которых передавались на усилитель УТ4-1. Относительные деформации внутренних волокон металлической гидроизоляции измеряли вдоль тоннеля и по его окружности. Во избежание электромагнитных наводок стреды и провода экранировались. Виброперемещения и динамические напряжения находили во время развития поездами скоростей 20, 40, 50, 60, 70 и 80 км/час. Ночью незагруженным составом обкатывали установленную в сечении аппаратуру, уточняли пределы измерений и т. д. Днём — в часы пик продолжали опыт при максимальных динамических нагрузках;

определение статических напряжений в металлической гидроизоляции. Для оценки уровня динамических напряжений в общем поле напряжений металлоизоляции методом разгрузки получены статические напряжения в одном из сечений каждого тоннеля. Динамическое воздействие на окружающие породы оценивалось по данным маркшейдерской съёмки до и после серии экспериментов, а также по вибростабилометрическим испытаниям модели породы из эквивалентного материала.

Провели теоретические исследования работы конструкций тоннеля при динамических воздействиях. Получены аналитические выражения перемещений и силовых факторов. По составленным алгоритму и программе произведены расчеты на ЭВМ для различных конкретных случаев.

В результате установлено возрастание уровня виброперемещений на участке «размыва» на 30—60% по сравнению с береговыми. Отмечено уменьшение амплитуд виброперемещений от лотка к своду.

Вибрации тоннельных обделок при движении поездов происходят в широком диапазоне частот. Наибольший «вклад» в общий уровень виброперемещений (до 94%) вносят составляющие этих вибраций с частотами от 2,5 до 10 Гц.

Динамические напряжения в листах металлоизоляции зоны «размыва» превышают соответствующие величины на береговых участках в среднем на 40—60%. В зависимости от скорости поезда последние изменяются от 25 до 250 кгс/см².

Анализ графиков статических осадок обделок показал, что увеличение скорости поездов при проведении отдельных кратковременных экспериментов не повлияло на темпы развития осадок, а следовательно, динамическое воздействие поездов на окружающие породы оказалось в этом случае незначительным.

Воздействие статических сил на тоннельные конструкции в слабых породах, подвергшихся в начальный период замораживанию, проявляется в сильных деформациях контуров сечений обделок, их осадках, больших напряжениях в металлоизоляции и поперечной арматуре и является определяющим при оценке работы тоннельных обделок.

Динамические воздействия на обделку, хотя и составляют относительно небольшую часть от статических, также могут влиять на ее работу в течение длительного периода. □

МЕТРОПОЛИТЕНЫ МИРА

| Страна, город | Население, млн. чел. | Год пуска в эксплуатацию | Количество линий | Протяженность, км | Число станций | Среднее расстояние между станциями, м | Инвентарный парк подвижного состава | Напряжение контактной сети, В | Стоимость одной поездки в национальной валюте | Результаты работы за год | | | | | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации - число претензий |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|----------------------------------|---|-------------------------|--|--|---|--------------------------------------|---|
| | | | | | | | | | | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | минимальный интервал между поездками, мин. | | | |
| Западный Берлин | 2 | 1902 | 8 | 100,9 | 111 | 777 | 1000 | 750 | 1,8 марки ФРГ | 346 | 6,3 | 69,6 | 159,9 | 2-30 | 31,3 | 8 | 3597 |
| ФРГ — Гамбург | 2,4 | 1912 | 3 | 89,5 | 80 | 1052 | 849 | 750 | 2* марки ФРГ | 180,2 | 5,3 | 51 | 89 | 2-00 | 31,6 | 9 | 1985 |
| Мюнхен | 2,2 | 1971 | 3 | 32 | 38 | 846 | 250 | 750 | 1,5* марки ФРГ | 101,4 | 3,6 | 11 | 55 | 2-30 | 34 | 6 | 759 |
| Нюрнберг | 0,8 | 1972 | 1 | 12,3 | 19 | 680 | 74 | 750 | — | 35 | — | — | — | 3-00 | 30 | 4 | — |
| ГДР — Берлин | 1,6 | 1902 | 2 | 15,8 | 23 | 772 | 340 | 750 | 0,20 марки ГДР | 75 | — | — | — | 2-30 | 25/33 | 8 | 1600** |
| Австрия — Вена | 1,6 | 1976 | 3 | 21,7 | 27 | 844 | 240 | 750 | 12 шил. | — | — | 5,2 | 38,9 | 3-00 | 34,7 | 6 | 685 |
| Бельгия — Брюссель | 1,1 | 1976 | 1 | 13,7 | 21 | 700 | 90 | 750 | 13 бельг. франков | 35,3 | — | 4,3 | — | 3-00 | 29,1 | 4 | 800** |
| Испания — Мадрид | 3,5 | 1919 | 10 | 86 | 124 | 550 | 768 | 600 | 20 песет | 391 | 5 | 79 | 250 | 2-30 | 23/30 | 6 | 5000** |
| Барселона | 2,9 | 1924 | 5 | 48,2 | 72 | 686 | 412 | 1200/1500 | 15 | 239 | 5,3 | 30,7 | 106,3 | 3-10 | 23/27,6 | 4 | 2726 |
| Франция — Париж (город) | 7,4 | 1900 | 15 | 190,2 | 358 | 561 | 3496 | 750 | 5 фр. фран-ков | 1093,9 | 4,8 | 190,6 | 515,6 | 1-35 | 23,9 | 6 | 9856 |
| Париж (экспресс) | — | 1938 | 2 | 100,2 | 63 | 1278/2049 | 561 | 1500 | 4* фр. франка | 205,1 | 11 | 48 | 189,2 | 2-30 | 40,7/48,1 | 9 | 2430 |
| Марсель | 1 | 1977 | 1 | 9 | 12 | 800 | 63 | 750 | 4 фр. франка | 27,8 | 3,8 | 3,9 | 17,3 | 2-40 | 33 | 3 | 332** |
| Лион | 1,1 | 1978 | 3 | 11,8 | 17 | 675 | 66 | 750 | 4 фр. франка | 47,7 | 2,5 | 4,6 | 15,5 | 3-00 | 29 | 3 | 304 |
| Великобритания — Лондон | 7 | 1863 | 9 | 387,9 | 248 | 1300 | 4087 | 600 | 0,50* фунта стерлингов | 559 | 6,4 | 333 | 568 | 1-45 | 32,8 | 8 | 23594 |
| Глазго | 2,5 | 1896 | 1 | 10,5 | 15 | 700 | 33 | 600 | 0,25 фунта стерлингов | 6,8 | — | — | — | 4-00 | 29 | 3 | 296 |
| Ньюкасл | 1,2 | 1980 | 1 | 23,8 | 18 | 1450 | 58 | 1500 | 0,25* фунта стерлингов | 3,4 | 10 | 1 | 6,1 | 5-00 | 45 | 2 | 539 |
| Греция — Афины | 3 | 1925 | 1 | 25,7 | 21 | 1285 | 135 | 600 | 10 драхм | 85 | — | — | — | 3-30 | 30 | 5 | 834 |
| Венгрия — Будапешт | 2,4 | 1896 | 3 | 24,2 | 33 | 400/1000 | 235 | 550/825 | 1 форинт | 330 | 5,1 | 22,4 | — | 1-50 | 33 | 5 | 3142 |
| Италия — Рим | 3,6 | 1955 | 2 | 25,1 | 33 | 670/1100 | 208 | 1500 | 200 лир | 114 | — | 11 | — | 3-00 | 37,3/33 | 4 | — |
| Милан | 3,9 | 1964 | 2 | 47,1 | 57 | 724/1395 | 361 | 750/1500 | 200 лир | 205,8 | 5 | 23,1 | 85,4 | 2-00 | 27/33/40 | 6 | 1062 |
| Норвегия — Осло | 0,5 | 1966 | 1 | 35,5 | 44 | 815 | 162 | 750 | 5 норв. крон | 39,4 | 6,5 | 9,9 | 43 | 2-30 | 32 | 6 | 590** |
| Нидерланды — Амстердам | 0,7 | 1977 | 1 | 16,2 | 18 | 900 | 88 | 750 | 1,12* флори-на | 33 | — | 4 | 20 | 3-45 | 32/35 | 8 | 281 |
| Роттердам | 0,8 | 1968 | 1 | 17,1 | 12 | 1545 | 88 | 750 | 1,12* флори-на | 38 | 5,8 | 6,2 | 22,2 | 3-00 | 42 | 8 | 299 |

| Страна, город | Пассажирские, млн. чел. | Год пуска в эксплуатацию | Количество линий | Протяженность, км | Число станций | Среднее расстояние между станциями, м | Инвентарный парк подвижного состава | Напряжение контактной сети, В | Стоимость одной поездки в национальной валюте | Результаты работы за год | | | | Средняя скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Количество эксплуатационного персонала, чел. |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|---|------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|--|
| | | | | | | | | | | перевозка пассажиров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | млн. вагоно-километров | потребление электроэнергии, млн. квт-ч | | | |
| Португалия — Лиссабон | 2,3 | 1959 | 1 | 12 | 20 | 630 | 80 | 750 | — | 121,5 | 3,2 | 7,1 | 32,8 | 4 | 1285 | |
| Румыния — Бухарест | 1,7 | 1979 | 1 | 8,1 | 6 | 1620 | 24 | 750 | 1 лей | 15 | — | — | — | 6 | — | |
| Швеция — Стокгольм | 1,5 | 1950 | 3 | 103,6 | 94 | 1000 | 885 | 650/750 | 4* шв. кроны | 195 | 6,8 | 58,8 | 200 | 8 | 2350 | |
| Чехословакия — Прага | 1,2 | 1974 | 2 | 19,3 | 23 | 920 | 187 | 750 | 1 крона | 207,4 | — | — | — | 5 | 3500** | |
| Аргентина — Буэнос-Айрес | 11 | 1913 | 5 | 34 | 57 | 600 | 414 | 600/1100/1500 | — | 207 | — | — | — | 6 | 4300** | |
| Бразилия — Сан-Пауло | 12,6 | 1974 | 2 | 20 | 23 | 900 | 306 | 750 | 14 крузейро | 209 | 7 | 22,4 | 86,3 | 6 | — | |
| Рио-де-Жанейро | 9 | 1979 | 2 | 12,3 | 13 | 800 | 96 | 750 | 15 крузейро | 20,4 | — | 0,5 | — | 6 | 1279 | |
| Канада — Торонто | 2,1 | 1954 | 2 | 56,9 | 59 | 769 | 632 | 600 | 0,65 кан. доллара | — | 6,9 | 62,1 | 325,8 | 8 | 1100 | |
| Монреаль | 2,7 | 1966 | 3 | 41,3 | 46 | 900 | 759 | 750 | 0,65 кан. доллара | 170 | 6,6 | 59,4 | 276,8 | 9 | 784 | |
| Мексика — Мехико | 10 | 1969 | 3 | 51,6 | 57 | 882 | 882 | 750 | 1,2 мекс. доллара | 909,6 | 7,6 | 100,5 | 377,8 | 9 | 2804 | |
| Чили — Сантьяго | 4 | 1975 | 2 | 25,3 | 35 | 720 | 195 | 750 | 8 чил. долл. ларов | 95 | — | — | 48 | 5 | 971 | |
| США — Нью-Йорк (Никта) | 9,1 | 1888 | — | 371,1 | 458 | 800 | 6328 | 600 | 0,75 амер. доллара | 1040 | 14,5 | 401,6 | 1765,2 | 11 | 26474 | |
| Нью-Йорк (Патх) | — | 1908 | 1 | 22,4 | 13 | 2115 | 291 | 650 | 0,3 амер. доллара | 35,9 | 7,2 | 11,8 | 56,9 | 7 | 866 | |
| Чикаго | 6,7 | 1892 | 5 | 143,2 | 140 | 1000 | 1100 | 600 | 0,9 амер. доллара | 150,7 | — | — | — | 8 | 2400 | |
| Бостон | 2,8 | 1897 | 3 | 55,1 | 51 | 1100 | 354 | 600 | 0,5 амер. доллара | — | — | — | — | 4 | 2150 | |
| Филадельфия (СЕПТА) | 3,7 | 1907 | 2 | 39,2 | 54 | 800 | 419 | 600 | 0,7 амер. доллара | 65 | 9,6 | 20,4 | 121,9 | 6 | 737** | |
| Филадельфия (ПАТКО) | — | 1969 | 1 | 23,3 | 14 | 1790 | 121 | 600 | 0,55* амер. доллара | 11,3 | 14,4 | 6,4 | 38,1 | 6 | 317** | |
| Кливленд | 2 | 1955 | 1 | 30,5 | 18 | 1790 | 108 | 600 | 0,5 амер. доллара | 11 | — | — | — | 6 | 380** | |
| Сан-Франциско | 3 | 1972 | 1 | 114 | 34 | 3700 | 440 | 1000 | 0,5* амер. доллара | 45,3 | 20 | — | — | 10 | 2030** | |
| Вашингтон | 2,5 | 1976 | 3 | 59,8 | 41 | 1500 | 300 | 750 | 0,6* амер. доллара | 75,6 | — | — | — | 8 | 1500 | |
| Атланта | 1,7 | 1979 | 1 | 19 | 13 | 1600 | 120 | 750 | 0,6 амер. доллара | 20 | — | 6,5 | 14,6 | 8 | 212 | |

| Страна, город | Население, млн. чел. | Год пуска в эксплуата-цию | Количество линий | Протяженность, км | Число станций | Среднее расстояние между станциями, м | Инвентарный парк подвижного состава | Напряжённость контактной сети, В | Стоимость одной поездки в национальной валюте | Результаты работы за год | | | | Средняя скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Количество эксплуатируемого персонала, чел. |
|--|----------------------|---------------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|--|-------------------------|---|------------------------|--------------------------------------|---|
| | | | | | | | | | | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность по-ездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электр-энергии, млн. квт-ч. | | | |
| Китай — Пекин | 8 | 1971 | 1 | 23,6 | 17 | 1475 | 64 | 750 | 0,1 юаня | 45 | — | — | — | 4—00 | 4 | — |
| Тяньцзинь | 3 | 1980 | 1 | 5 | 6 | 830 | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | — |
| Корея — Сеул | 8 | 1974 | 2 | 24,8 | 20 | — | 132 | 1500 | — | — | — | — | 3—00 | 6 | — | — |
| Гонконг | 5 | 1979 | 1 | 15,6 | 15 | 1115 | 210 | 1500 | 1,2 гонг. доллара | 166 | 5,8 | 16,3 | 168,7 | 2—30 | 6 | 1934 |
| Япония — Токио (упр. пасс. транспорта) | 25,8 | 1927 | 7 | 131,1 | 120 | 1100 | 1595 | 600/1500 | 100* нен | 1597,4 | 7,2 | — | — | 1—50 | 10 | 10381** |
| Токио (транспорт. бюро) | — | 1960 | 3 | 54,9 | 60 | 963 | 440 | 1500 | 100* нен | 372 | 6,1 | 46,6 | 137,2 | 2—30 | 6 | 2756 |
| Осака | 7,6 | 1933 | 6 | 86,1 | 84 | 1000 | 770 | 750/1500 | 100 нен | 766,8 | 4,3 | 63,4 | 181,3 | 2—00 | 8 | 6500** |
| Нагоя | 7,3 | 1957 | 4 | 51,5 | 53 | 1000 | 423 | 600/1500 | — | — | — | — | — | 2—00 | 6 | 2800** |
| Саппоро | 1,3 | 1971 | 2 | 24,2 | 27 | 1000 | 248 | 750/1500 | — | — | — | — | — | 4—00 | 8 | 960** |
| Йокогама | 2,7 | 1972 | 1 | 11,5 | 12 | 1000 | 70 | 750 | — | — | — | — | — | 5—00 | 5 | — |
| Кобе | 1,3 | 1977 | 1 | 5,7 | 4 | 1900 | 24 | 1500 | 100 нен | — | — | — | — | 4—00 | 8 | — |
| СССР — Москва | 8 | 1935 | 8 | 184 | 115 | 1820 | 2807 | 825 | 0,05 руб. | 2318,2 | 9,8 | 426,4 | 1057,3 | 1—20 | 7 | 18918 |
| Ленинград | 4,6 | 1955 | 3 | 61,8 | 38 | 1770 | 936 | 825 | 0,05 руб. | 717,4 | 9,26 | 128,7 | 328,7 | 1—35 | 7 | 6353 |
| Киев | 2,1 | 1960 | 2 | 26,2 | 21 | 1360 | 299 | 825 | 0,05 руб. | 255,2 | 7,6 | 32,5 | 91 | 1—30 | 5 | 2460 |
| Тбилиси | 1 | 1966 | 2 | 18,8 | 16 | 1450 | 125 | 825 | 0,05 руб. | 142,5 | 5 | 15,1 | 58 | 2—30 | 4 | 2015 |
| Баку | 1,5 | 1967 | 2 | 18,7 | 12 | 1800 | 108 | 825 | 0,05 руб. | 140,8 | 6,4 | 13 | 47 | 2—10 | 4 | 1936 |
| Харьков | 1,8 | 1975 | 1 | 17,3 | 13 | 1440 | 187 | 825 | 0,05 руб. | 174,8 | 5,4 | 20,5 | 68,1 | 2—00 | 5 | 2208 |
| Ташкент | 1,7 | 1977 | 1 | 15,4 | 12 | 1410 | 105 | 825 | 0,05 руб. | 74,3 | 5,84 | 8,77 | 36,8 | 3—00 | 4 | 1893 |
| Метрополитены, введенные в эксплуатацию в 1981 г. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| СССР — Ереван | 1 | 1981 | 1 | 6,6 | 6 | 1100 | — | 825 | 0,05 руб. | — | — | — | — | — | — | — |
| Япония — Фукока | 1 | — | 1 | 5,8 | — | — | — | 1500 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Кито | 1,5 | — | 1 | 6,9 | 8 | 800 | 36 | 1500 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Строящиеся и проектируемые метрополитены | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Болгария — София | 1,1 | — | 1 | 7,5 | 7 | 1070 | — | 600 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Венесуэла — Каракас | 3,2 | — | 1 | 11,8 | 14 | 900 | 140 | 750 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Индия — Калькутта | 9 | — | 1 | 16,4 | 17 | 1000 | 144 | 675 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Италия — Неаполь | 3,4 | — | 1 | 11,1 | 15 | 700 | — | 1500 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Испания — Севилья | 0,9 | — | 1 | 10,5 | 16 | 700 | — | 1500 | — | — | — | — | — | — | — | — |

В настоящее время метрополитены эксплуатируются в 67 городах 28 стран мира, в ближайшие годы они появятся еще в 15 городах.

| Страна, город | Население, млн. чел. | Год пуска в эксплуатацию | Количество линий | Протяженность, км | Число станций | Среднее расстояние между станциями, м | Инвентарный парк подвижного состава | Напряжение контактной сети, В | Стоимость одной поездки в национальной валюте | Результаты работы за год | | | | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|---|-------------------------|--|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | | | | | | | | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | | | |
| США — Балтимор | 2,5 | — | 1 | 12,9 | 5 | 1600 | 72 | 700 | Небезынтересны соотношения некоторых основных показателей Московского метрополитена с показателями наиболее развитых зарубежных метрополитенов. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Майами | 1,5 | — | 1 | 33 | 20 | 1650 | 136 | 700 | По годовым пассажироперевозкам Московский метрополи-тен занимает первое место — 2318,2 млн. человек (Токио — 1969, 4; Париж — 1299; Нью-Йорк — 1075,9 млн. человек). По максимальной пропускной способности он также вышел на первое место — 45 пар поездов в час, в то время, как Нью-Йоркский достиг 40 пар. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Финляндия — Хельсинки | 0,8 | — | 1 | 11,2 | 9 | 1260 | 90 | 750 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Франция — Лилль | 1 | — | 1 | 12,7 | 17 | 700 | 76 | 750 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| СССР — Минск | 1,3 | — | 1 | 8,6 | 8 | 1075 | — | 825 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Горький | 1,3 | — | 1 | 9,6 | 8 | 1370 | — | 825 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Новосибирск | 1,3 | — | 1 | 10,1 | 10 | 1300 | — | 825 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Свердловск | 1,2 | — | 1 | 18 | 6 | 3000 | — | 825 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Куйбышев | 1,2 | — | 1 | 7,9 | 6 | 1300 | — | 825 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |
| Днепропетровск | 1,1 | — | 1 | 11,2 | 9 | 1240 | — | 825 | По протяженности сети Московский метрополитен занима-ет пятое место: Нью-Йорк — 393,5 км; Лондон — 387,9 км; Париж — 290,4 км; Токио — 186 км; Москва — 184 км. | перевозка пассажи-ров, млн. чел. | средняя дальность поездки пассажира, км | ман. вагоно-километ-ров | потребление электро-энергии, млн. квт-ч. | Средняя эксплуатационная скорость, км/ч | Максимальное число вагонов в составе | Качество эксплуатации |

Примечание: * — при дифференцированной системе оплаты проезда указана стоимость одной поездки на расстояние 6—7 км.

** — приведено общее количество работающих.

Кроме перечисленных, метрополитены эксплуатируются в Бонне, Фридрихсге, Ганновере, Штутгарте, Кельне (ФРГ), Пхеньяне (Корея). Не указаны также метрополитены, по которым нет сведений.

Таблица составлена отделом научно-технической информации и пропаганды Управления Московского метрополитена по материалам Международного союза общественного транспорта „Метрополитены мира“ за 1980 г.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА



ВАДИМУ САВВИЧУ ПИКУлю исполнилось 70 лет. Творческому пути ветерана отечественного метростроения неизбежно сопутствуют слова «первый», «первые». Он начал работать в отрасли с первых дней организации Метростроя в нашей столице, в 1931 г., и не изменил ей по сей день. В. С. Пикунь участвует в проектировании и строительстве первого тоннеля на Русаковской улице. Проектирует и изготавливает первые железобетонные блоки сборной обделки.

В составе первых метростроителей В. С. Пикунь командирован в МИИТ для получения высшего образования по специальности «метростроение» и заканчивает курс в 1937 г. с отличием. При защите дипломного проекта Государственная экзаменационная комиссия решает создать при МИИТе первую аспирантуру по метростроению и зачислить в нее В. С. Пикуня. Защитив кандидатскую диссертацию, он читает полный курс лекций по метро- и тоннелестроению в МИИТе и Транспортной академии.

Находясь на Ленинградском фронте, в условиях блокады он ведет большую научно-изобретательскую деятельность. Работает в Инженерном комитете Красной Армии, преподает в Военно-инженерной академии.

Вернувшись после войны в МИИТ, он организует исследования, связанные с созданием первых механизированных щитов планетарного действия, разработанной новой технологии сооружения перегонных тоннелей с применением подвижных крепей и цельносекционной обделки. Эта технология была усовершенствована в ЦНИИСе, куда Вадим Саввич переходит с первых дней его организации в 1950 г.

Возрастающее применение получают самодвижущиеся шандорные системы, предложенные Пикунем. Принцип перемещения, лежащий в основе этих систем, применен в конструкциях механизированных щитов, подвижных крепей и самоходных шасси. Им проведены большие исследования в области разработки и совершенствования технологии метростроения и создания образцов новой тоннелепроходческой техники.

В. С. Пикунь — постоянный автор нашего журнала.

Сердечно поздравляем Вадима Саввича с юбилеем и желаем ему долгих лет жизни, крепкого здоровья и дальнейших успехов в научной деятельности.

В СВЯЗИ с увеличением объемов путевых работ метростроевцы все чаще сталкиваются со следующими вопросами:

Подготовка кадров ведется не в технических школах Метростроя, а непосредственно в путевых бригадах. За 3—4 года можно подготовить специалиста средней квалификации, но бригадира и звеньевого (путейцы обычно работают звеньями по 2—3 или 4 человека) нужно обучать в железнодорожных училищах МПС. Практика показала, что окончившие такие училища через год—два хорошо осваивают специфику путевых работ на Метрострое и способны грамотно руководить людьми.

Вопросы рельсосварочной технологии. При среднем темпе сварки ходовых рельсов 2,5 км пути или 4 км контактного рельса в месяц продолжительность этого процесса на радиусе протяженностью 10 км — год и более. Как правило, за год до пуска забетонированность путей составляет 35—40%, а иногда меньше.

Из-за постоянных переключений подземных коммуникаций почти до самого пуска сохраняются разрывы в конструкции тоннелей, что мешает и бетонированию, и транспортировке сварных рельсов. Вопрос транспортировки их на место работ весьма сложен.

Ответственное дело и выбор места для рельсосварочной станции (РСС). Было бы правильней, если бы места стоянок РСС и всего, что им сопутствует, предусматривались проектом. Следует располагать их в районе венткомплексов (при открытом способе) и осуществлять бурение вентиляционных скважин (в тоннелях глубокого заложения). Может возникнуть необходимость в бурении наклонных скважин для спуска рельсов

ЗАБОТЫ ПУТЕЙСКИЕ

А. ЖИГАРЕВ,
инженер

к РСС (как было на Калининском радиусе). Пока все это — заботы путейцев. Должны быть указаны также места КТП (отдельное, с мощностью не менее 400 кВа), наличие подъездных дорог и приемных стройплощадок (длина груженого рельсозова около 30 м, а ведь он должен заехать, разгрузиться, развернуться и выехать). Здесь же должен быть запроектирован технологический проем для спуска рельсов, место для их складирования.

Из имеющихся трех вариантов сварки рельсов — в пути, с временных стоянок на трассе и на стационаре — предпочтение следует отдать двум последним, обеспечивающим качество и благоприятные условия работ.

Качество клееболтовых изолирующих стыков — одного из самых ответственных устройств верхнего строения пути. От этого показателя зависит работа устройств СЦБ и в конечном счете — безопасность движения поездов.

В условиях строящихся тоннелей добиться высокого качества клееболтовых стыков довольно трудно. Поэтому есть прямой смысл заказывать и получать их готовыми: они изготов-

ливаются практически во всех железнодорожных мастерских, на специализированных станциях.

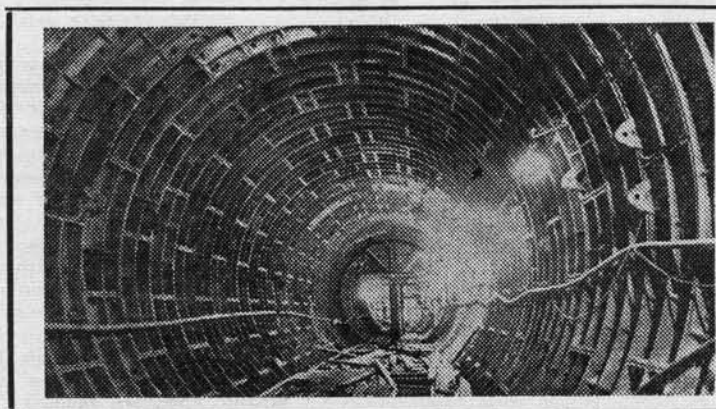
Наличие путевого инструмента и оборудования. Его постоянно не хватает. Особенно в пусковые периоды. Плохо, что нет или почти нет периодической справочной литературы с указанием основного вида путевого инструмента, оборудования и заводов-изготовителей. Нужно много времени, чтобы узнать, где и что выпускается, и еще больше — чтобы что-либо получить.

Постоянно требуются винтовые подъемные домкраты для укладки пути и подготовки его под бетон, тележки ПКБ широкой и узкой колеи с подвесками для перевозки рельсов, шаблоны рельсошлифовалки МРШ-3 и т. д.

Перспективные конструкции. Внедрение их имеет прямое отношение к производительности труда. На строящемся Серпуховском радиусе в текущем году будут установлены первые 5 км защитных коробов из стеклопластика на опорных точках из полиэтилена низкого давления. Метрогипротранс и СКТБ Главтоннельметростроя удачно решили вопрос защитного короба. На прежний короб шло 30 деталей, а на новый 4. Это — заметная экономия и материалов, и времени.

Подобным образом надо решать и вопрос узла контактного рельса. Сейчас на сборку одного узла контактного рельса идет 19 деталей (в Праге, например, в 3 раза меньше).

И, конечно, — беспшальный путь. Пока его конструкция не получила удачного решения так же, как конструкция верхнего строения пути с повышенными виброизолирующими свойствами в тоннелях мелкого заложения, проходящих в районах жилой застройки. □



Участок продавливания тоннеля на строительстве Московского метрополитена

ДВИЖУЩИЕСЯ ТРОТУАРЫ, ПОДЪЕМНИКИ, МОДУЛЬНЫЕ ЭСКАЛАТОРЫ

О. ВОЛЬДЕМАРОВ,
инженер

ОСНОВНОЙ резерв повышения эффективности перевозочного процесса на метрополитене — совершенствование перемещения пассажиров на станциях: возможности оптимизации движения поездов практически исчерпаны.

Общие тенденции развития транспортных узлов в стране и за рубежом обуславливают сближение и взаимообогащение механизации существующих систем перевозки. Так, на зарубежных метрополитенах вместо группы эскалаторов, последовательно соединяющих несколько уровней, стали сооружаться характерные для отечественных подземных транспортных сооружений установки большой высоты, которые связывают непосредственно верхний и нижний уровни. В Советском Союзе начато внедрение движущихся тротуаров, рассматривается возможность установки лифтов в метро — машин, широко распространенных в других странах. Так, в Тбилиси, в подземном переходе, ведущем от станции «Самгори» к железнодорожному вокзалу, остановке автобусов из аэропорта и рынка, установлены движущиеся тротуары и эскалаторы. Этот комплекс столь удобен, что по просьбе трудящихся движущиеся тротуары, прежде включавшиеся с 7 до 21 ч., переведены на график работы метро.

Движущиеся тротуары, нашедшие широкое применение на зарубежных метрополитенах, помогают решению многих задач. В центральном пересадочном узле Стокгольмского метро ими оборудован коридор, соединяющий дальние концы V-образно расходящихся платформ. В результате преодоление длинного тоннеля по затратам времени и сил эквивалентно движению по короткому переходу в сходящихся концах платформ; обеспечивается равномерная загруженность

эскалаторных выходов на поверхность.

Оборудование траволаторами пересадочных узлов наиболее распространено, причем схемы их установки различны. В рассмотренных примерах движущиеся тротуары работают в противоположных направлениях, размещены вдоль стен тоннеля и разделены пешеходным проходом. В Париже на станции «Шатле» они смежны и установлены по центру подземного коридора с пешеходными проходами вдоль стен. На станции «Монпарнас» вся ширина перехода занята тремя движущимися тротуарами, средний из них включается в часы пик. Он может реверсироваться в зависимости от интенсивности потока людей в том или ином направлении.

В 1979 г. один из коридоров от станции метро к железнодорожному вокзалу в Лионе был оборудован первым в мире быстроходным движущимся тротуаром, два других — обычными. Поставлена задача сравнить эффективность данных транспортных средств. Однако и до завершения эксперимента можно не сомневаться в перспективности быстроходных движущихся тротуаров, разработку которых ведут во многих странах, в том числе в Советском Союзе.

Быстроходные тротуары, имеющие в зоне посадки и выхода, как и обычные, скорость до 3,6 км/ч, на основной длине трассы развивают ее до 12—20 км/ч (в зависимости от конструкции). Они могут осуществлять перевозки на 2 км, обычные же до 0,2 (большая длина транспортирования неэффективна из-за малой скорости).

В ряде случаев быстроходные тротуары способны заменить линию метро, продолжив ее или отведя маршрут в сторону от одной из станций.

Траволаторы могут быть не только

горизонтальными, но и наклонными (до 12°). В этом случае они являются средством механизации междуровневых сообщений и используются вместо эскалаторов. Их преимущество — в удобстве перевозки пассажиров с громоздким багажом, который трудно разместить на ступенчатом полотне, с детскими или инвалидными колясками и т. д. Установка движущихся тротуаров для связи вестибюля метро с залом железнодорожного вокзала Париж—Норд, например, позволила многим пассажирам отказаться от услуг носильщиков.

Вместо движущихся тротуаров в качестве средства междуровневых перевозок на зарубежных метрополитенах все шире используются подъемники с вертикальной трассой (лифты) или наклонные. Хотя подъемники никогда не займут положения основного средства перемещения пассажиров на этих объектах, они способствуют комфортабельности сообщений. Не менее важен фактор роста эффективности использования комплекса транспортного обслуживания объекта, оборудованного, кроме эскалаторов, подъемниками. В межпиковые периоды обеспечивается экономия энергии при включении вместо эскалатора менее энергоемкого лифта, способного справиться с сократившимся объемом перевозок.

На большинстве метрополитенов имеются лишь вертикальные подъемники. Станции метро в Стокгольме оборудованы также подъемниками с наклонной трассой, параллельной эскалаторной (сооружение их вызвано ростом глубины залегания станций). При этом преимущества спуска в кабине аннулировались возрастающими по длине горизонтальными переходами от дверей лифта до платформ.

Из рассмотренного опыта можно сделать выводы:

до высоты 7,5 м наиболее целесообразны гидроподъемники; при большей высоте на непротяженных по горизонтали объектах предпочтительны вертикальные лифты с механическим приводом, а на протяженных — наклонные подъемники. Почти в 1,5 раза больше, чем на проходку вертикального ствола, затраты при сооружении наклонной шахты, в ряде случаев перекрываются расходами на строительство дополнительных вестибюлей и подземных коридоров от выхода из лифтов. Кроме того, эксплуатационные расходы наклонного подъемника ниже, чем вертикального, а безопасность выше. Главное же до-

ТЕЛЕВИДЕНИЕ НА МЕТРОПОЛИТЕНЕ

А. КУТЬИН,
канд. техн. наук;
В. ГАРСИЯ, Е. ПАВЛОВ,
инженеры

стоинство их — удобство для пассажиров: престарелые и инвалиды всегда в поле зрения тех, кто едет параллельно на эскалаторе.

Новому конструированию подвержены и эскалаторы, претерпевшие за последние полтора десятилетия большие изменения, чем за всю историю данных машин.

Основные направления развития эскалаторов определены требованиями все более глубокой унификации изготовления и обслуживания, необходимой при стремительном росте их производства и внедрения, сокращения энергоемкости из-за энергетического кризиса и размеров в условиях постоянного увеличения стоимости земли.

Универсализация конструкции нашла отражение в переходе от изготовления принципиально различных тоннельных и поэтажных эскалаторов к однотипным по устройству — тяжелого и легкого режимов. Еще глубже затронул развитие производства этих машин прогрессирующий процесс перехода к изготовлению так называемых «модульных» эскалаторов с промежуточными приводами, рассредоточенными по трассе. У «модульных» эскалаторов значительные преимущества в энергоматаллоемкости, надежности и стоимости.

Ширина современного эскалатора новой конструкции не превышает 1,5 м. Машинные залы в установках не предусматриваются. Высота модульного эскалатора достигла 30 м, но при необходимости может быть увеличена.

Сокращение ширины достигается за счет ликвидации проходов для обслуживания, находящихся под балюстрадами между смежными эскалаторами. Переход от обслуживания «снизу» (из проходов и машинного зала) к обслуживанию «сверху» (с полотна) стал возможен за счет введения на всех машинах легкоразборных ступеней. Время их снятия рабочим средней квалификации не превышает 20 сек., сами балюстрады «легкоразборны». Принцип агрегатного изготовления обеспечивает быструю замену отказавшего узла или его механизма и исключает ремонт на объекте. Эта система необходима для повышения ремонтпригодности в условиях перехода к централизованному обслуживанию от наблюдения за работой постоянно закрепленными бригадами. В нашей стране такой переход осуществлен на Ленинградском и Киевском метрополитенах. □

ТЕНДЕНЦИЯ значительного увеличения подвижности населения требует дальнейшего расширения сети метрополитенов и усиления контроля за работой эскалаторных наклонов и контрольно-пропускных пунктов (КПП) станций, а также за пассажирскими платформами.

Значительную роль в совершенствовании организации пассажироперевозок играют промышленные телевизионные системы (ПТС), которые за последние

годы получили широкое распространение на метрополитенах мира как удобное, экономичное средство управления, контроля и наблюдения. Вместе с тем большое разнообразие вариантов внедрения ПТС свидетельствует об отсутствии в настоящее время надежных, общепринятых критериев оценки целесообразности применения тех или иных видов телевизионных систем.

Задачи, решаемые на метрополитенах с помощью ПТС, условно можно раз-

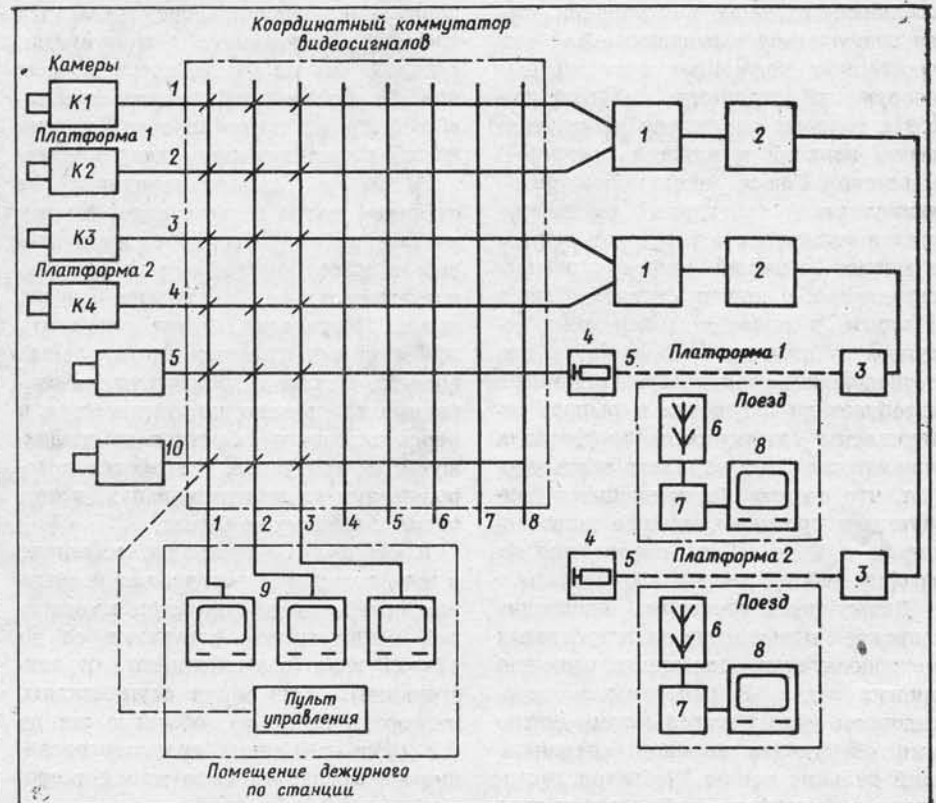


Рис. 1:

1 — устройство сложений двух изображений; 2 — модулятор; 3 — входное устройство антенны; 4 — оконечное устройство антенны; 5 — передающий антенный кабель; 6 — приемная антенна; 7 — демодулятор; 8 — монитор в кабине машины; 9 — мониторы дежурного на станции.

делить на три группы: регулирование пассажиропотоков; обеспечение безопасности людей и снабжение их необходимой информацией.

К первой группе относятся телевизионные системы контроля и наблюдения за входами станций, КПП, платформами и пересадочными узлами. (Особое место занимают системы наблюдения за работой эскалаторов, позволяющие повысить безопасность перевозки.)

Вторая группа телевизионных систем призвана вести контроль за посадкой и высадкой пассажиров из поезда, а также за соблюдением ими порядка.

К информационным системам относятся станционные справочные устройства и телевизионное оборудование, дающее возможность пассажирам обращаться к диспетчеру центрального пункта (ЦДП).

Примером комплексного подхода к решению многих проблем является использование телевизионной системы на метрополитене Амстердама (протяженность линий 19,7 км с 22 станциями). Она состоит из 160 телекамер и 140 мониторов, которыми, в частности, оборудованы все кабины машинистов поездов. Систему можно условно разделить на подсистемы станционного контроля, поездного телевидения и передачи полученных изображений на центральный диспетчерский пункт.

В подсистему станционного контроля входят телекамеры (от 6 до 12 на станцию), установленные на платформах, у эскалаторов и на КПП. Дежурный по станции с помощью мониторов может наблюдать за пассажиропотоками на эскалаторах и пересадочных узлах, следить за обстановкой в вестибюлях и на платформах.

Блок-схема размещения оборудования приведена на рис. 1.

Пульт управления камерами расположен в помещении дежурного по станции. Их переключение осуществляется электронным координатным коммутатором.

Поездное телевидение обеспечивает передачу в кабину машиниста изображения от камер, установленных на платформах (рис. 2). При этом резко повышается безопасность движения: машинист видит обстановку на платформе до того, как поезд прибывает на станцию и когда головной вагон уходит в тоннель. Машинист может наблюдать на экране монитора одновременно изображения от двух камер, установленных на одной платформе (рис. 3).

Представляет интерес подсистема передачи в ЦДП телевизионных изображений с камер, установленных на станциях. Для этого используется высо-

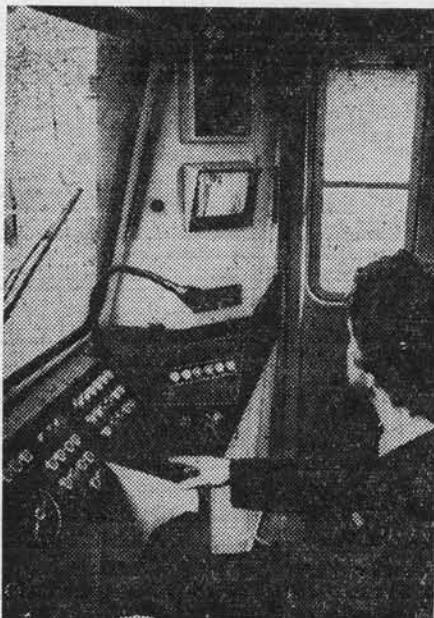


Рис. 2.

кочастотная система связи «GGA-III» фирмы «Сименс», позволяющая передавать по одному коаксиальному кабелю 16 телевизионных сигналов одновременно.

В ЦДП установлены 15 мониторов, на которые по трем каналам поступают телевизионные сигналы со станций. Каждый канал по выбору диспетчера может передавать 5 видеосигналов с одной станции или 5 разных. Видеосигналы из электронного координатного коммутатора, управляемого из ЦДП, через модуляторы, широкополосные усилители и демодуляторы поступают по симметричным телефонным цепям при помощи низкочастотной мультиплексной системы связи на мониторы ЦДП. Это позволяет центральному диспетчеру, машинистам поездов и дежурным по станциям независимо друг от друга наблюдать, в случае необходимости, изображение от одной и той же камеры.

Устойчивость усиления сигналов в системе обеспечивается регулируемым генератором опорной частоты.

На метрополитене Марселя контроль посадки пассажиров осуществляется машинистом поезда с помощью телевизионной камеры, направленной на двери стоящего поезда. Экран монитора

расположен на платформе, на высоте кабины машиниста.

Одной из комплексных телевизионных систем оборудован метрополитен Гонконга. Она включает 59 малогабаритных телекамер, установленных на платформах, эскалаторных площадках и в других зонах возможных заторов пассажиропотоков, и 91 монитор. В каждом мониторе диспетчерского центра—до трех видеоканалов, переключение которых производится с пультов управления. На платформах вблизи остановки головного вагона установлены мониторы с экраном 61 см.

Проектируется телевизионная система Софийского метрополитена. На каждой станции планируется разместить операторский пункт, с которого будут вести местное теленаблюдение и управление телевизионными устройствами. На конечных пунктах и пересадочных узлах будет осуществляться как местное, так и централизованное управление камерами из ЦДП. Использование кассетных видеоманитрофонов позволит, в случае необходимости, производить видеозапись возможных критических ситуаций.

Примером централизованного телевизионного контроля всей линии метрополитена может служить система метрополитена Атланты (MARTA). При протяжении линии 21 км применение местной телевизионной сети, позволяющей контролировать с двух диспетчерских пунктов скопление пассажиров, двухсторонней громкоговорящей связи их со справочной службой, телесигнализации входов в служебные помещения и исправности оборудования дало возможность организовать эксплуатацию станций без обслуживающего персонала.

Управление движением поездов на линии Виктория-лайн в Лондоне осуществляется из специального центра, оборудованного телевизионной системой. В аварийных ситуациях на пульте диспетчера загорается красный сигнал, и система управления переключается с автоматического режима на ручной. Одновременно включается телевизионная система и громкоговорящая связь.

В текущем году предполагается сдать в эксплуатацию метрополитен Хельсинки (11,2 км, 9 станций). Организация

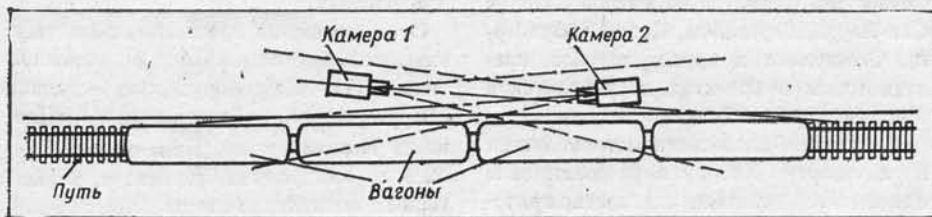


Рис. 3.

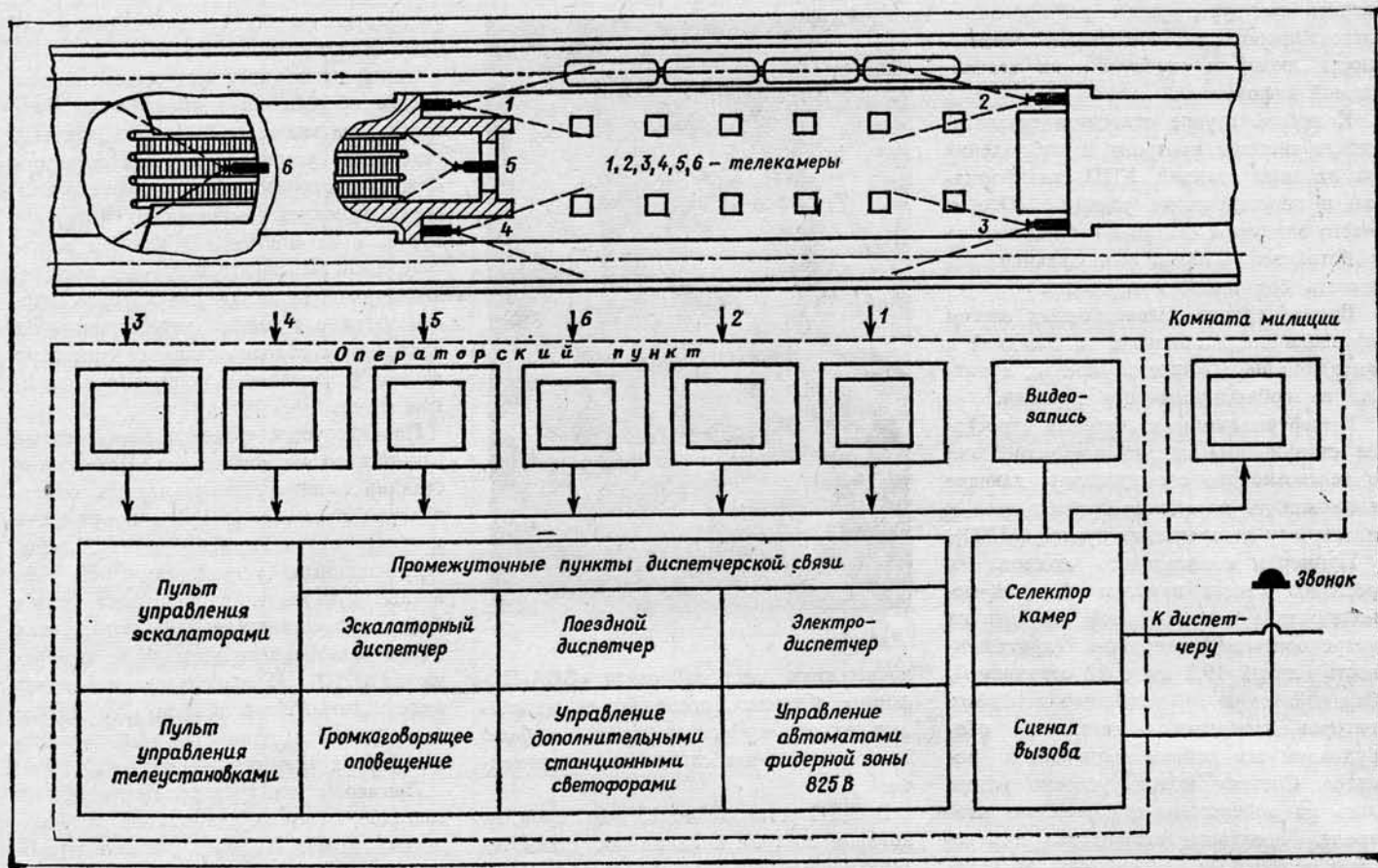


Рис. 4.

движения предусматривается из двух пунктов двумя диспетчерами. Каждый из них обслуживает свою часть линии и имеет постоянную связь с поездами и станциями посредством телевизионной системы и автоведения.

На действующей радиальной линии Север — Юг Будапештского метрополитена уже несколько лет успешно применяется децентрализованная станционная система ПТС, позволяющая вести наблюдение за передвижением пассажиров по перронам, посадкой и высадкой из поездов, а также за работой эскалаторов.

На пульте дежурного по станции установлены мониторы (4—8 штук), ручки управления работой эскалаторов, система громкоговорящей связи, селекторная связь. Подобные системы, отличающиеся простотой конструкции и экономичностью, имеются на метрополитенах Сан-Пауло, Барселоны, Праги, Нюрнберга, Стокгольма и других городов, предусмотрены в проектах метрополитенов Иоганнесбурга и Генуи.

На линии Лондонского метрополитена к аэропорту Хитроу в кассовом зале одноименной станции по цветному телевизору дается письменная и устная информация о транспортных маршрутах

на трех языках — английском, французском и немецком.

В некоторых больших городах Америки, Англии и других стран телевидение применяется в борьбе с преступностью. Например, на станциях Парижского метро в помещении дежурного оператора постоянно находится полицейский. С помощью мониторов он следит за безопасностью и поддерживает постоянную связь с городским отделением полиции, патрульными машинами и другими полицейскими постами.

Опыт создания и испытания телевизионных систем накоплен на отечественных метрополитенах.

В шестидесятых годах телевизионные камеры производства ВНР были установлены на платформах, эскалаторных площадках и переходах станции «Комсомольская»-кольцевая Московского метрополитена.

Отечественными промышленными телевизионными установками, в основном типа ПТУ-101, оборудовали станции «Баррикадная», «Тургеневская», «Площадь Ногина» и др. Камеры размещались на платформах, переходах, эскалаторных наклонных и в вестибюлях, а мониторы, блоки питания, блоки каналов и пульта управления находились в от-

дельных помещениях, смежных с комнатой дежурного по станции. На «Тургеневской» для сокращения количества контролеров у нижней эскалаторной гребенки рядом с телевизионными пультами установили пульт дистанционного управления эскалаторами, оборудованными заградительными устройствами. Но дальнейшего распространения эти системы не получили, так как телевизионные установки были в ламповом исполнении с принудительным вентилятором охлаждения блоков питания и блоков канала. Громоздкость аппаратуры нарушала эстетику станции и значительно затрудняла работу обслуживающего персонала.

В Ленинграде ведутся большие работы по созданию телевизионной системы централизованного наблюдения за работой станций Московско-Петроградской линии.

Первый этап — оборудование систем телевизионного обзора пересадочного узла «Невский проспект» — «Гостиный двор». Проектом предусмотрено разместить в залах, вестибюлях, на платформах, переходах и эскалаторных наклонных этих станций 32 телекамеры типов КТП-64 и КТП-63 (два комплекта ПТУ-57 и один комплект ПТУ-56).

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Строительство горного тоннеля Дзао (Япония). «Доброку Сэко», 1981, т. 22, № 12, с. 43—52.

На трассе сооружаемого горного двухпутного железнодорожного тоннеля длиной 11,2 км в туфе, туфобрекчии, лаве и конгломерате встретилось более 20 разломов. В зоне разломов широко применяли водопонижение и химическое закрепление грунтов через опережающие штольни. Последний участок длиной 1,4 км прошли уступным способом безрельсовым комплексом оборудования со стреловыми комбайнами фирмы «Мицун».

Строительство подводного тоннеля Варде (Норвегия). «Tunnels and Tunnelling», 1981, т. 13, № 11, с. 20—22.

Заполярный автодорожный тоннель длиной 2,8 км и сечением в проходке 53 м² заложением от 33 до 88 м в песчаниках и аргиллитах сооружают под дном морского пролива. Тоннель прошли с двух порталов буровзрывным способом на полное сечение; благодаря выбору трассы преимущественно в сплошных скальных грунтах лишь около 600 м тоннеля имеет монолитную обделку, а остальная часть — анкерную крепь, местами с набрызгбе-

тоном, и облицовку теплоизоляционно-дренажными панелями.

Проходка тоннеля Эссенского метрополитена комбайном избирательного действия. «Tunnel», 1981, № 2, с. 80—89.

Двухпутный перегонный тоннель метрополитена сечением вчерне 66 м² и длиной 440 м в перемежающихся глинах и аргиллитах сооружали новоавстрийским способом с разработкой забоя методом минимальных уступов с помощью стрелового комбайна WAV-209 фирмы «Вестфалия Люнен» массой 140 т и установленной мощностью на фрезе 200 кВт с двумя навесными породопогрузочными экскаваторами. Темпы проходки составляли от 2,15 до 2,65 м/сутки.

Проходка коллектора в Бристоле стреловым комбайном фирмы «Доско». «Tunnels and Tunnelling», 1981, т. 13, № 11, с. 7.

Коллекторный тоннель длиной 3,5 км и диаметром в проходке 3,05 м заложением от 5 до 45 м в мергелях и песчаниках проходят стреловым комбайном модели ТМ-800 фирмы «Доско» со сборной железобетонной обделкой. Комбайн работает в комплексе со скребковым перегружателем длиной 30 м.

Новый роторный комбайн фирмы «Вирт» (ФРГ). «Bergbau», 1981, т. 32, № 11, с. 718.

Новый комбайн модели TBS-V-650 диаметром 6,5 м оснащен прижимной лобовой пластиной с гидравлической выдвигкой для крепления лба забоя во время техобслуживания ротора. Сзади к лобовой пластине могут быть навешены технологические площадки.

8 камер ПТУ-56 уже установлены для обзора АКП, залов и платформ «Невского проспекта» и управляются из кабины дежурного по станции с помощью пульта и двух мониторов. Телекамеры двух комплектов ПТУ-57 (24 шт.) имеются в основном на эскалаторных площадках и переходах обеих станций. Телевизионные сигналы изображений через линейные корректирующие усилители (ЛУ-7) поступают в Дом связи. Пульты управления и мониторы располагаются на контрольном диспетчерском пункте эскалаторов и в помещениях поездных диспетчеров Московско-Петроградской и Невско-Василеостровской линий.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что в зависимости от конкретных условий, величины пассажиропотоков и экономической эффективности на метрополитенах могут быть использованы как централизованные, так и станционные системы телевидения.

Централизованные обычно применяются только на линиях малой протяженности при центральном расположении диспетчерского пункта (наибольшее удаление ЦДП от крайних станций системы обычно не превышает 5—8 км) со срав-

нительно небольшими пассажиропотоками (50—100 тыс. человек в сутки).

С увеличением расстояния до ЦДП начинают резко возрастать затраты на аппаратуру для передачи телевизионных сигналов и ее обслуживание, снижается качество передаваемых изображений. Поэтому значительная часть метрополитенов ограничивается станционными телевизионными системами.

Главное условие дальнейшего развития и успешной эксплуатации ПТС на отечественных метрополитенах — четкое определение их функций в общей технологии работы станций и получение от их использования наибольшего экономического эффекта.

Особенность ряда отечественных метрополитенов (Москвы, Ленинграда, Киева) — наличие больших пассажиропотоков, что необходимо учитывать при выборе той или иной системы теленаблюдения и управления.

Разработанная во ВНИИЖТе система предусматривает организацию на каждой станции операторского пункта (рис. 4). Она состоит из 6—10 комплектов однокамерных телевизионных установок, выпускаемых нашей промышленностью. Малогабаритные телекаме-

ры (весом 2,7 кг) монтируются на платформах, эскалаторных площадках, в вестибюлях и на переходах. На операторском пункте имеются видеоконтрольные устройства, органы управления телекамерами и эскалаторами, громкоговорящее оповещение, прямая телефонная связь с поездным и эскалаторным диспетчерами и др. Система дает оператору возможность наблюдения за посадкой и высадкой пассажиров из поездов и контроля обстановки на переходах и в вестибюлях, а также одновременного наблюдения верхних и нижних площадок эскалаторных наклонов. Это позволяет оптимально регулировать пассажиропотоки на станции, а в отдельных случаях сократить численность дежурного персонала.

При возникновении непредвиденных ситуаций оператор коммутирует изображение с соответствующей телекамеры на монитор в комнате милиции, включает сигнал тревоги и записывает ситуацию на видеоманитофон.

Технологические функции, выполняемые данной системой, позволяют с успехом применять ее на станциях как с малыми, так и большими пассажиропотоками. □

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Разворот роторного комбайна при проходке тоннелей Губрист (Швейцария). «Schweizer Bauwirtschaft», 1981, т. 80, № 60, с. 18.

Успешно произведено перемещение и разворот тяжелых (140 т и 200 т) узлов комбайнового комплекса диаметром 11,5 м для проходки второго тоннеля параллельно пройденному путем их подъема на надувные опорные подушки и тяги от лебедок и грузовика. Перемещение узла длиной 34 м и массой 140 т заняло 3 ч тогда как разворот на традиционном поворотном круге ротора массой 300 т занял неделю.

Проходка комбайном фирмы «Ярва» в Австрии. «Tiefbau-Berufgenossenschaft», 1981, т. 93, № 12, с. 917.

Роторным комбайном «Марк-12» диаметром 3,5 м прокладывают гидротехнический тоннель Волла длиной 6,77 км в парагнейсах прочностью на сжатие от 1100 до 2000 бар. Средняя скорость проходки составляет 35 м/сутки, на первых 3,8 км трассы изношены 143 дисковые шарошки.

Щиты с грунтовой пригрузкой забоя (часть 5). «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 11, с. 59—65.

Рассматриваются конструкции и опыт применения щитов с грунтовой пригрузкой забоя, имеющих открытый ротор лучевого типа с прикрепленными к нему сзади перемешивающими лопастями и оборудование для инъецирования в призабойную камеру шламообразующих агентов.

Механизированные щиты для пород средней прочности. «Die StraÙe», 1981, т. 21, № 12, с. 426—427.

Описание конструкции современных щитов с роторным исполнительным органом для проходки по грунтам с $f = 1,5—5$; отмечены преимущества привода планшайбы от электродвигателей постоянного тока с тиристорным управлением.

Применение новоавстрийского способа при строительстве метрополитена в Нюрнберге (ФРГ). «Tunnel», 1981, № 2, с. 115—116, 118—119, 123—126, 128—129, 133, ил. 18, библи. 4 назв. (нем., англ.).

Расчет сечений тоннелей и анализ деформаций выработки и массива при проектировании участка метрополитена мелкого заложения в глине длиной 1,8 км с тремя станциями, включающего однопутные и двухпутные перегонные тоннели с разрубными участками и строившегося новоавстрийским способом.

Система автоматизированной обработки данных измерений при новоавстрийском способе. «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 11, с. 66 (япон.).

При проходке автодорожного тоннеля Хатихата ново-

австрийским способом применялись системы фирмы «Токио» для автоматизированной обработки данных контрольных измерений в реальном времени на базе микро-ЭВМ, обслуживающей участок выработки длиной 4 км.

Проходка новоавстрийским способом наклонной выработки переменного сечения. «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 11, с. 7—18, ил. 12, табл. 3 (япон.).

Опыт проектирования проходки и контрольных измерений при сооружении наклонной под 47° гидротехнической выработки длиной 102 м и максимальной площадью сечения 270 м² с разработкой уступами высотой по 1,6 м при помощи бульдозера с зубцом-рыхлителем, гидроударника и экскаватора.

Исследование пучинистых грунтов при проходке автодорожного тоннеля Энасан-2. «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 11, с. 47—57, ил. 26, табл. 3, библи. 6 назв. (япон.).

Анализ данных контрольных измерений при проходке опережающих боковых штолен горного автодорожного тоннеля новоавстрийским способом в зоне сильно пучинистых грунтов, где просадка свода штолен достигала 15—25 см, деформации боковых стен — 45—75 см, выпучивание подошвы — до 90 см.

Трубопроводный транспорт грунта бетононасосом (Япония). «Beton», 1981, т. 31, № 12, с. 467, ил. 2 (нем.).

При щитовой проходке тоннелей метрополитена в Токио в вязких суглинках — способ производства работ, при котором вязкий грунт выдавливается через отверстия бетононасоса фирмы «Путцмайстер» и перекачивается им на горизонтальное расстояние до 500 м с выводом в бункер на поверхности.

Проходка тоннеля Тарусава с трубчатой опережающей крепью. «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 11, с. 23—37, ил. 13, табл. 7 (япон.).

Технология проходки калотты горного автодорожного тоннеля на оползнеопасном припортовом участке длиной 53 м. Опережающее крепление на каждой заходке производили путем забурирования по контуру сечения стальных труб диаметром 34 мм и длиной 2,5 м с промежутком между трубами 50—80 см и инъецирования через них в грунт цементного раствора и жидкого стекла с укреплением таким образом зоны грунта диаметром 45 см.

Применение секционного замораживания при строительстве метрополитена в Дуйсбурге (ФРГ). «Tunnels and Tunneling», 1981, т. 13, № 11, с. 31—34.

Технология ограждения котлована при проходке открытым способом участка длиной 400 м метрополитена мелкого заложения ниже уровня грунтовых вод. Сооружали стену в грунте секциями по 5,4 м, а в промежутках шириной по 1,35 м между ними применили рассольное замораживание, что позволило восстановить местный гидрологический режим по окончании строительства.

Сооружение участка Эссенского метрополитена способом замораживания. «Tunnel», 1981, № 2, с. 106, 108—112, 114.

Опыт проходки двухпутного перегонного тоннеля мелкого заложения на участке в 150 м в песчанике с рас-

сольным замораживанием пласта обводненного ила над тоннелем из одной или двух специально пройденных штолен малого диаметра. Проходку под защитой льдогрунтового экрана производили новоавстрийским способом с опережающими боковыми штольнями.

Современное оборудование для бетонных работ в тоннелях. «Кэнсэцу кикай», 1981, т. 17, № 10, с. 31—36.

Современный уровень, перспективные разработки и тенденции развития в области технологии бетона для тоннельных обделок и средств механизации их возведения. В частности, отмечается, что в тоннелестроении Японии соотношение бетононасосов и пневмобетононагнетателей составляет примерно 2:5.

Химическое закрепление грунтов при проходке коллектора под железнодорожными путями. «Добоку Сэко», 1981, т. 22, № 9, с. 11—20.

Расчет и технология химического закрепления в две стадии цементно-бентонитовой суспензией и жидким стеклом зоны грунта (глина и галечник) по проектному контуру трубопровода диаметром 2 м на участке 83 м под железнодорожными путями, соорудившимся способом продавливания. Инъектирование производили через горизонтальные скважины диаметром 150 мм и длиной 40 м, пробуренные с обеих сторон участка.

Гидроизоляция швов в обделке тоннелей городской железной дороги в Гамбурге. «Tunnel», 1981, № 2, с. 137—138, 140, 142, 144, 146, 148, 150.

Конструкция и опыт применения на объектах тоннелестроения в Гамбурге (ФРГ) двух видов гидроизоляционных лент для сблоченных тубинговых обделок — неопре-новых зубчатого профиля и резино-нейлоновых, плоских, со специальными креплениями.

Опалубка фирмы «НОЕ» (ФРГ) для открытого способа работ. «Bauwirtschaft», 1981, т. 35, № 45, с. 1627.

Конструкция сборно-разборной опалубки модели «Комби-20», предназначенной для бетонирования перекрытия толщиной 0,8—1,2 м тоннелей Мюнхенского метрополитена, сооружаемых в котловане со свайным ограждением.

В рабочем положении опалубка опирается на инвентарные башенные подмости и включает два вертикальных сегмента высотой по 1,5 м для одновременного бетонирования верхней части боковых стен тоннеля.

Гидроизоляция горных автодорожных тоннелей в Швейцарии. «Tunnel», 1981, № 3, с. 179—180, 182, 185.

Технология гидроизоляции тоннелей листовым ПВХ на набрызгбетонной или монолитной подготовке с дренирующим слоем нетканого материала на примере строительства трех горных автодорожных тоннелей в Швейцарии (Исла-Белла, Пиумонья и Лоппер).

Экскаваторы-комбайны фирмы «Шеф» (ФРГ). «Bauwirtschaft», 1981, т. 35, № 50, с. 1868.

Сообщение о серийном выпуске малогабаритных тоннельных экскаваторов НР-110, снабженных породопогрузочным транспортером с нагребающими лапами. Экскаваторный орган установленной мощностью 30 кВт имеет поперек оси выработки и ковш «обратная лопата», сменный, с гидроударником массой 250 кг.

Технологическая люлька на стреле экскаватора. «Hoch- und Tiefbau», 1981, т. 34, № 12, с. 38.

Конструкция навесной технологической люльки, сменной с ковшом экскаватора 712-М фирмы «Фухс» и предназначенной для набрызгбетонирования и контрольных измерений при строительстве двух автодорожных тоннелей в Бохуме (ФРГ). Площадь люльки 1,2×1,4 м, грузоподъемность — 250 кгс, максимальная высота подъема — 8,1 м, максимальный вылет по горизонтали — 8,6.

Обеспыливающая добавка при сухом набрызгбетонировании. «Mining Magazine», 1981, т. 145, № 6, с. 495, ил. 1, табл. 3 (англ.).

Результаты натуральных экспериментов фирмы «Алива» (Швейцария) по испытанию эффективности новой добавки, предназначенной для снижения пылеобразования при набрызгбетонировании сухим способом. Эксперименты, проводившиеся в условиях тоннеля, показали, что с помощью этой добавки запыленность атмосферы снижается на 90%.

На обложке: механизированный комплекс ТЩБ-7 на трассе перегонного тоннеля «Нахимовский проспект» — «Севастопольская» в Москве. У пульта щита — машинист В. Крылов.

Художественно-технический редактор **Е. К. Гарнухин**
Фото **А. Спиранова**

Сдано в набор 04.05.82. Подписано в печать 21.06.82. Л-88668. Формат 60×90^{1/8}. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная и литературная. Печать высокая. 4,0 печ. л. 5,32 уч.-изд. л. Тираж 4130 экз. Заказ 1482. 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.

283

МЕТРОСТРОЙ

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 30 коп.

