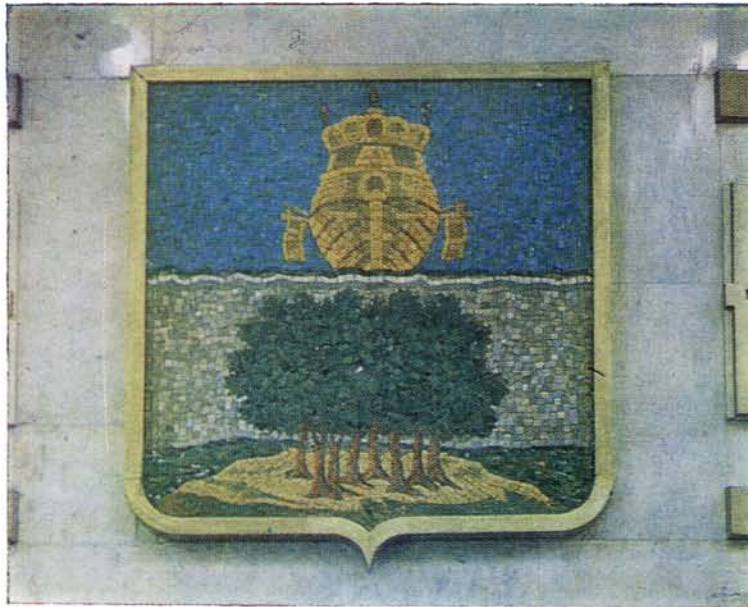


# МЕТРОСТРОЙ



# МЕТРОСТРОЙ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

6 1979

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И  
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

## В НОМЕРЕ:

А. Синаревский. НА ТОННЕЛЯХ БАМА	1
Н. Теленков. ПРОДЛЕНА НЕВСКО-ВАСИЛЕ- ОСТРОВСКАЯ ЛИНИЯ	3
Б. Хихлуха. МЕХАНИЗМЫ НА СТРОИТЕЛЬ- СТВЕ «ГОРЬКОВСКОЙ»	4
Н. Зайдуллин, С. Людиновсков, Д. Не- нашев, Ю. Якобс, К. Шляпин. ГИДРОКЛИН ПРОВЕРЕН НА ПРАКТИКЕ	4
Б. Тиховидов, Н. Пасечник, В. Шаржин- ский, Д. Голубев. ВОДОПОНИЖАЮЩАЯ УСТАНОВКА	6
БУДЕТ МЕТРО В ГОРЬКОМ!	7
Н. Быков, И. Козлова. СТРОИТСЯ СТАН- ЦИЯ «СЕРПУХОВСКАЯ»	10
П. Васюков. РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОДАВЛИВАЕМОЙ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ	11
Н. Никулин. ПЕРВАЯ ОЧЕРЕДЬ АСУ МОС- МЕТРОСТРОЯ	12
Я. Дорман, В. Могилевский, А. Семе- нов. ЦЕЛЬНОСЕКЦИОННАЯ ОБДЕЛКА С ГИД- РОИЗОЛЯЦИЕЙ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ	14
Л. Вставский, В. Байдалов, Ф. Клепи- ков, П. Гальченко, В. Балаба, В. Демидо- ва, Е. Мирошниченко. ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬ- НЫЕ ТАМПОНАЖНЫЕ РАСТВОРЫ	15
И. Якушкин. УЧИТЫВАТЬ СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ	17
В. Баринев. ОТКРЫВАЯ НОВЫЕ ПУТИ	19
Д. Котов, Ю. Любинский, М. Шевандин. ОРГАНИЗАЦИОННЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ — ПЕРВООЧЕРЕДНОЕ ВНИМАНИЕ	21
Д. Кальной, О. Поддубная, А. Николае- нко. ПРИ АКТИВНОМ УЧАСТИИ ОБЩЕСТ- ВЕННОСТИ	22
В. Маковский. КАК ПРОСЧИТАЛИСЬ ЗАРУ- БЕЖНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ	24
Л. Болтенкова. В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОВЕТЕ	26
Ю. Лебедев. ПО ПАТЕНТУ ПРИРОДЫ	27
Л. Маковский. ПРОХОДКА ПОДВОДНОГО ТОННЕЛЯ С ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ГРУНТОВ	29
А. Макеев, Г. Молодцов, В. Соловьев. МЕТРОПОЛИТЕН МЮНХЕНА	30
М. Карамышев, С. Черняховская. О СПО- СОБАХ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРО В ПАРИЖЕ	32



Как уже сообщалось, на 5 месяцев раньше срока сдана станция «Горьковская». Свой трудовой успех московские метростроители посвятили 25-летию Минтрансстроя.

На торжественном митинге, посвященном пуску «Горьковской», они передали символический ключ начальнику станции Н. Симоненко.

Продолжение фоторепортажа Ю. ЛЮБИМОВА  
на 3-й странице обложки

Ответственный редактор В. К. МОЛЧАНОВ

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, В. В. ЯКОБС,  
И. М. ЯКОБСОН

# НА ТОННЕЛЯХ БАМа

## ЧИТАЙТЕ:

- 3-я стр.

**ПУЩЕН УЧАСТОК  
«ВАСИЛЕОСТРОВСКАЯ» —  
«ПРИМОРСКАЯ»  
В ЛЕНИНГРАДЕ**

- 4-я стр.

**НОВОЕ УСТРОЙСТВО:  
ГИДРОКЛИН — ЭФФЕКТИВЕН  
И ЭКОНОМИЧЕН**

- 7-я стр.

**СЕГОДНЯ И ЗАВТРА  
ГОРЬКОВМЕТРОСТРОЯ**

- 12-я стр.

**О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННО-  
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

- 14-я стр.

**ЦЕЛЬНОСЕКЦИОННАЯ  
ОБДЕЛКА ЗАВОДСКОЙ  
ГОТОВНОСТИ**

- 17-я стр.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТРАТ  
ВРЕМЕНИ НА ПЕРЕДВИЖЕНИЕ  
ПАССАЖИРОВ**

- 24-я стр.

**НАВСТРЕЧУ 50-ЛЕТИЮ  
МОСМЕТРОСТРОЯ**

**С**ТРОИТЕЛЬСТВО тоннелей Байкало-Амурской магистрали осуществляется с использованием самых современных достижений науки и техники. Обеспечивается высокое качество работ. Постоянно совершенствуется организация и технология производства.

Программа 1979 года поставила перед Бамтоннельстроем сложные и масштабные задачи: коренное улучшение качества строительства и повышение темпов проходки тоннелей.

Созданное в 1975 году управление «Бамтоннельстрой» стало одним из крупных в системе Главтоннельметростроя. В его составе за кратчайший срок образовано восемь тоннельных отрядов, управления механизации и производственно-технологической комплектации, две автобазы, жилищно-коммунальная контора. Созданы также Бамтоннельпроект (филиал Ленметрогипротранса), научно-исследовательская лаборатория ЦНИИС Минтрансстроя и горно-спасательный отряд Минуглепрома СССР. Проходку стволов осуществляет на субподрядных условиях трест «Шахтспецстрой» Минмонтажспецстроя СССР. Тоннелестроители БАМа оснащены лучшими образцами современной высокопроизводительной горнопроходческой техники как отечественного, так и зарубежного производства. Это — хорошо зарекомендовавшие себя буровые рамы японской фирмы «Фурукава», советские погрузочные машины ПНБ-ЗК и самосвалы автопоезда МОАЗ-6401, большегрузные вагонетки ВПК-7 и ВПК-10 и многое другое.

Практически все строительные площадки оснащены всем необходимым для производства работ — механическими мастерскими, бетоносмесительными узлами, компрессорными, передвижными электростанциями, душкомбинатами, столовыми, складами, медпунктами. Численность работников Бамтоннельстроя, занятых на строительстве тоннелей БАМа, — около 6000 человек. Они живут в поселках у порталов Байкальского и Северо-Муйского тоннелей — в Северобайкальске и Нижнеангарске.



Фото 1. Въезд в Северомуйск.



Фото 2. Ветеран разведки БАМа на вечной стоянке.

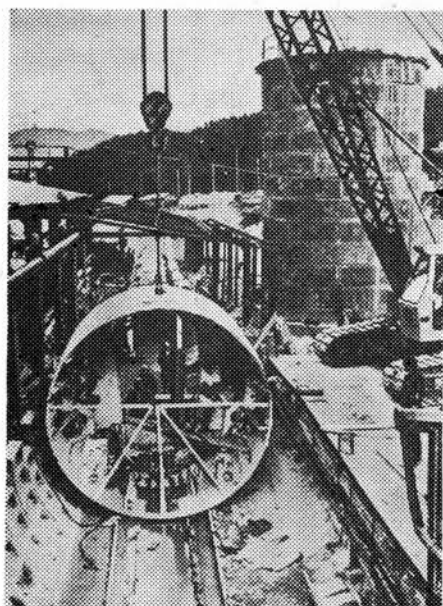


Фото 3. Монтаж механизированного щита «Robbins» на восточном портале



Фото 4. Второй ствол Северо-Муйского тоннеля.

Безусловное выполнение производственных заданий 1979 года для такой мощной организации, как Бамтоннельстрой, — дело вполне реальное. Принимаются меры для усиления темпов проходческих работ на строительстве основных и транспортно-дренажных Байкальского, Северо-Муйского, мысовых тоннелей. Одна из важнейших задач — обеспечение комплексной механизации бетонных работ, организация четкого, ритмичного бетонирования постоянной обделки тоннелей.

Если кратко оценить сегодняшнюю обстановку на строительстве тоннелей, то следует отметить, что наиболее к стабильному положению дел близок Байкальский. На нем успешно идут горно-проходческие работы с обоих порталов (в среднем около 75 пог. м в месяц).

После прокладки Нагорного тоннеля, который сдается в эксплуатацию, коллектив Бамтоннельстроя оперативно осуществляет горно-проходческие работы на мысовых тоннелях № 1 и № 2.

Наибольшую трудность представляет сооружение Северо-Муйского тоннеля, где сейчас сосредоточено четыре тоннельных отряда. По оценке Сибирского отделения Института земной коры трасса Северо-Муйского тоннеля по сложности инженерно-сейсмологических условий не имеет аналогов в мировой практике. Разведка проведена недостаточно полно, поэтому при проходке могут быть встречены отклонения от предполагаемой инженерно-геологической ситуации.

В настоящее время перед строителями Северо-Муйского тоннеля, ведущими проходку основного и дренажно-транспортного тоннелей, стоят ответственные задачи по стабилизации горно-проходческих работ.

После преодоления щитами зоны размыва с большими водопритоками для проходки транспортно-дренажного тоннеля с восточного портала смонтирован механизированный проходческий комплекс «Robbins», предназначенный для скальных пород. Он начал работать в сентябре. По основному тоннелю подготавливается к проходке буровая самоходная установка японской фирмы «Фурукава». Оба механизма обладают высокой производительностью. Наиболее сложная обстановка сейчас на Западном портале Северо-Муйского тоннеля, где дренажно-транспортный тоннель вошел в зону древнего русла Ангароканского размыва, встретив валуны, галечник, песок и водопритоки, достигающие 500 м<sup>3</sup>/час. Основной тоннель вторым забоем подошел также к началу размыва. Преодоление этого размыва ведется обычными щитами, с опережающими разведывательными горизонтальными скважинами, а также бурением по контуру свода опережающих скважин. В них вставляются трубы для предотвращения вывалов. Проходка трех стволов осуществляется трестом «Шахтспецстрой».

Коллективу Бамтоннельстроя предстоит решить немало проблем. Растущему, постоянно набирающему опыт коллективу такое дело по плечу. Ближайшая цель рабочих и специалистов Бамтоннельстроя — своевременный ввод в строй Северо-Муйского тоннеля. Своим трудом они способствуют претворению в жизнь исторических решений XXV съезда КПСС, которые, в частности, предусматривают: «Значительно усилить геологоразведочные и научно-исследовательские работы по комплексному развитию производительных сил в зоне, тяготеющей к Байкало-Амурской магистрали. Предусмотреть освоение природных ресурсов в этой зоне по мере завершения строительства отдельных участков магистрали».

**А. СИНАРЕВСКИЙ,**  
нач. производственного отдела Главтоннельметростроя.

## ПРОДЛЕНА НЕВСКО-ВАСИЛЕОСТРОВСКАЯ ЛИНИЯ

Повышенные обязательства в честь годовщины  
Конституции СССР выполнены

**С** ДАН в эксплуатацию участок Ленинградского метрополитена протяженностью 2,36 км между станциями «Василеостровская» и «Приморская». Улучшено транспортное обслуживание жителей северо-западной части Васильевского острова и острова Декабристов, обеспечена удобная и надежная транспортная связь для приезжающих на Приморскую набережную в дни праздничных гуляний.

Станция «Приморская» — глубокого заложения с тремя лентами эскалаторов. Вестибюль расположен на перекрестке улиц Одоевского и Наличной — крупных магистралей нового района. «Приморская», пятая станция колонного типа новой конструкции, аналогична действующим — «Выборгской», «Академической» и «Гражданский проспект». Основная обделка возведена из сборных железобетонных тубинговых элементов, а несущие металлоконструкции выполнены из низколегированной высокопрочной стали 09Г2С. Своды станционных и эскалаторного тоннелей защищены гидроизоляционным зонтом из крупноразмерных армоцементных картин двойкой кривизны, собранных в трехшарнирные арки. Внутренние конструкции станционного узла выполнены из сборных железобетонных элементов и частично из монолитного бетона.

В архитектурной отделке станции и вестибюля раскрывается тема морского фасада города, славных революционных, боевых и трудовых подвигов русских и советских моряков. Для облицовки стен и колонн использован мрамор «уфалей», пол выложен серым и черным гранитом ленинградского и карельского месторождений. Освещение закарнизное, люминесцентное. Вестибюль решен с уче-

том будущей компоновки с административным зданием. В центре вестибюля — эскалаторный зал 24×24 м, перекрытый армоцементной модульной пространственной структурной плитой, впервые примененной на станции «Комсомольская». Такая конструкция позволяет перекрывать большие пролеты без промежуточных опор, экономить металл и цемент и создает широкие возможности для архитектурных решений.

Во внутренних конструкциях эскалаторного тоннеля уменьшен объем монолитного бетона, сокращены сборные элементы и улучшены условия эксплуатации оборудования. Картины армоцементных зонтов удлинены, опираются непосредственно на жесткое основание. Они полностью изолируют конструкции эскалаторов от попадания воды.

Перегонные тоннели сооружены в блочной железобетонной обделке, обжатой на породу. Тоннели проходили механизированными комбайнами КТ-1-5,6. Здесь впервые испытаны комплексы с дугowymi конвейерными

укладчиками блоков. Осуществив вывод механизированного комбайна на трассу непосредственно от рудничного двора через вентиляционный тоннель, коллектив ТО № 3 получил большую экономию времени и затрат. При этом была осуществлена проходка в зоне примыкания вентиляционного к перегонному по кривой радиусом 150 м. Скорости в период освоения новой машины составляли от 250 до 430 м в месяц.

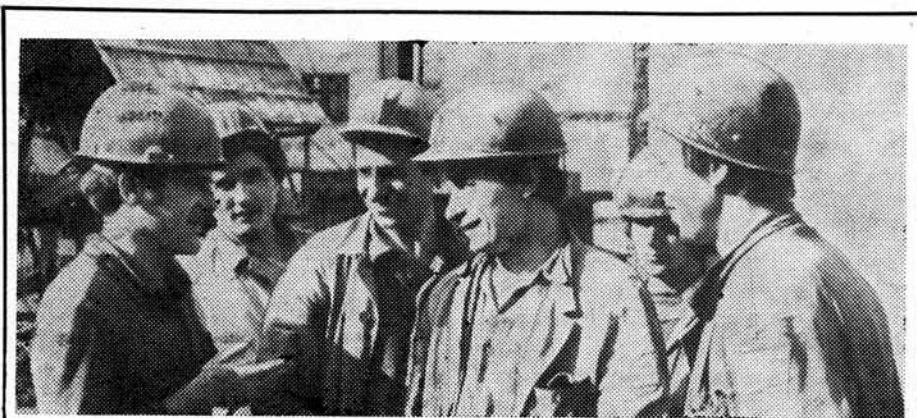
Опыт работы ТО № 3 широко использован другими коллективами Ленметростроя, в частности, при организации скоростной проходки Северного канализационного коллектора в январе 1978 г.: 876 м/месяц.

Большая работа при строительстве участка проделана коллективами Ленметростроя и Ленметрогипротранса в области увеличения процента сборности конструкций: по обделкам тоннелей и притоннельных сооружений он составил 90%.

Проведенное совместно с ленинградской лабораторией ЦНИИСа и Ленметрогипротрансом изучение возможности замены металлических ригелей на железобетонные на опытном участке «Приморской» позволило определить параметры конструктивных решений будущих станций.

На сооружении пускового участка трудились лучшие горнопроходческие коллективы Тоннельного отряда № 3 и СМУ № 15, отделку вели передовые бригады СМУ № 19. Монтаж оборудования и устройств эксплуатации выполнен СМУ № 9. Образцы труда показали проходческие бригады М. Егорова, Д. Дорофеева, П. Одинокого, путейцев — Н. Нестерука, гранитчиков В. Юдина.

**Н. ТЕЛЕНКОВ,**  
главный технолог Ленметростроя



Бригада монтажников, руководимая Ю. Мелеховым, реконструирует станцию «Технологический институт» в Ленинграде.

## МЕХАНИЗМЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ «ГОРЬКОВСКОЙ»

**П**ЕРВОНАЧАЛЬНО проходку боковых тоннелей станции предполагалось осуществить с помощью полущитов. Конструкцию их разработал Метрогипротранс.

Применение полущитов гарантировало надежное закрепление кровли и забоя, но значительно увеличивало

стоимость и сроки строительства, так как для их проектирования и изготовления требовалось значительное время. По предложению СМУ-7 решили боковые тоннели проходить с помощью дуговых тьюбингоукладчиков, задание на него разработал также Метрогипротранс.

Московский механический завод в короткий срок — за четыре месяца — изготовил два опытных образца.

Дуговой тьюбингоукладчик для проходки боковых тоннелей представляет собой несимметричную пространственную металлическую конструкцию порталного типа. Форма и размеры его в поперечном сечении определены свободным пространством, заключенным между сооружаемым сводом бокового станционного тоннеля и действующим перегонным. Основной несущий элемент — рама сложной конфигурации. Для удобства транспортирования элементов укладчика по подземным выработкам и монтажа она расчленена на три элемента. Форма и размеры определены так, чтобы горизонтальные участки рамы, закрытые стальным рифленным листом, были использованы для размещения оборудования и ведения основных проходческих работ, а наклонные — для устройства лест-

## ГИДРОКЛИН ПРОВЕРЕН НА ПРАКТИКЕ

**С**ООРУЖЕНИЕ станции на эксплуатируемой линии метрополитена методом «расширения» взамен «обходного» дает значительную экономию времени, а также трудовых и материальных ресурсов. Однако близость действующих тоннелей резко ограничивает производство буровзрывных работ. Поэтому разработка породы при сооружении станции «Горьковская» предусматривалась отбойными молотками.

С целью максимального сокращения ручного труда и улучшения условий работы решили применить гидроклин. Его создали в лаборатории разработки горных пород ЦНИИС при участии ПКБ Главстроймеханизации. Устройство представляет собой цилиндр двойного действия с закрепленным на нем рабочим органом. Последний состоит из клина, прикреп-

ленного к штоку гидроцилиндра, и разжимных щек, соединенных с корпусом цилиндра через пружинную втулку при помощи накидной гайки.

Разработано два варианта гидроклина: ГК-2050 (рис. 1) с приводом от насосной станции и РГК-2030 (рис. 2) с ручным приводом на базе рельсopодъемного домкрата ДГП-8. Каждый можно изготовить в двух исполнениях, отличающихся друг от

друга длинами рабочих органов и радиальным ходом щек.

В качестве рабочей жидкости используется масло «Индустриальное-20», а при температуре ниже — 15° — масло АМГ-10. Сопряженные поверхности клина и щек покрываются графитовой смазкой УССА.

РГК-2030 предназначен для разрушения негабаритов и валунов в случаях, когда их объем не превышает 10% от общего объема разрабатываемой породы.

ГК-2050 обладает более высокой производительностью и рекомендуется для проходки в валунных отложениях или разрушения пластов крепких пород при разработке смешанных забоев.

Работает гидроклин так. Предварительно бурится шпур. В него помещается рабочий орган. В поршневую полость цилиндра подается рабочая жидкость. Клинь движется вперед и

Техническая характеристика гидроклинъев

	ГК-2050 (ГК-2050 исполнения «Б»)	РГК-2030 (РГК-2030 исполнения «Б»)
Максимальное усилие, развиваемое рабочим органом, <i>тс</i> . . . . .	50	30
Диаметр рабочего органа, <i>мм</i> . . . . .	40	40
Длина рабочего органа, <i>мм</i> . . . . .	170 (200)	170 (200)
Радиальный ход щек, <i>мм</i> . . . . .	7 (13)	7 (13)
Габаритные размеры, <i>мм</i> . . . . .	545×165×190 (744×165×190)	757×180×160 (956×180×160)
Масса, <i>кг</i> . . . . .	20 (24,6)	20 (22,4)

ниц. На уровне бетонных опор свода она снабжена ходовыми балками, на которых смонтированы колеса. Они опираются на стальные листы, закрепленные на поверхности бетонных опор, которые одновременно служат частью металлической гидроизоляции боковых тоннелей. По мере продвижения укладчика по трассе к листу металлоизоляции с двух сторон колеса привариваются направляющие брусья из квадратной прокатной стали сечением 40×40 мм. На каждой ходовой балке со стороны готового тоннеля размещена ручная рычажная лебедка с тяговым усилием 1,5 т с. Кроме того, в ее конструкцию консольно в направлении забоя заделана цапфа и на нее надета шарнирная опора дуги.

Дуга — гнутая металлическая конструкция, наружный радиус которой равен внутреннему радиусу обделки станционного тоннеля. Она состоит из двух параллельно и жестко соединенных между собой коробчатых

элементов. Между ними размещены цилиндрические ролики на втулках, смонтированные на осях коробчатых элементов и предназначенные для размещения и направления тягового каната. В коробчатые элементы дуги вварены бобышки с резьбой и винтами. Они предназначены для удержания тубингов при подъеме и установке их в рабочее положение.

Работает укладчик так: после окончания разработки забоя на величину заходки и уборки породы к дуге подается опорный тубинг, который зачаливается за торец и по дуге поднимается до выдвинутого винтового упора. После зачаливания за противоположный торец упор убирается. Тубинг, поддерживаемый канатом, под действием собственного веса опускается на опору. Поворотом дуги или с помощью винтовых упоров он устанавливается в рабочее положение и крепится к предыдущему кольцу. Последний тубинг свода дугой укладчика, как стрелой подъемного крана, ус-

танавливается на бетонную опору. После завершения монтажа механизм продвигается к забю.

В процессе строительства ручные рычажные лебедки, предназначенные для передвижения укладчика, заменили гидравлическими цилиндрами.

Опыт эксплуатации показал, что выбор основной схемы, размеров и конструкции узлов был правильным. Вывод подтверждается и стабильной скоростью проходки.

На «Горьковской» использовано также специальное устройство для разборки действующего тоннеля (см. «Метрострой», № 4, 1979 г.).

Учитывая простоту, надежность и универсальность этого устройства, а также положительный опыт строительства станции «Горьковская», представляется целесообразным на его базе создать модификации подъемных механизмов.

**Б. ХИХЛУХА,**  
главный специалист Метрогипротранса

раздвигает щеки, которые и разрушают породу.

Процесс носит статический характер, практически бесшумен и безопасен, позволяет выбрать нужное направление плоскости раскола.

Проходка выработок с помощью гидроклина — относительно новая область. Почему? Процесс разрушения пород в массиве с минимальным количеством обнаженных поверхностей существенно отличается, например, от

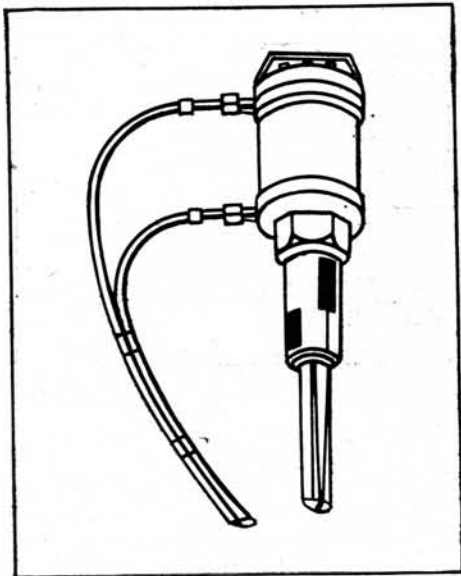


Рис. 1. Гидроклин ГК-2050 с приводом от насосной станции

дробления негабаритов. Поэтому для предварительного определения оптимальных технологических параметров применения гидроклина при проходке штолен и боковых тоннелей станции «Горьковская» проведены дополнительные исследования. Выяснилось, что для свободно лежащих негабаритов глубина шпура при совпадении напластования с его направлением может не превышать одной трети их высоты. Для шпура, выполненного вкрест напластованию, глубина должна быть не менее половины высоты негабарита (толщины пласта, высоты уступа). Наиболее эффективно гидроклин работает при глубине шпура, равной расстоянию от его оси до плоскости обнажения. Для повышения эффективности отвала в крепких породах или при двух плоскостях обнажения (работа уступом) допускается бурение дополнительных ослабляющих шпуров. Расстояние между ними выбирается в зависимости от конкретных условий работы и физико-механических свойств пород.

Последовательность разработки забоя определяется общей организацией труда в проходческой бригаде. Наиболее приемлема такая схема: сначала бурятся шпуры на участке забоя площадью 1—2 м<sup>2</sup>, затем гидроклином дробится порода. Доработка ведется отбойными молотками.

ГК-2050 работает от любой насос-

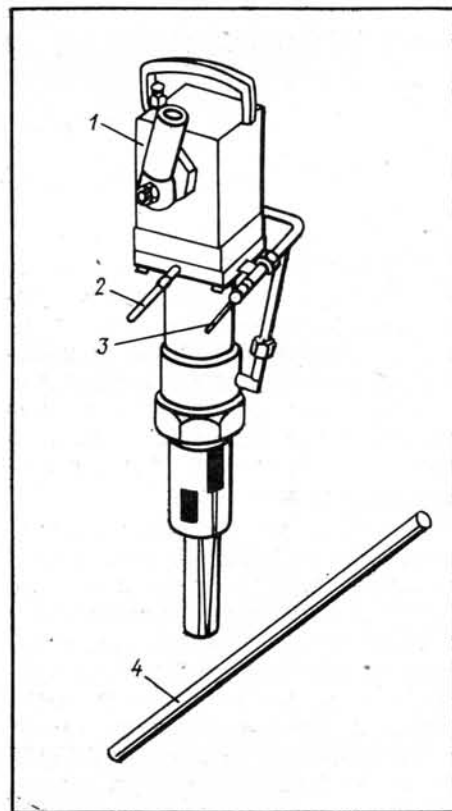


Рис. 2. Гидроклин РПК-2030 с ручным приводом:

1 — масляный бачок; 2 — вентиль прямого хода; 3 — вентиль обратного хода; 4 — рукоятка ручного привода.

ной станции производительностью не менее 2 л/мин. Усилие, развиваемое рабочим органом, пропорционально

давлению в гидроцилиндре. Наиболее производительны станции, оснащенные насосами плунжерного типа. Такие насосы установлены в гидросистемах большинства проходческих механизмов.

При разработке забоев боковых тоннелей станции «Горьковская» гидроклин подключали к гидросистеме дугового тубингоукладчика через дополнительный гидрораспределитель типа Р-102.

Конструкция ГК-2050 проста. Его техническое обслуживание и ремонт можно выполнять в мастерских. К ежемесячным профилактическим работам относится смазка рабочего органа.

Хронометраж в забоях боковых станционных тоннелей показал, что при проходке применение гидроклина ГК-2050 сократило на 90% объем работ отбойными молотками, увеличило производительность примерно в два раза и улучшило условия труда.

Творчески отнесся коллектив СМУ-7 к освоению новой техники. Благодаря этому в короткий срок отработаны оптимальные технологические приемы.

Первый опыт внедрения гидроклиньев для выработок в скальных породах позволил наметить пути их дальнейшего совершенствования. Лабораторией разработки горных пород ЦНИИС создан экспериментальный

образец ГК-4050 с ходом щек 17 мм и набором сменных рабочих органов длиной 300, 500 и 700 мм.

Общий экономический эффект от применения гидроклиньев ГК-2050 на строительстве станции «Горьковская» — 28,2 тыс. руб.

В настоящее время гидроклин успешно эксплуатируется на ряде объектов Минтрансстроя, в том числе на строительстве Байкальского и Северо-Муйского тоннелей БАМа и метро в Ереване.

**Н. ЗАЙДУЛЛИН,  
С. ЛЮДИНОВСКОЕ, Д. НЕНАШЕВ,  
Ю. ЯКОБС, инженеры;  
К. ШЛЯПИН,  
канд. техн. наук**

## ВОДОПОНИЖАЮЩАЯ УСТАНОВКА

**ХАРЬКОВСКИМ** инженерно-строительным институтом разработана установка для вакуумного водопонижения УВВББ-10. В конструкции ее применены специальный водовоздухоразделитель и новая схема компоновки узлов, что позволило исключить громоздкий бак для циркуляционной жидкости.

Установка (см. рисунок) состоит из центробежного насоса 1, водоструйного насоса 2, водовоздухоразделителя 3, обратного клапана 4 и системы трубопроводов, соединяющих элементы. Причем трубопроводы 5 и 6 выполнены гибкими для возможности изменения их длины и в зависимости от технологического назначения УВВББ-10 может быть смонтирована или как моноблок, или отдельно — с водоструйным насосом. Установка снабжена вентилями 7, 8 и измерительными приборами 9, 10, 11, 12, позволяющими регулировать и контролировать ее работу. Смонтированная как моноблок, она имеет габариты, не выходящие за габариты центробежного насоса 2К-6 производительностью

10 м<sup>3</sup>/ч, напором 34,5 м с двигателем мощностью 4,5 кВт.

Водовоздухоразделитель 3 пред-

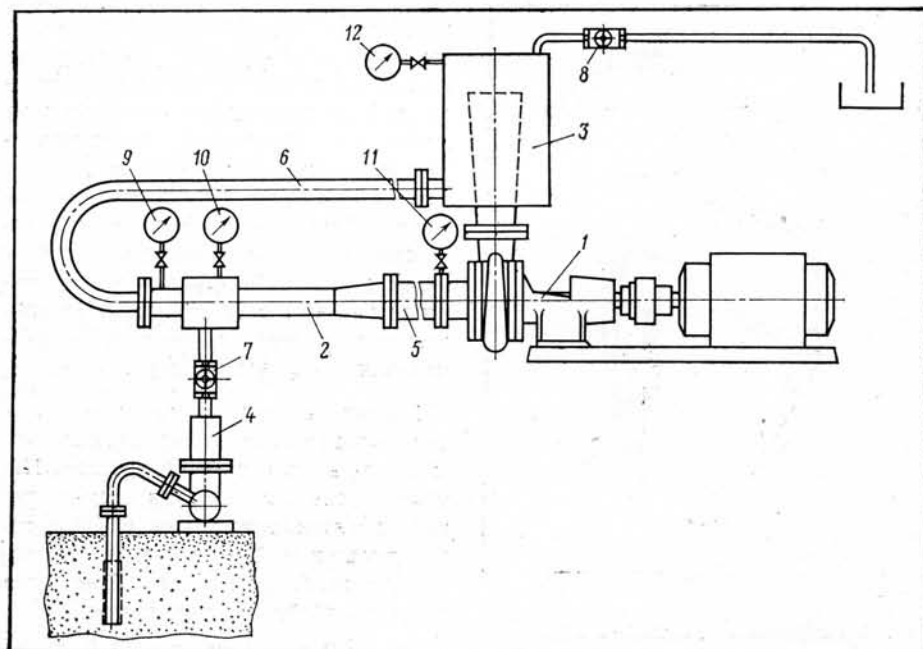
ставляет собой небольшой резервуар емкостью 35 л.

Исследования работы установки в лабораторных условиях показали следующие результаты:

максимальная производительность по воде — 11 м<sup>3</sup>/час;

по воздуху — 2,6 м<sup>3</sup>/час. При этом она способна длительное время работать в циркуляционном режиме, откачивая только воздух.

Институтом совместно с Управлением № 157 проведены промышленные испытания установки при строительстве станции метро «Киевская» в Харькове. Водопонижение в котловане, разработанном до уровня залегания грунтовых вод, уже велось двумя установками УЗВМ и ЛИУ-6.





К УВВББ-10 были подключены 2 секции коллекторов с 8 иглофильтрами. Первоначально проверялся режим без подпора на слив. После включения 10÷15 мин установка работала в «циркуляционном» режиме, из коллектора сначала откачивался воздух, затем из сливного трубопровода шла вода с быстро нарастающим расходом. Через 3—4 мин он составил 4 м<sup>3</sup>/час. Затем слив был организован с подпором примерно 4 м, установка откачивала воду вверх в общий сливной коллектор. Производительность снизилась и составляла 2,78 м<sup>3</sup>/час. После 10 суток работы всех установок уровень грунтовых вод снизился и стабилизировался. Так, в зоне работы ЛИУ-6 — на 2,85 м, УЗВМ — на 2,74, УВВББ-10 — на 2,82 м. А расход воды уменьшился до уровня: в зоне ЛИУ-6 — 7,8 м<sup>3</sup>/час, УЗВМ — 7,3, УВВББ-10 — 2,10 м<sup>3</sup>/час.

После переноса УЗВМ и ЛИУ на 2-й ярус водопонижения вследствие обнажения иглофильтров установки УВВББ-10, оставшейся на 1-м ярусе, расход откачиваемой воды начал резко падать. Постепенно УВВББ-10 перешла на «циркуляционный» режим и откачивала в течение трех суток только воздух, после чего была отключена.

Необходимо отметить, что для запуска установки не требуется заполнения водой всей всасывающей системы, а достаточно залить только насосный агрегат. Кроме того, при работе в режиме откачки воздуха вода из установки не сбрасывается. Это позволяет производить ее многократный запуск без дополнительной заливки.

В результате лабораторных исследований и промышленных испытаний можно сделать выводы:

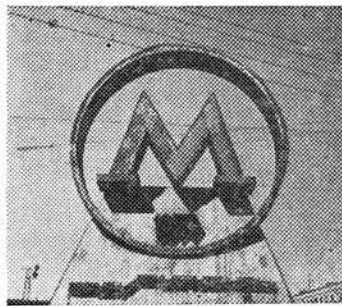
установка УВВББ-10 работоспособна в сложных гидрогеологических условиях;

может работать как на слив без напора, так и в напорном режиме;

имеет малый вес и габариты в плане, не выходящие за габариты центробежного насоса, на базе которого она создана, что дает возможность применять ее в стесненных условиях;

конструкция установки позволяет отделять водоструйный насос от моноблока, поэтому можно размещать ее на борту котлована, а всасывающую систему вниз.

**Б. ТИХОВИДОВ,**  
канд. техн. наук;  
**Н. ПАСЕЧНИК, В. ШАРЖИНСКИЙ,**  
**Д. ГОЛУБЕВ,** инженеры



«КРУГЛЫЙ СТОЛ»

## БУДЕТ МЕТРО В ГОРЬКОМ!

**Н**АСЕЛЕНИЕ города Горького — центра советского автомобиле- и судостроения — приближается к 1,4 миллиона человек. Рост числа жителей выдвинул на первый план транспортную проблему: Горький разделен надвое Волгой, большинство людей проживает в Заречной части. Решить ее поможет метрополитен. Строительство первой очереди началось в декабре 1977 года. На почти 10-километровой трассе предусмотрено восемь станций: «Московская», «Чкаловская», «Ленинская», «Заречная», «Завод Двигатель революции», «Пролетарская», «Северная», «Комсомольская».

Редакция «Метростроя» провела в Горьком «круглый стол». Его участники — В. Осидак, начальник ТО № 20, Б. Гуров, главный инженер Горьковметропроекта, В. Зборовский, зам. главного инженера ТО, В. Шренник, главный механик, В. Булих и Н. Лозбень, бригадиры проходчиков рассказали о делах коллектива, о проблемах, которые приходится ему решать. Предоставляем слово горьковским метростроителям:

● **В. Осидак:** Летопись наших трудовых дел начинается с декабря 1977 года, когда тоннельный отряд № 20 приступил к строительству первого участка метрополитена на Ленинском проспекте. Тогда в нем насчитывалось всего 30 человек. С первых же дней пришлось

решать сложные хозяйственные и технические задачи. Строительство метро в Горьком по своим условиям не имело примеров в отечественной практике, да и наши строители специализировались раньше только на сооружении тоннелей.

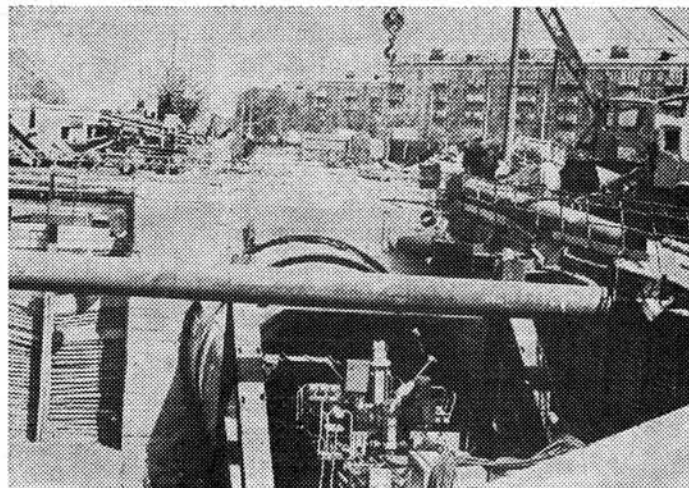


Трасса первого участка почти на всем своем протяжении пролегает в водонасыщенных песках, и, естественно, только с применением искусственного понижения грунтовых вод мы смогли преодолеть трудности, связанные с разработкой и креплением котлованов.

Начинали с нуля. Строительство метрополитена не мыслится без промышленной базы. У нас ее не было, нет и сейчас. Значит, нет и своего бетона, сборные конструкции возим из других городов. Но коллектив не пугает сложности. Сегодня, через полтора года после начала работы, можем говорить о первых результатах. Они подтверждают, что мы немало сделали для успешного освоения техники метрострое-



Выемка первых кубометров под котлован станции.



Механизированный комплекс ТЩБ-7.

ния и выполнения социальных обязательств в соревновании с метростроителями Минска.

Хочу подчеркнуть, что для наших гидрогеологических условий наилучшей тоннельной обделкой был бы чугун, но, учитывая необходимость экономии металла, принято решение вести обделку с железобетонными блоками, обжатыми в породу.

Таким способом перегонные тоннели между станциями «Ленинская» и «Чкаловская» сооружаются одновременно. Пройдено считаем свыше 1260 метров тоннеля. На стройке работают 600 человек, из них более половины обладают опытом и высокой квалификацией. Люди, это особенно видно на горнопроходческих работах, сразу вошли в повседневный трудовой ритм.

К примеру, наши лучшие бригады, которые возглавляют Н. Лозбень и В. Булиха, работали раньше на строительстве метро в Ташкенте. Обе систематически перекрывают плановые задания.

Высокие производственные показатели коллективов Лозбени и Булиха во многом объясняются личным примером бригадиров — разностронних специалистов, хороших организаторов, умеющих сплачивать коллектив. Скорость проходки, достигнутая

сквозной бригадой Булиха, устойчива — не менее 5 метров в сутки.

Сейчас работы ведутся широким фронтом на трассе протяжением 9,5 км. На перегонах осваиваем сооружение тоннелей, монтируем отдельные конструкции на трех станциях. В этом году начнем строить еще одну, а в 1980-м — три остальные. И в проходке будет три перегона. Таким образом полностью охватим весь первый участок. По станции «Ленинская» проект утвержден, а по «Чкаловской», «Северной» и «Комсомольской» они согласованы. Впрочем, по «Комсомольской», колонного типа, проект содержит ряд сложных вопросов, которые предстоит еще решить.

К концу года количество работающих должно возрасти до тысячи. Следует подчеркнуть, что если план строительного-монтажных работ в 1978 году составлял три миллиона, то в 1979 нужно освоить девять миллионов. На 1980 год планируется около двенадцати миллионов рублей. Таково наше завтра.

● **Б. Гуров:** На 1-й очереди гидрогеологические условия сложные. На протяжении всей трассы участок залегает в обводненных песках разной крупности.

Кроме того, трасса проходит в местах, которые раз в

300 лет затопляются паводковыми водами Оки. Таким образом, возникает проблема — защита входов в метро от возможного наводнения. Последний паводок был в 1926 году.



Мы все входы, лестничные сходы поднимаем на высоту. Высок и уровень грунтовых вод. Это — одна из особенностей проектирования. Начинаем осуществлять водопонижение. Предусмотрено конструктивное решение, не очень сложное, но оно необходимо для того, чтобы во время паводка не случилось объединения паводковых вод с грунтовыми. В типовом проекте максимальный уровень от лотка до грунта 4,2 м. У нас же грунт выходит на 8 м. Мы это учитываем. Готовится к изданию СНИП, где есть пункт о предупреждении подобных явлений.

Автозаводская и Сормовская линии проходят в зоне подтопления. Нужно иметь в

виду, что по течению Волги, у Городца, есть ГЭС, где могут быть большие сбросы воды. Автозаводская линия будет развиваться в сторону юго-запада, от Московского вокзала будет продлена в сторону Мещерского озера.

Выделен опытный участок. На нем мы должны исследовать 50 колец. На 2-м участке придется, очевидно, переходить на чугун. Решение принято, в главке с нами согласались. Выделим 50 колец в правый тоннель. Там, где встречаем воду, гидроизолируем.

Единственный отрицательный момент — технологические трещины, через которые просачивается вода. Тогда песок не выносятся, и это уже облегчение, ибо обделка не деформируется. На некоторых перегонах предусматривалось монтировать тоннели из железобетонных блоков. Мы отказались от них, заменив пресс-бетоном. Для нас это — большой эксперимент.

В Горьковском метрополитене — 4 перехода из пресс-бетона, в таком объеме в песках этот материал применяется впервые.

Строители применяли московский способ, проходку на небольших глубинах. Он для нас не совсем приемлем, потому что трасса обильно насыщена коммуникациями и все время приходится быть

начеку. Часть их сохраняем, часть переносим. Будь связанные грунты вместо песков, было бы легче. Зимой поверхность не деформировалась, а как потеплело — начались осложнения.

● **В. Зборовский:** Начну с истории. Полтора года строится Горьковское метро, но уже есть что вспомнить. Де-



кабрь 1977-го — первая свая. Февраль 1978-го — первый кубометр грунта, апрель — первый кубометр бетона, май — монтаж первого щита, август — началась проходка и строительство 2-й станции, ноябрь — закладка промбазы, декабрь — приступили к сооружению еще одной станции, «Чкаловской». Март 1979-го — проходка первого перегона, монтаж щитов.

В 1977 году материально-техническое обеспечение нам не запланировали, материалов не было. В отношении организации коллектива дело оказалось легче. Нам дали команду, мы приехали. В декабре 1977-го, кроме технического проекта, ничего не имелось. Из нас никогда и никто не строил метрополитен, имею в виду инженерные кадры.

Была проблема, как забить металлический шпунт. Что касается прогрессивных методов и новой техники, то правильно здесь говорили — Горький очень старый город, а что касается метро — все новое. Геология, односводчатая станция, размещенная на кривой, ее архитектурно-конструктивное решение — тоже впервые.

Правильное использование и направление щита с обжатой обделкой на перегонных

тоннелях было первой трудностью. Пройдя 30 м, мы поняли, что дальше так работать нельзя. Обделка не соответствовала габаритам. В Ленинграде обжимали во 2-м лотке, нам же надо обделку переделать под обжатую. Мы пришли к единому мнению: обжимать по диаметру, заполненному бетоном, затем замоноличивать.

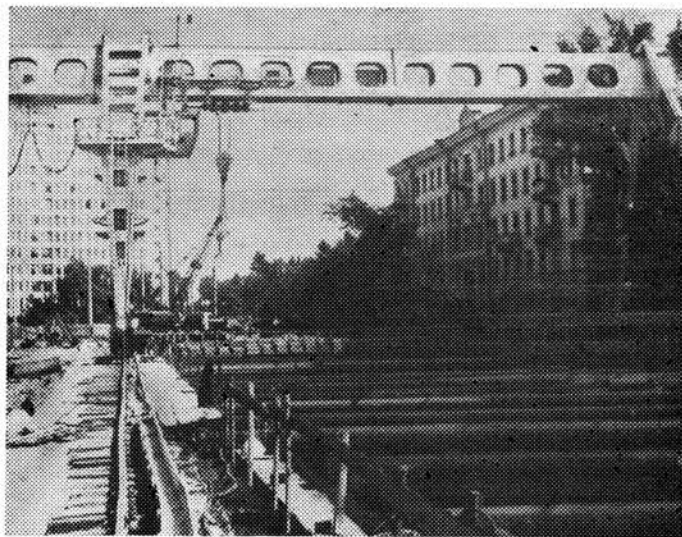
Вторая серьезная трудность — кривая радиусом 300 м. Осложнилась задача маркшейдеров. Привлекли ученых, прибыло оборудование. Проходчики усовершенствовали щит, он вписался в кривую.

Следующая трудность — у проектировщиков. Станция переходит на новый тип конструкций. Выпущен каталог. Своей базы нет, железобетон привозной. Получаем станционные конструкции из Харькова, которые надо было увязать и вписать в новую планировку. Многие детали нам не подошли. Осталось надеяться на пресс-бетон. Как пойдет с ним дело, пока говорить рано. Щиты для прессованной бетонной обделки смонтированы, одним уже пройдено 65 метров тоннеля.

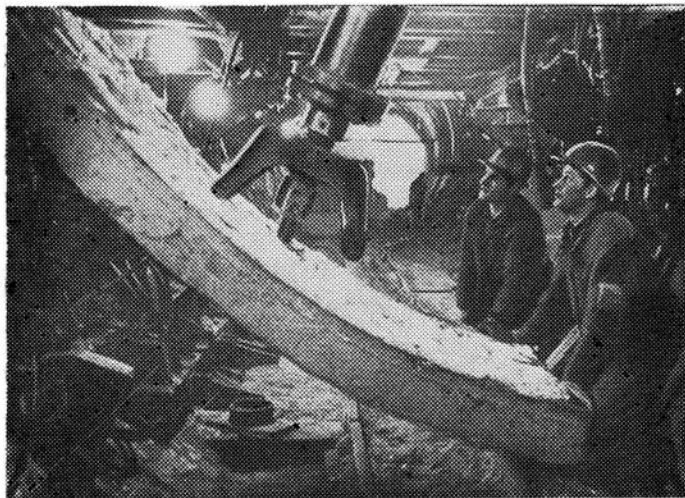
● **В. Шредник:** Большое значение придаем повышению уровня механизации на всех участках. Смонтирован



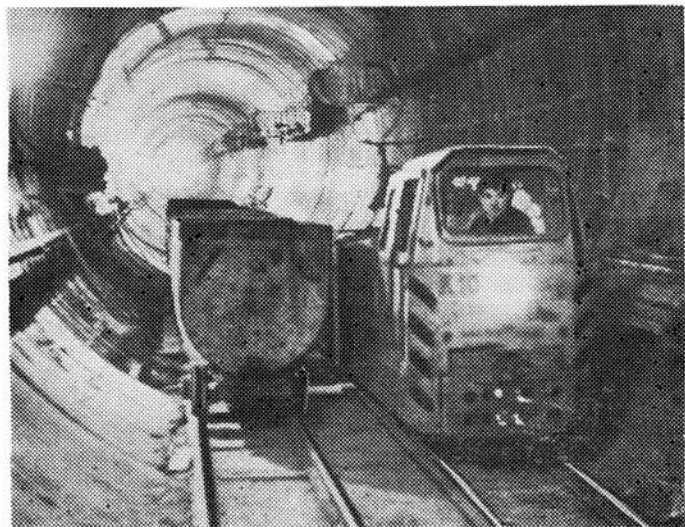
комплекс ТЩБ-7, еще три комплекса должны получить до конца года, один — в 1-м квартале 1980-го. Надо сказать, что новое оборудование попадает в хорошие руки. Коллективы механизаторов и проходчиков в Горьком свое дело знают. Уверен: пресс-



Панорама строительства станции «Ленинская».



Звеньевой П. Шкадинов и проходчик П. Белоусов на перегонном тоннеле от ст. «Чкаловская» к «Ленинской».



Первый перегонный тоннель

бетон освоим. Наши товарищи в контакте с монтерами Ясиноватского завода ведут монтаж комплексов. Особых сложностей не встречаем. Смонтировали все своими силами.

Нужна производственная база. Есть пока лишь небольшая мастерская. Она не обеспечивает наших потребностей. Приходится даже по мелочам выходить на город.

Активно заимствуем лучший опыт. По пресс-бетону сотрудничаем с минскими метростроевцами. Приезжали в Горький специалисты из ЦНИИСа по щиту. Некоторые недостатки мы преодолели с помощью Московского

завода № 5. Без таких связей работать было бы очень трудно.

● **В. Булих:** Щит в Горьком начал работать сразу.



Раньше мы на таком оборудовании не работали, но быстро привыкли. Правда, за-

мечу, пришлось много переделывать: часть щита в поворот не вписывалась, кольца уходили на минус, каждое приходится нагнетать. Проходим 7,5 м в сутки при норме — 5,5. Проходческая бригада у нас одна. Соревнование идет между звеньями. Если бы не нехватка чугунных вставок, тоннель прошли бы быстро.

● **Н. Лозбень:** Наш коллектив ведет арматурные работы на станции «Ленинская». Все детали для нее сделали сами. Арматуру для свода — резаком сварочного аппарата. Много забетонировано арматуры. Начался монтаж свода



платформы. В составе бригады — сварщики, арматурщики, в основном — молодежь. Всю работу будем делать полностью.

Словом, будет метро в Горьком!

**«Круглый стол» вел  
Е. РЕЗНИЧЕНКО**

## СТРОИТСЯ СТАНЦИЯ «СЕРПУХОВСКАЯ»

**ПОД ДОБРЫНИНСКОЙ** площадью в Москве — истоки будущей Серпуховской линии метрополитена.

Условия продиктовали выбор горного способа строительства тоннелей глубокого заложения. Дело для метростроевцев не новое, однако не обошлось без неожиданностей. И работа на участке № 2 стала для специалистов СМУ-6 интересной и ответственной.

В самом начале проходки произошла непредвиденная встреча с идущей параллельно старой слабо забутованной выработкой, оставленной после сооружения кольцевой линии и станции «Добрынинская».

Сразу осложнились условия строительства транспортной штольни. Она протянулась как раз под выработкой. Сооружение штольни потребовало особой осторожности. Несомненно удачным оказалось применение комбайна 4 ПП-2. Заметим, такую технику использовали впервые

на метрострое. Строители отказались от буровзрывных работ, поскольку вести их было просто невозможно. Увеличилась скорость проходки, на финише она достигала 4 м в смену.

Комбайн собрали непосредственно в рудничном дворе. Испытания агрегата дали отличные результаты. В основном комбайна коллективу участка № 2 большую помощь оказали специалисты ЦНИИПодземмаша, ЦНИИСа и Технической школы Мосметростроя. Они обучили пять машинистов и пять электромонтажников работе на новой технике.

Близость старой подходной выработки, находящейся над тупиковым рудничным двором, заставила при его сооружении отказаться от «классического» способа расчески с применением лонгарин. Специалисты предложили два первых прорезных полукольца монтировать сверху вниз, опираясь на «кондуктор» — шапку из тубингов, собранную на балках в стволе, а остальные полукольца уста-

навливать как обычно. Новшество значительно уменьшило объем работ и трудозатраты.

Благодаря его внедрению удалось не нарушить основания старой выработки, которую на одном из этапов строительства камеры съезда потребовалось пересечь. И снова нашли выход из положения. Для подхвата кровли прежней выработки были поставлены унтерцуги, что помогло избежать большого вывала породы.

Около 100 000 руб. экономии дало найденное СМУ-6 решение взамен проектного — использовать оставшийся от проходки кольцевой линии шахтный ствол, который соответственно углубили до проектной отметки. Таким образом, не понадобилось прокладывать, как при новом строительстве, объездные дороги, прокладывать многочисленные коммуникации.

Создавать околоствольные и подходные штольни пришлось в непосредственной близости от действующего тоннеля. Это — одна из основных особенностей стройки.

Метростроевцам предстоит еще одно испытание. О нем их предупредили геологи. Дело в том, что под будущим пересадочным узлом с существующей станцией «Добрынинская» на новую — «Серпуховскую» ожидают грунтовые воды.

Несмотря на трудности, проходчики СМУ-6 в срок вышли на основную трассу.

Сейчас большие силы Мосметростроя заняты на Калининском радиу-

се, который вступит в строй в конце года. После пуска бригады СМУ-6 с «Марксистской» придут на участок № 2.

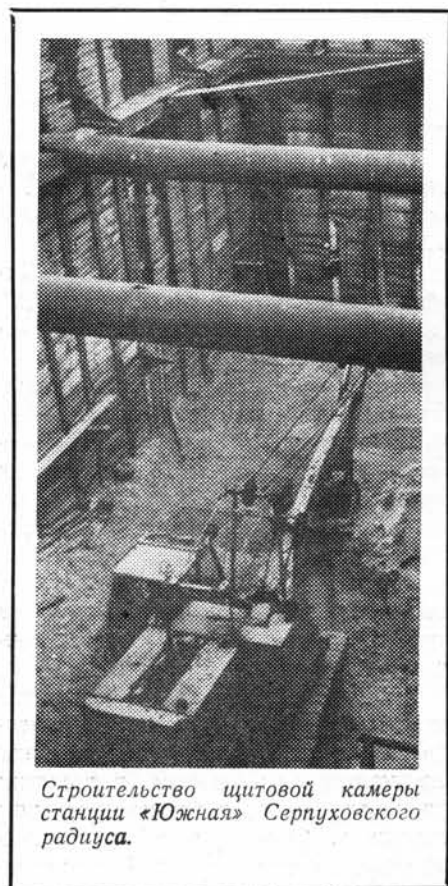
К их приходу готовится фронт работ. Уже построены рудничный двор и центральный камерон, где размещено электрическое и насосное оборудование. Пройдены околовольные выработки и транспортная штольня. Закончены камеры съезда  $\varnothing 6$  и 7,5 м правого и левого тоннелей.

Коллектив участка трудится по методу бригадного подряда, к делу относится заинтересованно.

В III квартале будет завершен первый перегонный тоннель. Строители приступят к возведению первой станции новой линии метрополитена — «Серпуховской». Для сооружения 70 метров перегонного тоннеля вновь используют комбайн 4-ПП2, поскольку предстоит проходка в зоне ограничения буровзрывных работ. Чугунную обделку решено монтировать лебедками.

Окончание строительства комплексов сооружений станции «Серпуховская» запланировано на 1983 год.

**Н. БЫКОВ,**  
сменный инженер участка № 2,  
**И. КОЗЛОВА,**  
наш корр.



Строительство щитовой камеры станции «Южная» Серпуховского радиуса.

## РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОДАВЛИВАЕМОЙ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ

**В** ПОСЛЕДНИЕ годы широко стал применяться способ сооружения тоннелей продавливанием. При этом возникает задача определения критической продольной сжимающей силы  $P$ , которая действует на обделку, находящуюся в грунтовой среде на глубине  $H$  от поверхности (рис. 1).

Для ее решения необходимо обосновать расчетную схему и выбрать физическую модель системы «продавливаемая обделка — грунтовой массив».

Очевидно, что при  $P=0$  на стенки полого цилиндра (обделки) будут действовать нормальные  $\sigma_r$  и касательные  $\tau_{r\theta}$  напряжения. Примем состояние грунтового массива до проведения выработки гидростатическим. В этом случае касательные напряжения отсутствуют ( $\tau_{r\theta}=0$ ). По наружному контуру цилиндра будут действовать только радиальные нормальные напряжения  $\sigma_r=\gamma H$ , где  $\gamma$  — объемный вес грунта.

При действии на свободный торец цилиндра каких-либо силовых факторов (нормальной силы, момента и пр.), способных вызвать отклонение его оси от первоначально заданного положения, окружающая грунтовая среда будет в той или иной степени препятствовать этим отклонениям за счет возникновения реактивного давления, распределенного вдоль оси  $Z$ . Реактивное давление ( $q$ ) будет функцией таких параметров, как деформационная характеристика грунтовой среды —  $K$ , величина действующего воздействия —  $P$ , диаметр цилиндра —  $D$  и, вероятно, ряда других, т. е.

$$q=f(Z, K, P, D, \dots).$$

Первый вопрос, возникающий в связи с выбором расчетной схемы, заключается в обоснованной замене реальной грунтовой среды, окружающей полый цилиндр, некоторой абстрактной системой. При выборе ее параметров необходимо учитывать основные условия грузового со-

стояния цилиндра. К их числу можно отнести:

полый цилиндр находится в упругой среде, деформационные характеристики которой определяются принятой моделью грунтовой среды. Рассматриваемой задаче, основываясь на действующих нормативных документах по расчету подземных конструкций, отвечает модель среды Винклера, построенная на гипотезе местных деформаций;

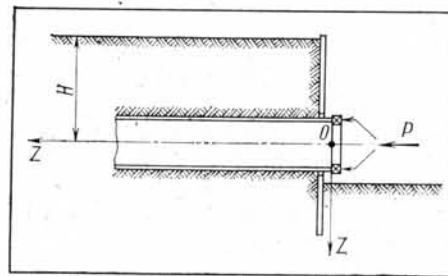


Рис. 1. Расчетная схема полубесконечного продольно сжатого полого цилиндра, находящегося в упругой среде.

полубесконечный полый цилиндр находится под действием радиальных напряжений  $\sigma_r$ , равномерно распределенных вдоль оси  $Z$  (при  $P=0$ ). При  $P \neq 0$  и до начала возможной потери устойчивости по контуру цилиндра будут действовать касательные напряжения  $\tau_{rz} \neq 0$ ;

при достижении силовым фактором  $P$ , приложенным к торцу цилиндра, критического значения по контуру возникнут касательные напряжения  $\tau_{r\theta}$ .

По-видимому, перечисленные факторы являются основными, т. е. оказывающими определяющее влияние на результат решения задачи.

Учитывая вышеизложенные обстоятельства, рассмотрим следующую модель продольно сжатого полого цилиндра, находящегося в упругой среде (рис. 2).

Ее особенность состоит в том, что в непрерывно распределенных по всей дли-

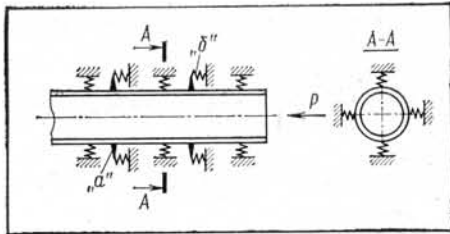


Рис. 2. Модель продольно сжатого полого цилиндра, находящегося в упругой среде:

*a* — жесткие консоли; *b* — горизонтальные пружины.

не полубесконечного стержня радиально расположенных пружинах действуют усилия, по своей величине эквивалентные  $\sigma_r = \gamma H$ . Кроме того, возникающие на поверхности стержня (вдоль его оси) касательные напряжения  $\tau_{rz}$ , вследствие сокращения его длины от воздействия  $P$ , имитируются жесткими консольными элементами «а», к которым присоединены горизонтальные пружины «б» (естественно, что усилия в горизонтальных пружинах при  $P=0$  равны нулю).

В расчетной схеме остается пока не выясненной длина полого цилиндра. Ее можно определить, исследуя расчетные схемы с цилиндрами разной длины. Очевидно, что начиная с некоторой длины  $l_0$ , разница в результатах решения задачи будет несущественной.

При рассмотрении вопроса о продольной устойчивости цилиндрического стержня, находящегося в упругой среде, необходимо оценить влияние сил трения, которые возникают на внешней поверхности цилиндра. Здесь следует иметь в виду, что силы трения, возникающие по наружной поверхности цилиндрического стержня при действии на его торце осевой силы  $P$ , всегда направлены против нее. Очевидно, что они снижают величину общей равнодействующей осевой нагрузки и, следовательно, уменьшают возможность потери устойчивости стержня.

Задача о расчете на устойчивость стержня в упругой среде рассмотрена С. П. Тимошенко\*. Величину критической силы можно определить по формуле:

$$P_{кр} = \frac{2EJ \pi^2}{\lambda^2}, \quad (1)$$

где применительно к продавливаемой тоннельной обделке

$P_{кр}$  — величина критической продольной силы, которая вызывает потерю устойчивости продавливаемой тоннельной обделки;

$EJ$  — жесткость обделки относительно продольной оси тоннеля, зависящая от материала обделки и ее геометрических параметров.

Параметр  $\lambda$  определяется:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{EJ \pi^4}{K}}, \quad (2)$$

где  $K$  — коэффициент постели.

Формула (1) вычислена для среды с винклеровскими деформационными свойствами, которая принимается обычно при статических расчетах тоннельных обделок в отечественной практике. Результаты расчетов даже для очень податливой грунтовой среды — пылеватых и мелкозернистых песков, характеризую-

щихся коэффициентами постели в диапазоне  $K=0,3 \div 3$  кгс/см<sup>3</sup>, показали, что расчет на потерю устойчивости продавливаемой тоннельной обделки от воздействия силовой домкратной установки не является определяющим.

Сопоставление критических продольных усилий, определенных из условий потери устойчивости тоннельной обделки и прочности ее торцевой части — в месте непосредственного воздействия нажимного кольца домкратной установки, показало, что продавливаемая обделка будет разрушаться на торце скорее, чем произойдет потеря ее устойчивости в грунтовой среде.

П. ВАСЮКОВ, инженер

## ПЕРВАЯ ОЧЕРЕДЬ АСУ МОСМЕТРОСТРОЯ

**ЗАКОНЧЕНА** разработка технологического проекта первой очереди АСУ Мосметростроя. Ее выполнил СКТБ Главтоннельметростроя.

Источники разработки — техническое задание, выпущенное ЦНИИС, и «График мероприятий по разработке и внедрению АСУ в Мосметрострое», который ориентировал проектирование 1-й очереди на основе АСУ Ангарского управления строительством. Использовались типовые проектные решения ЦНИПИАСС по оптимальному планированию и Ярославского ВЦУС Минстроя по учету материальных ценностей.

Работа выполнялась силами ВЦ Мосметростроя совместно с ЦНИПИАСС и СКТБ. Основная цель создания АСУ — дальнейшее совершенствование производственно-хозяйственной деятельности Мосметростроя на основе использования экономико-математических методов управления и средств вычислительной техники. 1-я очередь решает следующие задачи:

1. Техничко-экономическое планирование подрядной деятельности.

2. Техничко-экономическое планирование промышленной деятельности.

3. Расчет технико-экономических показателей подрядной деятельности на фактически выполненный объем работ.

4. Расчет технико-экономических показателей промышленной деятельности на фактически выполненный объем работ.

5. Анализ производственно-хозяйственной деятельности Мосметростроя.

6. Формирование оптимального плана подрядных работ.

7. Оперативный учет движения материалов на базах Метроснаба.

8. Оперативный учет выпуска и поставки продукции промышленных предприятий.

9. Технологическая подготовка производства.

Перечисленные подсистемы помогут получить обоснованный план работ с привязкой к нему материально-технического обеспечения.

В основу выбора задач положено следующее: подчинение текущего (годового) и оперативного планирования оптимальным решениям технологии производства работ (технологическим картам, графикам и т. д.); установление плановых показателей, вытекаю-

\* С. П. Тимошенко. Курс теории упругости. Киев, 1972.

щих из объемов и сроков, предусмотренных графиками; объективная оценка деятельности строительных подразделений по степени выполнения физических объемов работ; планирование и распределение материальных ресурсов в увязке с технологической последовательностью работ; подчинение графика выпуска готовой продукции с промпредприятий технологии строительного производства; учет поступления и контроль за расходованием материально-сырьевых ресурсов на базах Метроснаба и объектах Метростроя. Основой для расчетов явилась созданная в составе 1-й очереди АСУ нормативная база. По подрядной деятельности сформировано более 12,5 тыс. норм по сборникам ЕРЕР. Сюда включены частные и общие характеристики единиц работ. Первые занесены на основании сборников ЕРЕР, вторые — на основании соответствующих сборников СНиП.

Разработаны классификаторы: материально-технических ресурсов и продукции; подразделений Мосметростроя; машин и механизмов; строящихся объектов; на всю номенклатуру материалов Метроснаба разработаны оптовые цены на основании действующих оптовых прейскурантов.

По планированию деятельности промышленных предприятий разработана нормативная база по четырем цехам Очаковского завода ЖБК: бетоносмесительному, арматурному, формовочному, механическому.

В состав нормативной базы по промдеятельности вошли общие и частные характеристики: цена валовой

продукции, цена товарной продукции, хозрасчетная цена, нормы времени и расценки на технологию, отгрузку и энергозатраты.

Таким образом, нормативная база 1-й очереди АСУ Мосметростроя представляет собой взаимоувязанный информационный комплекс, характеризующийся рядом основных признаков: охватом важнейших функций управления, включая планирование, финансирование, материально-техническое обеспечение, оплату труда, анализ производственно-хозяйственной деятельности; охватом наиболее существенных характеристик производственного процесса, в том числе: затрат труда, расхода материалов, времени использования машин и механизмов, увязки и совместимости нормативов различных уровней, общности принципов разработки нормативов, а также единства единиц нормирования, планирования и учета.

В 1979 году СКТБ и Мосметрострою предстоит внедрить и начать опытную эксплуатацию 1-й очереди системы. Первоначально предполагалось использовать ЭВМ «Минск-32». Несколькими годами ранее она получила значительное развитие, появились машины третьего поколения, увеличилась номенклатура периферийных устройств. ЭВМ «Минск-32» ныне снята с производства, поэтому вопрос выбора технических средств, а следовательно, и перспективности разработок программного обеспечения на сегодня приобретает актуальное значение.

Появление терминальных устройств

позволяет ряд задач планирования и управления перевести в режим непосредственного диалога «человек — машина». Это особенно важно в задачах оперативного управления, таких как оптимальное планирование подрядных работ, диспетчеризация, учет, для обеспечения работы системы в информационно-справочном режиме.

Поэтому в составе проекта часть подсистем реализована на ЭВМ третьего поколения. Намечается перевод всего программного обеспечения с «Минск-32(22)» на ЕС ЭВМ. Это решение обусловлено рядом причин:

1. Необходимостью создания и ведения единой нормативно-справочной базы для задач АСУ.

2. Возможностью дальнейшего расширения класса решаемых задач АСУ без изменения системы эксплуатации уже внедренных задач.

3. Необходимостью организации в дальнейшем телекоммутиационного доступа к ЭВМ пользователей АСУ и работы в режиме диалога «человек — машина».

4. Необходимостью обеспечения стыковки задач, решаемых в АСУ организаций различных уровней Министерства транспортного строительства, с задачами АСУ ТП.

На стадии внедрения первой очереди АСУ отрабатываются методы и средства автоматизации управления, выявляются их сильные и слабые стороны.

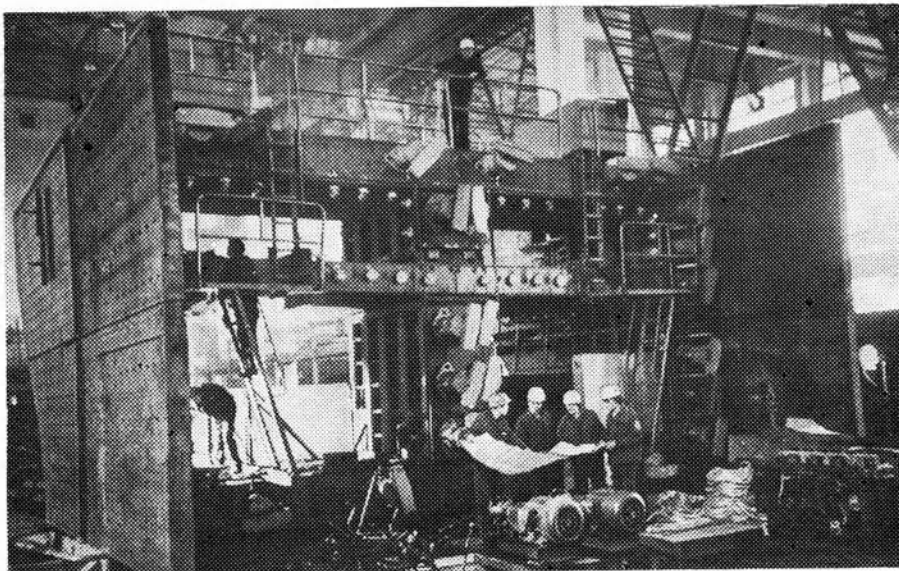
**Н. НИКУЛИН,**  
зав. отделом АСУС СКТБ  
Главтоннельметростроя

*По техническому заданию ЦНИИСа и проекту СКТБ Главтоннельметростроя (гл. конструктор-проектант Б. С. Максимов, автор техзадания В. М. Ауэрбах) механическим заводом главка изготовлен механизированный комплекс КМО 2×5, включающий щит открытого способа, кран ККТС-20 и экскаватор ЭО4121 с удлиненной стрелой.*

*Щит предназначен для сооружения двухпутного или однопутного тоннеля открытого способа с цельносекционной обделкой, с гидроизоляцией заводской готовности.*

*Щит направлен на строительство Ци Красноармейско-Куреневской линии Киевского метрополитена.*

*На снимке: момент монтажа механизированного щита.*



# ЦЕЛЬНОСЕКЦИОННАЯ ОБДЕЛКА С ГИДРОИЗОЛЯЦИЕЙ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ

Трудозатраты снижены в шесть раз

ОДНО из направлений технического прогресса в метростроении — переход при сооружении тоннелей открытого способа работ на полносборную обделку из объемных замкнутых гидроизолированных железобетонных секций (ЦСО).

ЦНИИСом совместно с Метрогипротрансом, Мосметростроем и СКТВ Главтоннельметростроя проведены исследования способов нанесения гидроизоляции и ее защиты в заводских условиях, транспортирования и монтажа тоннельной обделки из целых секций полной заводской готовности. Она состоит из железобетонных секций с гидроизоляцией, выполненной в заводских условиях на их наружной поверхности и торцах, и гидроизоляцией швов между секциями в готовой обделке, выполняемой «из тоннеля». Это потребовало устройства по внутреннему контуру торца секции односторонней чеканочной канавки специальной конфигурации. Работы проводились на полигоне ЦСО Очаковского завода ЖБК с участием СМУ-2 Мосметростроя.

Гидроизоляция секций марки ЦСО-6П длиной 1,5 м, весом 16,2 т выполнялась двухслойной из гидростеклоизола. Защита устраивалась на наружной поверхности из асбестоцементных листов размером  $1400 \times 900 \times 8$  мм. Их приклеивали к гидроизоляции коллоидным цементным клеем, приготавливаемым из сухой смеси.

Работы по заводской гидроизоляции секций выполнялись в следующей последовательности:

секции бетонировались в инвентарных металлических формах с приваренными к их днищу по внутреннему периметру металлическими вкладышами;

распалубленная секция устанавливалась в горизонтальном положении

на специальном посту с опиранием по углам в местах вутов на бетонные опоры высотой 80 см;

изолируемая поверхность огрунтовывалась битумным лаком;

после высыхания грунтовки производилась безмастичная наклейка гидростеклоизола сначала на наружную поверхность секции с помощью специальной установки на автопогрузчике, а затем на верхний и нижний торцы горелкой ГВ-1;

изолированная секция для нанесения защитного слоя переставлялась на пост, в качестве которого использовалась пропарочная камера, где производилась наклейка асбестоцементных листов, раскреплявшихся в стенки камеры деревянными распорками;

секция выдерживалась в камере

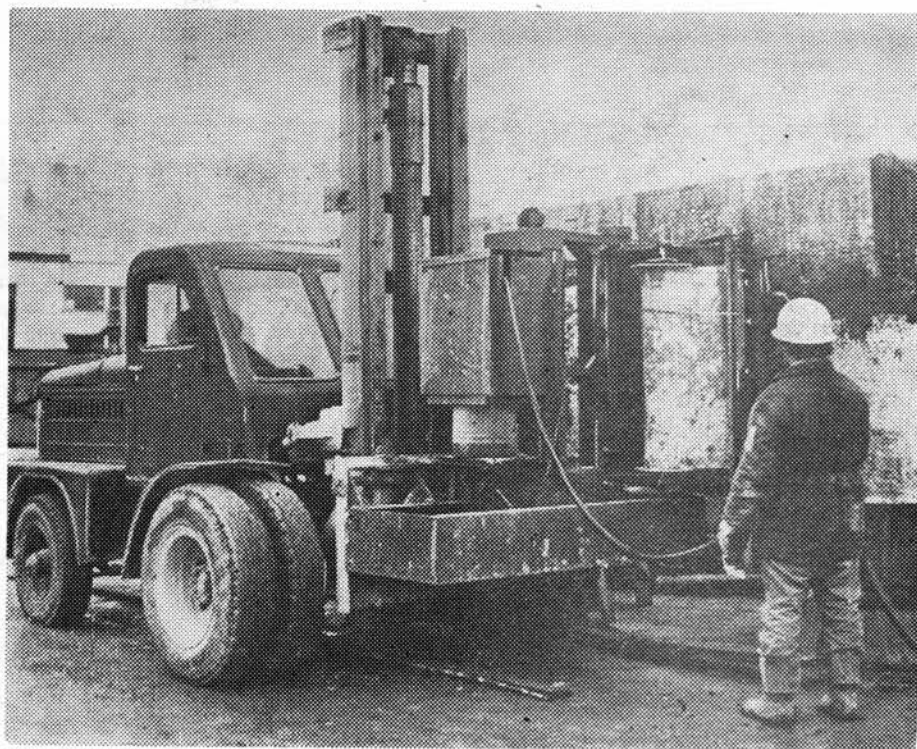
(без пропаривания) сутки, после чего отправлялась на склад.

Установка для наклейки изготовлена на экспериментальном заводе ЦНИИС по проекту СКТВ Главтоннельметростроя. Она выполнена в виде навесного оборудования на автопогрузчике марки 4045 М грузоподъемностью 5 т. Рабочим органом служила навесная каретка. Она снабжена линейной пропановоздушной горелкой для оплавления покровного слоя гидростеклоизола и устройствами для раскатки и прижатия полотна рулона к изолируемой поверхности (фото 1).

В процессе работ опробована модификация гидростеклоизола на различных стеклосносах — дублированной, стеклотканной. Лучшие результаты дал гидростеклоизол на основе стеклоткани ВПР-10. Он сочетает высокую прочность с эластичностью и повышенным содержанием битумной массы.

Коллоидный цементный клей для устройства защитного слоя приготавливался на месте растворением сухой смеси водой при  $V/C=0,35$ . В его состав вводилась противоморозная добавка хлористого кальция в количестве 3% от веса цемента, обеспечившая твердение при температуре до минус  $5^{\circ}\text{C}$ .

Фото 1. Механизированная наклейка гидростеклоизола на секцию установкой на базе автопогрузчика.





В местах монтажных отверстий в асбестоцементных листах вырубались окна размером 30×30 см. Клей наносился на эти листы и защищаемую поверхность слоем около 5 мм. Затем они плотно прижимались распорками. Клей полностью заполнял зазор между защитным ограждением и гидроизоляцией. Обеспечивалось прочное сцепление листов с гидростеклоизолом.

Секции перевозились на место монтажа на расстояние около 15 км трейлерами в горизонтальном положении на деревянных подкладках.

Монтаж производился в следующем порядке:

при горизонтальном расположении секции устраивалась гидроизоляция в местах монтажных отверстий на нижнем ее ригеле;

секция перекаптовывалась в вертикальное положение и монтировалась обычными приемами с помощью 60-тонного крана Э-2508 (фото 2);

гидроизолировались места монтажных отверстий на верхнем ригеле.



Фото 2. Монтаж секций с заводской гидроизоляцией на опытном участке.

При транспортировке и монтаже повреждений гидроизоляции и защитного слоя не было.

Гидроизоляция швов между секциями в готовой обделке производилась путем послойной склейки между собой выведенных в чеканочную канавку выпусков гидростеклоизола с последующим заполнением оставшейся части канавки БУСом без чеканки с увлажнением его 25% воды.

По данным Московской НИС Оргтрансстроя, проводившей наблюдения за опытными работами, трудозатраты непосредственно на стройплощадке сократились более чем в 6 раз по сравнению с гидроизоляцией, устраиваемой в стадии сооружения тоннелей.

**Я. ДОРМАН,**  
докт. техн. наук;  
**В. МОГИЛЕВСКИЙ, А. СЕМЕНОВ,**  
**Б. ГОЛЬДМАН,** инженеры

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ

# ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫЕ ТАМПОНАЖНЫЕ РАСТВОРЫ

**С**ЛУЖБОЙ пути и тоннельных сооружений совместно с лабораторией тампонажных работ ВНИИОМШС проведено заполнение цементно-зольными растворами затюбингового пространства нескольких участков Харьковского метрополитена на перегоне «Московский проспект» — «Завод Малышева». В качестве исходного сырья при контрольном тампонаже использовались портландцемент М 400 Белгородского завода и зола-унос Ясиновской ТЭЦ.

Замена цемента гидравлически активной золой приводит к изменениям структурно-механических характеристик суспензий (см. таблицу). Так, зола-унос Мироновской ГРЭС снижает прочность цементного камня. А применение углеродистой золы обеспечивает прочностные

характеристики чистоцементных образцов.

Контрольные нагнетания в затюбинговое пространство в тоннеле метро производились растворами портландцемента + золы-уноса + воды +

$$\text{CaCl}_2 = (0,3 \div 0,7) + (0,7 \div 0,3) : (0,5 \div 0,75) + (0,02 \div 0,04).$$

Отмечался активный характер нарастания пластической прочности смесей и ее пассивное изменение для растворов типа цементно-песчаных, рекомендуемых ВСН 132-66.

Интересная картина наблюдалась в изменении открытой пористости цементно-зольного камня: для образцов лабораторного приготовления она составляла

37—40%, а для кернов с песком и без него (даже при 70% золы-уноса в составе твердой фазы) находилась в пределах 15—37%. Присутствие золы-уноса в составе твердой фазы смеси способствует уменьшению количества избыточной воды. Кроме того, отжатие ее в породы, окружающие крепь, уменьшает водотвердое отношение тампонажных растворов. По этой же причине, очевидно, при заполнении затюбингового пространства цементно-зольные смеси дали камень не только с прочной, но и плотной структурой. Из таблицы видно, что таким смесям присущ ряд структурно-механических достоинств — высокая прочность образцов и микротвердость гелевой и кристаллической структур формирующегося камня при его удовлетворительной однородности, низкой пористости, а также водопроницаемости.

Испытания контрольных образцов подтвердили возможность замены 70% цемента в составе твердой фазы раствора для заполнения затюбингового пространства.

Анализ контрольных образцов и керна с песком объяснил тенденцию к упрочнению и уплотнению их за счет преобладания среди новообразований в цементно-зольной массе низкоосновных гидросиликатов кальция  $\text{C}_2\text{S}_3\text{H}_{2,5}$ . Рентгенограммы подтвердили активизирующую роль добавок хлористого кальция в составе многокомпонентных растворов.

Состав раствора, %			В/Т	Вид золы, цемента	Характеристики тампонажного раствора и камня на его основе													
цемент	зола	добавки			Параметры суспензии						Предел прочности образцов на сжатие, кгс/см <sup>2</sup>				Микротвердость поверхности, кгс/мм <sup>2</sup>		Пористость, %	
					Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Расплав, см, через		Выход камня, %	Сроки схватывания		Пластическая прочность, кгс/см <sup>2</sup>	сутки				геля		кристаллов
0 час 00 мин	0 час 00 мин	начало час-мин	конец час-мин	3		7	28		60									
100	—	—	0,5	сспц400	1,85	18,5	17,5	98	2—50	12—00	0,24	100	150	210	290	—	—	—
100	—	—	0,5	пц400	1,72	22,5	19,5	96	3—30	11—30	0,29	130	150	240	300	133	—	3,73
100	—	—	0,5	шпц400	1,5	>25	>25	95	6—30	13—10	0,21	70	100	130	210	—	—	—
50	50	—	0,5	сспц зола-унос Мироновской ГРЭС	1,7	24	21,6	99	4—50	20—00	0,24	38	90	163	220	67	352	39,5
50	50	—	0,6	пц 400 зола-унос Углегорской ГРЭС	1,63	25	23	96	3—20	18—00	0,21	75	140	320	450	62	440	38,8 40
70	30	—	0,5	зола-шлак	1,74	24	24	96	12—00	24—00	0,23	20	30	110	82—143	70	438	42,5 41,8
50	50	—	0,5	зола-шлак	1,71	24,5	24,5	93	14—00	29—00	0,23	16,5	28	93	83—132	73,4	445	45,1
Контрольные образцы																		
70	30	2,5% CaCl <sub>2</sub>	0,6	зола-унос Ясиновской ГРЭС	1,7	>25	24	98	2—20	8—10	0,19	79	—	—	429	76,2	309	39 40,2 15,5
30	70	4% CaCl <sub>2</sub>	0,75	•	1,6	>25	24	96	2—50	9—00	0,19	65	—	—	420 418	50,4	468	27,4 33
Контрольные керны с песком																		
70	30	2,5% CaCl <sub>2</sub>	0,6	•	1,7	>25	24	98	2—20	8—10	0,19	—	—	—	—	69,4	354	36,6 40,1
30	70	4% CaCl <sub>2</sub>	0,75	•	1,6	>25	24	96	2—50	9—00	0,19	—	—	—	—	73,4	394	24,1* 37,8

\*  $K_{\phi} = 5,4 \cdot 10^{-9}$  см/сек.

Таким образом, в тампонажном камне на основе смесей портландского цемента и зол-уносов после инъектирования их в затюбинговое пространство создаются благоприятные условия для протекания процессов гидролиза и гидратации вяжущих. Тонкодисперсные сухие золы-уносы способствуют этому благодаря гидравлической активности их фазовых составляющих.

Испытание кернов, выдолбленных через инъекторы в местах нагнетаний, дает основание рекомендовать цементно-золистые растворы не только для первичных нагнетаний при ликвидации пустот и за-

зоров между обделкой и породой, а также при цементации прилегающих к тоннелю грунтов с целью водоподавления.

В Харькове и области все ТЭЦ ссаждают тонкие фракции уноса водой и удаляют их совместно со шлаком в золоотвалы. Попытка использовать шлаки для тампонажа не дала желательных результатов. Наиболее близкая к городу ТЭЦ с автоматической линией отбора сухих зол-уносов, уловленных электрофильтрами, находится в Макеевке Донецкой области. Отпускная цена — 1 рубль за тонну.

Экономический эффект от внедрения

каждого кубометра тампонажной цементно-золистой смеси в сравнении с растворами, применяемыми в настоящее время для контрольных нагнетаний на метро, составляет 10—14 руб., что перекрывает расходы на перевозку золы.

**Л. ВСТАВСКИЙ,**  
гл. инженер Харьковского метрополитена;  
**В. БАЙДАЛОВ,**  
нач. службы пути и тоннельных сооружений;  
**Ф. КЛЕПИКОВ,** инженер;  
**П. ГАЛЬЧЕНКО,**  
канд. техн. наук;  
**В. БАЛАБА, В. ДЕМИДОВА,**  
**Е. МИРОШНИЧЕНКО,**  
инженеры ВНИИОМШСа

## ДОСРОЧНО!

Коллектив механизированного СМУ-9 Мосметростроя досрочно — к 16 июля 1979 года выполнил плано-

вое задание четырех лет десятой пятилетки.

За период с начала десятой пятилетки освоено более 20 миллионов рублей капитальных вложений, производительность труда возросла по сравнению с 1975 годом в 1,3 раза.

СМУ-9, являющееся предприятием коммунистического труда, соревнуется за выполнение социалистических обязательств по досрочному завершению работ на пусковом Калининском радиусе.

## УЧИТЫВАТЬ СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ

РЕШАЮЩИМИ факторами, движущей силой процесса рождения метрополитена сегодня признаны в основном два показателя. Первый — провозная способность средств транспорта — необходимость справиться со сложившимися или ожидаемыми объемами перевозок. Второй — себестоимость перевозки одного пассажира должна быть менее 5 коп. — стоимости за услугу. Последнее десятилетие многие ученые и специалисты страны активно и настойчиво работают с целью установления и оценки социальных факторов, влияющих на развитие и функционирование пассажирского транспорта в городах. Известны труды ВНИИЖТ МПС, ИКТП при Госплане СССР, НИИП градостроительства Москвы и Киева.

Определены два главных социальных критерия, которые влияют на становление и развитие транспортной системы города: экономия времени горожан и так называемая транспортная усталость человека, которая сопряжена с частичным снижением трудоспособности.

Определенную роль играют здесь и градостроительные проблемы. Линии метро влияют на формирование магистралей, облика города в целом.

Известны конкретные результаты по оценке каждого из двух критериев. Так, экономия времени оценивается стоимостью пассажира-часа, выигрываемого при достижении повышенных скоростей сообщения одного и того же вида транспорта, при сокращении его затрат на поездки различными видами транспорта или разными их маршрутами. Например, в опубликованной технической литературе один пассажир-час оценивается в пределах 0,05—0,30 руб.

В настоящее время имеются документы, апробирующие стоимость од-

ного пассажира-часа в 0,10\*. Одна минута московского метро — это более 10 тыс. жителей столицы, обращающихся в час «пик» к его услугам. Это около 800 метров пути, пройденного поездом, это почти 100 метров, преодолеваемых пассажиром на эскалаторе.

Транспортники и градостроители в стране проводят исследования для определения затрат времени на передвижение людей от места жительства до места работы. Выявлена попутно и степень влияния транспортной усталости на производственные показатели. Исследованиями ИКТП при Госплане СССР установлено, что «при затратах времени на передвижение до 30 мин. существенного снижения выполнения норм выработки не наблюдается. Транспортная усталость значительно возрастает где-то за пределами 30 мин. езды и особенно в переполненных вагонах и частых пересадках. Производительность труда снижается в пределах 2—4% на каждые последующие 10 минут увеличения времени передвижения».

Пассажиры Московского метрополитена совершают свои поездки в основном более 30 мин. Плюс еще 10 мин. на подходы к метро и хождение от станций пешком до конечной цели. Вместе с тем известно, что общее время на каждое передвижение — «от двери до двери» — в Москве и других крупных городах страны занимает в среднем около часа, а то и более, что подтверждают результаты переписи населения. Следовательно, эффект сокращения времени представляется необходимым и возможным хотя бы в первом приближении исчислять в денежном выражении.

Конечно же, не следует забывать и

\* Методические указания по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в тяжелом и транспортном машиностроении, утвержденные в 1978 г.

о социально-градостроительном аспекте, выражающемся в буквальном преобразении жизни населения района с появлением метро. Уменьшаются общие затраты времени, перестраивается вся маршрутная система, улучшается связь с центром, повышается частота и регулярность движения наземных видов транспорта, улучшаются условия поездок. Улицы становятся менее загруженными.

В ряде случаев отпадает необходимость в расширении и реконструкции магистралей. Градостроителям известно, что одна линия метро заменяет в каждом направлении четыре полосы движения автобусов с шириной улицы 35 м или 30 полос по 100 автомашин.

В наиболее напряженных местах города голубые экспрессы способны заменить, например, до 500 автобусов в час. Подсчитано также, что сооружение четырех линий метро длиной 103 км в Лос-Анджелесе (500 тыс. жителей) берет на себя нагрузку 65 тыс. индивидуальных автомобилей при поездках в центр города.

Повышение социальной роли и значения метрополитенов требует нового подхода к оценке эффективности их строительства и эксплуатации. Проблема актуальна и имеет важное народнохозяйственное значение. Она, на наш взгляд, настолько созрела, что организация, проектирующая метрополитены, которая наиболее остро ощущает нужды сегодняшнего дня — Метрогипротранс, ставит необходимость решения ее на повестку сегодняшнего дня. Начальник института А. С. Луговцов считает правильной постановку вопроса о том, что «наряду с определением показателей экономической эффективности необходимо выявлять критерии социальной эффективности, связанные с существенной экономией времени на поездки и уменьшением транспортной усталости пассажиров по сравнению с поездками на других видах транспорта»\*.

Попытаемся оценить социальный эффект, получаемый от ввода в эксплуатацию новых участков метрополитенов. Весьма заметно сокращаются у людей затраты времени на транспорт. Вот что дал, например, в Киеве выход метрополитена в левобережную часть города — Дарницкую, быстро развивающийся промышленный и жилой район. Если раньше на

\* А. С. Луговцов: «Проект — техническая основа повышения эффективности метрополитенов», «Метрострой», № 7, 1977, с. 10.

поездку в центр требовалось 45 и более минут, то сейчас втрое меньше.

На рис. 1 приведена номограмма взаимозависимости семи параметров, позволяющая определить, в частности, срок окупаемости вновь вводимой в эксплуатацию линии с учетом фактора экономии времени и других условий. Автор не претендует на ее законченность и совершенство. Однако она позволяет сделать вывод о серьезном влиянии социального фактора на создание и деятельность метрополитена.

В основу построения номограммы положены следующие функциональные зависимости:

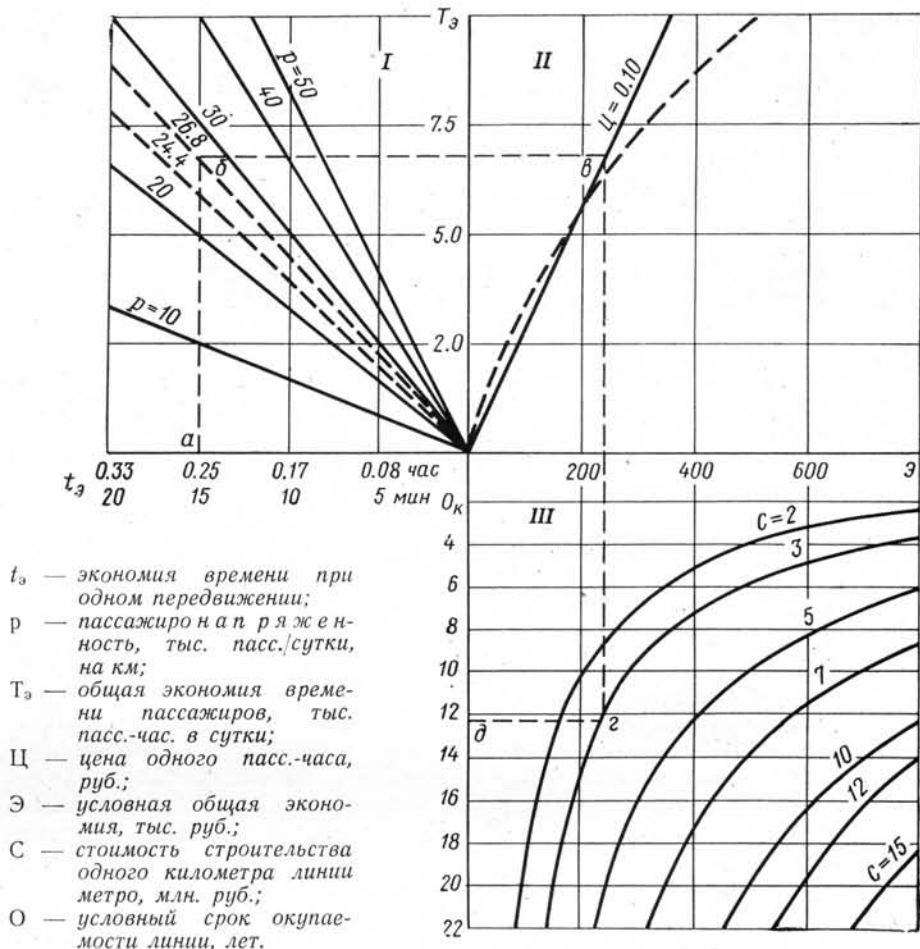
I квадрант =  $T_{\Sigma} = f(t_{\Sigma}, p)$  или  $T_{\Sigma} t_{\Sigma} p$ ;

II — „ — =  $\Sigma = f(T_{\Sigma}, \Pi)$  или  $\Sigma = T_{\Sigma} \Pi = t p \Pi$ ;

III — „ — =  $O_K = f(\Sigma, C)$  или  $O_K = \frac{C}{\Sigma} = \frac{C}{365 t_{\Sigma} p \Pi}$ .

Приведем пример. В городе открыт новый участок метрополитена протяженностью 8,2 км. Ежедневно 110 тыс. пассажиров стали пользоваться метрополитеном вместо наземных видов транспорта, т. е. за счет открытия нового участка перевозки увеличились на 110 тыс. пассажиров в сутки. Это составляет 220 тыс. поездок (из расчета двух поездок на каждого пассажира — туда и обратно). Следовательно,  $p = 220 : 8,2 = 26,8$  тыс. пасс./1 км. При условии, что каждый пассажир на одной поездке экономит 0,25 часа, по номограмме находим, что эффект экономии времени условно тождественен сроку окупаемости линии при  $C = 3$  млн. руб./1 км. в 12,3 года (на рисунке пункт а — б — в — г — д). Приведенный пример приблизительно соответствует условиям и эффективности открытия в Москве участка метрополитена между станциями «ВДНХ» и «Медведково».

С возрастом перевозок, напри-



$t_{\Sigma}$  — экономия времени при одном передвижении;  
 $p$  — пассажиронапряженность, тыс. пасс./сутки, на км;  
 $T_{\Sigma}$  — общая экономия времени пассажиров, тыс. пасс.-час. в сутки;  
 $\Pi$  — цена одного пасс.-часа, руб.;  
 $\Sigma$  — условная общая экономия, тыс. руб.;  
 $C$  — стоимость строительства одного километра линии метро, млн. руб.;  
 $O_K$  — условный срок окупаемости линии, лет.

мер до 50 тыс. пассажиров в сутки на 1 км, что соответствует средней напряженности перегона Московского метрополитена, окупаемость снижается до семи лет при  $C = 3$  и до 24 лет при  $C = 10$  млн. руб./км ( $t_{\Sigma} = 15$  мин.).

Основным недостатком приведенной номограммы, по мнению автора, является прямолинейный характер ее зависимостей. Конечно же, по-разному, «не прямопропорционально», оценит пассажир выигрыш времени, скажем, в 5, 10, 15 мин. Здесь напрашивается криволинейная зависимость: меньшая экономия оценится пассажиром дешевле, т. к. она менее весома в его личном бюджете времени.

Напротив, экономия пассажиром при каждой поездке, скажем, 10 минут, может быть оценена гораздо дороже, например в соответствии с кривой, проведенной на рисунке пунктиром.

И еще. Каждая выигранный минута, которой воспользуются миллионы пассажиров, естественно, будет стоить значительно дороже в сравнении, скажем, с перевозками нескольких сотен тысяч пассажиров. Установление криволинейной зависимости — следующий этап в решении вопроса. Бесспорно одно: необходимо продолжать исследования в этой области.

**И. ЯКУШКИН,**  
канд. техн. наук.



Среди экспонатов строительной выставки ВДНХ СССР — **секционное устройство для очистки конвейерной ленты от налипающих пород.**

Оно предназначено для качественной очистки несущей поверхности гладкой (не рифленой) резиновой конвейерной ленты от разнообразных налипающих материалов в условиях открытых и подземных горных работ.

Устройство состоит из П-образных скребков, которые

посредством кольцевых опорных элементов подвижно установлены на несущей оси и соединены с ней кольцевыми пружинами. Ось служит одновременно регулятором усилия полжата скребков к ленте.

Устройство комплектно содержит не менее двух отдельных скребковых рядов, установленных один за другим по ходу ленты.

Опытные образцы внедряются в различных условиях эксплуатации на предприятиях угольной промышленности, строительных материалов и цветной металлургии.

Рабочую документацию высылает по запросам Кемеровский ЦНТИ: г. Кемерово, Советский проспект, 63.



## ОТКРЫВАЯ НОВЫЕ ПУТИ

ОН ПРИШЕЛ работать на Московский метрострой, как и еще десять тысяч добровольцев, по комсомольской путевке. Его послал на ударную стройку Сокольнический РК ВЛКСМ. С той поры минуло сорок пять с лишним лет, но Борис Яковлевич Вайнштейн рассказывает о тех незабываемых для него днях, будто все было вчера.

Помнит энтузиазм первых комсомольско-молодежных бригад, которые закладывали славные традиции Московского метростроя. Помнит имена и дела товарищей, нынешних ветеранов.

Сейчас Борис Яковлевич работает заместителем главного инженера СМУ-6. Прошел все ступени производства, был десятником, техником, начальником смены, а затем участка. И на каком бы посту Борис Яковлевич ни находился, он не просто делал то, что требовали от него обязанности, а неустанно искал возможность ускорить строительство, облегчить человеческий труд.

Большой технический вклад внес новатор в сооружение станций «Добрынинская», «Краснопресненская» и «Мир» (ныне «Щербаковская») Рижского радиуса. То же можно сказать о строительстве первых в Москве пешеходных и транспортных тоннелей. Творческий поиск Бориса Яковлевича не раз помогал метростроевцам добиваться рекордных скоростей на проходке. Вот только один эпизод из его биографии.

В январе 1952 года бригады Захарюженкова, Лагоденко и Приставченко прошли за неполный месяц 53,25 метра станционного тоннеля. В среднем за сутки они монтировали по 3 тубинговых кольца — втрое выше нормы. Борис Яковлевич руководил тогда участком на строительстве «Краснопресненской».



Заслуженный рационализатор РСФСР заместитель главного инженера СМУ-6 Мосметростроя Б. Я. Вайнштейн (слева) и начальник участка А. А. Лыхо на станции «Марксистская»

Потом были станции «Спортивная» и «Ленинские горы» Фрунзенской линии, «Шаболовская» Калужского радиуса, «Таганская»-радиальная Ждановской линии, перегонные тоннели: на участке от «Сокола» до «Войковской», между «Площадью Ногина» и «Тургеневской», эскалаторные тоннели и вестибюли «Площади Ногина» и «Колхозной», «Кузнецкого моста» со всем комплексом прилегающих перегонных тоннелей и межтоннельных выработок. Теперь он строит «Марксистскую».

Под техническим руководством Бориса Яковлевича разрабатывалась и внедрялась комплексная механизация проходки станционных, эскалаторных и перегонных тоннелей, стволов, гидроизоляция тоннелей, устройство зонтов.

Перегонные тоннели от станции «Краснопресненская» до станции «Киевская» сооружались в сложных гидрогеологических условиях с большим притоком грунтовых вод — до 200 кубометров в час. Трасса проходила под руслом Москвы-реки. Работы вел участок Вайнштейна. Новатор

внедрил проходку тоннелей горным способом, без щита и кессона, и добился систематических рекордных скоростей — 140—150 метров в месяц. На проходке северного наклонного хода «Спортивной» был установлен новый рекорд — 45 метров в месяц, в 2,5 раза выше проектной скорости.

За техническое творчество, совершенствование методов строительства Б. Я. Вайнштейн удостоен золотой, серебряной и двух бронзовых медалей ВДНХ СССР.

Перечислим только небольшую часть новаторских решений, в которые вложена инженерная мысль Бориса Яковлевича.

При продлении Замоскворецкого радиуса от «Автозаводской» до «Коломенской» на участке мелкого заложения, в песчаных грунтах, при большом количестве подземных коммуникаций, под действующими фабричными корпусами применен новый метод бесосадочной проходки предварительного химически закрепленного грунта, предложенный и внедренный группой инженеров СМУ-6. Под руководством и при непосредственном участии Б. Я. Вайнштейна разработана и внедрена прогрессивная технология устройства безмастичной, рулонной гидроизоляции путем оплавления специальными газоздушными горелками рулонных материалов: гидростеклоизол и стеклобит. Трудоемкость работ в 1,5 раза меньше, чем при устройстве оклеечной гидроизоляции, и ее можно делать в зимнее время.

Б. Я. Вайнштейн — один из авторов изобретения: «Проходка вертикальных стволов методом погружения опускной крепи в тиксотропной рубашке». Он возглавлял первую в практике проходку вертикального ствола в неустойчивых, пльвунных породах, которая велась этим методом и который получил широкое распространение. Только за минувшую пятилетку организациями Главтоннельметростроя пройдено 9 стволов в тиксотропной рубашке, в шахтном строительстве — 11 стволов, что сберегло 2,1 млн. рублей. Рационализаторская деятельность Бориса Яковлевича дала экономический эффект почти в полтора миллиона рублей.

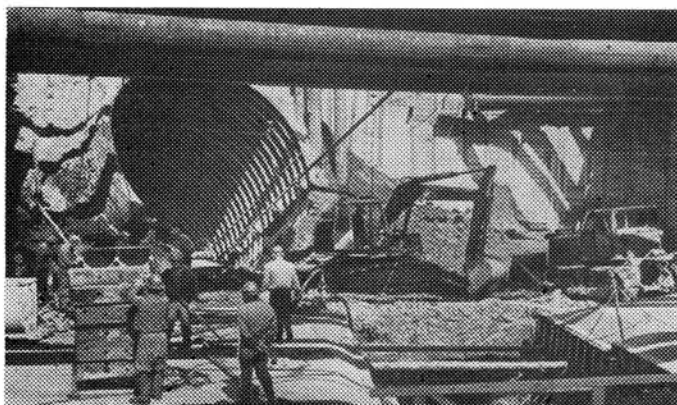
Новатор восемь раз был участником ВДНХ СССР. Президиум Верховного Совета РСФСР в октябре 1977 года присвоил Борису Яковлевичу Вайнштейну почетное звание «Заслуженный рационализатор РСФСР».

В. БАРИНОВ

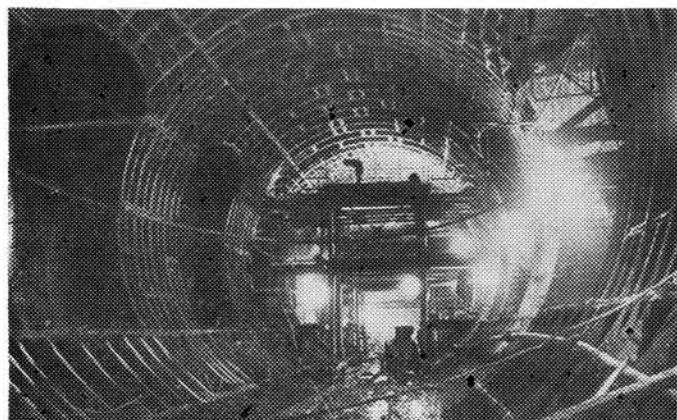


НА ПУСКОВЫХ

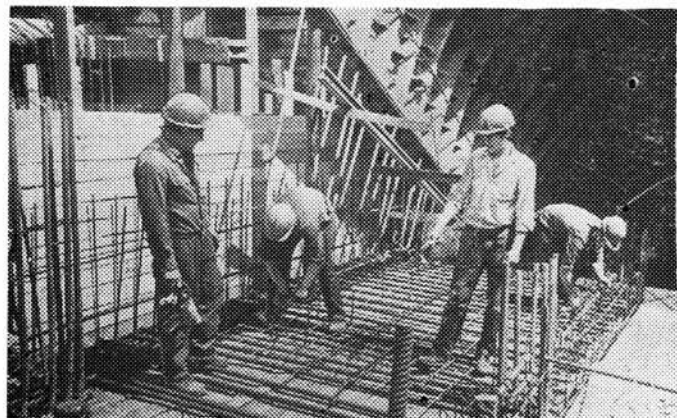
# КАЛИНИНСКИЙ РАДИУС



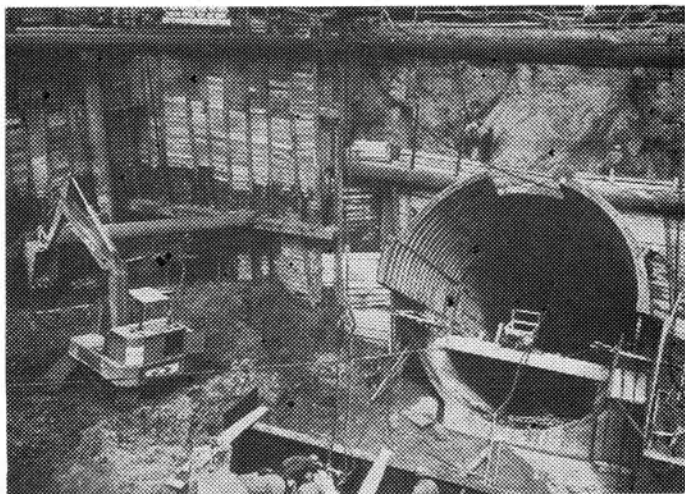
Сооружение вестибюля станции «Марксистская»



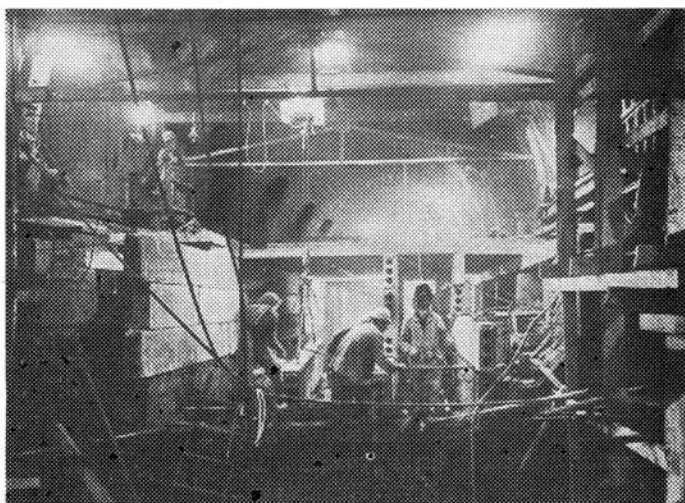
Станция «Шоссе Энтузиастов»



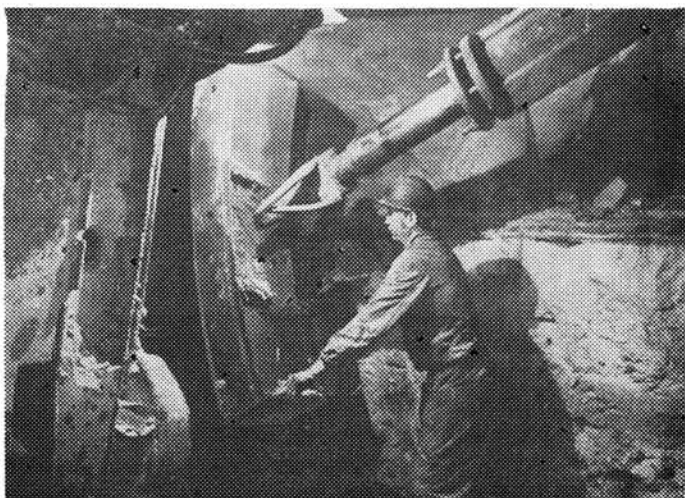
Бригада арматурщиков Е. Хлапова на сооружении наклонного хода станции «Площадь Ильича»



Строительство подземного вестибюля станции «Площадь Ильича»



Монтаж платформ среднего зала станции «Площадь Ильича» ведет комсомольско-молодежная бригада Д. Сильвестрова



Возведение сборной облегченной обделки из высокопрочного чугуна на перегоне «Марксистская» — «Площадь Ильича». На снимке: бригадир проходчиков СМУ-3 В. Чернышев

Фоторепортаж А. СПИРАНОВА

# ОРГАНИЗАЦИОННЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ— ПЕРВООЧЕРЕДНОЕ ВНИМАНИЕ

**О**ТДЕЛ техники безопасности Мосметростроя в содружестве с кафедрой «Охрана труда» Московского института инженеров железнодорожного транспорта провел исследование в 14 строительно-монтажных управлениях. Проанализированы все несчастные случаи, имевшие место за последние 5 лет. Следует отметить, что в результате целенаправленной деятельности инженерно-технических работников СМУ, общественных организаций их число сократилось почти на треть.

Чем обусловлено снижение травматизма? Многолетний опыт показывает, что важнейшим условием высокопроизводительного и безопасного ведения строительно-монтажных работ является правильная организация технологического процесса. Во всех обследованных СМУ разработке мероприятий, направленных на совершенствование производства, придается системный характер. Большую роль здесь играют коллективные договоры, социалистическое соревнование за повышение эффективности и качества работы. Стало традицией обучение рабочих безопасным методам труда, проведение взаимопроверок состояния охраны труда.

Однако если в целом по Московскому метрострою динамика травматизма имеет заметную тенденцию к снижению, то в отдельных управлениях, например в СМУ-5 и СМУ-8, установилось нестабильное положение.

Исследования показали, что самые уязвимые специальности — проходчиков и машинистов различных механизмов. По убывающему числу опасных ситуаций основные профессии можно расположить в следующей последовательности: проходчики, машинисты, слесари-монтажники, электро-монтажники, монтажники горного оборудования, плотники, штукатуры,

облицовщики, изоляторы, сварщики, бетонщики.

Наибольшее число опасных ситуаций имело место на погрузочно-разгрузочных работах, а также при обслуживании механизмов и машин как в подземных условиях, так и на поверхности. Чаще всего травмам подвергались руки, ноги, глаза. Причем, наибольшее число несчастных случаев происходило при работе с механизмами. По времени рабочей смены незначительное повышение числа опасных ситуаций наблюдается в период, предшествующий обеденному перерыву, и в конце дня. На долю молодых рабочих (до 20 лет) их приходится около 4%, на возраст от 20 до 30 лет — около 40%. Высокий процент травматизма в последней возрастной группе объясняется тем, что несмотря на наличие определенного жизненного и производственного опыта безусловное выполнение требований правил и инструкций по технике безопасности еще не стало естественной привычкой. С возрастом количество случаев травматизма уменьшается, однако для категории работников от 40 до 50 лет наблюдается его небольшое увеличение. Это объясняется, как показывает практика, некоторым притуплением чувства опасности — рост профессионального мастерства иногда толкает людей на рискованную «рационализацию» производства, упрощение технологии.

Более точное положение дел по возрастным группам можно получить по удельному показанию травматизма

$$П = \frac{T_i}{P_i},$$

где  $T$  — % травматизма среди  $i$ -й группы;

$P$  — доля рабочих в  $i$ -й группе в % ко всему контингенту.

Распределение по стажу показывает, что каждый второй несчастный случай произошел с работниками, имеющими опыт работы до 5 лет. С увеличением стажа травматизм резко снижается.

Кафедрой «Охрана труда» МИИТа проведено экспертное исследование с привлечением ведущих специалистов линейных управлений метростроя. Пример анкеты опроса приведен в таблице 1.

Здесь эксперт присваивает ранг «1» причине, оказывающей, по его мнению, наибольшее влияние на безопасность труда, ранг «2» — самой влиятельной среди оставшихся причин и т. д.

Таблица 1

Причина	Ранг
Отсутствие или неисправность ограждений:	
плохое крепление . . . . .	7
Нарушение должностных инструкций и правил ТБ . . . . .	2
Отсутствие или неисправность защитных средств . . . . .	4
Малая квалификация или неосторожность . . . . .	5
Недостаточность инструктажа или технадзора . . . . .	6
Нарушение технологии работы . . . . .	1
Недостатки в организации рабочего места (малая освещенность, захламленность и др.) . . . . .	3
<i>Должность</i>	
Стаж работы в данной должности <i>Подпись</i>	

Исследование проводили главные инженеры 11 управлений. Экспертные оценки причин распределились следующим образом (см. табл. 2).

Таблица 2

Организация	Ранги факторов (причин)						
	1	2	3	4	5	6	7
СМУ-2 . . . . .	4	1	7	2	6	5	3
СМУ-3 . . . . .	6	3	7	2	4	1	5
СМУ-4 . . . . .	7	1	3	5	2	6	4
СМУ-6 . . . . .	7	1	6	4	3	2	5
СМУ-8 . . . . .	2	1	3	6	5	7	4
СМУ-10 . . . . .	5	3	7	1	2	4	6
СМУ-11 . . . . .	6	4	2	1	3	7	5
СМУ-12 . . . . .	7	1	6	4	5	2	3
СМУ-13 . . . . .	6	3	7	1	4	5	2
ТО-6 . . . . .	7	2	4	5	6	1	3
УМ . . . . .	5	1	7	2	3	6	4
$\Sigma R_{ij}$ . . . . .	62	21	59	33	43	46	44

По мнению экспертов, основными причинами, приводящими к опасным производственным ситуациям, являются нарушения должностных инструкций и правил техники безопасности, невысокая квалификация и малый производственный опыт. Иногда выполнение сложных заданий поручается людям, не имеющим соответствующего разряда и необходимых про-

фессиональных навыков. Все это говорит о недостатках в организации инструктажа и технического надзора непосредственно на рабочих местах.

Из оценок экспертов напрашивается вывод:

ведущее место занимают организационные причины. Следовательно, в СМУ их анализу необходимо уделять первоочередное внимание. Целена-

правленное осуществление организационных мероприятий, направленных на улучшение техники безопасности труда, безусловно приведет к значительному снижению травматизма.

**Д. КОТОВ,**  
проректор МИИТа;  
**Ю. ЛЮБИНСКИЙ,**  
начальник отдела техники  
безопасности Метростроя,  
**М. ШЕВАНДИН,**  
канд. техн. наук

## ХАРЬКОВ

# ПРИ АКТИВНОМ УЧАСТИИ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

В 30-х ГОДАХ начался бурный рост Харькова. Появилась острая необходимость в строительстве в городе специальной электрической дороги. Ей дали сокращенное название «ХЭД».

Дорога проектировалась большей частью наземной — в виде скоростного трамвая с глубоким вводом в центр города. Строительство с началом войны было прекращено.

В послевоенные годы проблема городского транспорта встала особенно остро, особенно для жителей многочисленных и удаленных от центра Харькова районов. Естественно, строительство метрополитена как нельзя лучше отвечало желаниям населения и было им воспринято не только восторженно, но и с чувством особой заботы и желания оказывать такому нужному для всех и каждого делу всяческое содействие.

При активном руководстве областного, городского комитетов партии разумно использовалась помощь многочисленных организаций города, а в некоторых случаях практиковалось непосредственное участие населения, трудовых коллективов в работах на важнейшем пусковом объекте 9-й пятилетки.

Как известно, строительство метрополитена в Харькове сопряжено с большими трудностями. В частности, проходка тоннелей, станций велась в

сложных гидрогеологических условиях, под железными дорогами, различными городскими зданиями и сооружениями, рекой Лопань.

Творческое содружество ученых, архитекторов, художников, инженеров в создании Харьковского метрополитена осуществлялось несколькими путями. Широко практиковались творческие дискуссии и обсуждения различных вопросов строительства. Особое внимание было уделено выбору специальных способов проходки и транспортных схем движения. Проводились конкурсы на лучшее архитектурно-художественное оформление метровокзалов. Организовывались выставки лучших работ.

Ученые, архитекторы, художники, инженеры регулярно бывали на строящихся станциях, в забоях. Встречи со строителями были серьезными и полезными. Можно сказать, на строящемся метрополитене побывали почти все академики, члены-корреспонденты АН УССР, известные деятели науки и техники города.

Содружество и взаимосвязь творческих коллективов разного профиля знаний и компетентности принесло хорошие плоды. Большой вклад внесли секции харьковского Дома ученых — горно-геологическая и городского движения и транспорта, областные организации Союза архитекторов УССР и Союза художников УССР, Харьков-

ские правления научно-технических обществ — стройиндустрии и горного. Их усилия позволили более широко применить на проходке тоннелей способ водопонижения (наиболее простой и дешевый), планомерно, по годовым планам проводить конференции по вопросам проблем городского наземного транспорта в увязке с метрополитеном. Одна из них прошла в ноябре 1978 г. Тема конференции «Градостроительные проблемы и метрополитен».

По станциям «Южный вокзал», «Центральный рынок», «Советская», «Проспект Гагарина», «Спортивная», «Завод Малышева», «Московский проспект» объявлялись открытые конкурсы, которые помогли полнее раскрыть архитектурный образ подземных интерьеров. Зодчие Харьковметропроекта, Харьковпроекта и других проектных институтов совместно с участниками конкурсов по-деловому с критических позиций рассматривали предлагаемые решения. В результате, на наш взгляд, станции харьковского метрополитена в конечном итоге получились самобытными, отвечающими требованиям современности. Нашим архитекторам удалось добиться выразительности и простоты. Неповторимостью, образностью впечатляет станция «Советская», которая расположена на исторической площади, где в 1918 г. в одном из зданий была провозглашена Советская власть на Украине.

Организовано, по плану, осуществлялись творческие командировки в города, где строятся метрополитены, для изучения опыта.

Многое принесла практическая помощь науки стройке. Ее оказывали на договорных началах: строительный институт (ХИСИ), Всесоюзный научно-исследовательский институт организации и механизации шахтного строительства (ВНИИОМШС), проектно-научно-исследовательский институт промышленного строительства



(ПромстройНИИпроект), Южгипроцемент.

Значительный технико-экономический эффект принесло применение быстросхватывающего расширяющегося цемента.

В заключение представляется целесообразным сказать о некоторых недостатках в нашей общей деятельности по ускорению строительства, качественному улучшению всех его технико-экономических показателей. Нам кажется, нельзя допускать, без серьезных на то оснований, отступлений от проекта. В Харькове, к сожалению, это имело место.

Важную роль в городском наземном транспорте, как известно, играют подземные переходы. В Харькове их строительству пока не уделяется должного внимания. Переходов сооружается очень мало. Иногда их прокладывают не там, где они весьма и весьма нужны.

Считаем, что управлению архитектуры города следует разработать перспективный план строительства подземных переходов. Средства на их сооружение должны выделять организации и заводы, расположенные вблизи. Генеральным подрядчиком в городе по строительству подземных переходов может стать Харьковметрострой.

**Д. КАЛЬНОЙ,**  
председатель областного отделения  
Союза архитекторов УССР;  
**О. ПОДДУБНАЯ,**  
директор Дома ученых;  
**А. НИКОЛАЕНКО,**  
руководитель горногеологической  
научной секции Дома ученых



## НОВОСТИ

● В столице, на пересечении Дмитровского и Коровинского шоссе, заложен учебно-производственный комплекс Московского метростроя. Его проект выполнен зодчими и инженерами 3-й мастерской «Моспроекта-1» в сотрудничестве с другими организациями. Комплекс займет площадь более семи гектаров. В его составе — 22-этажное общежитие, корпус технической школы, спортивные сооружения. Предусмотрены помещения для музея Мосметростроя. Намечено создать полигон горнопроходческого оборудования.

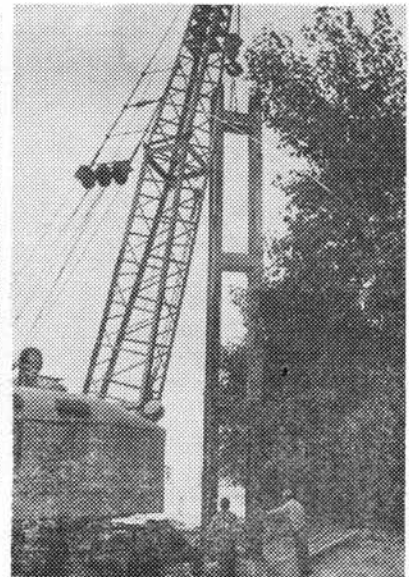
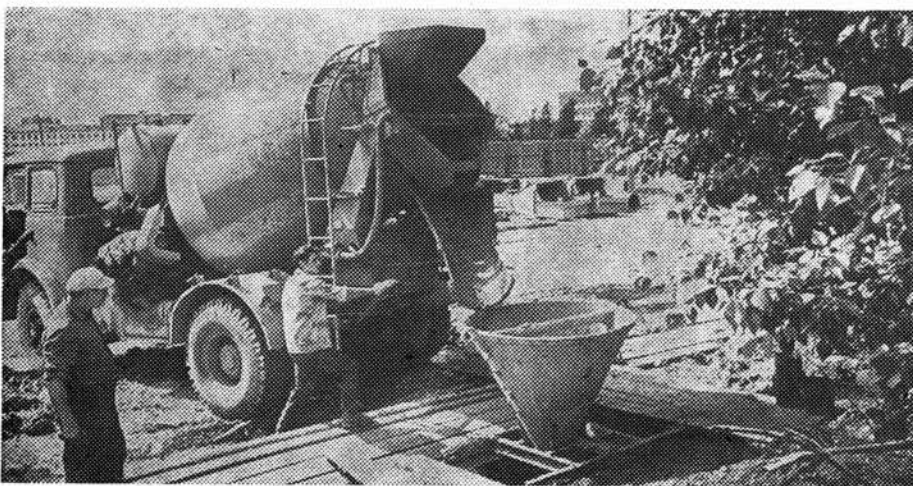
● В нашей стране побывала большая группа метростроевцев братской Болгарии. Гости изучали советский опыт строительства подземных трасс, знакомились с техническими новинками. Сейчас в Софии создается промышленная база для сооружения метро. Возводятся компрессорная станция, завод запасных частей, ремонтное производство, предприятие по выпуску железобетонных конструкций. В 1980 году начнется прокладка линии Со-

фийского метрополитена длиной 52 километра.

● На 15 станциях Московского метрополитена, а также в Ленинграде, Киеве, Тбилиси и Харькове установлены автоматические системы телеконтроля за составом атмосферы в тоннелях и подземных залах. Аппаратура разработана Институтом теплофизики Академии наук Украинской ССР. С помощью датчиков собираются данные о микроклимате в метро, которые затем обрабатываются в информационном центре.

● На Киевском метрополитене введен новый график движения поездов. Он разработан на основе анализа пассажиропотоков. Повышены скорости движения поездов. А на станциях «Крещатик» и «Арсенал» ускорили свой бег эскалаторы. Новый график бережет людям время — около 10 тысяч чел./час. в сутки. Ныне ежедневно метро в Киеве перевозит свыше 700 000 пассажиров.

● В настоящее время для расчета тоннельной обделки в виде свободно опирающегося на породу свода используются большие ЭВМ («Минск-32» и другие). Такой техникой располагают далеко не все строительные организации. Заведующий кафедрой тоннелей и метрополитенов Грузинского политехнического института имени В. И. Ленина доктор технических наук А. П. Даушвили предложил метод расчета обделки на ЭВМ «Наири-2». Составлена соответствующая программа для электронно-вычислительной машины. Время счета — около 1 минуты.



Сооружение станции «Севастопольская» Серпуховского радиуса методом «стена в грунте». На снимках: заливка бетона и опускание металлических каркасов.



## КАК ПРОСЧИТАЛИСЬ ЗАРУБЕЖНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ

**В. МАКОВСКИЙ,**  
профессор, доктор технических наук, лауреат Государственной премии СССР

Никакие доводы иностранных специалистов не могли остановить смелый и решительный курс на создание технического проекта первого советского метрополитена. Развернулись геолого-разведочные работы по всей трассе, велись изыскания и научные исследования, связанные с проектированием и решением производственных проблем.

Трудами наших крупнейших ученых А. А. Скочинского, А. М. Терпигорева, Н. Н. Давиденкова, А. В. Ливеровского, В. Л. Николая, А. А. Пассека, П. П. Ротерта, Ф. П. Саваренского, П. М. Цимбаревича и других были заложены научные основополагающие направления развития отечественного метрополитена.

Американский инженер Джордж Морган заявлял, что скорость щитовой проходки составит 1 м/сутки. Когда комсомольцы практически опрокинули расчеты иностранцев, заокеанский специалист вынужден был признаться: «Мои расчеты в отношении грунта, самого щита, давления сжатого воздуха подтвердились, но я недооценил человеческий материал — я ошибся в людях».

История строительства, как в фокусе, отражает основные направления, пути решения сложных инженерных проблем и творческую активную деятельность многотысячного коллектива Метростроя, успешно создавшего величественное инженерное сооружение — лучший в мире Московский метрополитен им. В. И. Ленина.

В КОНЦЕ 1932 года наступил ответственный этап на строительстве метро в Москве — разработка технического проекта и составление рабочих чертежей. На трассе началась проходка шахтных стволов подходов подземных выработок, оборудование горных комплексов.

В этот период на Метрострой к начальнику строительства Павлу Павловичу Ротерту с визитом явился известный английский писатель Герберт Уэллс, который чрезвычайно интересовался вопросами проектирования и строительства метрополитена. В ходе беседы он резко высказал ряд скептических положений о том, что без иностранной помощи, в частности без английских щитов и тубингов, решить поставленную проблему нашими собственными ресурсами невозможно. Говорил также, что это все — попытка с негодными средствами и чуть ли не советская фантазия. И его убеждение будто бы подкрепляется мнением английских специалистов, которые провели экспертизу советского проекта.

П. П. Ротерт убедительно показал, что здесь нет фантазии, а есть воплощающаяся в жизнь реальность и если писатель желает во всем убедиться, то его пригласят спуститься в забой тоннельных выработок.

Герберт Уэллс заявил, что он с удовольствием воспользуется любезным приглашением и в 14 часов следующего дня готов познакомиться с шахтой.

Ровно в назначенное время пришли мы в гостиницу «Националь», где остановился Герберт Уэллс. К нам вышел его секретарь и заявил, что мистеру писателю нездоровится и он, к сожалению, сегодня не сможет посмотреть работу Метростроя. В последующие дни желание спуститься под землю растворилось вовсе.

Никакие доводы иностранных спе-

циалистов не могли остановить смелый и решительный курс на создание технического проекта первого советского метрополитена. Развернулись геолого-разведочные работы по всей трассе, велись изыскания и научные исследования, связанные с проектированием и решением производственных проблем.

Бпервые в нашей стране проектировался сложный комплекс тоннельных сооружений в виде подземных станций крупных сечений, эскалаторных, перегонных, однопутных и двухпутных подводных тоннелей, растробов, переходных камер переменного сечения, тоннельных пересечений, тоннелей вентиляции, санитарно-технических и электротехнических устройств. Следует сказать, что проектирование сооружений требовало творческих поисков, создания и разработки целого ряда разнообразных видов подземных конструкций и методов работ, обусловленных необходимостью преодоления природных трудностей, не имевших precedентов в зарубежной практике. Огромную роль сыграл специально организованный из крупнейших ученых и инженеров комитет научно-технического содействия Метрострою. Его председатель академик Г. М. Кржижановский отметил: «Всем ясно, что мы здесь имеем дело с таким сооружением практического значения, которое важно не только для Москвы, но и для всей нашей страны. Это строительство такого масштаба, что на него обращено внимание не только нашей страны, но и всего мира. Трудности, конечно, у нас большие, но мы должны еще помнить, что мы находимся в обстановке, когда надо экономить и средства и силы, поэтому задача инженеров — подойти к этому вопросу не только с точки зрения технического решения вопроса, но и с точки зрения экономической».

Трудами наших крупнейших ученых А. А. Скочинского, А. М. Терпигорева, Н. Н. Давиденкова, В. М. Келдыша, А. В. Ливеровского, В. Л. Николаи, А. А. Пассека, П. П. Ротерта, Ф. П. Саваренского, П. М. Цимбаревича и других были заложены основополагающие направления развития отечественного метростроения. Принятые для проектирования, они были успешно реализованы в процессе строительства. Проектирование велось силами Метропроекта, организованного на базе технического отдела Метростроя. Одной из сложных проблем представлялось тогда сооружение подземных трехсводчатых станций метрополитена шириной выработки 32 м и высотой 13 м, заложенных на большой глубине под мощной водоносной толщей грунтов пльвунного характера, под значительным горным и гидростатическим давлением. Выявилась необходимость проведения теоретических исследований и экспериментов для прогноза характера распределения и установления величины горного давления на тоннельные конструкции, а также гидростатического давления на внутренние гидроизоляционные оболочки. Эти исследования велись НИС Метростроя и Метропроектом при консультации профессора Н. Н. Давиденкова.

При проектировании станций «Красные ворота», «Кировская», «Дзержинская», «Охотный ряд» не ограничивались расчетами несущей способности конструкции законченного сооружения. Проверялась устойчивость отдельных элементов тоннелей по фазам производства работ. Нагрузка на каждый из пилонов некоторых станций была весьма высокой и достигала 3300 т. Особое внимание уделялось качеству работ.

Весьма сложным было проектирование односводчатой станции «Библиотека Ленина» пролетом выработки 19,8 м и высотой 11,7 м, заложенной в неустойчивых песчаных отложениях, успешно сооруженной модернизированным горным методом опорного ядра.

При пересечении неустойчивых пльвунных грунтов, заполняющих подземное староречье р. Ольховки на переходном участке из мелкого заложения тоннелей на глубокое при расположенных вблизи трассы многоэтажных зданиях, было запроектировано применение специальных способов работ в виде горизонтальной проходки горным способом под сжатым

воздухом в сочетании с искусственным замораживанием грунтов.

Эти методы применялись и на ряде других участков трассы, например, у здания Московского университета на Моховой улице.

С исключительными трудностями было связано проектное решение задачи сооружения наклонных, под углом 30°, эскалаторных тоннелей диаметром 8,5 м с обделкой из чугунных тубингов. Впервые в практике метростроения было предпринято бурение наклонных замораживающих скважин.

Успешно провели работы методом «наклонного замораживания», который нашел в дальнейшем широкое применение в отечественном метростроении.

Сооружение 2-х перегонных тоннелей через пльвунные отложения, заполнявшие подземное староречье Неглинки под Театральной площадью было запроектировано впервые с применением двух проходческих щитов под сжатым воздухом со сборной обделкой из железобетонных блоков, с внутренней гидроизоляционной оболочкой.

Следует отметить, что при рассмотрении проекта иностранные эксперты утверждали, что скорость щитовой проходки тоннеля в указанных условиях не превысит 0,75 м в сутки. Однако метростроевцы комсомольской шахты № 12 достигли скорости 4,5 м. Так была практически доказана несостоятельность прогноза иностранных специалистов.

Американский инженер Джордж Морган заявлял, что скорость щитовой проходки составит 1 м/сутки. Когда комсомольцы практически опровергли расчеты иностранцев, заокеанский специалист вынужден был признаться: «Мои расчеты в отношении грунта, самого щита, давления сжатого воздуха подтвердились, но я недооценил человеческий материал — я ошибся в людях. Я должен отметить смелость и энергию комсомольской молодежи, никогда в жизни не видевшей щита, работающего под давлением 2,3 атм. в смешанных грунтах (пльвуны в кровле и известняки в основании — наихудшая комбинация, которой боятся все тоннельщики). Они шли вперед, не уменьшая скорости и не ослабляя борьбы за качество готового тоннеля».

История строительства, как в фокусе, отражает основные направления, пути решения сложных инженерных проблем и творческую активную деятельность многотысячного коллектива Метростроя.



ГОД  
ЗА ГОДОМ

1937

● В марте сдан в эксплуатацию участок протяженностью 2,6 км от Смоленской площади до Киевского вокзала с мостом через Москву-реку и станцией «Киевская».

1938

● В марте вступила в строй линия «Площадь Революции» — «Курская» протяженностью 2,4 км.

● В сентябре сдана в эксплуатацию линия Горьковского радиуса от «Площади Свердлова» до «Сокола». Ее длина — 9,6 км. Этим была завершена вторая очередь строительства метро.

● Станция Горьковского радиуса «Маяковская» — первая на Московском метро колонного типа. В 1939 году она получила «Гран при» на Всемирной выставке в Париже.

● Переходный участок от глубокого заложения к мелкому между ст. «Динамо» и «Аэропорт» ввиду неблагоприятных гидрогеологических условий сооружался щитами под сжатым воздухом.



На снимке: ученые П. Будников, Э. Юдович, В. Шевяков и А. Скочинский вместе с начальником Метростроя П. Ротертом и главным инженером А. Танкиевичем знакомятся с ходом работ под Таганской площадью.

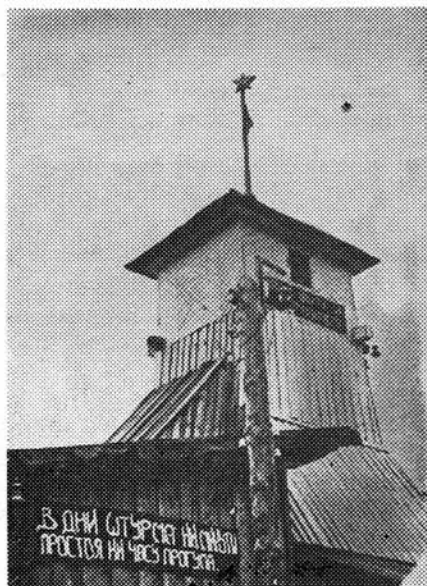
● В период строительства второй очереди заложены основы прогрессивной техники отечественного метростроения. На трассе двух радиусов одновременно работали 30 перегонных и 12 станционных щитов. Были созданы условия для максимальной механизации. Благодаря этому отпала необходимость в трудоемкой работе по устройству временной крепи. Монтаж обделки осуществлялся тубингоукладчиками.



Первый метромост на перегоне «Смоленская» — «Киевская»

● В результате улучшения технологии и внедрения техники поднялась производительность труда. Затраты времени на сооружение одного метра тоннеля на основных процессах снизились до 249 чел.час, в два с лишним раза меньше, чем на первой очереди. На 30% уменьшилась стоимость работ.

● Длина второй очереди превысила на 3,3 километра первую.



На строительстве первой очереди — появление звезды на копре шахты означает выполнение принятых обязательств.



## В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОВЕТЕ

**НА СЕКЦИИ** строительства тоннелей и метрополитенов обсуждено руководство по применению анкеров на пласторастворах для крепления выработок транспортных тоннелей.

Оно разработано в развитие глав СНиП 44-77, ВСН 126-78 «Инструкция по применению анкеров и набрызг-бетона в качестве временной крепи выработок транспортных тоннелей» ЦНИИСом при участии СибЦИИИСа, Тындинской мерзлотной станции, Армтоннельстроя, Бамтоннельстроя и Института химии высокомолекулярных соединений АН УССР на основе экспериментальных исследований в лабораториях, стендовых и производственных условиях на Байкальском и Меградзорском тоннелях, а также анализа и использования отечественного и зарубежного опыта возведения сталеполлимерной крепи.

Временное крепление тоннельных выработок в породах устойчивых и средней устойчивости с коэффициентом 4 в настоящее время производится преимущественно облегченными типами крепи — металлической клинщелевой и железобетонной.

Основными недостатками наиболее распространенных в практике клинщелевых и железобетонных анкеров, ограничивающих их применение, являются: точечное (замковое) закрепление в шпуре, не позволяющее их применять в сильно трещиноватых породах, и ослабление натяжения со временем, наличие «мокрых» процессов при установке и медленный набор прочности цементно-песчаного раствора железобетонных анкеров, что не дает возможности вести взрывные работы ранее чем через 6 часов после их установки. Анкеры на пласторастворах, закрепляемые в породе по всей длине шпура либо в его донной части раст-

ворами на основе синтетических смол, свободны от подобных недостатков. Их установка, кроме того, менее трудоемка и поддается механизации.

Анкеры на пласторастворах состоят из ампулы с закрепляющим составом и армирующего стержня, снабженного уплотнительной манжетой, предотвращающей вытекание раствора до его затвердения.

Ампула с закрепляющим синтетическим раствором состоит из полиэтиленовой или стеклянной оболочки, внутри которой находится вязущее (смола), наполнитель (песок) и стеклянная пробирка (или внутренняя полиэтиленовая оболочка) с отвердителем. При необходимости его компонентами могут быть ускорители, пластификаторы, поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые вводятся вместе со смолой и наполнителем или находятся в специальной пробирке. Конструкции уплотнительных манжет выполняются из резины и капрона.

В «Руководстве» указаны эффективные закрепляющие растворы на основе эпоксидных смол, рекомендуемые для пород с температурой более  $+10^{\circ}\text{C}$  и коэффициентом крепости  $\geq 2$ , и на основе полиэфирных смол — для пород с температурой  $\geq -5^{\circ}\text{C}$  и коэффициентом крепости  $\geq 2$ .

Для обеспечения разрыва оболочки ампулы и надежного перемешивания компонентов закрепляющего раствора установлены армирующие стержни для точечного закрепления анкера и по всей длине шпура.

Предусмотрены также средства механизации для установки анкерной крепи. Среди них — пневмосверла и пневмоподдержки, бурильные молотки РД-100, установленные на буровом агрегате фирмы «Фурукава».

Стоимость крепи из анкеров на пласторастворах близка к стоимости металлических клинщелевых, а трудо-

емкость их установки на 20—30% меньше. Однако в транспортном тоннельном строении она применяется в больших объемах ввиду сравнительно высокой стоимости закрепляющих растворов и отсутствия средств для массового изготовления анкеров.

Секция одобрила «Руководство» и признала целесообразным после корректировки по замечаниям рецензирующих организаций и оппонента издать его.

ЦНИИСу рекомендовано продолжить изыскания эффективных закрепляющих составов, особенно для обводненных условий и низких температур грунта, и создание оборудования для механизированного изготовления элементов анкерной крепи.

**Обсуждено ТЭО строительства участка Невско-Василеостровской линии Ленинградского метрополитена от «Площади Ал. Невского» до «Улицы Дыбенко». Оно разработано Ленметрогипротрансом.**

Предполагается соорудить 5 станций. В соответствии с заданием трасса запроектирована в двух основных вариантах: глубокого (три подварианта) и мелкого заложения (два подварианта). Первые отличаются в основном расположением узла примыкания к действующей Невско-Василеостровской линии и длиной перегона «Площадь Ал. Невского» — «Новочеркасская». В связи с плотной городской застройкой Новочеркасской площади вестибюль станции «Новочеркасская» принят подземным комплексом переходов.

По вариантам мелкого заложения, названным 1-а и 1-б, участок от «Площади Ал. Невского» до «Новочеркасской» в связи с необходимостью пересечения Невы проходит глубоким заложением, а за «Новочеркасской» уклоном 50‰ поднимается к улице Дыбенко возведением трех станций мелкого заложения. При этом по варианту 1-а перегонные тоннели сооружаются закрытым способом, а по 1-б — в открытых котлованах.

Для определения инженерно-геологической характеристики района строительства пробурено 12 разведочных скважин.

Сопоставив все варианты по инженерно-геологической характеристике, Ленметрогипротранс обосновывает расположение трассы по вариантам глубокого заложения.

Конструкции и для глубокого, и для мелкого заложения — колонные и одностовчатые. Перегонные тоннели сооружаются, в основном, с примени-

ем обделок, обжатых в породу с разжатием в лотке. На некоторых участках приняты обделки из чугуна и усиленные из железобетона.

В ТЭО учтено соответствующее выполнение работ по архитектуре, приводятся основные положения по электроснабжению, сантехническим устройствам, системам КСАУП и телемеханики.

Разработаны мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и охране труда.

Для строительства предусмотрено 15 площадок: 5 — для рабочих стволов, 5 — для наклонных ходов, 5 — для вентстволов.

Сооружение перегонных тоннелей предполагается механизированными щитовыми комплексами КТ-1-5,6 с обделкой, обжатой в породу.

График строительства предусматривает завершение работ за 4 года.

Из рассмотренных вариантов глубокого заложения Ленметрогипротрансом рекомендуется вариант 1, в котором осуществлено примыкание новой станции «Площадь Ал. Невского» под

углом к существующей с организацией в середине и в торце обеих станций пересадочных устройств.

Вся линия метрополитена по варианту 1 располагается в толще протерозойских глин, в среде наиболее благоприятной для строительства метрополитена в Ленинграде.

Секция одобрила разработанное Ленметрогипротрансом ТЭО строительства участка Невско-Василеостровской линии метрополитена от ст. «Площадь Ал. Невского» до ст. «Улица Дыбенко» и рекомендовала его к утверждению.

Учитывая полноту проработки ТЭО, Главтранспроекту рекомендовано рассмотреть целесообразность разработки 2-стадийного проекта участка линии метрополитена от ст. «Площадь Ал. Невского» до «Улицы Дыбенко»: ТЭО — рабочие чертежи, а Ленметрогипротрансу — уточнить стоимость строительства участка, подробно расшрифровав смету.

**Л. БОЛТЕНКОВА,**  
ученый секретарь  
Научно-технического совета

## ПО ПАТЕНТУ ПРИРОДЫ

**СТРОИТЕЛИ** метро имеют такой большой опыт, что их трудно удивить какими-либо новыми предложениями. Тем не менее любопытно и, по-видимому, полезно взглянуть на окружающий нас живой мир, часть которого занята подземным строительством.

В настоящее время сооружением своих убежищ в земле, прокладкой своеобразных путей связи на нашей планете занимается не менее сотни тысяч видов животных. И что ни вид, что ни разновидность — своя сноровка, свои приемы работы, своя система подземных убежищ и их конструкций. Вот, например, хомяки, живущие в степных и лесостепных райо-

нах юга Европы, Западной Сибири, Казахстана. Они строят норы с многочисленными отнорками-кладовыми, тоннелями и гнездовыми камерами на глубине, достигающей до 2,5 метров. К осени «закрома» заполняются зерном, картошкой, кукурузой, морковью и другими продуктами, вес запасов достигает 15—20 кг.

А вот сурки закапываются в землю на глубину до 5—7 м и строят на зиму гнездовую камеру объемом до 0,8 м<sup>3</sup> в непромерзаемом грунте. При этом убежища они разнообразят в зависимости от жизненных ситуаций. Если нора должна нести защитные функции, то она небольшая, с одним выходом, без гнездовой камеры. Если же

нора выводковая, летняя, то она образует сложной системой ходов с 6—15 выходами.

Типичный представитель землеройных — крот располагает систему убежищ на разных уровнях до 2—5 м от поверхности земли. Самка вокруг гнездовой камеры устраивает замысловатую планировку из кольцевых и радиальных ходов. Назначение помещений различное. В их составе, как правило, имеется жилье, кладовые, санитарные узлы, коридоры (рис. 1).

Убежища, создаваемые в земле животными и другими организмами, в том числе водными и земноводными, давно привлекают внимание.

Архитекторов, например, интересует система пространственной организации убежищ. Она дает богатую пищу для фантазии, хотя, как известно, за историю зодчества перепробовано много планировочных вариантов. В первую очередь подземные постройки животных должны заинтересовать архитекторов, которые занимаются проектированием метро.

Если обратиться к мировому опыту строительства метрополитенов, то обнаруживается весьма ограниченное число типов функционально-планировочных решений. И, скажем прямо, до сих пор нерешен такой кардинальный вопрос, как разделение встречных потоков людей. В то же самое время можно обнаружить разнообразные системы «развязок», устраиваемые животными в подземном строи-

тельстве. Например, одной из таких систем могла бы быть двойная спираль, наблюдаемая в живой природе, с помощью которой перспективно, как нам думается, создавать систему загрузки и выгрузки в метро (рис. 2).

Мы далеки от мысли, что все архитектурно-планировочные проблемы метро можно решить, изучая подземное строительство, осуществляемое живыми организмами. Но в нем несомненно есть определенный комплекс полезных для архитектуры моментов.

С другой стороны интересны процессы-алгоритмы работы землероек и применяемые ими приемы. Их такое разнообразие, что этой пищи хватит надолго для изучения и размышления специалистам, занимающимся механизацией. Например, у чешуелопой кротоземлеройки скелет устроен в виде решетки, что придает особую прочность организму в процессе землеройных работ.

Оригинальные землеройные «инструменты» звездоноса. По размерам и своему виду он похож на обыкновенного крота, но отличается от него строением пяточка. Он у него сконструирован в виде жесткой зубчатки — звезды. Таким пяточком зверек может разрыхлить не только мягкий, но и скальный грунт, а также дробить лед. Взаимодействие «звезды» с большими по отношению к телу когтями-лапами помогает ему зарываться на большие глубины и организовывать сложную систему ходов.

Проходка под землей осуществляется за счет взаимодействия мышц-антагонистов (вагты) и приводимых ими в движение элементов скелета

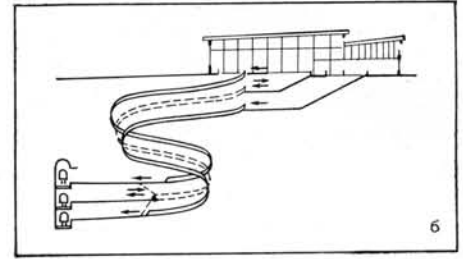
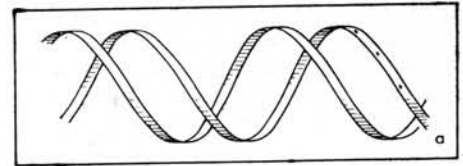


Рис. 2. Использование спирали для разделения коммуникаций движения веществ и проникновение спирали в твердые тела (бактериофаги):

а — спираль ДНК; б — спираль коммуникаций метро (пешеходное движение, эскалаторы; метод производства земляных работ).

(стержней), образующих кинетические цепи, а у морских организмов, врывающихся в грунт, совместной работы гидростатического скелета с мускулатурой. Эти системы можно сравнить с известными в технике механизмами, образующими комплекс, состоящий из источника энергии, приводящей в движение механизм, передаточного устройства (например, приводные ремни-аналоги мышц) и рабочего органа. В живой природе источник действия такого механизма представляет собой мало еще изученную и, по-видимому, сложную, хотя и очень эффективную биохимическую энергетическую систему. Более понятно устроены второй и третий элементы и в этом отношении они ближе к реализации в строительстве.

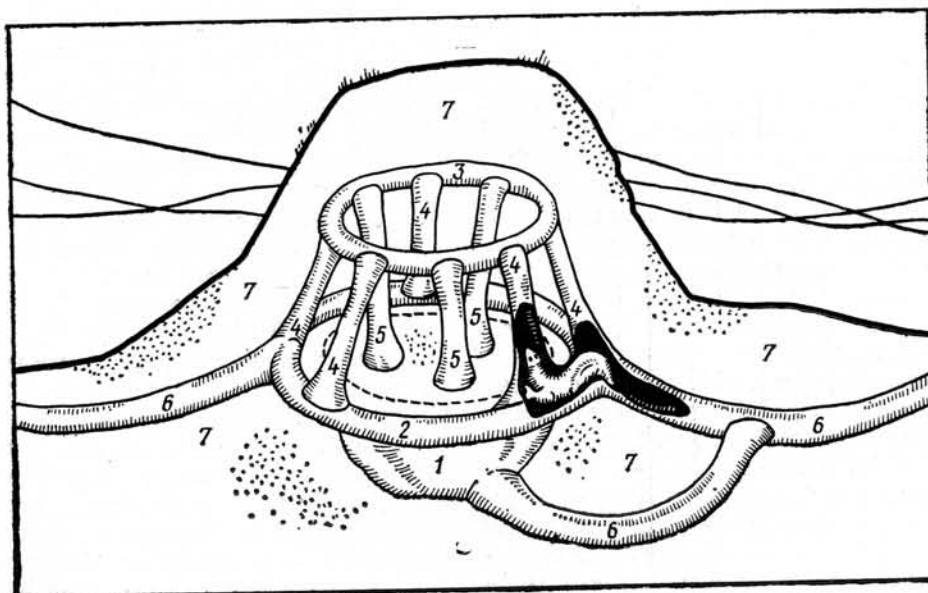
Животное — это универсальная машина. К рытью приспособлены формы тела и его элементы, через кожу выделяются смазочные вещества, способствующие лучшему скольжению и не только уплотнению, но и физическому преобразованию грунта. Особое устройство волосяного покрова помогает цементировать внутреннюю оболочку подземных ходов и помещений.

По-видимому, создание машины по патенту природы, управляемой дистанционно, одновременно выполняющей землеройную работу и производящей на основе грунта прочные материалы — идеал, к которому надо стремиться конструкторам, которые создают технику для строителей метро.

Ю. ЛЕБЕДЕВ,  
заведующий лабораторией  
архитектурной бионики ЦНИИТА

Рис. 1. Подземное жилище крота:

1 — гнездовье; 2 — нижнее кольцо коммуникаций; 3 — верхнее кольцо коммуникаций; 4, 5, 6 — ходы сообщения; 7 — насыпь-крепость.



## ПРОХОДКА ПОДВОДНОГО ТОННЕЛЯ С ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ГРУНТОВ

**В** МЕСТЕ пересечения новой линией Токийского метрополитена реки Токио строятся два подводных перегонных тоннеля по 231 м каждый. Они — двухпутные прямоугольного поперечного сечения, проходят параллельно на расстоянии 6,6 м и глубине 6 м под дном в толще несвязных гравелистых и илистых грунтов. Пролет — 13,38 и высота — 8,1 м. В каждом тоннеле предусмотрены два отсека для поездов и два канала для прокладки инженерных коммуникаций. Конструкции запроектированы из монолитного железобетона.

Береговые участки сооружают открытым способом, а подрусловую часть — закрытым с использованием тоннелепроходческой машины. Для стабилизации неустойчивых пород применили искусственное замораживание массива (размеры в плане 46,8×39,6 м и глубина 16,8 м). Общий объем замораживаемого грунта

— 35 тыс. м<sup>3</sup>. По контуру тоннелей, а также в пределах их поперечных сечений нужны были горизонтальные скважины (рис. 1). Их бурили из шахтных стволов, пройденных предварительно на обоих берегах реки. Из каждого пробурили 200 скважин глубиной по 24 м.

Затем в них поместили замораживающие колонки из закрытых с одной стороны стальных труб  $\varnothing$  100 мм и питательные трубки  $\varnothing$  40,6 мм. Первоначальная температура хладоносителя — 30°C, при возвращении на замораживающую станцию — 4°C.

В связи с тем, что грунт в центральной части тоннелей замораживается медленнее, чем по периферии, создается опасность смещений грунтового массива, образования трещин и пустот, где обычно скапливается вода. Чтобы избежать ее, в породу из шахтных стволов задавили 30 дренажных труб для перехвата избыточной поровой воды.

По дну реки уложили теплоизоляционное покрытие. Вначале произвели расчистку над будущими тоннелями, удалив метровый слой наносов, отсыпали песчаную подготовку, куда установили стальные двутавровые балки. По ним уложили 34 панели

(длина 15, ширина 3,9 м) из двух стальных листов, между которыми был помещен слой пенопласта. Все изделия укладывали под воду краном на глубину 3,9 м. Водолазы скрепляли их между собой болтами. Через панели пропустили трубы для замораживания верхних слоев. Работы осложнились наличием в месте проходки автотранспортной эстакады, железобетонные опоры которой расположены в 9 м от одной из стен тоннеля.

Пучение замороженных грунтов могло нарушить устойчивость опор. Чтобы избежать его, рядом со стеной будущего прогона из шахтных стволов пробурили 16 горизонтальных скважин. В них установили стальные трубы диаметром 60 см и длиной 45,6 м. Таким образом устроили защитную стенку. Она предотвратила замораживание грунта вблизи опор эстакады. Помимо этого у каждой из них устроили экраны из 80 стальных труб диаметром 20 см, установленных вертикально. По ним пропускали горячую воду, защищая опору и прилегающую породу от промерзания.

После того как заморозили грунт по трассе тоннеля, начали горнопроходческие работы. Ручные пневматические инструменты не привели к успеху. Решили применить малогабаритную тоннелепроходческую машину на гусеничном ходу со стреловым рабочим органом избирательного действия. Механизированные щиты и тоннельные машины роторного типа в данных условиях оказались неприемлемыми из-за свойств разрабатываемых пород, формы и размеров выработок.

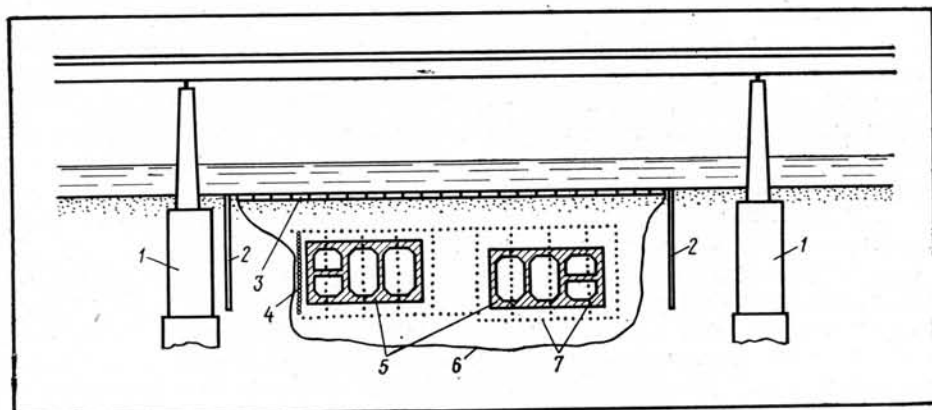
Проходку вели поочередно в несколько этапов многоштольневым способом, так как раскрытие выработки на полный профиль сопряжено с нарушением устойчивости массива. По мере проходки очередной штольни ее закрепляли по контуру стальными балками и дощатой затяжкой, после чего бетонировали часть тоннельной конструкции. Одновременно вели проходку одной из штолен соседнего тоннеля. При проходке второго яруса крепь опирали на забетонированные конструкции. Так были пройдены все 24 штольни.

Работы по строительству подводного тоннеля, которые выполняет компания Tekken Construction Co. (Токио), начаты в мае 1975 г. и должны завершиться в нынешнем году.

**Л. МАКОВСКИЙ,**  
канд техн. наук

Рис. 1. Схема расположения замораживающих скважин и защитных экранов:

1 — опора эстакады; 2 — экран из вертикальных труб; 3 — теплоизоляционное покрытие; 4 — экран из горизонтальных труб; 5 — тоннели; 6 — контур замороженного грунта; 7 — замораживающие скважины



# МЕТРОПОЛИТЕН МЮНХЕНА

**М**ЕТРОПОЛИТЕН и железные дороги Мюнхена, города с 2-миллионным населением, автономны.

Протяженность подземной скоростной трассы 16 км. Метрополитен представляет собой одну линию с вилочным разветвлением на периферии. Первый участок введен в эксплуатацию в 1971 г., последующие в 1972 и 1974 гг. Линия построена под шестивагонные составы (длина платформ 120 м) с нижним токообразованием (постоянный ток напряжением 750 вольт). В настоящее время на метрополитене эксплуатируются четырехвагонные составы с минимальным интервалом движения 2—2,5 мин.

На трассе 16 станций с перегонными туннелями между ними подземные и 3 на периферии с прилегающими перегонами — наземные. Первые — мелкого заложения. Их заглубление, как правило, не превышает 7,5—10 м и лишь в отдельных случаях достигает 20—25 м.

Инженерно-геологические условия мюнхенского метрополитена сложные. На глубину 4—7 м (в отдельных случаях до 15 м) распространяются четвертичные отложения: галечники с включением слоев глины и водонасыщенного песка. Ниже простираются отложения третичного периода, представленные глиной полутвердой консистенции с линзами водонасыщенных песков, глинистых и известковых мергелей с различным содержанием известняка, а также уплотненными водоносными мелко- и среднезернистыми песками. Грунты осушались сложной системой водопонизительных скважин и установок.

В Мюнхене строится еще две линии также с вилочным развитием на периферии.

На эксплуатирующейся трассе 15 подземных станций сооружались открытым способом и 1 (центральная) — закрытым. Проходка перегонных туннелей шла как закрытым щито-

вым способом (в центре), так и открытым.

Конструкции всех станций и перегонных туннелей — при открытом способе работ — из монолитного железобетона. Лишь отдельные части внутренних конструкций выполняются сборными.

Толщина монолитной железобетонной конструкции 40—90 см и по массе более чем в 2 раза превышает применяемые у нас.

При открытом способе котлованы крепятся стеной из буронабивных свай, металлическими сваями с затяжкой между ними и металлическим шпунтом. Одно из основных элементов крепления — анкерное, в отдельных случаях металлическими расстрелами. Литой бетон для конструкций станций и перегонных туннелей доставляется к месту укладки в миксерах — автоцистернах с механическими смесителями. В качестве инвентарной опалубки применяются деревянные щиты из брусев, обшитых фанерой. Иногда они навешиваются на металлические тележки и используются как передвижные опалубки.

В центре города при весьма густой застройке отдельные участки проходят в непосредственной близости от зданий или под ними. Тогда дома подхватываются на железобетонные балки или плиты, опертые по краям на буронабивные сваи. Под их защитой возводится независимая конструкция туннеля.

Центральный метровокзал состоит из двух путевых прогонов с платформами и расположенного в торце общего зала с выходом на поверхность и пересадкой на станцию городской железной дороги. Туннели сооружались многостольевым способом опертого свода с внутренней гидроизоляции и защитной железобетонной рубашкой. Общий зал с выходом и пересадкой возводился из монолитного железобетона в котловане с креплением стен.

Перегонные туннели закрытого способа сооружались механизированным щитом с монтажом обделки из четырех гладких железобетонных блоков и последующим нанесением на них внутренней гидроизоляции, защищаемой железобетонной рубашкой. Торцы блоков из двух плоскостей расположены под тупым углом друг к другу, благодаря чему при монтаже обделки их установка (через один) ведется со смещением на половину ширины кольца.

На строящихся линиях метрополи-

тена применен новый тип конструкции из восьми ребристых, водонепроницаемых, железобетонных блоков с болтовыми соединениями между ними и одного замкового вкладыша (рис. 1). Водонепроницаемость достигается установкой в стыки обжимаемой профильной резины, пластиковых прокладок и чеканки швов.

Заслуживает внимания проходка двухпутных и однопутных перегонных туннелей горным способом, а также строительство в центре Мюнхена отдельных станций полуоткрытым. Горным способом проходка двухпутного перегонного туннеля ведется раскрытием двух боковых штолен большого сечения с временным арочно-анкерным креплением и применением между ними шпирцебетонного покрытия. Затем с креплением свода раскрывается средняя часть туннеля. Под прикрытием временного крепления возводится постоянная монолитная железобетонная обделка. Однопутный перегонный туннель сооружается горным способом на полное сечение с аналогичным арочно-анкерным креплением.

При полуоткрытом способе (рис. 2) путевые туннели станции являются продолжением перегонных туннелей с обделкой, применяемой для них, и сооружаются щитами при проходке примыкающих к станции туннелей. Затем на участке среднего зала раскрывается котлован со свайным ограждением стен, откуда последовательными боковыми заходками вскрывается обделка путевых туннелей. Часть блоков, вскрытых из котлована, разбирается, и в нем возводятся нижняя и верхняя железобетонные плиты основания и перекрытия среднего зала станции с колоннами между ними. На этот период конструкция путевых прогонов раскрепляется специальными устройствами как изнутри, так и со стороны котлована. Путь метрополитена на деревянных шпалах традиционно укладывается на щебеночный балласт. Крепление рельса к шпале раздельное, через металлическую подкладку и резиновую прокладку.

На участках, расположенных в непосредственной близости от зданий или под ними, предусматриваются мероприятия для уменьшения шума и вибрации от поездов. Так, на одном из действующих отрезков, сооруженном под музыкальной школой (длина около 120 м), каждый путь уложен в монолитное железобетонное корыто, опертое на четыре амортизационные резиновые полосы толщиной 40 мм.



На строящихся линиях, расположенных вблизи зданий или под ними, путь на щебеночном балласте укладывается либо на сварные, трехслойные, резиновые маты толщиной 22 м, либо в сборные железобетонные корыта из элементов шириной 2 м. Последние устанавливаются на резиновые амортизирующие подкладки в 40 мм.

Следует отметить, что уменьшению шума и вибрации как внутри тоннелей, так и в зданиях, расположенных вблизи метрополитена, способствуют:

традиционная укладка пути на щебеночный балласт;

укладка резиновых прокладок под рельсовые нитки;

ежемесячная шлифовка рельсов специальным вагоном;

сооружение при открытом способе работ конструкций из монолитного железобетона значительной массы;

возведение тоннелей под зданиями, независимыми от подхватывающих их конструкций.

Для уменьшения шума от останавливающихся поездов на некоторых станциях применяется подвесной потолок из перфорированных алюминиевых полос или плит, а за облицовку стен из декорированных алюминиевых панелей укладываются маты из полиуретана или другого шумопоглощающего материала.

**А. МАКЕЕВ,**  
канд. техн. наук;

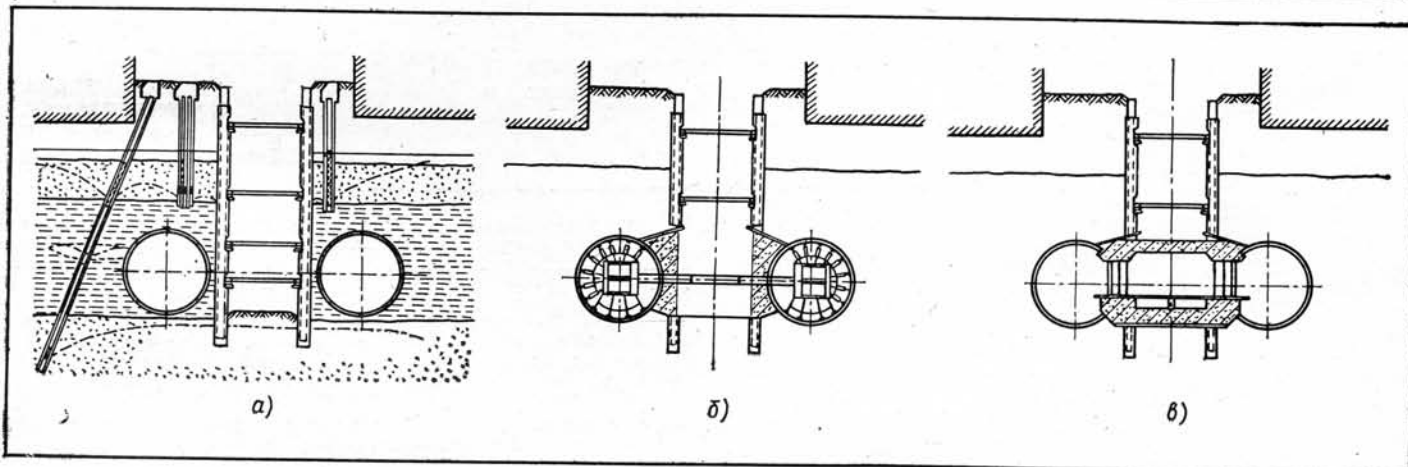
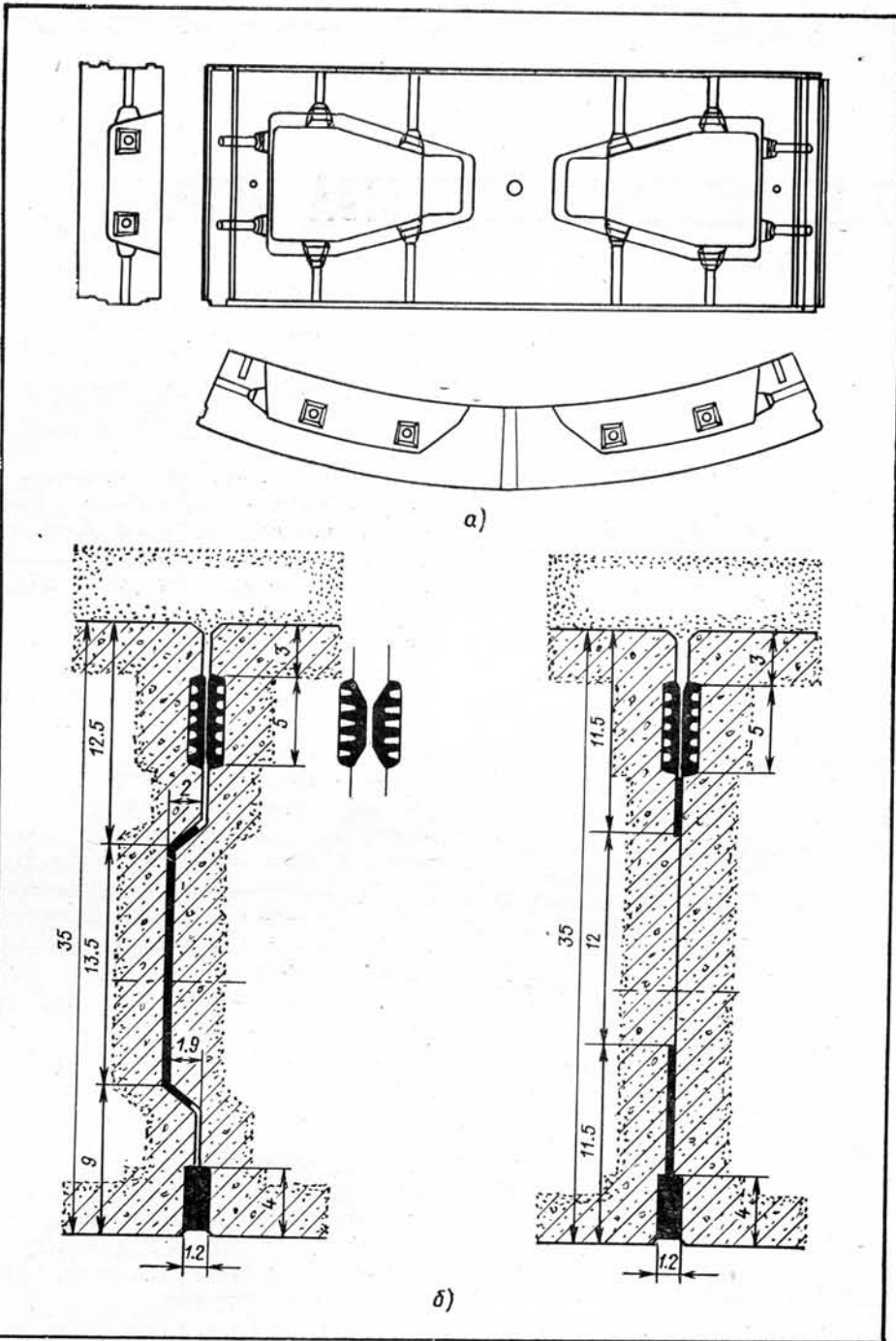
**Г. МОЛОДЦОВ, В. СОЛОВЬЕВ,**  
инженеры

*Рис. 1. Сборная железобетонная отделка из ребристых блоков со связями и резиновыми прокладками в стыках:*

*а — железобетонный блок; б — водонепроницаемый стык с резиновой и пластиковой подкладками*

*Рис. 2. Сооружение станции — полуоткрытым способом:*

*а — проходка путевых тоннелей и раскрытие котлована между ними; б — раскрытие выработок под сооружение среднего зала; в — возведение конструкции среднего зала станции*



## О СПОСОБАХ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРО В ПАРИЖЕ

В О ФРАНЦИИ ведется планомерное развитие сети пассажирских сообщений для обслуживания региона Париж-Иль-де-Франс с населением свыше 10 млн. человек. Это вызвано тем, что 40% работающих здесь занято на предприятиях, расположенных в центре французской столицы.

В настоящее время эксплуатируется 14 линий городского метрополитена общей протяженностью 183,4 км, а также железнодорожные пригородного экспрессного сообщения длиной 92,1 км. Они образуют единую сеть с многочисленными пересадочными станциями, которые сокращают время поездок в пределах региона до минимума.

При строительстве метро применяются самые разнообразные, оптимальные для местных условий способы производства работ. В районах сплошной городской застройки в Париже тоннели сооружаются закрытым способом в основном с помощью стреловых проходческих комбайнов фирмы Фэст-Альпин (Австрия). Для проходки перегонных тоннелей в крепких известняках на участке «Шателе» — «Лионский вокзал» общей длиной 5100 м использовался роторный комбайн диаметром 7 м фирмы Роббинс (США). Он позволил добиться высоких темпов проходки — 20 м в день при двух сменах. Кроме того, в Париже работают комплексы той же фирмы диаметром 10,2 м и фирмы Унибо (Франция) диаметром 3 м.

Традиционный буровзрывной способ, недостатками которого являются высокая стоимость и неудовлетворительные скорости проходки, используется только при сооружении коротких участков. Но и он постоянно совершенствуется. Так, в целях предохранения поверхности, а также для максимально возможного сокращения переборов породы разработан и вне-

рен способ буровзрывной проходки с предварительной подрезкой щели по контуру проектного сечения. Для него фирмой Сипремек специально сконструирована самоходная порталная установка с баровым исполнительным органом, дающим возможность нарезать щели глубиной до 1,90 м и шириной 8 см. Метод был применен для строительства перегонных тоннелей диаметром 5,7 м.

Инженерно-геологические условия Парижа характеризуются преобладанием слабых аллювиальных грунтов и высоким уровнем подземных вод. Поскольку систематическое применение водопонижения в условиях сплошной застройки могло бы повлечь за собой осадки поверхности, широко используется метод химического закрепления грунтов.

При проходке в слабоустойчивых породах большое внимание уделяется использованию оптимальных способов крепления тоннелей. Например, металлическая арочная крепь применяется в сочетании с передвижной шандорной. При этом шандоры опираются на уже смонтированные арки, а разработка породы и монтаж новых арок ведется под их защитой.

В зонах сплошной застройки используется опережающее крепление, позволяющее избежать осадков. Оно осуществляется с помощью свода из металлических труб, забуренных в грунт выше проектного сечения тоннеля.

В неустойчивых породах опережающее крепление устраивают путем заполнения набрызг-бетоном предварительно разработанной контурной щели. В зависимости от степени устойчивости породы ее глубина может составлять от 1,5 до 2,5 м.

Участок перегона в 129 м под дном Сены сооружен из четырех погруженных секций длиной по 31,7 м, выполненных из предварительно напряженного железобетона. В зоне дна и стен траншеи осуществлено химическое закрепление грунта. Тоннель под каналом Сен-Дени проходили под защитой шпунтового ограждения.

Открытый способ работ применяется преимущественно в пригородных незастроенных или малозастроенных зонах Парижа. На некоторых участках тоннели чередуются с эстакадами. Для ограждения котлованов все шире используется метод «стена в грунте». Таким способом сооружаются стенки не только из монолитного, но и из сборного железобетона по методу, разработанному французской фирмой Солетанш.

Применяются также так называемые «берлинские» стенки. Такой способ крепления котлованов предусматривает предварительную забивку металлических двутавров с установкой затяжки по мере разработки грунта. В отличие от традиционной деревянной или металлической в Париже ее устраивают из обычного монолитного или набрызг-бетона.

Изыскиваются возможности разработки котлованов под защитой временного перекрытия без прекращения уличного движения. Традиционные способы крепления (например, шпунтовые стенки) применяются редко.

Следует отметить то, что делается все возможное для максимальной механизации тоннелепроходческих и общестроительных работ, призванной компенсировать нехватку рабочей силы, повысить темпы строительства и снизить его себестоимость.

**М. КАРАМЫШЕВ,  
С. ЧЕРНЯХОВСКАЯ,  
инженеры СКТБ  
Главтоннельмострострой**

На 1-й странице обложки: Элементы декоративного оформления станции «Свиблово» Московского метрополитена.

Художественно-технический редактор **Е. К. Гарнухин**

Сдано в набор 30.07.79. Подписано в печать 26.09.79. Л-26615  
Формат 60×90%. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная. Печать высокая. 4,0 печ. л., 4,86 уч.-изд. л. Тираж 3930 экз. Заказ 2726. 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.



**«ГОРЬКОВСКАЯ» В СТРОЮ**



ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

# МЕТРОСТРОЙ

НА 1980 ГОД.

Издание Московского метростроя и издательства «Московская правда» освещает вопросы теории и практики подземного строительства метрополитенов и тоннелей различного назначения в нашей стране. В каждом номере публикуются материалы по эксплуатации, зарубежная информация. На страницах сборника выступают ведущие специалисты предприятий и организаций Главтоннельметростроя, Главметрополитена.

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

Индекс сборника «Метрострой» по всесоюзному каталогу «Союзпечати» — 70572.

Подписная цена на год — 2 руб. 40 коп.  
(8 номеров).

Редакция

